

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT

TRƯỜNG ĐẠI HỌC THỦY LỢI

PHOUKHONG SENGVILAY

**NGHIÊN CỨU NÂNG CAO HIỆU QUẢ QUẢN LÝ VẬN HÀNH
CÁC NHÀ MÁY THỦY ĐIỆN TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN
MIỀN TRUNG I CỦA NƯỚC CHDCND LÀO**

Chuyên ngành: Xây dựng công trình thủy

Mã số: 62 - 58 - 40 - 01

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

Hà Nội – 2010

**Công trình được hoàn thành tại: Bộ môn Thủy điện & NLTT
Trường Đại học Thủy Lợi**

Người hướng dẫn khoa học:

1. PGS.TS NGUYỄN DUY LIÊU

2. GS.TS LÃ VĂN ÚT

Phản biện 1: PGS. TS. Nguyễn Đình Thắng.....

Phản biện 2: PGS. TS. Hoàng Đình Dũng.....

Phản biện 3: PGS. TS. Lê Văn Doanh.....

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án cấp nhà nước
họp tại: **Trường Đại học Thủy Lợi** -175 Tây Sơn, Đống Đa, Hà Nội
Vào hồi giờ ngày tháng năm 2010

Có thể tìm hiểu luận án tại thư viện : Thư viện Quốc gia
Thư viện Trường Đại học Thủy lợi

PHẦN MỞ ĐẦU

1. Mở đầu

Nước Cộng Hoà Dân Chủ Nhân Dân Lào” CHDCND Lào “ nằm ở địa lục Châu Á thái bình Dương, có tổng diện tích là 236.800 Km² , có dân số hơn 5 triệu người với nguồn tài nguyên thiên nhiên phong phú và đa dạng, có tiềm năng thuỷ điện khổng lồ hơn 26.000 MW. Hiện trạng nền kinh tế đặc trưng của Lào là nông nghiệp, thuỷ điện và khoáng sản. Trong đó nguồn thuỷ điện đóng vai trò rất quan trọng trong sự phát triển nền kinh tế quốc dân của Lào.

Ở Lào nguồn cung cấp điện chủ yếu là thuỷ điện. Hiện nay, hệ thống điện đã chia thành 4 miền: Miền Trung I, Miền Trung II, Miền Bắc và Miền Nam trong đó hệ thống điện Miền Trung I lớn nhất, nhu cầu dùng điện chiếm khoảng 70% của điện năng cả nước và có 3 NMTĐ thuộc EDL đang cung cấp điện cho hệ thống với tổng công suất lắp máy 255MW.

Hệ thống điện của Lào đã nối kết với hệ thống điện nước ngoài để trao đổi điện năng với nhau, có khả năng xuất khẩu và nhập khẩu điện, nhưng giá điện xuất-nhập khẩu có sự chênh lệch nhau (giá điện nhập khẩu cao hơn giá điện xuất khẩu xét cùng thời điểm tính toán). Trong tương lai hệ thống điện của Lào sẽ trở thành hệ thống điện Quốc gia nối từ Miền Bắc đến Miền Nam Lào và sẽ có các trung tâm điều độ để phối hợp điều khiển chế độ làm việc của các NMTĐ nhằm tận dụng nguồn thuỷ điện hoạt động có hiệu quả cao về kinh tế.

Khi hệ thống điện thay đổi đồng nghĩa với hệ thống hồ chứa thuỷ điện cũng thay đổi theo, từ hệ thống nhỏ trở thành khu vực, miền, quốc gia. Nhu cầu dùng điện năng trong nước có mức tăng trưởng mỗi năm khoảng 8-10% với mức tăng trưởng như thế nhà nước Lào đã chuẩn bị kế hoạch phát triển nguồn năng lượng đến năm 2020 sẽ xây dựng hơn 30 NMTĐ với tổng công suất lắp máy 2,366 MW có tổng điện năng 4,668 GWh để phục vụ thị trường điện năng trong nước và khoảng 36 NMTĐ với tổng công suất lắp máy 18,150 MW có tổng điện năng bình quân nhiều năm 27,077 GWh để xuất khẩu điện sang các nước láng giềng thuộc khu vực Sông Mêkong.

Cùng với sự phát triển nguồn phát điện thì quy mô hệ thống điện cũng được mở rộng theo chiều rộng và chiều sâu và nối kết với hệ thống điện các nước láng giềng bằng đường dây điện siêu cao áp 500 KV. Phần lớn các NMTĐ ở Lào đều do nước ngoài thiết kế và xây dựng theo nguyên tắc riêng, lợi ích riêng và tiêu chuẩn riêng cho từng nhà máy, thậm chí họ cung cấp cả phần mềm điều khiển. Hiện nay, tuy các trạm thuỷ điện làm việc

cùng một hệ thống nhưng chế độ làm việc của chúng hoàn toàn độc lập với nhau, hơn nữa hệ thống hồ chứa thủy điện đã thay đổi từng bước phát triển theo nhu cầu của phụ tải. Như vậy, phương pháp điều khiển như trước đây không còn hợp lý nữa trong việc khai thác các hồ chứa. Cho nên, những năm gần đây quy trình vận hành hồ chứa đã gặp nhiều khó khăn hay xảy ra lúc cần điện nhiều phát ít lúc cần điện ít phát nhiều tức là mùa nhiều nước xả nước, mùa ít nước thiếu điện nghiêm trọng. Trong lúc đó chính phủ Lào lại không có chuyên gia, không có cơ quan nào tâm trung nghiên cứu phương pháp điều khiển chế độ làm việc chung và có lợi ích chung toàn hệ thống. Từ những điều nói trên tác giả đã chọn đề tài “**Nghiên cứu nâng cao hiệu quả quản lý vận hành các nhà máy thủy điện trong hệ thống điện Miền Trung I của nước CHDCND Lào**” hoàn toàn phù hợp với tính cấp thiết của luận án có ý nghĩa khoa học và kinh tế.

2. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án

- Theo phân tích hệ thống trên cơ sở dữ liệu thu được đối với hệ thống điện của Lào nên chọn tiêu chuẩn thu nhập về kinh tế lớn nhất B_{\max} tức là chênh lệch giữa xuất khẩu và nhập khẩu điện.

- Xây dựng phần mềm ứng dụng các phương pháp chọn để nghiên cứu xác định chế độ làm việc của các NMTĐ trong hệ thống điện miền trung I của Lào

- Xây dựng phương pháp xác định tổ hợp độ sâu công tác theo 2 bước tính sơ bộ và sử dụng phần mềm “Solver” xác định chế độ làm việc tối ưu cho cả bậc thang thủy điện theo tiêu chuẩn B_{\max} .

- Xây dựng phương pháp xác định chế độ làm việc ngày đêm của các NMTĐ làm việc trong trường hợp giá xuất-nhập khẩu điện khác nhau theo tiêu chuẩn B_{\max} .

- Xây dựng phương pháp chọn tổ hợp phương thức điều khiển cho cả bậc thang hồ chứa thủy điện theo tiêu chuẩn B_{\max} .

3. Mục đích của luận án

- Xây dựng cơ sở khoa học điều khiển tập trung và thống nhất chế độ làm việc của các NMTĐ trong hệ thống điện nhằm phục vụ cho việc hình thành các trung tâm điều độ kể cả trung tâm điều độ Quốc gia trong tương lai;

- Xây dựng phương pháp cho phép đánh giá ảnh hưởng của một số yếu tố đến hiệu quả quản lý vận hành và lựa chọn phương thức huy động các NMTĐ một cách nhanh chóng, hợp lý trong điều kiện thông tin chưa đủ tin cậy;

- Bước đầu xây dựng một số phần mềm phục vụ cho việc điều khiển chế độ làm việc của các NMTĐ trong HTĐ Miền Trung I của Lào.

4. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp phân tích hệ thống
- Ứng dụng kết hợp mô hình tối ưu và mô hình mô phỏng
- Kết hợp nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm trên máy tính

5. Phạm vi nghiên cứu

Tập trung nghiên cứu quản lý vận hành các NMTĐ thuộc Tổng Công ty Điện lực Lào các hồ chứa nằm cùng và không cùng bậc thang làm việc trong hệ thống điện, nhiệm vụ của hồ chứa sử dụng lợi dụng tổng hợp, có khả năng xuất-nhập khẩu điện theo hai loại giá trong trường hợp này trùng hợp với hệ thống điện miền trung I của Lào.

6. Cấu trúc của luận án

Mở đầu

Chương 1: Tổng quan thị trường điện năng của Lào, kế hoạch phát triển hệ thống điện và đặt vấn đề nghiên cứu

Chương 2: Xác định phương pháp điều khiển chế độ làm việc tối ưu của các NMTĐ trong hệ thống điện lực và thủy lợi

Chương 3: Điều khiển chế độ làm việc của các NMTĐ trong điều kiện thông tin dài hạn về thủy văn không đủ tin cậy

Chương 4: Nghiên cứu phương thức huy động các NMTĐ thuộc HTĐ miền Trung I cho đến giai đoạn 2015 và đánh giá hiệu quả

Kết luận và kiến nghị

Chương 1: Tổng quan thị trường điện năng của Lào, kế hoạch phát triển hệ thống điện và đặt vấn đề nghiên cứu

1.1 Tổng quan về thị trường điện năng của Lào

- Thị trường điện năng của Lào mới phát triển mạnh những năm gần đây hệ thống điện đã chia thành 4 miền, mỗi miền có đặc thù riêng nhu cầu sử dụng điện cũng khác nhau, đến cuối năm 2008 nguồn phát điện mới khai thác được khoảng 3% của tiềm năng thủy điện đã có, có tổng công suất lắp máy khoảng 692MW trong đó 97% là nguồn thủy điện, công suất lắp máy khoảng 45% thuộc tổng Công ty Điện lực Lào (EDL) phụ vực

trong nước thừa mới bán đi nước ngoài, khoảng 52% thuộc Công ty tư nhân (IPP) điện năng phát ra phần lớn xuất khẩu đi nước ngoài còn một phần nhỏ bán trong nước và còn khoảng 3% là Deisel, thủy điện nhỏ và năng lượng mặt trời thuộc địa phương quản lý.

- Nhu cầu dùng điện mỗi miền có sự khác nhau nhưng nói chung trong những năm vừa qua mức tăng trưởng mỗi năm tăng khoảng 10%, từ năm 2010-2020 theo dự báo mức tăng trưởng của phụ tải sẽ tăng mỗi năm khoảng 7-8%.

1.2 Tổng quan về xu hướng phát triển hệ thống điện của Lào

Nhằm đáp ứng kịp thời nhu cầu dùng điện của các hộ dùng điện trong nước và xuất khẩu điện đi các nước láng giềng trong khu vực sông Mêkong. Nhà nước Lào đã sắp xếp các nhà máy điện theo hai nhóm, nhóm thứ nhất các nhà máy có công suất lắp máy nhỏ hơn 100MW xây dựng để phục vụ trong nước và nhóm thứ hai các nhà máy có công suất lắp máy lớn hơn 100MW xây dựng để xuất khẩu đi nước ngoài. Đồng thời hệ thống điện cũng đã và đang mở rộng liên tục sẽ trở thành hệ thống điện quốc gia, liên khu vực và sẽ xây dựng các trung tâm điều độ để phân phối điều khiển chế độ làm việc các NMTĐ hoạt động có hiệu quả cao về kinh tế.

1.3 Tổng quan về phương pháp điều khiển chế độ làm việc các NMTĐ và các vấn đề còn tồn tại

1.3.1 Phương pháp điều khiển chế độ làm việc các NMTĐ ở Lào

Đến nay, quy trình vận hành hồ chứa thủy điện ở Lào hoàn toàn độc lập với nhau có phần mềm điều khiển riêng từng trạm thủy điện, phần mềm đó phần lớn là do công ty nước ngoài cung cấp từ lúc thiết kế xây dựng ban đầu. Như hồ chứa Nam Ngum 1 sử dụng phần mềm LITHO (Lahmeyer International Hydro Thermal Operation), phần mềm này đã thiết kế trước đây 30 năm và các hồ chứa khác cũng đang vận hành bằng phần mềm thiết kế từ lúc thiết kế ban đầu.

1.3.2 Các vấn đề còn tồn tại

Hệ thống thủy điện thủy lợi luôn gắn liền với sự phát triển kinh tế xã hội, nhằm đáp ứng kịp thời nhu cầu phụ tải hệ thống, như thế hệ thống thủy điện thủy lợi cũng đã thay đổi lớn dần, có nhiều nhà máy, có nhiều bậc thang thủy điện,...Nhưng phương pháp điều khiển các hồ chứa thủy điện ở Lào vẫn không thay đổi. Như vậy, dẫn đến trong vận hành gặp nhiều khó khăn, kém hiệu quả, không còn phù hợp với nhu cầu dùng điện. Để khắc phục nhược điểm nêu trên chúng ta phải tập trung nghiên cứu phương pháp điều khiển chế độ làm việc các NMTĐ cho hợp lý, cho từng bước phát triển kinh tế xã hội nhằm bảo đảm an toàn cung cấp điện, tăng thu nhập cho nền kinh tế quốc dân của Lào,

bảo đảm điều kiện lợi dụng tổng và bảo vệ môi trường. Muốn làm được như vậy, chúng ta phải tiến hành nghiên cứu phương pháp điều khiển trong các chương sau.

*** Những nghiên cứu có liên quan đến đề tài**

- Năm 1991, Đề tài cấp nhà nước “ Những vấn đề chống lũ và phát điện của công trình Hoà Bình” do công ty điện lực 1 làm chủ nhiệm.

- Năm 2000, Đề tài cấp nhà nước “ Nghiên cứu quy trình cấp nước hồ chứa Hoà Bình và chế độ cấp nước mùa kiệt trong lưu vực sông Hồng” do GS. TS Hà Văn Khỗi, Trường đại học thuỷ lợi làm chủ nhiệm.

- Dự án đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến nhu cầu dùng nước lợi dụng tổng hợp bằng mô hình toán trong khu vực sông Nam Ngum, Nam Lik, Nam mặng, Nam Song thuộc hệ thống điện miền trung I. Dự án đã bắt đầu thực hiện từ năm 2005 và kết thúc năm 2009, do công ty F. Leveque(EDF) của Pháp thực hiện.

