

# MÔ HÌNH PHÁT TRIỂN TỐI ƯU CỦA HỆ THỐNG ĐIỆN VIỆT NAM CÓ TÍNH ĐẾN CHẾ ĐỘ CỦA CÁC NGUỒN PHÁT THỦY ĐIỆN VÀ ĐƯỜNG DÂY TRUYỀN TẢI

## OPTIMAL DEVELOPMENT MODEL OF POWER SYSTEM IN VIETNAM WITH REGARD TO THE REGIME OF HYDROPOWER SOURCES AND TRANSMISSION LINE

Ngô Văn Dũng<sup>1</sup>, Nguyễn Hữu Hải<sup>2</sup>, Ngô Tuấn Kiệt<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng; nvdung@dut.udn.vn

<sup>2</sup>Trường Đại học Xây dựng Hà Nội; haivu.huu@gmail.com

<sup>3</sup>Viện Khoa học Năng lượng Việt Nam; tuankiet.erc@gmail.com

**Tóm tắt** - Hệ thống điện Việt Nam trong những năm trở lại đây có sự phát triển mạnh mẽ góp phần to lớn đến phát triển kinh tế xã hội. Sản lượng điện thương phẩm năm 2000 chỉ đạt 22 tỷ kWh, đến năm 2014 dự kiến đạt 140,5 tỷ kWh, tốc độ tăng trưởng trung bình 13,5%/năm. Để đáp ứng nhu cầu tiêu thụ điện cho nhu cầu phát triển kinh tế - xã hội, các nguồn điện mới liên tục được đầu tư xây dựng. Tuy nhiên trong bối cảnh hệ thống nguồn điện và đường dây tải điện vẫn còn nhiều bất cập đòi hỏi có sự thống nhất trong công tác điều hành nhằm làm tốt công tác qui hoạch, giảm thiểu chi phí vận hành và tổn thất điện năng. Bảo đảm cung cấp điện ổn định, tin cậy, chất lượng và an toàn. Bài báo này đưa ra mô hình phát triển tối ưu các công trình thủy điện trong hệ thống điện của Việt Nam tới 2030.

**Từ khóa** - tối ưu hệ thống điện; tối ưu nguồn điện; tối ưu hệ thống; mô hình tối ưu hệ thống điện; bài toán tối ưu hệ thống điện.

### 1. Đặt vấn đề

Hệ thống điện (HTĐ) Việt Nam bắt đầu được xây dựng từ những năm 1960. Sau hơn nửa thế kỷ hình thành và phát triển, đến nay HTĐ Việt Nam đã lớn mạnh với hàng trăm nhà máy điện, hàng vạn km đường dây và hàng ngàn trạm biến áp. Do yếu tố lịch sử cũng như địa lý, hệ thống điện (HTĐ) Việt Nam hiện nay cung cấp tới 64 tỉnh thành và được chia thành ba HTĐ miền. **HTĐ miền Bắc:** bao gồm 28 tỉnh, thành phố phía Bắc trải dài từ Quảng Ninh đến Hà Tĩnh. **HTĐ miền Trung:** bao gồm 13 tỉnh, thành phố trải dài từ Quảng Bình đến Khánh Hoà và Tây Nguyên. **HTĐ miền Nam:** bao gồm 23 tỉnh, thành phố phía Nam từ Ninh Thuận đến Cà Mau.

Trong hệ thống điện Việt Nam, Đường dây siêu cao áp 500kV là lưới điện truyền tải có vai trò đặc biệt quan trọng trong việc liên kết điện giữa các vùng miền, kết nối các nhà máy điện và các trung tâm phụ tải, cung cấp điện cho khắp mọi miền đất nước.

Về nguồn điện, với ưu thế Việt Nam có nguồn năng lượng đa dạng phong phú. Từ sau ngày giải phóng đến nay đã xây dựng nhiều công trình điện: nhiệt điện than, khí và thủy điện... đảm bảo cung cấp điện năng cho việc phát triển kinh tế đất nước. Tuy nhiên do tốc độ tăng trưởng của phụ tải rất cao nên HTĐ Quốc gia thường xuyên phải đối mặt với khả năng thiếu năng lượng vào mùa khô và thiếu công suất (CS) phủ đỉnh vào mùa lũ. Trước đòi hỏi của thực tế, ngành điện đã đầu tư phát triển, nâng cấp, cải tạo và xây dựng mới nhiều công trình về nguồn điện, lưới truyền tải và lưới phân phối, bên cạnh đó đã đa dạng hoá hình thức đầu tư, mở rộng các thành phần kinh tế cùng tham gia sản xuất điện nhằm đáp ứng nhu cầu phụ tải ngày càng tăng

**Abstract** - In recent years, Vietnam Power Systems Vietnam have developed strongly, contributing significantly to the socio-economic development. Commercial electricity output in 2000 was only 22 billion kWh and is expected to reach 140.5 billion kWh in 2014. an annual average growth rate of 13.5%. To satisfy the demand for electricity for socio- economic development, new power sources are continuously invested in and built. However, power systems and power transmission lines still have many shortcomings, and requires the unity of the administration work to have effective planning, reduce operating costs as well as power losses so that power supply will be safe, good quality, stable and reliable This article provides the optimal development model of hydropower works in the electricity system of Vietnam until 2030.