- Năm 2006, đề tài cấp nhà nước “ Quy trình vận hành liên hồ chứa Sông Đà và Sông Lô, đảm bảo an toàn chống lũ đồng bằng khi có hồ chứa Hoà Bình, Thác Bà, Tuyên Quang” do GS.TS. Nguyễn Tuấn ánh, GS.TS. Vũ Tất Uyên, TS. Nguyễn Văn Hạnh viện khoa học thuỷ lợi và GS. TS. Trịnh Quang Hoà trường đại học Thuỷ lợi làm chủ nhiệm.

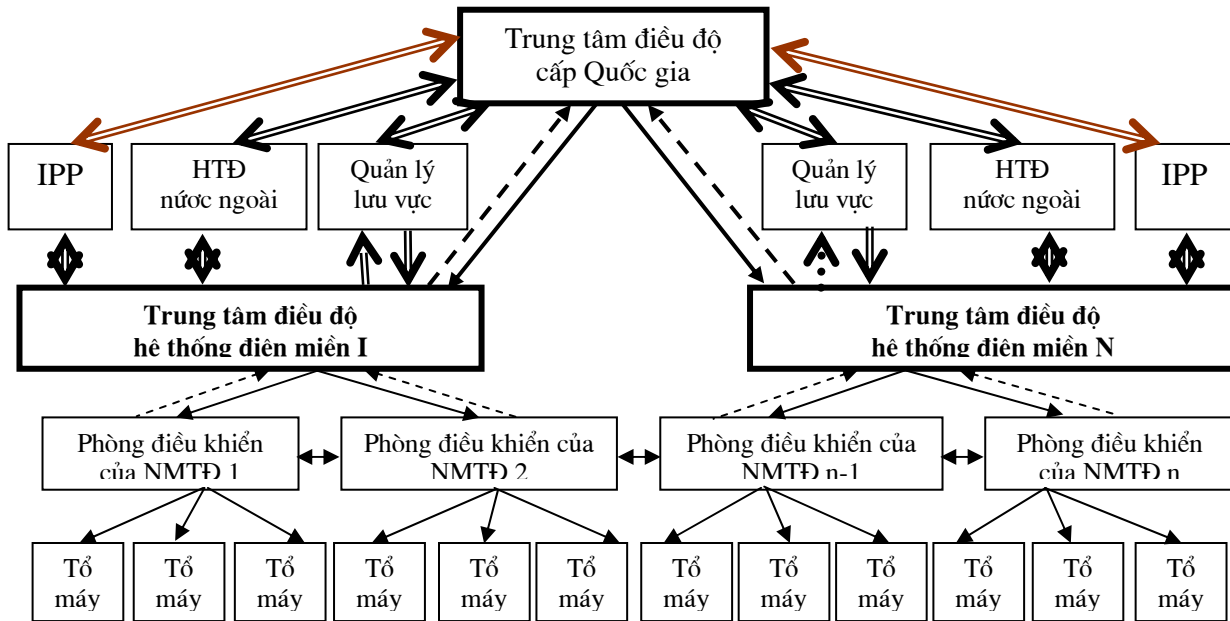
- Năm 2007, Đề tài cấp nhà nước “ Nghiên cứu xây dựng quy trình vận hành hệ thống liên hồ chứa Hoà Bình, Thác Bà, Tuyên Quang phục vụ cấp nước trong mùa khô cho hạ du lưu vực sông Hồng-Thai Bình” do TS. Tô Trung Nghĩa, TS. Lê Hùng Nam, Viện quy hoạch Thuỷ Lợi làm chủ nhiệm.

Chương 2: Xác định phương pháp điều khiển chế độ làm việc tối ưu của các NMTĐ trong hệ thống điện lực và thuỷ lợi

2.1 Quan điểm hệ thống

Hệ thống thuỷ lợi thuỷ điện mang tính chất lịch sự gắn liền với sự phát triển kinh tế, xã hội, hệ thống điện của Lào càng ngày càng được mở rộng từ một hệ thống nhỏ lớn dần thành hệ thống khu vực, miền và cuối cùng trở thành hệ thống điện quốc gia. Hệ thống điện của Lào gần như hệ thống thuỷ điện khi hệ thống điện thay đổi đồng nghĩa hệ thống hồ chứa thuỷ điện cũng thay đổi theo, nhu cầu dùng điện dùng nước càng ngày càng tăng. Điều này, cho phép tận dụng lượng nước trong hồ một cách có hiệu quả, hồ chứa phải phục vụ cho nhiều mục tiêu khác như phòng lũ, giao thông thuỷ, cấp nước và vân vân. Như thế để bảo đảm điều kiện nêu trên các hệ thống hồ chứa nước phải lợi dụng tổng hợp.

Hệ thống thuỷ lợi, thuỷ điện thuộc nhóm hệ thống lớn, tồn tại tập hợp nhiều tham số, đầu vào mang tính chất ngẫu nhiên, hoạt động có mục đích trong những điều kiện khác nhau; có tổ chức; tồn tại nhiều tiêu chuẩn đánh giá,... Với hệ thống lớn như thế không thể điều khiển trực tiếp chế độ làm việc từng thành phần của chúng được vì luồng thông tin không những quá lớn, mà còn mang tính chất bất định. Phân cấp là công cụ cho phép giảm độ bất định cho hệ thống.



Hình 2-1: Hệ thống điều khiển chế độ làm việc

⇔ Thông tin trao đổi bên ngoài; → Thông tin phối hợp điều khiển bên trong; --> Thông tin ngược; ↔ Thông tin trao đổi bên ngoài; ⇒ Thông tin phối hợp điều khiển bên ngoài; ← Thông tin ngược với bên ngoài.

Hệ thống phân cấp là hệ thống bao gồm nhiều thành phần có liên quan với nhau được tổ chức theo nguyên lý phân cấp vừa có mục tiêu riêng vừa có mục tiêu chung (toàn bộ). Để thuận lợi trong việc điều khiển hệ thống điện của Lào tác giả cũng phân cấp chúng thành 3 cấp cụ thể xem hình 2-1.

- Cấp thứ nhất có trách nhiệm phân phối điều khiển toàn hệ thống;
- Cấp thứ hai là cấp miền có trách nhiệm phân phối điều khiển các NMTĐ thuộc dưới nó để bảo đảm an toàn cung cấp điện và bảo đảm lợi ích kinh tế
- Cấp thứ ba là cấp nhà máy có trách nhiệm phân phối tối ưu các tổ máy làm việc theo tiêu chuẩn đề ra

2.2 Chọn tiêu chuẩn tối ưu

Đối với các nước có hệ thống điện hỗn hợp (thuỷ-nhiệt điện) và các nguồn phát điện luôn bảo đảm cung cấp điện an toàn trong hệ thống thì tiêu chuẩn chung nhất là min chi phí sản xuất điện toàn hệ thống C_{\min} .

Hệ thống điện của Lào có những đặc thù riêng khác với hệ thống điện các nước trên thế giới: (i). Nguồn cung cấp điện hoàn toàn gần như thuỷ điện. (ii). Nối liền với hệ thống điện nước ngoài để trao đổi điện năng. (iii). Giá xuất khẩu và nhập khẩu điện có chênh lệch nhau. Đây là các yếu tố có ý nghĩa quyết định đối với việc lựa chọn tiêu chuẩn tối ưu. Do chi phí sản xuất điện năng hàng năm gần như không thay đổi hay nói cách khác là không phụ thuộc vào chế độ làm việc của chúng, sản lượng điện sản xuất hàng năm của hệ thống hoàn toàn phụ thuộc vào điều kiện thuỷ văn. Từ lâu hệ thống điện của Lào đã được nối với hệ thống điện của các nước láng giềng. Nhờ thế, mà ở những thời gian khi các NMTĐ trong nước không đáp ứng được nhu cầu dùng điện thì có thể nhập khẩu điện từ hệ thống điện nước ngoài để bù vào; còn những lúc nhiều nước thì có thể tận dụng nguồn thuỷ điện rẻ tiền để xuất khẩu điện đi nước ngoài. Xuất-nhập khẩu điện ở Lào được thực hiện theo hai mức giá cụ thể xem **bảng 2-1**.

Bảng 2 -1 Giá điện giao dịch ngày đêm đã áp dụng trong năm 2005-2008

Giá điện:	Giá cao: (18.00-21.30 giờ)	Giá thấp: (21.30-18.00 giờ)
Nhập khẩu	0,0347 USD	0,328 USD
Xuất khẩu	0,0301 USD	0,0281 USD

* Việc nhập khẩu điện ở Lào có thể xảy ra do một số nguyên nhân sau đây:

- Do thiếu điện năng vì ít nước;
- Do chế độ làm việc của các NMTĐ không hợp lý với nhu cầu phụ tải.
- Thiếu công suất vì cột nước thấp.

Từ những điều trình bày nêu trên cho thấy chế độ làm việc của các NMTĐ trong hệ thống không ảnh hưởng đến chi phí sản xuất của chúng, mà chỉ xuất-nhập khẩu điện ảnh hưởng đến hiệu quả kinh tế toàn hệ thống. Cho nên, để đánh giá hiệu quả kinh tế toàn hệ thống điện của Lào chúng tôi chọn tiêu chí max thu nhập từ xuất khẩu sau khi đã trừ đi chi phí nhập khẩu trên cơ sở bảo đảm an toàn cung cấp điện và thoả mãn các yêu cầu lợi dụng tổng hợp khác. Hàm mục tiêu tương ứng có thể viết dưới dạng sau:

$$B^{HT} = \sum_{t=1}^m (B_t^{XK} - C_t^{NK}) \Rightarrow B \max \quad (2-1)$$

Trong đó: B^{HT} : tổng lợi ích của toàn hệ thống điện; B_t^{XK} : thu nhập từ xuất khẩu điện ở thời đoạn t ; C_t^{NK} : chi phí do nhập khẩu điện ở thời đoạn t ; m : số thời đoạn tính toán.

2.3 Xác định chế độ làm việc ngày đêm của các NMTĐ thuộc hệ thống điện của Lào trong điều kiện xuất-nhập khẩu điện theo hai mức giá

2.3.1 Tiêu chuẩn

Từ tiêu chuẩn (2-1) chúng ta có thể phát triển xác định chế độ làm việc ngày đêm của các NMTĐ làm việc trong hệ thống điện của Lào được viết dưới dạng tổng quát sau:

$$B^{HT}=(g_1^{xk}.\Delta E_1^{xk}+g_2^{xk}.\Delta E_2^{xk}+\dots+g_n^{xk}.\Delta E_n^{xk})-(g_1^{nk}.\Delta E_1^{nk}+g_2^{nk}.\Delta E_2^{nk}+\dots+g_n^{nk}.\Delta E_n^{nk}) \Rightarrow \max \quad (2-2)$$

Trong đó: $g_1^{xk}, g_2^{xk}, \dots, g_n^{xk}$: giá xuất khẩu điện năng loại 1, loại 2,...,loại n;

$g_1^{nk}, g_2^{nk}, \dots, g_n^{nk}$: giá nhập khẩu điện năng loại 1,loại 2,...,loại n

$\Delta E_1^{xk}, \Delta E_2^{xk}, \dots, \Delta E_n^{xk}$: điện năng xuất khẩu loại 1, loại 2,..., loại n;

$\Delta E_1^{nk}, \Delta E_2^{nk}, \dots, \Delta E_n^{nk}$: điện năng nhập khẩu loại 1,loại 2,..., loại n.

2.3.2 Phương pháp xác định

Hệ thống điện của Lào giá xuất khẩu và nhập khẩu điện đã được thực hiện theo hợp đồng, ở bất kỳ một ngày đêm nào từ mực nước thực tế trong hồ và với phương thức điều khiển đã chọn sẽ xác định được các thông số của chúng.

Để thuận tiện cho việc xác định các thành phần điện năng trong hàm mục tiêu (2-2) nên phân chia đường biểu đồ phụ tải ngày đêm theo giá điện thi hành cụ thể thành 2 phần: Phụ tải loại một(giá điện cao) và phụ tải loại hai(giá điện thấp) rồi xây dựng đường quá trình phụ tải tương ứng cho từng phần. Điện năng yêu cầu loại một E_1^{yc} và loại hai E_2^{yc} . xem hình 2-2. Đối với hệ thống điện của Lào nhập khẩu điện không những xảy ra khi thiếu điện năng phát mà còn xảy ra ngay cả khi thừa điện năng như thiếu công suất do cột nước ở các NMTĐ thấp.