**Key words** - optimize power system; optimize power; optimize system; optimal model of masons; optimal problem of masons.

của HTĐ Quốc gia.

Từ thực tế đó, tìm giải pháp thiết lập "Hệ thống mô hình tối ưu dài hạn nguồn CS phát của HTĐ " là rất cần thiết gồm các nội dung sau:

- Mô hình tổng quát về tối ưu phát triển HTĐ dài hạn.
- Những giải pháp mô hình hoá các đặc điểm của nguồn và phụ tải HTĐ.
- Mô hình tối ưu phát triển HTĐ có chú ý đến đặc điểm của nguồn phát và đường dây truyền tải.
- Thuật toán phủ tối ưu đồ thị phụ tải của HTĐ bằng thủy điện.

### 2. Mô hình tổng quát về tối ưu phát triển HTĐ

#### 2.1. Bài toán vận hành tối ưu hệ thống điện tổng quát, giải bằng quy hoạch tuyến tính được mô hình hóa như sau

Cần tìm cực tiểu của hàm mục tiêu: Là tổng chi phí tính toán của toàn HTĐ

$$Z = \sum_{i=1}^n C_i X_i, \quad \{i = 1..n\} \quad (1)$$

Với điều kiện liên quan và ràng buộc tuyến tính sau đây:

$$a_{ij} X_i \geq b_j, \quad \{j = 1..m\} \quad (2)$$

khí  $X_i \geq 0$

Trong đó:

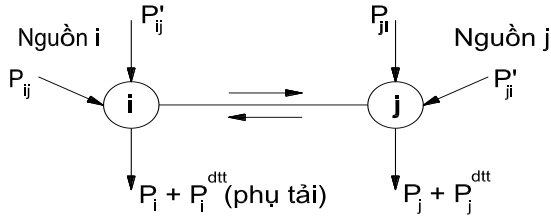
- $X_i$  là biến số phải tìm của đối tượng tối ưu; thường là CS phát hoặc năng lượng của các loại nhà máy điện và của các đường dây truyền tải giữa các điểm nút trong hệ thống.
- $Z$ : Là tổng chi phí tính toán của toàn HTĐ.

-  $C_i$  là hệ số của hàm mục tiêu.

-  $a_{ij}$  là các hệ số mô tả sự liên quan ràng buộc về kinh tế kỹ thuật của các đối tượng tối ưu.

Lưu ý: Khi mô tả hệ thống tối ưu theo các công thức (1) và (2), đối với tất cả các công trình đưa vào khảo sát, cũng như các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật của nó, phải diễn tả được dưới dạng tuyến tính hoặc tuyến tính từng khúc.

Xét mô hình CS nguồn phát, phụ tải & truyền tải giữa 2 nút  $i, j$  của HTĐ



**Hình 1:** Mô hình CS phát, phụ tải và truyền tải giữa các điểm nút  $i, j$

Trong đó:

-  $P_{rff}^t$ : là CS phải tìm của nhà máy điện loại  $r$  làm việc với loại nhiên liệu  $f$ , được đặt tại điểm nút  $i$ , tại thời điểm  $t$ ;

-  $P_{ij}^t$  và  $P_{ji}^t$ : là CS truyền tải tương ứng từ nút  $i$  đến nút  $j$  lân cận và ngược lại, ở thời điểm  $t$ ;

-  $P_i^t$ : là CS phụ tải ở nút  $i$  tại thời điểm  $t$ ;

-  $P_i^{dtt}$  là CS dự trữ,  $P_{ij}$  và  $P_{ji}$  truyền theo hướng mũi tên giữa 2 nút ( $i, j$ ) là giả thiết đó bảo đảm các điều kiện để so chọn khả năng xuất hiện dòng CS truyền tải từ nút  $i$  đến nút  $j$  là  $P_{ij}$  hay ngược lại  $P_{ji}$  hoặc không cần truyền tải giữa chúng.

## 2.2. Các ràng buộc phải có trong mô hình tuyến tính để giải bài toán tối ưu cấu trúc HTĐ

a. Ràng buộc về công suất tại mỗi điểm nút  $i$ : cần phải bảo đảm điều kiện mô tả cân bằng CS của nút đó, ở thời điểm  $t$  [1]

$$\sum_{rff} P_{rff}^t - \sum_i P_{ij}^t + \sum_j \phi_{ji}^c P_{ji}^t \geq P_i + P_i^{dtt} \quad (3)$$

Trong đó:  $t$ : là thời gian qui ước có thể là:

- Thời gian từ vài tháng đến vài năm là bài toán phương thức vận hành dài hạn.

- Từ một ngày đến vài tuần là phương thức vận hành trung hạn.

- Từ vài tiếng đến vài ngày là bài toán phương thức vận hành ngắn hạn.

- Từ một vài phút đến một giờ là bài toán vận hành kinh tế thời gian thực gắn với hệ thống SCADA/EMS.

-  $\phi_{ij}^t$ : Là hệ số có tính đến tổn thất CS trên đường dây tải điện từ nút  $i$  đến nút  $j$ .

b. Ở mỗi điểm nút cần thỏa mãn cân bằng năng lượng, tương ứng với chế độ cân bằng CS, do nhu cầu của nút đó yêu cầu.

$$\sum_{rff} P_{rff}^t T_{rff}^t - \sum_i P_{ij}^t T_{ij} + \sum_j \phi_{ji}^c P_{ji}^t \geq E_i^t \quad (4)$$

Trong đó:  $T_{rff}^t$ : Là số giờ sử dụng CS cực đại của nhà máy điện ( $rff$ ) tại thời điểm  $t$ ;

$\phi_{ji}^c$ : Là hệ số tổn thất điện năng khi truyền tải;

$E_i^t$ : Là nhu cầu tiêu thụ điện năng nút  $i$  tại thời điểm  $t$ .

**Các điều kiện ràng buộc trong mô hình tuyến tính để giải bài toán tối ưu cấu trúc HTĐ là:**

a. Ràng buộc khả năng phát CS và điện năng của từng nhà máy nhiệt điện và thủy điện, cũng tại thời điểm  $t$

$$\sum_t P_{rff}^t \leq P_{rff}^{\max} \quad (5)$$

$$\sum_t P_{rff}^t P_{rff}^t \leq E_{rff}^{\max} \quad (6)$$

Trong đó:  $P_{rff}^{\max}$  là CS phát cực đại của nhà máy điện.

Đối với nhiệt điện  $P_{rff}^{\max}$  chọn bằng CS lắp máy  $P_{lm}$  sau khi đã trừ đi tự dùng và dự phòng.

b. Ràng buộc giới hạn CS và điện năng truyền tải của các đường dây truyền tải cũ và mới giữa các nút  $i, j$  cũng được viết tương tự. Vì có khả năng truyền tải 1 trong 2 chiều theo giả thiết trên, nên có một cặp ràng buộc về hạn chế này.

$$P_{ij} + P_{ji} - P_{ij}^M \leq P_{ij}^C \quad (7)$$

$$(P_{ij} + P_{ji} - P_{ij}^M) T_{ij} \leq P_{ij}^C T_{ij} \quad (8)$$

Trong đó:  $P_{ij}^M, P_{ij}^C$  là giới hạn CS của đường dây truyền tải mới; đường dây cũ.

c. Ràng buộc về khả năng sử dụng dự trữ nhiên liệu (với nhiệt điện than, dầu, khí, nguyên tử).

$$\sum_{rff \in f} P_{rff}^t T_{rff}^t b_{rff}^t \leq B_j \quad (9)$$

Trong đó  $b_{rff}^t$ : là suất chi phí nhiên liệu  $f$  của nhà máy điện  $r$  ở nút  $i$  khi số giờ sử dụng CS  $T_{rff}^t$  trong năm;  $B_f$  là giới hạn nhiên liệu dự trữ loại  $j$  cho trước để dùng cho phát điện, ứng với năm  $t$  của giai đoạn phát triển.

d. Ràng buộc về vốn đầu tư: chi phí cho việc xây dựng các công trình mới của toàn HTĐ đến bài toán tối ưu.

$$\sum_{rff} P_{rff}^t K_{rff}^t \leq K_{\max}^t \quad (10)$$

Trong đó:  $K_{rff}^t$  là suất vốn đầu tư của nhà máy điện  $r$  dạng nhiên liệu  $f$  đặt ở nút  $i$ ;

$K_{\max}^t$  là tổng số vốn đầu tư có được tại thời điểm  $t$ .

### Nhận xét về mô hình:

Mô hình tổng quát về tối ưu phát triển HTĐ vừa nêu được sử dụng rất rộng rãi ở các nước châu Âu và châu Mỹ. Nhờ có dạng mô hình này mà người ta tiến hành tính toán xây dựng kế hoạch phát triển HTĐ dài hạn 10÷15 năm. Mô hình tỏ ra có hiệu lực đặc biệt ở những HTĐ của các nước có thủy điện chiếm một tỷ lệ nhỏ, dưới 10÷15%. Tại đây, người ta sử dụng mô hình tuyến tính chủ yếu để chọn lựa và thông số của các nhiệt điện mới; đặc biệt là nghiên cứu chiến lược phát triển lâu dài về tầm vóc và chế độ làm việc của nhà máy điện nguyên tử.