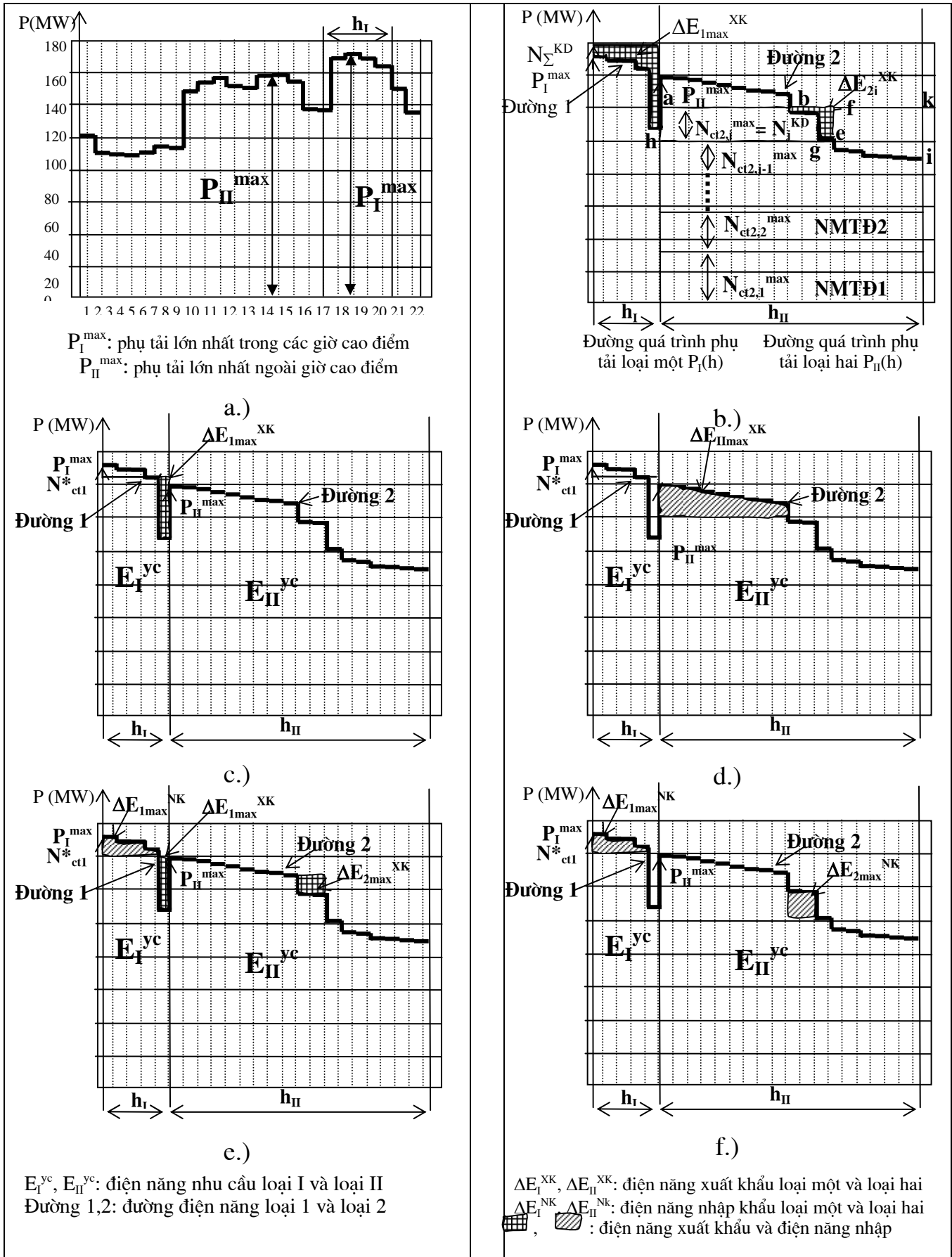
Vì vậy, việc xác định chế độ làm việc ngày đêm của các NMTĐ trong hệ thống điện của Lào cần xem xét một số trường hợp sau:

+ **Trường hợp 1:** Khi tổng công suất khả dùng N_{Σ}^{KD} lớn hơn hoặc bằng phụ tải lớn nhất P_1^{max} , $N_{\Sigma}^{KD} \geq P_1^{max}$ và tổng điện năng phát lớn hơn hoặc bằng tổng điện năng yêu cầu phụ tải $E^P \geq E^{yc}$; $E^{yc}=E_1^{yc}+E_2^{yc}$ (xem hình 2-2, b và c);

+ **Trường hợp 2:** Khi tổng công suất khả dùng N_{Σ}^{KD} lớn hơn phụ tải lớn nhất P_1^{max} , $N_{\Sigma}^{KD} > P_1^{max}$ và tổng điện năng phát nhỏ hơn tổng điện năng yêu cầu phụ tải $E^P < E^{yc}$; điện năng nhập khẩu $\Delta E^{nk}=E^{yc}+E^P$ (xem hình 2-2, d);

+ **Trường hợp 3:** Khi tổng công suất khả dùng N_{Σ}^{KD} nhỏ hơn phụ tải lớn nhất P_1^{max} , $N_{\Sigma}^{KD} < P_1^{max}$ và tổng điện năng phát lớn hơn tổng điện năng yêu cầu phụ tải $E^P > E^{yc}$ (xem hình 2-2, e);

+ **Trường hợp 4:** Khi tổng công suất khả dùng N_{Σ}^{KD} nhỏ hơn phụ tải lớn nhất P_1^{max} , $N_{\Sigma}^{KD} < P_1^{max}$ và tổng điện năng phát nhỏ hơn tổng điện năng yêu cầu phụ tải $E^P < E^{yc}$ (xem hình 2-2, f).



Hình 2-2: Phụ tải ngày đêm và vẽ đường điện năng

2.4 Xác định chế độ làm việc tối ưu của bậc thang hồ chứa thủy điện trong hệ thống điện

Đối với các NMTĐ việc phân phối tối ưu công suất và điện năng bảo đảm để tránh thiếu điện nghiêm trọng, chúng ta hay chọn lấy năm thủy văn tính toán tương ứng với năm kiệt thiết kế có tần suất $P=95\%$ để bảo đảm an toàn cung cấp điện. Đối với hệ thống điện của Lào từ tiêu chuẩn (2-1) có thể viết dưới dạng sau:

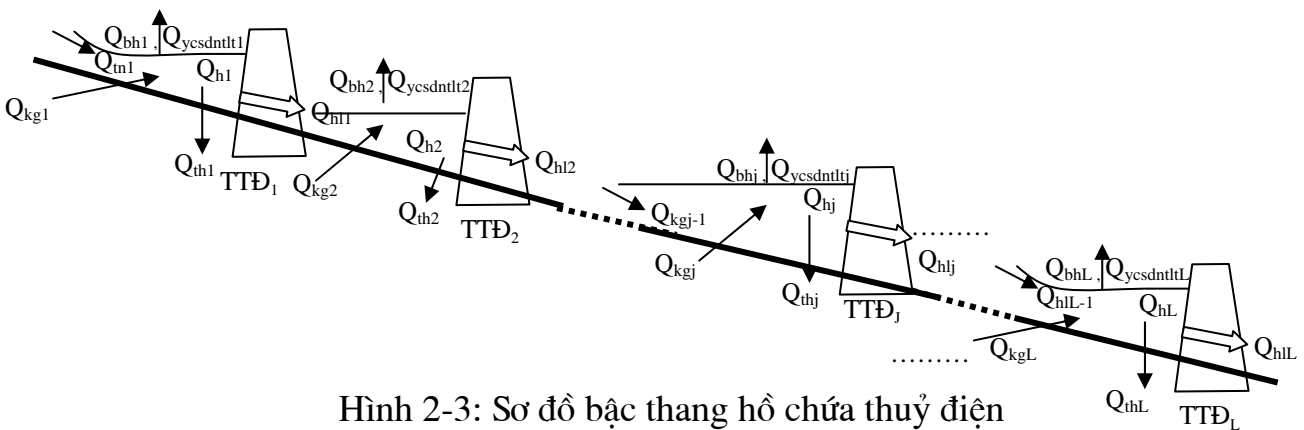
$$B^{HT} = \sum_{t=1}^m [g_1^{XK} \cdot \Delta E_{1tT}^{XK} + g_2^{XK} \cdot \Delta E_{2tT}^{XK} + \dots + g_n^{XK} \cdot \Delta E_{ntT}^{XK} - (g_1^{NK} \cdot \Delta E_{1tT}^{NK} + g_2^{NK} \cdot \Delta E_{2tT}^{NK} + \dots + g_n^{NK} \cdot \Delta E_{ntT}^{NK})] \Delta n_t \Rightarrow \max \quad (2-6)$$

Trong đó: $g_1^{XK}, g_2^{XK}, g_n^{XK}$: giá xuất khẩu điện năng loại một và loại hai và loại thứ n;
 $g_1^{NK}, g_2^{NK}, g_n^{NK}$: giá nhập khẩu điện năng loại một và loại hai và loại thứ n;

$\Delta E_{1tT}^{XK}, \Delta E_{2tT}^{XK}, \Delta E_{ntT}^{XK}$: điện năng xuất khẩu loại một, loại hai, loại n, ở thời điểm t và thời gian T. $\Delta E_{1tT}^{NK}, \Delta E_{2tT}^{NK}, \Delta E_{ntT}^{NK}$: điện năng nhập khẩu loại một, loại hai, loại n ở thời điểm t và thời gian T; Δn_t : số ngày trong thời đoạn t; m: số thời đoạn trong chu kỳ điều tiết.

a./ Mô hình bài toán

Giả sử trong hệ thống điện có L NMTĐ gồm cả những nhà máy nằm cùng và không cùng bậc thang. Chế độ làm việc của từng NMTĐ thứ j ở bất kỳ thời đoạn t nào đều được xác định bằng các thông số chế độ. Các thông số chế độ đó là: mực nước thượng lưu Z_{tjt} hoặc dung tích hồ chứa V_{jt} , lưu lượng của hồ bình quân thời đoạn Q_{hjt} hoặc lưu lượng chảy về hạ lưu bình quân thời đoạn Q_{hljt} ; công suất bình quân thời đoạn N_{jt}, \dots TTĐ nằm cùng bậc thang (2-3) mọi hoạt động của chúng có ảnh hưởng trực tiếp với nhau rất chặt chẽ với nhau



Hình 2-3: Sơ đồ bậc thang hồ chứa thủy điện

b./ Các phương trình ràng buộc

+ Về mực nước thượng lưu của từng NMTĐ thứ j

$$Z_{tjtmin} \leq Z_{tjt} \leq Z_{tjtmax}$$

+ Về mực nước hạ lưu của từng NMTĐ thứ j

$$Z_{hljtmin} \leq Z_{hljt} \leq Z_{hljtmax}$$

+ Về cân bằng lưu lượng ở hạ lưu của từng NMTĐ thứ j trong bậc thang

$$Q_{hljt} = Q_{hlj-1t} + Q_{hljt} + Q_{kgjt} - \Delta Q_{jt} - Q_{ycsdntljt}$$

+ Về lưu lượng chảy về hạ lưu của từng NMTĐ thứ j

$$Q_{hljtmin} \leq Q_{hljt} \leq Q_{hljtmax}$$

+ Về công suất phát của từng NMTĐ thứ j

$$N_{jmin} \leq N_{jt} \leq N_{jt}^{KD}$$

Trong đó: $Z_{tjt min}$, $Z_{tjt max}$: mực nước thượng lưu nhỏ nhất và lớn nhất của NMTĐ thứ j ở thời đoạn t; Q_{hlj-1} , Q_{hlj} , Q_{kgjt} , ΔQ_{jt} , $Q_{ldthtjt}$: lần lượt là lưu lượng chảy về hạ lưu của NMTĐ phía trên ở thời đoạn t; lưu lượng của hồ thứ j ở thời đoạn t; lưu lượng khu giữa NMTĐ thứ j ở thời đoạn t; tổng tổn thất về lưu lượng của NMTĐ thứ j ở thời đoạn t; yêu cầu sử dụng nước ở thượng lưu hồ thứ j ở thời đoạn t; $Q_{hljt min}$, $Q_{hljt max}$: lưu lượng nhỏ nhất và lớn nhất chảy về hạ lưu của NMTĐ thứ j ở thời đoạn t; N_{jmin} , N_{jt}^{KD} : là công suất tối thiểu có thể phát và công suất khả dụng tức là công suất tối đa có khả năng phát ở thời đoạn t của NMTĐ thứ j.

c./ Phương pháp giải

Bài toán tối ưu hoá chế độ dài hạn của cả bậc thang NMTĐ làm việc trong hệ thống điện được thể hiện qua mô hình nêu trên là dạng bài toán quy hoạch phi tuyến với các ràng buộc đẳng thức và bất đẳng thức. Hàm mục tiêu (2-6) không được cho dưới dạng công thức. Để giải bài toán tối ưu loại này tác giả chọn phương pháp Gradient rút gọn tổng quát (Generalized Reduced Gradient) tìm nghiệm cực đại hoặc cực tiểu trong đường quỹ đạo. Phần mềm “Solver” cài đặt sẵn trong Microsoft Excel do Frontline System, Inc (USA) phát triển. Đặc biệt của “Solver” là nhanh chóng tìm được nghiệm tối ưu và kết quả được đưa ra dưới dạng bảng Excel-Solver dễ theo dõi kiểm tra.

Thuật toán xác định hàm mục tiêu (2-6) bao gồm hai bước chủ yếu:

Bước 1: Xác định điện năng phát $E_t^P = \sum_{j=1}^L E_{jt}^P$ và công suất khả dụng

$N_t^{KD} = \sum_{j=1}^L N_{jt}^{KD}$ của tất cả các NMTĐ ở thời đoạn t. Việc xác định E_{jt}^P và N_{jt}^{KD} được thực

hiện bằng thuật toán tính thủy năng khi biết mực nước thượng lưu đầu Z_{tjt}^d và mực nước thượng lưu cuối thời đoạn Z_{tjt}^c trên cơ sở cân bằng lưu lượng và cân bằng cột nước H_{jt} cho từng NMTĐ. Trong thuật toán này N_{jt} và N_{jt}^{KD} được xác định từ đường đặc tính vận hành

của từng NMTĐ tương ứng với lưu lượng qua NMTĐ Q_{DTj} và cột nước H_{jt} . Kết quả tính được $E_t^P = \sum_{j=1}^L E_{jt}^P$ và $N_t^{KD} = \sum_{j=1}^L N_{jt}^{KD}$.

Bước 2: Xác định các thành phần điện năng trong hàm mục tiêu (2-6). Các thành phần điện năng xuất khẩu cũng như nhập khẩu trong (2-6) phụ thuộc vào tương quan không những giữa tổng điện năng phát của các NMTĐ với điện năng yêu cầu E_{yc} mà còn giữa tổng công suất khả dụng của chúng N_t^{KD} và phụ tải lớn nhất P_{tmax} . Cụ thể tác giả đã áp dụng với 4 tiêu chuẩn áp dụng cho hệ thống điện miền trung I của Lào để lựa chọn phương pháp điều khiển tối ưu cho cả hệ thống, kết quả ghi trong bảng 2-2, từ kết quả trong bảng cho ta nhận thấy phương pháp điều khiển tối ưu chênh lệch thu nhập giữa xuất-nhập khẩu điện có kết quả tốt nhất về kinh tế. Như vậy, tiêu chuẩn này hoàn toàn hợp lý đối với hệ thống điện của Lào.

Bảng 2-2 Kết quả tính toán theo 4 tiêu chí

Tiêu chuẩn Chỉ tiêu so sánh	chênh lệch thu nhập B_{max}	điện năng E_{max} toàn hệ thống	điện năng E_{max} từng NMTĐ	Công suất bằng $N=\text{hàng số}$
Tổng điện năng cả bậc thang E^{HT} (GWh)	1,080.53	1,080.97	1,015.24	985.36
Tổng lợi ích B^{HT}(triệu USD)	2.525	2.1569	2.062	1.212

2.5 Xác định tổ hợp độ sâu công tác của các hồ chứa thủy điện cùng và không cùng bậc thang thủy điện

2.5.1 Tiêu chuẩn

Hiệu quả làm việc của các NMTĐ trong hệ thống điện phụ thuộc nhiều vào tổ hợp độ sâu công tác của chúng nhất là các bậc thang hồ chứa thủy điện chế độ làm việc chúng có ảnh hưởng lẫn nhau rất chặt chẽ từ hồ trên cùng đến hồ dưới cùng. Cho nên, việc xác định tổ hợp độ sâu công tác có ý nghĩa quan trọng. Bởi vậy, việc chọn tiêu chuẩn xác định độ sâu công tác tối ưu toàn bậc thang hồ chứa trong hệ thống điện lực, cần phải chọn sao cho công suất bảo đảm toàn hệ thống bậc thang N_{bd}^{BT} là lớn nhất hoặc tổng điện năng bảo đảm E_{bd}^{BT} toàn hệ thống bậc thang lớn nhất. Tiêu chuẩn đó có thể viết dưới dạng sau:

$$N_{bd}^{BT} = f(h_1, h_2, h_3, \dots, h_L) \Rightarrow \max \quad (2-7)$$

2.5.2 Mô hình bài toán

Giả sử hệ thống bậc thang có L (hình 2-3) hồ chứa thủy điện đang vận hành trong hệ thống điện. Xác định tổ hợp độ sâu công tác $(h_1, h_2, h_3, \dots, h_L)$ sao cho:

a/ Hàm mục tiêu

$$F(h) = N_{bd}^{BT} = f(h_1, h_2, h_3, \dots, h_n) \Rightarrow \max \quad (2-8)$$

Trong đó: h_j : Độ sâu công tác tối ưu của các hồ thứ j trong bậc thang hồ chứa thủy điện được lựa chọn sao cho tổng công suất bảo đảm của hệ thống là lớn nhất hoặc tổng điện năng toàn hệ thống bậc thang lớn nhất $J=1,2,\dots,n$. Các phương trình ràng buộc: Sẽ được xác định cụ thể tương ứng với bài toán nghiên cứu.

b./ Phương pháp giải bài toán

Hàm mục tiêu (2-8) là hàm phi tuyến chúng ta có rất nhiều phương pháp giải như phương pháp tối ưu dạng gradient, phương pháp quy hoạch động, các phương pháp tối ưu không sử dụng gradient, phương pháp thực nghiệm, phương pháp của Hooke-Jeeve đối với vectơ $h=(h_1, h_2, \dots, h_n)$, phương pháp lặp trực tiếp. Cụ thể đã áp dụng cho các hồ chứa thủy điện thuộc hệ thống điện miền Trung I của Lào **bảng 2-3**.

Bảng 2-3 Tổ hợp độ sâu công tác tối ưu của các NMTĐ đang vận hành

STT	Tên dự án	1971-1995	1996-1999	2000-2009	2010-2015
		Hct(m)	Hct(m)	Hct(m)	Hct(m)
1	Nam Ngum 1	16	14	12	9
2	Nam Leuk		15	15	15
3	Nam Mang 3			8	8

Chương 3: Xác định phương pháp điều khiển chế độ làm việc của các NMTĐ trong điều kiện thông tin dài hạn về thủy văn không đủ tin cậy

3.1 Nghiên cứu các phương pháp điều khiển chế độ làm việc dài hạn của các hồ chứa thủy điện trong điều kiện dự báo thủy văn dài hạn không đủ tin cậy và lựa chọn phương pháp

Đây là vấn đề phức tạp và khó khăn từ lâu các nhà khoa học đã tập trung nghiên cứu qua nhiều thế kỷ và cũng có nhiều phương pháp điều khiển như phương pháp điều khiển theo đường tần suất, phương pháp điều khiển tối ưu liên tiếp, phương pháp điều phối,... Mặc dù đã đạt được những tiến bộ vượt bậc trong nghiên cứu quản lý vận hành hồ chứa, nhưng đến thời điểm hiện tại vẫn không có một lời giải chung cho mọi hệ thống vì mỗi hệ thống có đặc thù riêng. Vấn đề đặt ra, không có ai biết trước được lưu lượng năm sau sẽ đến bao nhiêu, đến lúc nào cho nên việc điều khiển vận hành hồ chứa dễ bị sai lầm và không thể khai thác hồ chứa tối ưu được, thậm chí dự báo thủy văn dài hạn không đủ độ tin cậy.

Đến bay giờ, có thể nói được tồn tại 2 phương pháp điều khiển hồ chứa ngắn hạn và dài hạn; đối với hồ chứa điều tiết dài hạn phương pháp được sử dụng rộng rãi nhất trên thế giới đó là **phương pháp điều phối**. Phương pháp điều phối đã chia dung tích hữu ích của hồ chứa thành ba vùng rõ ràng, mỗi vùng sẽ có phương thức vận hành riêng phụ thuộc vào hồ chứa cụ thể. Đối với các hồ chứa điều tiết dài hạn ở Lào tác giả cũng chọn phương pháp điều phối để nghiên cứu.

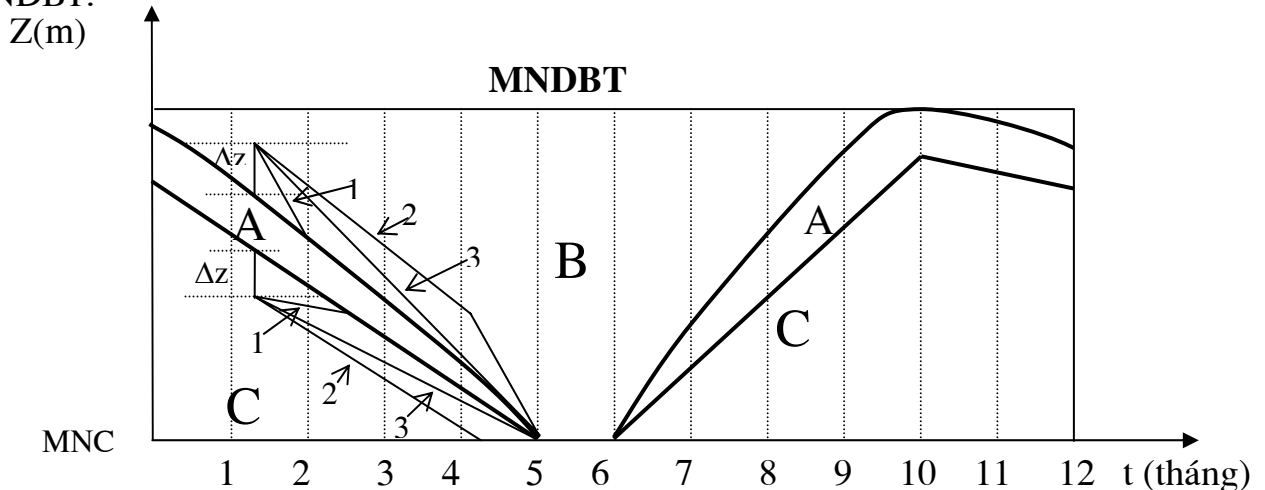
3.2 Phương pháp xây dựng biểu đồ điều phối cho các hồ chứa dài hạn

3.2.1 Đối với hồ chứa điều tiết năm (mùa)

Khi biết công suất bảo đảm phân cho từng NMTĐ chúng ta có thể xây dựng được BĐDP. Để tránh sai lầm trong huy động nguồn thủy điện do chế độ thủy văn không ổn định gây ra cần chọn một năm thủy văn thiết kế tương ứng với tần suất $P=95\%$ làm chuẩn và chọn lấy một số năm có lượng nước trung bình năm gần như năm kiệt thiết kế sau đó quy chúng về năm thiết kế nhưng chúng phân bố lưu lượng khác nhau. Đưa nhóm thủy văn đã chọn vào chương trình tính toán, theo chiều thuận và chiều nghịch cuối cùng vẽ được biểu đồ điều phối.

3.2.2 Đối với hồ chứa điều tiết nhiều năm

Chúng ta cũng đã biết công suất bảo đảm phân cho từng NMTĐ nhưng việc tiến hành xây dựng đường BĐDP hoàn toàn khác với hồ chứa điều tiết năm(mùa). Ở đây, chúng ta đưa cả chuỗi năm thủy văn đã có đưa vào chương trình phần mềm, cuối cùng đưa ra file kết quả chúng ta chỉ chọn lấy một số nhóm năm có công suất phát bằng công suất bảo đảm và mực nước đầu xuất phát từ MNDBT và mực nước cuối về gần MNDBT hoặc về MNDBT.



Hình 3-1: Biểu đồ điều phối

1: Phương thức thứ nhất, 2: Phương thức thứ hai và 3 : Phương thức thứ ba

Tóm lại: xây dựng BĐDP phải thể hiện được các vùng đặc trưng sau đây:

- Vùng NMTĐ phát công suất đảm bảo N_{db} (vùng A hình 3-1).

- Vùng NMTĐ phát công suất lớn hơn công suất đảm bảo (vùng B hình 3-1).
- Vùng NMTĐ phát công suất nhỏ hơn công suất đảm bảo (vùng C hình 3-1).

3.3 Phương pháp xác định tổ hợp phương thức điều khiển chế độ làm việc tối ưu bậc thang thủy điện

3.3.1 Đặt vấn đề

Giả thiết hệ thống bậc thang hồ chứa thủy điện đang xét ở đây gồm L bậc thang hồ chứa thủy điện (hình 2-3) chắc chắn chế độ làm việc cả bậc thang hồ chứa có liên quan với nhau rất chặt chẽ từ hồ chứa thủy điện trên cùng đến hồ chứa thủy điện dưới cùng theo thời gian t có thể viết được phương trình cân bằng lưu lượng $Q_{tdj} = Q_{h_{j-1}} + Q_{hj} \pm Q_{tnkgj} - Q_{bhj} - Q_{thj} - Q_{ldththj}$

Trong đó: Q_{tdj} lưu lượng phát điện hồ thứ j, $Q_{h_{j-1}}$ lưu lượng chảy xuống hạ lưu của hồ thứ j-1, Q_{hj} lưu lượng hồ thứ j, Q_{tnkgj} lưu lượng thiên nhiên khu giữa của hồ thứ j, Q_{bhj} lưu lượng nước bốc hơi của hồ thứ j và Q_{thj} lượng nước thấm của hồ thứ j.

3.3.2 Lựa chọn tiêu chuẩn

Tiêu chuẩn dùng để đánh giá tổ hợp phương thức điều khiển tối ưu là max thu nhập bình quan nhiều năm hoặc max kỳ vọng thu nhập bình quan nhiều năm. Nhưng sử dụng tiêu chuẩn thu nhập max B_{max} trực tiếp rất phức tạp đồng thời phải xem xét tất cả các TTĐ toàn hệ thống, để thuận tiện chúng ta phải tiến hành tính toán theo 2 bước, bước thứ nhất tính điện năng trung bình năm hoặc trung bình nhiều năm. Hàm mục tiêu có thể viết dưới dạng

$$EX(B) \Rightarrow \max \quad (3-1)$$

Trong đó: EX : ký hiệu của hàm kỳ vọng, B : thu nhập bình quan của nhiều năm

$$EX(\overline{E^{BT}}) \Rightarrow \max \quad (3-2)$$

Trong đó: EX : ký hiệu của hàm kỳ vọng

$\overline{E^{BT}}$: Tổng điện năng bình quân năm của cả bậc thang ứng với một tổ hợp phương thức. Hoặc:

$$\overline{E^{BT}} = \sum_{j=1}^m \overline{E_j} = \sum_{j=1}^m \frac{\sum_{k=1}^n E_{jk}}{n} \Rightarrow \max \quad (3-3)$$

$$\text{Với } E_{jk} = \sum_{t=1}^T \overline{N_{jkt}} \cdot \Delta ht$$

Trong đó: $\overline{E_j}$: điện năng năm bình quân nhiều năm của NMTĐ thứ j trong một tổ hợp phương thức nhất định. E_{jk} : điện năng của NMTĐ thứ j ở năm thứ k. n : số năm tính toán.

\overline{N}_{jkt} : công suất bình quân trong thời đoạn t thuộc năm thứ k của NMTĐ thứ j. Δht : số giờ trong thời đoạn t, T số thời đoạn tính toán trong năm.