HTĐ Việt Nam hiện nay thủy điện chiếm một tỷ trọng lớn (Năm 2013 chiếm 43,86%) và trong tương lai 2020 đang có xu hướng giảm tới trên 23,1%. Điều đó nêu theo các điều

kiện ràng buộc hàng năm về CS và điện năng điểm nút như (công thức 3; 4) và hạn chế CS và năng lượng nhà máy như ở (công thức 5; 6)... thì không thoả đáng, mô hình tổng quát, chúng tỏ ra không còn thích hợp. Do đó nảy sinh sự cần thiết xây dựng mô hình chi tiết hơn, cho phép mô tả được các đặc điểm của thủy điện và nhiệt điện trong HTĐ Việt Nam. Dưới đây sẽ trình bày chi tiết kết quả nghiên cứu về mô hình đó.

### 3. Mô hình phát triển của HTĐ Việt Nam có tính đến chế độ của các nguồn phát và đường dây truyền tải

#### 3.1. Những đặc điểm các nguồn phát Việt Nam đặt ra cho mô hình

Bài toán tối ưu cấu trúc CS phát HTĐ trong điều kiện Việt Nam, là xác định trong phạm vi toàn quốc một tổ hợp cấu trúc các loại nguồn điện (sử dụng các dạng nhiên liệu khác nhau), để cùng nhau thỏa mãn toàn bộ nhu cầu phụ tải của HTĐ và làm sáng tỏ tính hợp lý về truyền tải, nhiên liệu và điện năng giữa các vùng Bắc-Trung-Nam, khi tính đến khả năng phát điện khác nhau theo mùa trong năm và theo năm thủy văn của thủy điện và những hạn chế về tính năng động của nhiệt điện nói chung. Để làm việc đó, trong mô hình phải diễn tả được đầy đủ và chuẩn xác các đặc điểm sau:

a. *Tính ưu việt của khả năng phủ CS cực đại của đồ thị phụ tải* khi cho trước lượng điện năng và CS phát của thủy điện trong các chế độ thủy văn khác nhau, cụ thể:

- Ảnh hưởng của việc CS không đều, quá chênh lệch giữa mùa khô và mùa mưa trong năm của thủy điện đến cấu trúc HTĐ.

- Ảnh hưởng của sự sai khác quá lớn về khả năng phát điện giữa năm trung bình nước và năm ít nước của thủy điện đến việc xây dựng thêm các loại nguồn nhiệt điện dự trữ.

- Ảnh hưởng của biến thiên CS khả dụng ( $P_{kd}$ ) các tháng trong năm đến cấu trúc CS nguồn của HTĐ.

b. *Hiệu quả của việc truyền tải CS và điện năng*: các công trình phát điện gián tiếp theo các mùa trong năm bằng các đường dây 500 kV Bắc, Trung, Nam (Hòa bình, Sơn la, Jaly...)

c. *Khả năng sử dụng tính ưu việt của mô hình* khi xử lý tính chất phi tuyến giữa suất tiêu hao nhiên liệu và thời gian cũng như vị trí làm việc của các nguồn nhiệt điện trong HTĐ.

Nhiệm vụ đặt ra là phải chứng minh được rằng mô hình tuyến tính mới xây dựng có đầy đủ khả năng mô hình hóa chi tiết và hoàn toàn thỏa mãn các yêu cầu đặc thù nêu trên của HTĐ.

Dưới đây, sẽ nêu các luận cứ và các giải pháp khoa học kỹ thuật để chứng minh rằng mô hình quy hoạch tuyến tính hoàn toàn có đầy đủ khả năng phản ánh những đặc điểm về nguồn điện nêu trên trong bài toán tối ưu phát triển HTĐ Việt Nam.

#### 3.2. Mô hình hoá HTĐ khi tính đến chế độ phát của các nguồn.

- *Giải pháp mô tả  $P_{kd}$  và  $P_{tbi}$  khác nhau của thủy điện trong mô hình.*

- *Giải pháp mô tả suất tiêu hao nhiên liệu của nhiệt điện trong mô hình.*

- *Đồ thị phụ tải tích phân và cách chọn lại biến số.*

Biểu đồ phụ tải HTĐ diễn hình ngày đêm biểu diễn sự thay đổi từng giờ của CS nhu cầu phụ tải theo tuần tự thời

gian của một ngày đêm điển hình. Ở đồ thị có 4 mức độ phụ tải đặc trưng cần chú ý bốn vị trí CS này phân chia đồ thị phụ tải diễn hình ngày đêm thành 4 miền, được gọi là 4 chế độ phụ tải:

Miền 1: có CS  $0 \leq P \leq P_{\min}$  gọi là chế độ phụ tải gốc;

Miền 2: có CS  $P_{\min} < P \leq P_{\min}^{ng}$  là chế độ bán gốc;

Miền 3: có CS  $P_{\min}^{ng} < P \leq P_{\max}^{ng}$  là chế độ bán đỉnh;

Miền 4: có CS  $P_{\max}^{ng} < P \leq P_{\max}$  là chế độ đỉnh.