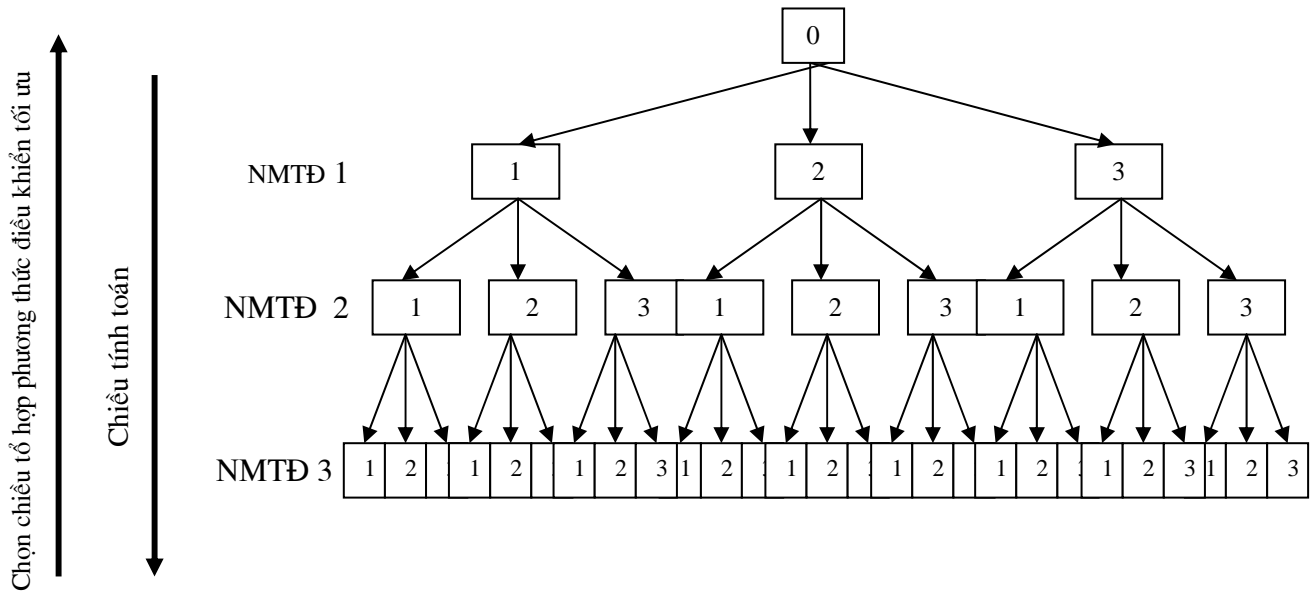
3.3.3 Sử dụng mô hình mô phỏng

Bước 1: Xác định tổ hợp phương thức điều khiển tối ưu cho cả bậc thang thủy điện từ trạm trên cùng đến trạm dưới cùng, chắc chắn có nhiều phương thức tăng cũng như có nhiều phương thức giảm công suất. Việc định ra các tổ hợp phương thức điều khiển phải căn cứ vào sơ đồ bậc thang NMTĐ cụ thể và phải dựa vào nguyên tắc sau đây: Mỗi phương thức điều khiển (tăng, giảm công suất) cơ bản của hồ trên có thể phối hợp với một số phương thức điều khiển hồ dưới với số lượng đúng bằng số lượng phương thức điều khiển cơ bản ở hồ thứ nhất. Thể hiện sơ đồ các tổ hợp phương thức điều khiển cho trường hợp n bậc thang hồ chứa thủy điện (xem hình 3-1).

Bước 2: Tiến hành tính toán theo tổ hợp phương thức đã định ra từ bước 1 sẽ được điện năng trung bình năm hoặc trung bình nhiều năm tiến hành lần lượt từ hồ trên đến hồ dưới của bậc thang theo từng tổ hợp phương thức dạng hình 3-1 và đồng thời phải thỏa mãn mọi ràng buộc về mực nước, công suất, lưu lượng.

Bước 3: Tiến hành chọn chiều tổ hợp phương thức điều khiển tối ưu, nội dung của bước này là tìm tổ hợp phương thức điều khiển các hồ trong bậc thang sao cho hàm mục tiêu (3-2) hoặc (3-2) đạt giá trị max. Quá trình lựa chọn tổ hợp phương thức được thực hiện theo chiều ngược với chiều tính toán, có nghĩa là bắt đầu từ hồ cuối cùng cho đến hồ trên cùng của bậc thang thủy điện. Cách chọn như sau: Đối với hồ thứ m (hồ cuối cùng) ta chọn trong từng nhóm các phương thức của hồ thứ L phối hợp với một phương thức của hồ L-1 một phương thức cho tổng điện năng bình quân hai trạm có giá trị lớn nhất. Tiếp theo tìm phương thức của hồ thứ L-1 (thực chất là tổ hợp phương thức của hồ thứ L và hồ thứ L-1) phối hợp tốt nhất với một phương thức của hồ thứ L-2. Bằng cách truy tìm như thế cho đến hồ thứ 1 ta sẽ chọn được tổ hợp phương thức điều khiển tối ưu theo tiêu chuẩn điện năng E_{\max} cho các hồ nằm trong bậc thang hồ chứa thủy điện.

Bước 4: Để thực hiện được tiêu chuẩn (3-1) từ bước 1 ta xác định được tổ hợp phương thức điều khiển tốt nhất cho từng nhóm tổ hợp phương thức. Để đơn giản ta chọn lấy năm thủy văn tương ứng với 95%, 75%, 50%, 25% và 5% áp vào tiêu chuẩn thu nhập max ta sẽ xác định được tổ hợp phương thức điều khiển theo tiêu chuẩn B_{\max} .



Hình 3-2: Sơ đồ tổng quát xác định tổ hợp phương thức điều khiển tối ưu cả bậc thang thủy điện

3.5 Các phương thức tăng hoặc giảm công suất của các NMTĐ có sử dụng dự báo và không sử dụng dự báo ngắn hạn

3.5.1 Phương thức tăng hoặc giảm công suất của các NMTĐ không sử dụng dự báo ngắn hạn

Trong trường hợp này lưu lượng thiên nhiên Q_{tn} không thể sử dụng trực tiếp được, chúng ta cũng giả sử mức nước thực tế ΔZ nằm ở vùng tăng hoặc giảm công suất so với đường điều khiển, lúc đó chúng ta có thể xác định được lưu lượng nước ΔQ_{dur} hoặc $\Delta Q_{thiếu}$ lưu lượng dự hoặc lưu lượng thiếu được sử dụng theo phương thức chọn của từng trạm thủy điện lúc này công thức tính lưu lượng phát điện là hoàn toàn tính như **mục 3.4 trong chương 3**.

3.5.2 Phương thức tăng hoặc giảm công suất của các NMTĐ có sử dụng dự báo ngắn hạn

Trong trường hợp này lưu lượng thiên nhiên Q_{tn} được sử dụng trực tiếp. Giả sử mức nước thực tế ΔZ nằm ở vùng tăng hoặc giảm công suất do với đường điều khiển, lúc đó chúng ta có thể xác định được lưu lượng nước ΔQ_{dur} hoặc $\Delta Q_{thiếu}$ lưu lượng dự hoặc lưu lượng thiếu được sử dụng theo phương thức chọn của từng trạm thủy điện lúc này công thức tính lưu lượng phát điện là $Q_{fd} = \Delta Q_d + Q_{tn}$ hoặc $Q_{fd} = \Delta Q_{th} + Q_{tn}$, còn bước tính toán hoàn toàn giống **mục 3.4 trong chương 3**. Cuối cùng xác định được mực nước cuối thời đoạn $Z_{t/c}$ của hồ chứa.

Chương 4: Nghiên cứu phương thức huy động các NMTĐ thuộc HTĐ miền Trung I đến giai đoạn 2015 và đánh giá hiệu quả

4.1 Tổng quan về hệ thống điện miền trung I của Lào

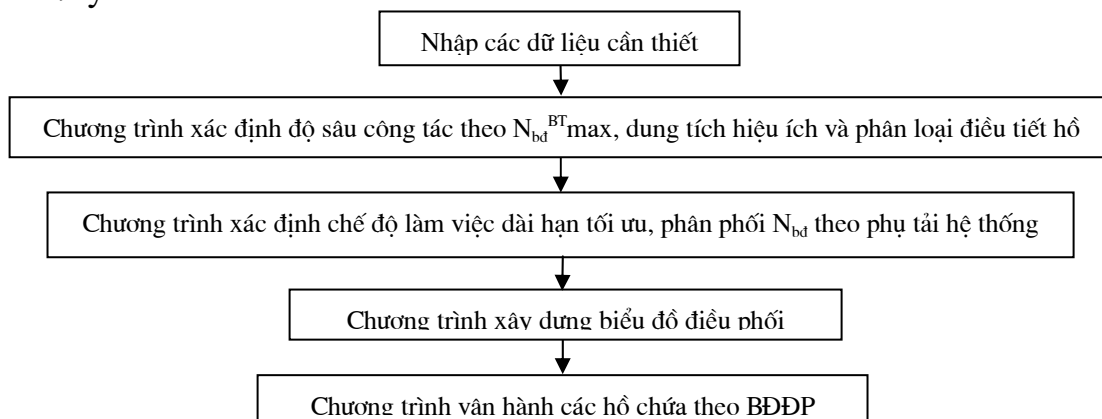
Đến cuối năm 2008 nguồn cung cấp điện chủ yếu trong hệ thống điện miền trung I của Lào chủ yếu là thủy điện, bao gồm 3 trạm thủy điện có tổng công suất lắp máy 255MW, không những bảo đảm nhu cầu dùng điện trong nước mà còn xuất khẩu điện đi nước ngoài. Hệ thống điện miền trung I nối kết với hệ thống điện Thái Lan với mục đích trao đổi điện năng với nhau, nhưng giá điện xuất khẩu điện thấp hơn giá nhập khẩu điện xét cùng thời điểm tính toán.

4.2 Chọn tiêu chuẩn đánh giá

Đối với đề tài nghiên cứu quản lý vận hành các nhà máy thủy điện trong hệ thống điện của Lào nói chung hệ thống điện miền trung I của Lào nói riêng tác giả đã đề nghị chọn tiêu chuẩn thu nhập lớn nhất giữa xuất khẩu và nhập khẩu điện. Từ tiêu chuẩn này tác giả mới khai thác mở rộng viết cho từng bài toán xác định các thông số cụ thể trong các mục để đánh giá hiệu quả theo tiêu chuẩn đề ra.

4.3 Xây dựng một số phần mềm điều khiển chế độ làm việc của các NMTĐ làm việc trong hệ thống điện

Mục đích của việc xây dựng một số phần mềm là phục vụ cho việc nghiên cứu, vì phần mềm là một công cụ tiện ích giúp cho chúng ta tìm được kết quả nhanh chóng, xem xét kiểm tra được mọi tình huống có thể xảy ra trong thực tế, chúng ta có thể tiến hành thực nghiệm trên máy tính có thể đoán được mọi tình huống. Cho nên, tác giả phải xây dựng một số phần mềm để nhanh chóng đưa ra kết quả. Trong luận án này tác giả đã xây dựng được 4 chương trình như xác định độ sâu công tác, điều khiển tối ưu, xây dựng biểu đồ điều phối và vận hành hồ chứa thủy điện theo biểu đồ điều phối. Cụ thể xin xem sơ đồ khối sau đây.



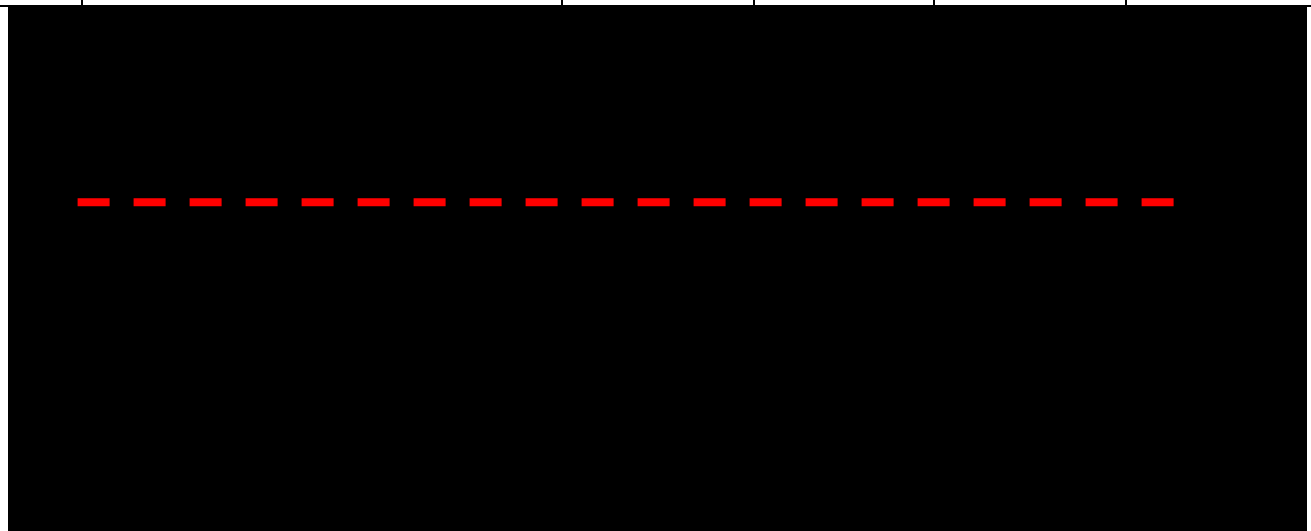
Hình 4-1: Sơ đồ tổng quát sử dụng các phần mềm điều khiển các NMTĐ

4.4 Đánh giá lại tổ hợp độ sâu công tác các hồ chứa thủy điện thuộc hệ thống điện miền trung I đến giai đoạn 2015

Hệ thống điện luôn luôn biến đổi theo nhu cầu của phụ tải từ hệ thống nhỏ lớn dần, đồng thời hệ thống hồ chứa thủy điện cũng thay đổi theo nhằm cung cấp điện kịp thời và theo nguyên tắc khi hệ thống hồ chứa biến đổi chúng ta phải xác định lại các thông số cơ bản của chúng cho hợp lý để bảo đảm an toàn cung cấp điện và bảo đảm về hiệu quả kinh tế cao. Theo kết quả tính toán ghi trong bảng 4-1 cho ta thấy rằng công suất bảo đảm theo thiết kế ban đầu thấp hơn công suất bảo đảm tính lại điều đó chứng tỏ rằng chúng ta sẽ giảm được nhập khẩu và thậm chí sẽ tăng được xuất khẩu điện cho toàn hệ thống cụ thể xem hình 4-1.

Bảng 4-1: Tổ hợp độ sâu công tác tối ưu tính đến giai đoạn 2015

STT	Tên dự án	1971-1995	1996-2000	2000-2009	2010-2015
		$h_{ct}(m)$	$h_{ct}(m)$	$h_{ct}(m)$	$h_{ct}(m)$
1	Nam Ngum 1	16	14	12	9
2	Nam Leuk		15	15	15
3	Nam Mang 3			8	8
4	Nam Ngum 2				30
5	Nam Ngum 3				60
6	N_{bd} theo thiết kế ban đầu(MW)	74	84	94	94
7	N_{bd} xác định lại khi HTĐ thay đổi (MW)	74	98.74	109.80	116.59



Hình 4-2: Phụ tải nhu cầu và điện năng phát ngày đêm của tháng 5/2004

4.5 Đánh giá phương pháp chọn

Thực chất việc đánh giá phương pháp chọn chúng ta phải so sánh kết quả đưa ra với nhiều phương pháp điều khiển hồ chứa như phương pháp điều khiển vận hành hồ chứa

thực tế, phương pháp điều khiển vận hành tối ưu dân, phương pháp điều khiển tối ưu và vận vận.