Liên quan đến việc sử dụng quy hoạch tuyến tính để mô tả đặc điểm nhà máy điện khi tối ưu HTĐ, từ các đồ thị phụ tải diễn hình ngày đêm của tháng hoặc nhóm tháng (mùa) trong năm, ta tiến hành xây dựng đồ thị phụ tải tích phân tương ứng.

Đồ thị phụ tải tích phân được xây dựng trên nguyên tắc sau đây: Từ 24 trị số CS cụ thể  $P^i$  ứng với 24 giờ ở đồ thị phụ tải diễn hình ngày đêm, ta sắp xếp lại theo tuần tự mới có trị số giảm dần (từ trái qua phải), bắt đầu từ giá trị CS cực đại ( $P_{\max}$ ) và kết thúc là CS cực tiểu ( $P_{\min}$ ). Kết quả sẽ nhận được 1 đồ thị cũng có 24 giá trị CS, nhưng là đồ thị dạng bậc thang giảm dần từ trái qua phải, dựa trên giá trị CS của đồ thị ngày diễn hình ngày đêm.

Như vậy, dựa vào các bậc của đồ thị phụ tải tích phân, về nguyên tắc, ta dễ dàng thiết lập được mối liên hệ về phát và truyền tải CS và điện năng của các nhà máy và đường dây cho từng nút  $i$  ( $i \in N$ ) của HTĐ.

Khi đó, bằng cách sử dụng quan hệ về sự gia tăng phụ tải theo chế độ số giờ cần phủ của đồ thị phụ tải tích phân (chứ không phải theo CS tuyệt đối của các giờ trong ngày), ta thiết lập dễ dàng cân bằng CS và điện năng cũng theo sự gia tăng CS của các nhà máy tham gia vào phủ các phụ tải gia tăng này tương ứng với số giờ cần làm việc liên tục của chúng. Điều đó có nghĩa là, trị số CS  $P_{r\tau}^i$  của nhà máy  $r$  dùng nhiên liệu  $f$  ở nút thứ  $i$  cấp cho phụ tải nút  $j$  trong trường hợp này sẽ chỉ biểu thị phần gia tăng CS ( $\Delta P_{r\tau}^i$ ) của nhà máy ở vị trí  $\tau$  (bậc thang trên) so với vị trí  $\tau+1$  (bậc thang dưới nó) trong đồ thị tích phân chứ không phải là giá trị CS của nhà máy tại thời điểm đó. Thông qua biến gia tăng thành phần CS ta biết ngay được, ứng với biến này, nhà máy phải tăng thêm bao nhiêu CS và phải làm việc bao nhiêu giờ trong một ngày đó để phủ đồ thị phụ tải.

Như vậy, chúng ta đã có điều kiện đủ và đã hoàn toàn thoả mãn các đặc điểm của nhiệt điện.

Trong trường hợp này, phần CS của nhà máy  $r$  đặt tại nút  $i$  và chi phát cho nút  $j$  sẽ được xác định lại sau khi tối ưu (theo mô hình đã lập), bằng biểu thức sau:

$$P_{r\tau}^j = \sum_{\tau=1}^{24} P_{r\tau}^j \quad (11)$$

$P_{r\tau}^j$ : chính là thành phần CS liên vùng của nhà máy đặt ở nút  $i$  cấp cho nút  $j$  trong 24 giờ phủ đồ thị phụ tải.

Cùng với việc xác định các thành phần CS, ta sẽ xác định được tổng các thành phần nhiên liệu của nhà máy  $r$  cấp cho nút  $i$  và các nút  $j$  khác trong HTĐ, trong một ngày đêm phủ đồ thị phụ tải.

$$B_{r\tau} = \sum_{j=1}^N \sum_{\tau=1}^{24} P_{r\tau}^j \cdot \beta_{r\tau}^j \cdot t_{\tau} \quad (12)$$

Trong đó  $\beta_{r_i}^{tj}$  là suất tiêu hao nhiên liệu của nhà máy  $r$  tiêu thụ nhiên liệu  $f$  đặt ở vùng  $i$  và phải làm việc ở chế độ  $\tau$  giờ trong đồ thị phụ tải tích phân &  $t_{r_i}$  là số giờ làm việc liên tục của thành phần CS  $P_{r_i}^{tj}$  cấp cho nút  $j$ .