Trong luận án này để đơn giản tác giả đã tiến hành tính toán theo hai phương pháp điều khiển tối ưu và phương pháp điều khiển theo biểu đồ điều phối theo thu nhập lớn nhất B_{max} . Theo nguyên tắc phương pháp nào cho kết quả tốt hơn thì phương pháp đó là phương pháp chọn.

Nhưng do điều kiện nghiên cứu có hạn, thu thập tài liệu khó khăn trong luận án này tác giả chỉ tiến hành so sánh hai phương pháp với nhau đó là phương pháp điều khiển tối ưu và phương pháp vận hành theo biểu đồ điều phối. Kết quả trong bảng cho thấy phương thức điều khiển tốt nhất đó là phương pháp có kết quả gần tối ưu nhất đó là phương thức 1-3, 1-1 và 2-3.

Bảng 4-2: Kết quả tính toán thu nhập (với phụ tải 2006)

Đơn vị tính(triệu USD)

Tần suất (P%)	5%	25%	50%	75%	95%	B_{max}^{TB}
Tiêu chuẩn Bmax:	16.519	13.953	11.157	10.443	2.525	10.92
Các phương thức 1-3,1-1,2-3	16.134	13.650	11.047	10.280	2.525	10.71
Các phương thức 1-3,1-2,2-3	15.692	13.406	10.585	10.241	2.525	10.49
Các phương thức 1-3,1-3,2-3	15.783	13.551	10.487	10.240	2.525	10.52
Các phương thức 1-3,2-1,2-3	15.831	13.550	10.542	10.211	2.525	10.53
Các phương thức 1-3,2-2,2-3	14.960	13.000	11.047	10.121	2.525	10.33
Các phương thức 1-3,2-3,2-3	15.282	13.441	10.948	10.251	2.525	10.49
Các phương thức 1-3,3-1,2-3	15.855	13.581	10.454	10.218	2.525	10.53
Các phương thức 1-3,3-2,2-3	15.513	13.241	10.601	10.218	2.525	10.42
Các phương thức 1-3,3-3,2-3	15.607	12.425	10.453	10.218	2.525	10.25

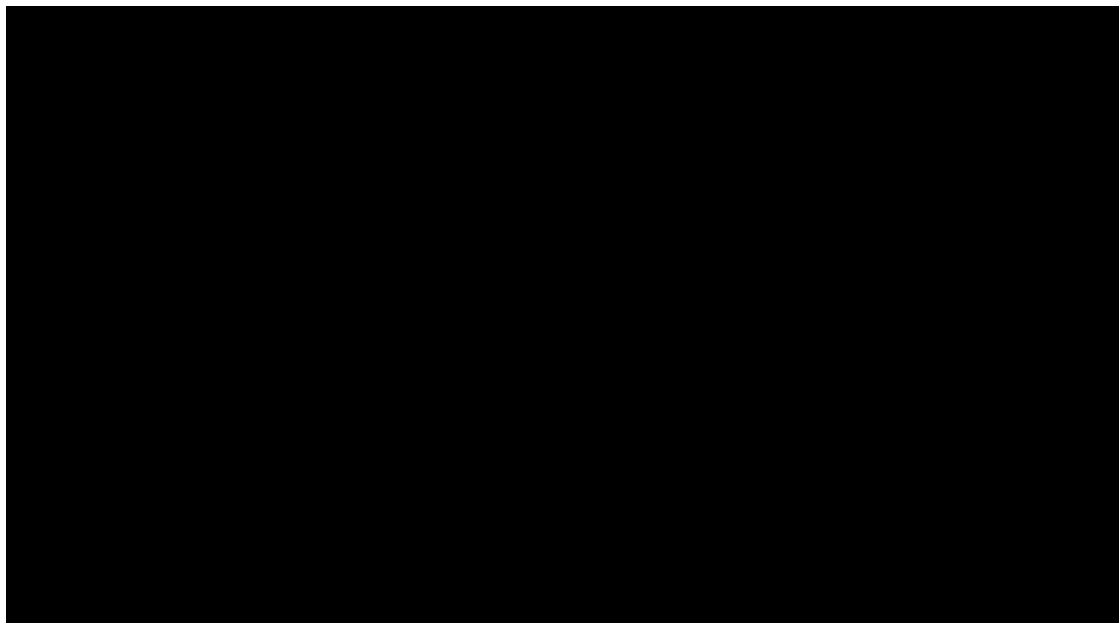
Bảng 4-3: Giá trị chênh lệch thu nhập (Triệu USD) giữa tổ hợp phương thức tốt nhất và kém nhất (với phụ tải năm 2006)

Tần suất (P%)	5%	25%	50%	75%	95%
Phương thức tốt nhất:	16.034	13.650	11.047	10.280	2.525
Phương thức kém nhất:	14.960	13.000	10.454	10.121	2.525
Chênh lệch thu nhập B:	1.074	0.650	0.593	0.159	0.00
$\Delta\%$:	6.70	4.76	5.37	1.55	0.00

Bảng 4-4: Kết quả tính toán thu nhập với phụ tải năm 2006

Đơn vị tính (triệu USD)

Tần suất (P%)	5%	25%	50%	75%	95%
Tiêu chuẩn tối ưu Bmax	16.519	13.953	11.157	10.443	2.525
VHTTHPTC	16.134	13.650	11.047	10.280	2.525
$\Delta B = B_{Bmax} - E_{VHTTHPTC}$	0.38	0.30	0.11	0.16	0.00
$\Delta B\%$	2.34	2.17	0.99	1.56	0.00



Hình 4-3: Thu nhập với phụ tải năm 2006

Bảng 4-5: Kết quả tính toán thu nhập(với phụ tải 2008)

Đơn vị tính(triệu USD)

Tần suất (P%)	5%	25%	50%	75%	95%	B_{max}^{TB}
Tiêu chuẩn Bmax:	10.543	8.065	5.739	4.701	-3.4018	5.13
Các phương thức 1-3,1-1,2-3	10.320	8.031	5.713	4.681	-3.4018	5.07
Các phương thức 1-3,1-2,2-3	10.000	7.559	5.243	4.530	-3.4018	4.79
Các phương thức 1-3,1-3,2-3	10.045	6.607	5.102	4.530	-3.4018	4.58
Các phương thức 1-3,2-1,2-3	10.090	6.540	5.096	4.502	-3.4018	4.57
Các phương thức 1-3,2-2,2-3	9.309	7.205	5.713	4.465	-3.4018	4.66
Các phương thức 1-3,2-3,2-3	9.586	7.691	5.627	4.614	-3.4018	4.82
Các phương thức 1-3,3-1,2-3	10.132	7.753	5.069	4.509	-3.4018	4.81
Các phương thức 1-3,3-2,2-3	9.812	7.363	5.216	4.509	-3.4018	4.70
Các phương thức 1-3,3-3,2-3	9.860	7.530	5.067	4.509	-3.4018	4.71

Bảng 4-6: Giá trị chênh lệch thu nhập (Triệu USD) giữa tổ hợp phương thức tốt nhất và kém nhất (với phụ tải năm 2008)

Tần suất (P%)	5%	25%	50%	75%	95%
Phương thức tốt nhất:	10.320	8.031	5.713	4.681	-3.4018
Phương thức kém nhất:	9.309	6.540	5.067	4.502	-3.4018
Chênh lệch thu nhập B:	1.011	1.491	0.646	0.079	0.00
$\Delta\%$:	9.80	18.57	11.31	1.69	0.00

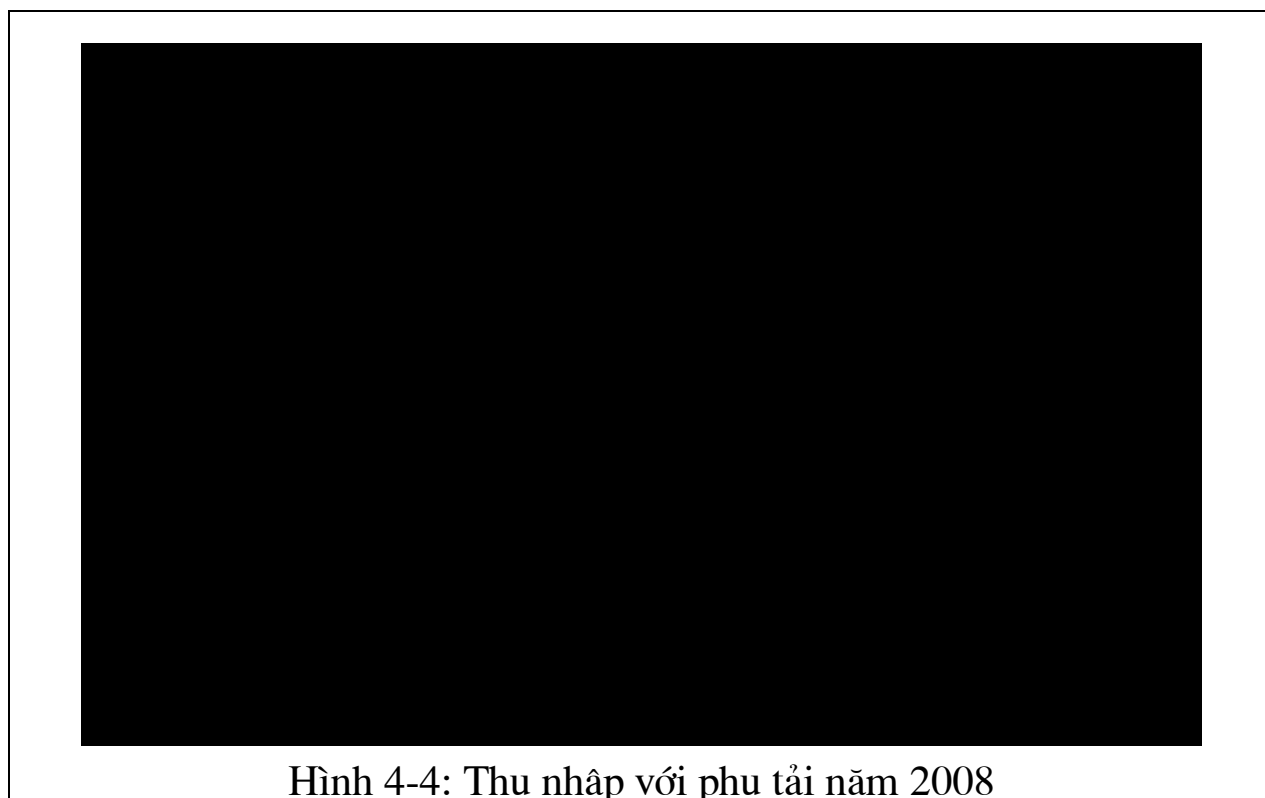
Bảng 4-7: Kết quả tính toán điện năng với phụ tải năm 2008

Đơn vị tính (GWh)

Tần suất (P%)	5%	25%	50%	75%	95%
Tiêu chuẩn tối ưu Emax	1,507.35	1,420.35	1,341.98	1,322.22	1,080.01
VHTTHPTC	1,491.84	1,413.21	1,337.35	1,321.81	1,080.01
$\Delta E = E_{Emax} - E_{VHTTHPTC}$	8.541	2.314	0.453	0.031	0.00
$\Delta E\%$	0.566	0.162	0.033	0.002	0.00

Bảng 4-8: Kết quả tính toán thu nhập với phụ tải năm 2008 Đơn vị tính (triệu USD)

Tần suất (P%)	5%	25%	50%	75%	95%
Tiêu chuẩn tối ưu Bmax	10.543	8.065	5.739	4.701	-3.4018
VHTTHPTC	10.320	8.031	5.713	4.681	-3.4018
$\Delta B = B_{Bmax} - E_{VHTTHPTC}$	0.22	0.03	0.03	0.02	0.00
$\Delta B\%$	2.12	0.42	0.45	0.43	0.00



4.6 Nghiên cứu ảnh hưởng phụ tải

Phụ tải hệ thống luôn thay đổi theo hướng tăng lên, mỗi năm mỗi thời đoạn sẽ có mức tăng trưởng khác nhau đó là do mức phát triển kinh tế xã hội từng bước khác nhau. Mức tăng trưởng của phụ tải cũng ảnh hưởng đến phương pháp huy động nguồn cung cấp điện, phương thức điều khiển vận hành. Để đơn giản tác giả chỉ xét đến phụ tải của năm điển hình năm 2006 và phụ tải năm 2008. Kết quả tính ghi trong bảng 4-2, 4-3.

Bảng 4-2: Kết quả chọn tổ hợp phương thức điều khiển tối ưu bậc thang thủy điện thuộc hệ thống điện Miền trung I của Lào (với phụ tải năm 2006)

Nhà máy điện	Nam Mang 3	Nam Leuk	Nam Ngum 1
Phương thức điều khiển tối ưu theo Emax	1-3	1- 2	2-3
B (triệu USD)	10.49		
Phương thức điều khiển tối ưu theo Bmax	1-3	1- 1	2-3
B (triệu USD)	10.71		

Bảng 4-3: Kết quả chọn tổ hợp phương thức điều khiển tối ưu bậc thang thủy điện thuộc hệ thống điện Miền trung I của Lào (với phụ tải năm 2008)

Nhà máy điện	Nam Mang 3	Nam Leuk	Nam Ngum 1
Phương thức điều khiển tối ưu theo Emax	1-3	1- 2	2-3
B (triệu USD)	4.79		
Phương thức điều khiển tối ưu theo Bmax	1-3	1- 1	2-3
B (triệu USD)	5.07		

Từ kết quả tính toán cho thấy với phụ tải tính toán khác nhau nhưng tổ hợp phương thức điều khiển tối ưu vẫn không thay đổi chứng tỏ rằng phương pháp chọn ứng với mức biến đổi của phụ tải trong hệ thống điện vẫn còn hợp lý.

4.7 Nghiên cứu trường hợp chế độ thủy văn lệch pha

Chế độ thủy văn ở Lào cũng như các nước trên thế giới hay xảy ra cùng thời điểm, có nghĩa là mùa lũ cũng như mùa kiệt, ở Lào mùa kiệt từ tháng X đến tháng V năm sau và mùa lũ từ tháng VI đến tháng IX. Nhưng các con sông không thể cùng nhau xuất hiện xảy ra cùng tần suất. Việc nghiên cứu chế độ thủy văn lệch pha cũng như khả năng không đồng thời xuất hiện điều kiện thủy văn cùng tần suất giữa dòng chảy trên các sông nhằm nâng cao độ tin cậy cung cấp điện cho các hộ dùng điện. ở đây tác giả nghiên cứu theo hai trường hợp đó là trường hợp chung và trường hợp riêng cụ thể như sau:

1./ Trường hợp riêng: Việc xác định công suất đảm bảo cho các NMTĐ sẽ tính toán năng lượng riêng biệt của từng nhà máy và với quan điểm xem như chúng làm việc riêng rẽ. Coi như ở tất cả các hồ chứa thủy điện đồng thời xuất hiện điều kiện thủy văn có cùng tần suất 95%.

2./ Trường hợp chung: Trong thực tế, các hồ chứa thủy điện ở Lào trải khắp lưu vực sông, mỗi lưu vực sông có vị trí khác nhau, khác miền, khác khu vực,...Điều đó có thể chứng tỏ không có con sông nào xuất hiện xảy ra đồng thời tần suất. Do đó khi các NMTĐ làm việc chung trong hệ thống điện thì mức bảo đảm an toàn cung cấp điện sẽ cao hơn so với trường hợp riêng.

So sánh sản lượng điện năm của các NMTĐ ứng với $P=95\%$ trong hai trường hợp ta tính toán được trường hợp riêng là 1029.51 GWh và trường hợp chung là 1094.50 GWh.

4.8 Nghiên cứu phương pháp huy động các nguồn cung cấp điện tối ưu

Mỗi hệ thống điện có đặc điểm khác nhau như vậy phương thức huy động các nguồn phát điện cũng khác nhau. Đối với hệ thống điện của Lào theo tác giả nên huy động các nguồn phát điện tối ưu như sau (i). Trước tiên là huy động tất cả các nguồn phát điện thuộc tổng công ty điện lực của Lào(EDL) làm việc với công suất khả dụng của mình; (ii). Nếu thiếu điện năng hay thiếu công suất chúng ta mới huy động các nhà máy tư nhân(IPP) sản xuất trong nước; (iii). Nếu vẫn thiếu điện mới nhập khẩu điện từ hệ thống điện nước ngoài.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

I. Kết luận

1. Trên cơ sở phân tích đặc điểm hệ thống điện và thị trường điện năng của Lào, tác giả đề xuất sử dụng max thu nhập (B_{\max}) từ xuất khẩu sau khi đã trừ đi chi phí nhập khẩu điện làm tiêu chuẩn đánh giá chế độ làm việc của các NMTĐ trong hệ thống điện của Lào.

2. Xây dựng phương pháp xác định chế độ làm việc ngày đêm của các NMTĐ làm việc trong hệ thống điện theo điều kiện xuất-nhập khẩu điện với hai mức giá.

3. Xây dựng phương pháp tối ưu hoá chế độ làm việc dài hạn của bậc thang hồ chứa thủy điện có khả năng điều tiết khác nhau trong hệ thống điện với hai bước: Đánh giá lại tổ hợp độ sâu công tác theo tiêu chuẩn max điện năng bảo đảm $E_{\text{bđmax}}$ và xác định chế độ làm việc tối ưu theo tiêu chuẩn max thu nhập B_{\max} .

4. Phát triển phương pháp xây dựng BĐDP cho trường hợp các hồ chứa thủy điện có khả năng điều tiết khác nhau nằm cùng bậc thang hồ chứa thủy điện.

5. Xây dựng phương pháp xác định tổ hợp phương thức điều khiển cho cả bậc thang hồ chứa thủy điện theo tiêu chuẩn thu nhập lớn nhất B_{\max} trên cơ sở sử dụng mô hình mô phỏng và mô hình tối ưu.

6. Xây dựng được một số phần mềm phục vụ cho việc nghiên cứu phương pháp điều khiển chế độ làm việc tối ưu các NMTĐ làm việc trong hệ thống điện lực.

II. Kiến nghị

1. Đề nghị chính phủ Lào sớm đưa các NMTĐ làm việc chung với lợi ích chung toàn hệ thống.
2. Đề nghị EDL sớm đầu tư xây dựng các trung tâm điều độ, nhằm phối hợp điều khiển chế độ làm việc của các NMTĐ trong hệ thống kể cả HTĐ quốc gia.
3. Đề nghị nghiên cứu phương pháp điều khiển chế độ làm việc cho phù hợp với tình hình phát triển theo từng bước phát triển HTĐ cho kịp thời để bảo đảm an toàn cung cấp điện, bảo đảm về mặt kinh tế và giảm xả nước xuống hạ du.

DANH MỤC CÔNG TRÌNH CỦA TÁC GIẢ

1. Phou Khong SENGVILAY, Phương pháp xác định chế độ làm việc tối ưu của các trạm thủy điện trong hệ thống điện của Lào. Tạp chí khoa học công nghệ các Trường đại học kỹ thuật, số 66/ 2008.
2. Phou Khong SENGVILAY, Chọn tổ hợp phương thức điều khiển các hồ chứa thủy điện trong điều kiện thông tin không đủ tin cậy. Tạp chí khoa học kỹ thuật Thủy lợi & Môi trường. Trường đại học Thủy lợi, số 24(3 -2009).

WATER RESOURCES UNIVERSITY
-----**Phoukhong SENG VILAY****STUDY ON EFFICIENCY ENHANCE OF OPERATION
HYDROPOWER PLANTS IN THE CENTER I POWER
SYSTEM OF LAO PEOPLE'S DEMOCRACY REPUBLIC****Special Subject: Hydraulic construction****No.: 62 58 40 01****Executive Summary of Ph.D thesis**

**Thesis completes at: Hydropower and Renewable Energy subject
Water Resources University**

SCIENCE ADVISOR:

1. Ass. Prof. Dr. NGUYEN DUY LIEU

2. Prof. Dr. LA VAN UT

Opposer 1: Ass. Prof.Dr. Nguyen Dinh Thang.....

Opposer 2: Ass. Prof.Dr. Hoang Dinh Dung.....

Opposer 3: Ass. Prof.Dr. TS. Le Van Doanh.....

Thesis will be presented in front of exam paper committee of government level
Presented at: Water Resources University-175 Tay Son Dong Da Ha Noi
Time day month year 2010

We can found this thesis at Libralies: National Libraly
Water Resources University Libraly

PREFACE

1. Background

Lao people's Democratic Republic "Lao PDR" lies on the South-East Asia Pacific Region has a total land area of 236.800 Km², According to the latest census the population of the Lao PDR is about 5.6 millions, is richly endowed with natural resources. The country boasts beautiful forests, mines and many rivers represent tremendous hydropower potential about 26.000MW. At present, the basic economy of Laos is agriculture and Hydropower, in order to promote the purpose of national economy development.

In Laos the main source supply was from hydropower. At Present in Laos there is no national grid system it has divided into 4 area separated is delivered electricity such as Northern, Center I, Center II and Southern region. The Center I is the largest system, Electricity demand was approximate 70% of whole energy and consist of three hydropower plants like Nam Ngum 1, Nam Leuk, Nam Mang 3 belongs EDL and supplies energy for Central 1 region besides supplies energy to small part of northern region and the surplus enegy of this system is exported to Thailand. the total capacity was 255MW.

Transmission line system of Laos is interconnected foreign to exchange energy each other, the exchange power energy by two way it is meaning we can export-import energy. But the tariff export is higher than the tariff import. In the future Laos power system will become a national grid system through from Northern part to Southern part of Laos and will have the control center to combine operating between each hydropower with maximum economy efficiency.

When the power system change the hydropwer reservoir change too, from small system become region, national grid, i e. An average growth rate of energy demand each year is 8-10%, the growth rate memtion Lao government have development planning the energy source until 2020 will be constructed more than 30 hydropower projects with total capacity 2,366 MW and total energy per year 4,668 GWh to supplies power domestic and approximate 36 hydropower projects with total capacity 18,150 MW and total energy per year 27,077 GWh to export electricity to the neighbour countries in the Mekong region.

The generation source is developing simultaneously the Laos power system is also expansive and are interconnected neighbour system by the 500 KV transmission line system. The most of hydropower projects in Laos are designed by foreign company

each hydropower is following the particular principle, particular benefit and particular criteria. Event they are support the control software reservoirs.

At present, the hydropower are working in the power system but they are separate operation reservoir, one more the reservoir system change following consumption of social-economy development. therefore, operation method before here is not suitable more. Recent years reservoir operation is difficult to supply enough energy for consumer, when the system demand a lot energy the hydropowe generation is not enough requirement and opposite direction, it is mean during wet season release to downstream a lot and during dry season lack water through turebineto. Government of Laos is not yes expert, is not yes company to study on operation method hydropower plants working in the power system with general income. the mention about author have choose topic “**Study on efficiency enhance of operation hydropower plants in the Center I power system of Laos people’s democracy republic**” suitable with the Laos power system on the science and economy.

2. Sciencetific and practical thesis

- System analysis on the basis available data for laos power system therefore the selection of the maximum income criteria B_{\max} is difference between export and import electricity.

- Develop the use programme and selection method to study operation for hydropower plants in the Laos center I power system

- The development method define working deep combination following two stage is draft calculation and use software “Solver” to define the optimum operation all reservoirs step with maximum income criteria B_{\max} .

- The development method define operation night and day for hydropower plants is working in the system in the case export-import price is difference following the maximum income criteria B_{\max} .

- The development method choose controllable combination for all hydropower step following maximum income criteria B_{\max} .

3. Objective thesis

- Construction the basis science control concentration and unity operation of hydropower is working in the power system to serve the control center including the national control center in future;

- The method establishment permits evaluation many factors affect operation and selected the mobilization method the hydropower plants is very quick and suitable in the lack of information;

- The beginning develop some programme to serve to operate hydropower plants in the Laos center I power system.

4. Studies Method

- System analysis method
- To apply a combinative model and simulation
- Combine studying theory and perform on the computer

5. Scope of study

Concentrate on the operation and maintenance study for the hydropower plants belong Electric du Laos, reservoir on the step and not step is working in the power system, the mission of reservoir integrate water, they are able export-import electricity following two price in the case as the Laos Center I power system.

6. Structure of thesis

Introduction

Charpter 1: Overview of the market energy of Laos, power system planing and study issues

Charpter 2: Define the optimum operation method of hydropower plants in the power and irrigation system

Charpter 3: Operation control of the hydropower plants in the long term condition of incredible hydrology

Charpter 4: Study the mobilization method of hydropower plants in the center I power system until 2015 and evaluate efficiency

Conclusion and Propose

Charpter 1: Overview of the market energy of Laos, power system planing and study issues

1.1 Overview of market energy of Laos

- Recently, the market energy of Laos is developing the power system has divided into 4 area separated each area has demand energy is not similar, until the end of year

2008 exploit generation source is about 3% of available hydropower potential. At present, the installed capacity was 692 MW of which 97% was from hydropower of the hydropower plant 45% are owned by EDL, another 52% are IPP projects and remaining 3% from diesel and other sources.

- Electricity demand of each region is difference general recent years the growth rate of energy demand each year is 10%, the following forecast from 2010 to 2020 growth rate of each year is around 7-8%.

1.2 Overview of development trend the Laos power system

To supply electricity on time following consumption in the domestic and export power to other neighbour country in the Mekong region. Lao government has arrange the hydropower project 2 groups, the first group install capacity less than 100 MW construction to serve in the domestic and the second group install capacity more than 100MW construction to export to foreign country. At the same time the power system is also expanding continue to be become nation grid system, interconnection region and will be constructioned the control center to operative combination hydropower plants working in the power system to have a maximum economic effect.

1.3 Overview of operation method hydropower plants and existant problems

1.3.1 Operation method for hydropower plants in the Laos

Up to now, the operative process of reservoir hydropower in Laos is separate each other, the software operate reservoirs is foreign company support from beginning design. such as Nam Ngum 1 reservoir is using LITHO software (Lahmeyer International Hydro Thermal Operation), this LITHO software was design before here 30 year and other reservoir is also operating by the software beginning design.

1.3.2 Existant problems

Power and irrigation system is related with socia-economy development, to supply electricty on time, therefore the power and irrigation system has changed growing up fast, have a lot hydropower sources, a lot step hydropower, i.e up to now operation method hydropower in Laos is not change. In the operation actual is difficult, is not good effecton and is not suitable consumption. the solution of mention prorlems we should concentrate studying the operation method hydropower plants to suitability with development stage socia-economy to supply energy safety, increase income for Laos economic nation, to ensure integrate condition and protect environment. We are wanted, we should study to action the operation method in the charpther after.

*** The studies relation topic**

- Year 1991, the topic of government “ The prevention of flood and generation of Hoa Binh project” the chairman is Electricity I company.

- Year 2000, the topic of government “ Study on the supply rule curve of Hoa Binh reservoir and supply water in the dry season in the river Hong basin” Chairman is Prof.dr. Ha Van Khoi, Water resources university.

- The project evaluate affection factors to demand water use by mathematic model in the Nam Ngum, Nam Lik, Nam Mang, Nam Song river basin in the Center I area. The project start to perform from 2005 and the end year 2009, the head is F. Leveque(EDF) company.

- Year 2006, the topic of government “ The operative combination of reservoir such as Song Da and Song Lo river, prevent flood safety rule for plain if have Hoa Binh, Thac Ba and Tuyen Quang resrevoirs” Chairman are Prof. Dr. Nguyen Tuan Anh, Prof. Dr. Vu Tat Uyen, Dr. Nguyen Van Hanh Irrigation science Institute and Prof. Dr. Trinh Quang Hoa Water Resources University.

- Year 2007, the topic of government “ Study on construction the operation rule curve for combination reservoir such as Hoa Binh, Thac Ba, Tuyen Quang to supply water in the dry season to downsteam Hong-Thai Binh river basin” Chairman are Dr. To Trung Nghia, Dr. Le Hung Nam, irrigation planning institute.