#### Nhận xét

- Nếu chuyển cách viết cân bằng CS và năng lượng cho biến số CS phát theo năm  $t$ , sang viết cân bằng chúng theo tháng hoặc nhóm tháng (theo mùa) trong năm, thì chúng ta có thể sử dụng mô hình quy hoạch tuyến tính để mô tả đầy đủ và đúng đắn các đặc điểm của thủy điện. Bằng cách chia nhỏ thời gian trong năm thành các nhóm phù hợp với giai đoạn xảy ra, ta hoàn toàn có khả năng mô tả chính xác bằng các ràng buộc và hạn chế thích hợp về sự sai khác quá lớn giữa CS lắp máy  $P_{lm}$  với CS khả dụng  $P_{kd}$  cũng như sự sai khác về khả năng phát điện năng giữa mùa khô và mùa mưa trong năm.

- Chúng ta đã làm rõ việc chuyển các nhà máy từ cách phụ đồ thị phụ tải điển hình ngày đêm của tháng (hoặc của mùa, của năm) sang giải pháp phụ đồ thị phụ tải tích phân thì cũng bằng cách sử dụng mô hình quy hoạch tuyến tính, ta dễ dàng mô tả chuẩn xác các đặc điểm về các chế độ làm việc của các nhà máy điện (đặc biệt là của nhiệt điện) như: chế độ về giới hạn CS phát  $P_{max}$ ,  $P_{min}$ ; chế độ ngừng - khởi động lò máy; cũng như đặc tính suất tiêu hao nhiên liệu...

Dưới đây sẽ trình bày mô hình quy hoạch tuyến tính để giải bài toán tối ưu phát triển nguồn HTĐ.

### 3.3. Hàm mục tiêu

Để tiện mô tả các biến số trong hàm mục tiêu, dưới đây chúng ta đưa vào 2 khái niệm CS phát, đó là:

- *Giá trị gia tăng thành phần CS sơ tại*, tức là trị số mà nhà máy điện đặt ở nút  $i$  phải cung cấp cho chính giá trị gia tăng (các bậc thang) của đồ thị phụ tải tích phân tại nút  $i$ .

- *Giá trị thành phần gia tăng CS liên vùng*, tức là phần CS của nhà máy đặt ở nút  $i$  cấp cho nút  $j$  lân cận.

#### 3.3.1. Hàm mục tiêu của bài toán tối ưu như sau

$$Z = \sum_{t=1}^T \sum_{l=1}^L \sum_{i=1}^N \sum_{j \neq i}^{N-1} C_{r_i}^{tj} \cdot P_{r_i}^{tj} \rightarrow \min \quad (13)$$

*Trong đó:*  $Z$  là cực tiểu tổng chi phí tính toán cho các giá trị gia tăng thành phần CS sơ tại và liên vùng  $P_{r_i}^{tj}$  của  $R$  ( $r=1 \div R$ ) nhà máy điện đặt ở  $N$  nút phụ tải ( $i=1 \div N$ ), dùng  $F$  loại nhiên liệu ( $f=1 \div F$ ) ứng với  $M$  bậc đồ thị tích phân ( $\tau=1 \div M$ ) thuộc  $l$  tháng (hoặc nhóm tháng) ( $l=1 \div L$ ) của  $T$  giai đoạn ( $t=1 \div T$ ) thuộc thời kỳ tính toán. Trong đó, suất chi phí tính toán của các đường dây truyền tải giữa các nút  $ij$  sẽ tính vào suất chi phí tính toán cho các thành phần CS liên vùng của các nhà máy điện tương ứng.

$P_{r_i}^{tj}$  là các biến số gia tăng thành phần CS sơ tại và liên vùng của nhà máy điện  $r$  đặt ở nút  $i$ , dùng nhiên liệu  $f$  cấp cho bản thân nút  $i$  sơ tại và truyền tải để cấp cho các nút  $j$  lân cận ( $j \in N-1, j \neq i$ ), tại chế độ  $\tau$  giờ của đồ thị phụ tải tích phân tháng  $l$  hoặc nhóm tháng ( $l=1 \div L$ ) thuộc năm  $t$  đại diện cho các giai đoạn tính toán ( $t=1 \div T$ ).

Hệ số  $C_{r_i}^{tj}$ , là suất chi phí tính toán tương ứng với biến  $P_{r_i}^{tj}$ . Nếu  $P_{r_i}^{tj}$  là biến sơ tại, thì trong  $C_{r_i}^{tj}$  chỉ có suất chi phí tính toán của bản thân nhà máy  $r$  đặt ở nút  $i$ . Nếu  $P_{r_i}^{tj}$  là biến liên vùng, thì ngoài suất chi phí nhà máy còn phải

tính thêm suất chi phí đường dây  $ij$ , nối từ nút  $i$  (nơi đặt nhà máy  $r$ ) đến nút  $j$ .

#### 3.3.2. Các điều kiện ràng buộc cần có

1. *Các ràng buộc về cân bằng CS và năng lượng cho từng điểm nút của HTĐ* ( $i \in N$ ): Ở mỗi nút  $i$  sẽ có  $(T \times L \times \tau)$  số cặp bất phương trình về cân bằng CS và năng lượng, khi lần lượt ( $\tau=1 \div \tau$ ), ( $l=1 \div L$ ), ( $t=1 \div T$ ).

$$\sum_{r,f,l,j} (1 - \beta_{r_i}^{tj} - \gamma_{ij}^{tj}) P_{r_i}^{tj} \geq P_i^{tj} \quad (14)$$

$$\sum_{r,f,l,j} (1 - \beta_{r_i}^{tj} - \gamma_{ij}^{tj}) T_{r_i}^{tj} \cdot P_{r_i}^{tj} \geq E_i^{tj} \quad (15)$$

Trong đó:  $\beta_{r_i}^{tj}$  - Hệ số tính đến tự dùng, sự cố và sử dụng liên tục CS đặt của nhà máy ở chế độ đang tính;

$\gamma_{ij}^{tj}$  - Hệ số tổn hao trên đường dây truyền tải từ nút  $i$  đến nút  $j$  ( $j \neq i$ ) ở chế độ  $\tau$ . Khi  $i=j$  thì  $\gamma_{ij}^{tj} = 0$ .

2. *Các ràng buộc về giới hạn CS nhà máy điện*. Điều kiện hạn chế về CS nhà máy được mô tả, mỗi nút  $i$  có  $R_i$  nhà máy, mỗi năm  $t$  có  $L$  tháng (hoặc nhóm tháng) tính toán, cho nên có  $(R_i \times L)$  bất phương trình ràng buộc cho mỗi nút  $i$ .

$$\sum_j \sum_\tau P_{r_i}^{tj} \leq P_{r_i}^{lm} \quad (16)$$

3. *Các ràng buộc về giới hạn điện năng trung bình ngày của nhà máy điện*: Tương tự như ràng buộc CS (B-36), nếu ở nút  $i$  có  $R_i$  nhà máy điện, thì sẽ có  $R_i \times L$  ràng buộc này cho nút  $i$ .

$$\sum_j \sum_\tau T_{r_i}^{tj} \cdot P_{r_i}^{tj} \cdot \eta \cdot E_{r_i}^{tb} \quad (17)$$

Trong đó, trị số  $\eta$  là hệ số có tính đến chênh lệch năng lượng ngày làm việc điển hình so với các ngày nghỉ lễ và chủ nhật trong tháng thường  $\eta > 1$  phụ thuộc vào nguồn thủy điện hay nhiệt điện.

4. *Các ràng buộc về giới hạn truyền tải của các đường dây*: Đối với mỗi đường dây  $ij$ , ứng với 24 chế độ bậc thang của đồ thị phụ tải tích phân ( $\tau=1 \div 24$ ), ta có tổng toàn bộ CS thành phần của  $R_i$  nhà máy điện liên vùng đặt ở nút sơ tại  $i$  cấp cho một nút  $j$  lân cận phải bé hơn hoặc bằng CS giới hạn truyền tải của đường dây truyền tải  $i \rightarrow j$ .

Như vậy, nói chung, ứng với mỗi nút  $i$  sẽ có  $N-1$  điều kiện ràng buộc này đến từng nút  $j$  tương ứng ( $j=1 \div N, j \neq i$ ), tức cho  $N-1$  đường dây đi từ nút  $i$ .

$$\sum_{r=1}^{R_i} \sum_\tau (1 - \beta_{r_i}^{tj}) P_{r_i}^{tj} \leq P_{ij}^{gh} \quad (18)$$

Trong đó:  $P_{ij}^{gh}$  là CS giới hạn truyền tải tại đầu dây  $i \rightarrow j$ .

5. *Hạn chế về khả năng phát CS  $P_{max}$ ,  $P_{min}$  của nhiệt điện*: Theo đặc điểm của từng nhà máy  $r_{fi}$ , ở mỗi tháng (hoặc nhóm tháng) của năm tính toán  $t$  đều có một hạn chế về CS phát trong suốt  $\tau$  từ  $1 \div 24$  giờ, khi phụ đồ thị phụ tải tích phân. Mỗi nút có bao nhiêu nhiệt điện cần hạn chế này sẽ có bấy nhiêu bất phương trình tương ứng với các giá trị  $\theta_d$  khác nhau:

$$(1 - \theta_d) \sum_{j=1}^N P_{r_i}^{24jt} - \theta_d \sum_{j=1}^{23} P_{r_i}^{tj} \geq 0 \quad (19)$$

*Trong đó:*  $\theta_d$  là hệ số định;  $P_{r_i}^{24jt}$  là các thành phần CS sơ tại và liên vùng của mỗi nhà máy nhiệt điện phụ phần gốc của  $N$  nút đồ thị phụ tải tích phân HTĐ;  $\sum_{j=1}^N P_{r_i}^{tj}$  là tổng các số giá

thành phần CS sở tại và liên vùng cũng của nhà máy điện đó phải phủ phân bán gốc, bán đỉnh và đỉnh của N nút phụ tải.

6. Các ràng buộc về hạn chế nhiên liệu  $f$  theo các nhà máy nhiệt điện cùng loại trong toàn HTĐ tại năm  $t$ . Rõ ràng, với toàn HTĐ sẽ có  $f=1 \div F$  ràng buộc loại này. Tổng nhiên liệu  $f$  của toàn hệ thống tiêu thụ trong 1 năm sẽ bằng tổng nhiên liệu tiêu thụ của  $R_f$  nhiệt điện loại  $f$  khi phủ đồ thị phụ tải tích phân cho các tháng (hoặc nhóm tháng) của năm đó.

$$R_f \sum_{r=1}^R \sum_{l=1}^L \sum_{\tau} b_{rfl}^{tlt} \cdot P_{rfl}^{tlt} \leq B_f^t \quad (20)$$

7. Ràng buộc về hạn chế tổng vốn đầu tư cho từng năm  $t$ .

$$\sum_{r=1}^R \sum_{l=1}^L \sum_{f=1}^F \sum_{\tau} C_{rfl}^{tlt} \cdot P_{rfl}^{tlt} \leq K_{\Sigma}^t \quad (21)$$

Dựa vào mô hình chính tắc này, đã tiến hành lập trình để tối ưu chọn nguồn CS phát của HTĐ. Sau khi nhận được lời giải tối ưu, sẽ dựa vào các công thức [1]  $P_{ij}^{(d,d)r} = \sum_{r=1}^R P_{rfl}^{tlt}$  &  $P_{rfl}^r = \sum_{j=1}^N P_{rfl}^{tlt}$  để tiến hành xác định lại CS đặt tối ưu của các nhà máy ( $rfl$ ) và CS các đường dây truyền tải. Tức là xác định biểu đồ phát cho các chế độ  $\tau=1 \div 24$  giờ của nhà máy và biểu đồ truyền tải của các đường dây, ứng với đồ thị phụ tải điển hình ngày đêm của chúng vào các tháng của năm  $t$  khảo sát. Kết quả này phối hợp với kết quả phủ của các nhà máy thủy điện địa phương sẽ là tổng thể kết quả tối ưu phát triển nguồn HTĐ.

#### 4. Kết luận và kiến nghị

- Để giải bài toán tối ưu phát triển HTĐ theo phương pháp luận đề xuất trong báo cáo này, cần phải giải quyết

bài toán phủ tối ưu đồ thị phụ tải bằng thủy điện.

- Khi tiến hành phủ phải đảm bảo sao cho tổng các vị trí công suất sẽ phủ của  $R_i^{td}$  nhà máy thủy điện trong đồ thị phụ tải nút  $i$  là hợp lý nhất. Bởi vậy, quá trình phủ cho mỗi nút  $i$  sẽ xuất hiện 2 nội dung sau đây cần xử lý. Đó là lựa chọn thứ tự ưu tiên để đưa tuần tự các thủy điện này vào phủ đồ thị phụ tải và phương pháp phủ hợp lý đồ thị phụ tải tích phân của một thủy điện.

- Phải đưa được hết điện năng trung bình ngày của thủy điện, biểu thị qua công suất trung bình tháng cho trước  $P_{tbt}$  vào làm việc ở đồ thị phụ tải nút  $i$ , nơi đặt nhà máy điện và phải sử dụng tối đa công suất lắp máy có sẵn của thủy điện vào làm việc ở phần đỉnh nhọn của phụ tải, để làm giảm nhẹ tối đa khó khăn (tính không kinh tế) khi buộc nhiệt điện vào phủ phần đỉnh của đồ thị phụ tải.

*Kiến nghị:* Một số vấn đề liên quan đến mô hình sẽ được nghiên cứu và lập trình để cho phép hoàn toàn tính toán tự động. Khi tính toán, mỗi thủy điện chỉ cần có  $E_{tbt}$ ,  $P_{lm}$  ( $P_{kd}$ ),  $P_{đáy}$ . Hệ thống phủ này sẽ được xây dựng được chương trình phủ của bài toán tối ưu HTĐ trong thời gian tới.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Hữu Hải, Ngô Tuấn Kiệt, Nâng cao hiệu quả khai thác và sử dụng nguồn năng lượng thủy năng trong hệ thống năng lượng VN – *Đề tài cấp bộ 2005-2006*.
- [2] Thông tư quy định quy trình điều độ hệ thống điện quốc gia - Số: 40/2014/TT-BCT ngày 05/11/2014 Bộ công thương.
- [3] Quy hoạch phát triển điện lực Quốc gia giai đoạn 2011-2020, có xét đến năm 2030 - Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Quyết định số 1208/QĐ-TTg ngày 21 tháng 7 năm 2011.

(BBT nhận bài: 20/12/2014, phản biện xong: 26/12/2014)