Charpter 2: Define the optimum operation method of hydropower plants in the power and irrigation system

2.1 System viewpoint

The irrigation and power system is charateristic story and related socia-economy development, The Laos power system more and more expansion from small system to grow up become the region system, area and ultimate national grid system. The Lao power system maybe call hydropower system when power system change and the reservoir hydropower system is change too, use water and electricity demand more and more. therefore, to use water in the reservoir should have efficiency, multipurpose such as prevent flood, river traffic, supply water, i.e. if we want to a satisfying condition above the reservoir hydropower shuold integrate water.

The irrigation and power system is big group, have a lot existent parameter, the input characteristic random, target working, organization and have many evaluation criteria existent. the big system we can not control directory each part of its because the

information is very large and random. therefore, must various level system to decrease parameters of system.

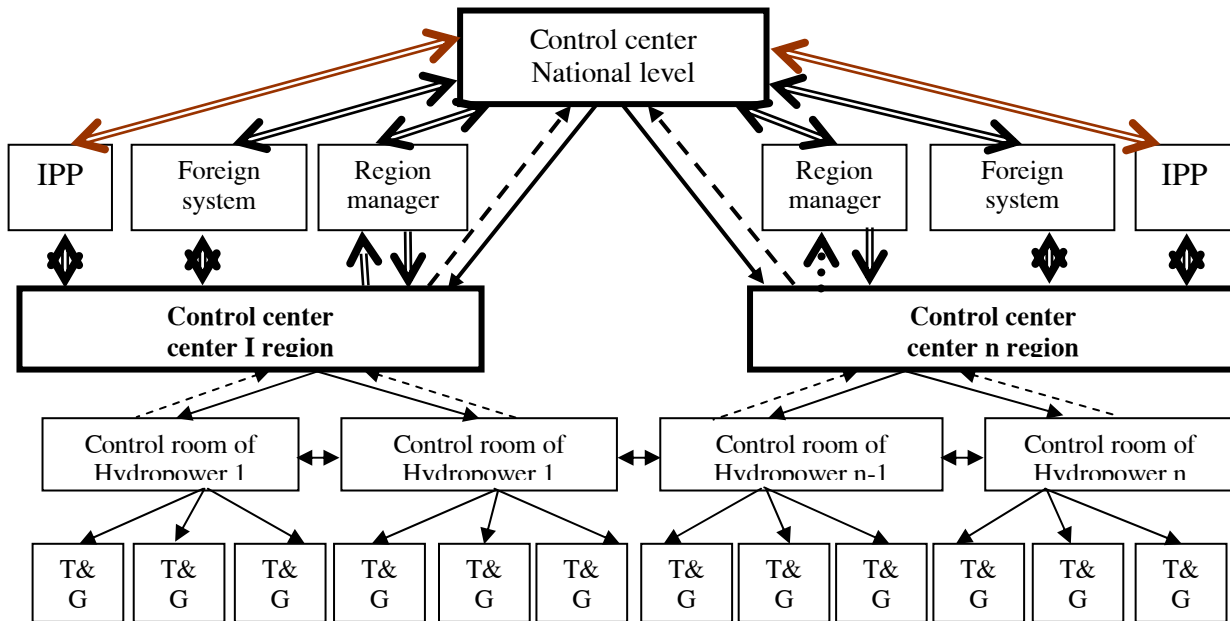


Figure 2-1: Control system chart

⇔ Exchange information outside; → Coordinate the information inside; ⋯→ opposite information; ↔ Exchange information outside; ⇒ Coordinate the information outside; ← opposite information with outside.

Various level system have many components to relate together according to principle various level and particular aim and general aim. it is convenient operation author also various level their become 3 level detail see figure 2-1.

- First level are responsible for coordination all system;
- Second level is region level are responsible for coordination hydropower plants under it to supply energy safety and ensure economic efficiency
- Third level is hydropower level are responsible for optimal operation following criteria

2.2 Choos the optimum criteria

For other country has combined system (hydropower-thermal) and the 6565generation source should supply electricity ensure and continue with general criteria is low production cost all system C_{\min} .

The Laos power system is characteristic specific it is different other system in the world: (i). the generation source in the Laos system most hydropower plants; (ii). Interconnect foreign system to exchange energy; (iii). The power price of export-import is different. Three cause mention above is meaningful decision for choose the optimal criteria. Because the production power cost every year is nearly change or it is not belong

operation of hydropower plants, the electricity products every year belongs hydrology. A long ago the Laos power system interconnected with neighbour power system. therefore, when the hydropower is not enough capacity for domestic we should import energy form outside and when they have a lot water we maybe use water to product electricity for domestic and export it to the neighbour country. export-import electricity in the Laos is performed two price level detail see in the table 2-1.

Table 2-1 The price of electricity for night and day in the year 2005-2008

Electricity price:	Peak load: (18.00-21.30 hours)	off peak load: (21.30-18.00 hours)
Export	0,0347 USD	0,328 USD
Import	0,0301 USD	0,0281 USD

* Import power in Laos maybe occurs three reason as following:

- Energy shortage because of little water;
- Hydropower plants working is not suitable with system load.
- Lack of capacity because of low head.

From the mention above hydropower working is not affect production cost, is only export-import energy is affect economic efficiency of all system. evaluate the economic efficiency the Laos power system we must choose the maximum income from export minus import cost on the basis supply energy safety and satisfy multipurpose. the function of target maybe written here:

$$B^{HT} = \sum_{t=1}^m (B_t^{XK} - C_t^{NK}) \Rightarrow B \max \quad (2-1)$$

Where: B^{HT} : Total benefit of all power system; B_t^{XK} : Incom from export energy in the stage t; C_t^{NK} : Import cost in the stage t; m: Time of calculation.

2.3 Define the short term operation of hydropower plants in the Laos power system in the condition export-import energy following two price level

2.3.1 Criteria

From criteria (2-1) we can develop definite operation of hydropower in Laos and has written as following:

$$B^{HT} = (g_1^{XK} \cdot \Delta E_1^{XK} + g_2^{XK} \cdot \Delta E_2^{XK} + \dots + g_n^{XK} \cdot \Delta E_n^{XK}) - (g_1^{NK} \cdot \Delta E_1^{NK} + g_2^{NK} \cdot \Delta E_2^{NK} + \dots + g_n^{NK} \cdot \Delta E_n^{NK}) \Rightarrow \max \quad (2-2)$$

Where: $g_1^{XK}, g_2^{XK}, \dots, g_n^{XK}$: export price of category 1, 2, ..., n;

$g_1^{NK}, g_2^{NK}, \dots, g_n^{NK}$: import price of category 1, 2, ..., n;

$\Delta E_1^{XK}, \Delta E_2^{XK}, \dots, \Delta E_n^{XK}$: export energy of category 1, 2, ..., n;

$\Delta E_1^{NK}, \Delta E_2^{NK}, \dots, \Delta E_n^{NK}$: import energy of category 1, 2, ..., n;

2.3.2 Definite method

Export-import price in Laos has performed to contract, Anywhere or anytime on night and day in the fact we can know water level in reservoir and combine choose the operation will be define all parameter their.

it is convenient definition energy in the critria (2-2) author divide the line load of night and day is separated 2 parts: Categyory one load (hight price) and Categyory two load (low price) after that drawing each part of the load process line. demand energy of categyory one E_1^{yc} and categyory E_2^{yc} . detail see figure 2-2. For the Laos power system import electricity when the hydropower lack energy and event in the case have enough water but the head of their is low.

+ **The case 1:** When total output N_{Σ}^{KD} more than or equal maximum load system P_1^{\max} , $N_{\Sigma}^{KD} \geq P_1^{\max}$ and total output energy more than or equal energy demand of system $E^P \geq E^{yc}$; $E^{yc} = E_1^{yc} + E_2^{yc}$ (see figure 2-2, b and c);

+ **The case 2:** When total output N_{Σ}^{KD} more than maximum load system P_1^{\max} , $N_{\Sigma}^{KD} > P_1^{\max}$ and output energy less than total demad of system $E^P < E^{yc}$; import energy $\Delta E^{nk} = E^{yc} + E^P$ (see figure 2-2, d);

+ **The case 3:** When total output N_{Σ}^{KD} less than maximum load of system P_1^{\max} , $N_{\Sigma}^{KD} < P_1^{\max}$ and total output more than total energy demand of system $E^P > E^{yc}$ (see figure 2-2, e);

+ **The case 4:** When total output N_{Σ}^{KD} less than maximum load of system P_1^{\max} , $N_{\Sigma}^{KD} < P_1^{\max}$ and total output less than total energy demand of system $E^P < E^{yc}$ (see figure 2-2, f).

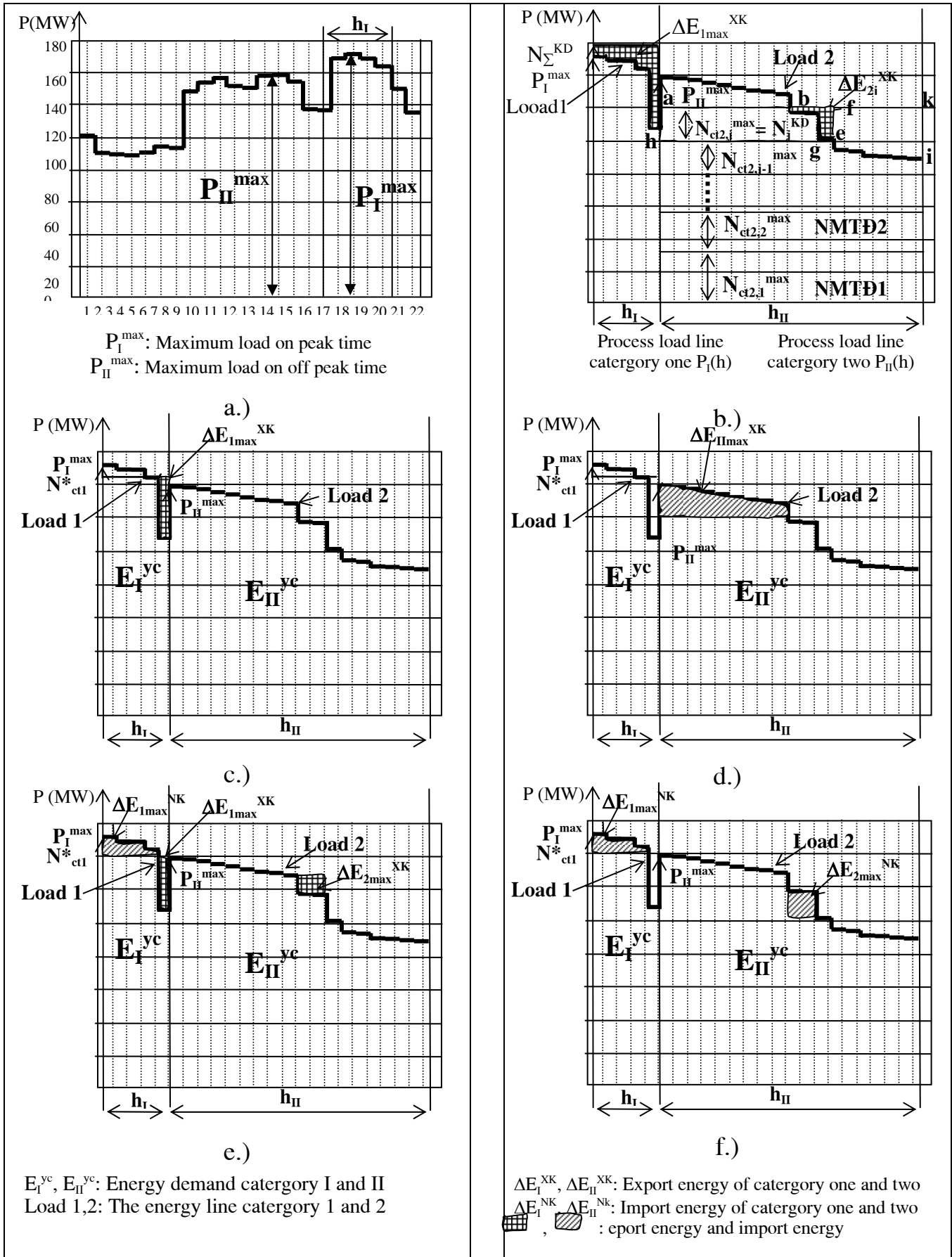


Figure 2-2: Load of night and day and drawing the energy lines

2.4 To define optimum operation all reservoir step in the power system

For hydropower distribute optimal capacity and firm energy to avoid a serious lack energy therefore author choose hydrology year to calculate as design year with frequency $P=95\%$ to ensure and safety for supply energy. Laos power system begining criteria (2-1) maybe written under form:

$$B^{HT} = \sum_{t=1}^m [g_1^{XK} \cdot \Delta E_{1tT}^{XK} + g_2^{XK} \cdot \Delta E_{2tT}^{XK} + \dots + g_n^{XK} \cdot \Delta E_{ntT}^{XK} - (g_1^{NK} \cdot \Delta E_{1tT}^{NK} + g_2^{NK} \cdot \Delta E_{2tT}^{NK} + \dots + g_n^{NK} \cdot \Delta E_{ntT}^{NK})] \Delta n_t \Rightarrow \max \quad (2-6)$$

Where: $g_1^{XK}, g_2^{XK}, g_n^{XK}$: Export price of category 1, 2, ..., n;

$g_1^{NK}, g_2^{NK}, g_n^{NK}$: Import price of category 1, 2, ..., n;

$\Delta E_{1tT}^{XK}, \Delta E_{2tT}^{XK}, \Delta E_{ntT}^{XK}$: Export energy of category 1, 2, ..., n; stage t

$\Delta E_{1tT}^{NK}, \Delta E_{2tT}^{NK}, \Delta E_{ntT}^{NK}$: Import energy of category 1, 2, ..., n; stage t

Δn_t : Number of day in the stage t; m : Number stage in the period of use water.

a./ Description thesis

Suppose that in the power system has L hydropower among the hydropower on the step reservoir and not step reservoir system. Each hydropower are working on time j in the anystage t should define the parameter their. The parameter there is : Water level of reservoir Z_{tjt} or storage volume V_{jt} , Average discharge of reservoir at the stage t Q_{hjt} or average outflow to downstream at the stage t Q_{hljt} ; Average capacity at the stage t N_{jt} , ... the hydropower on the step see figure 2-3 all action of their is affect directe together closely.

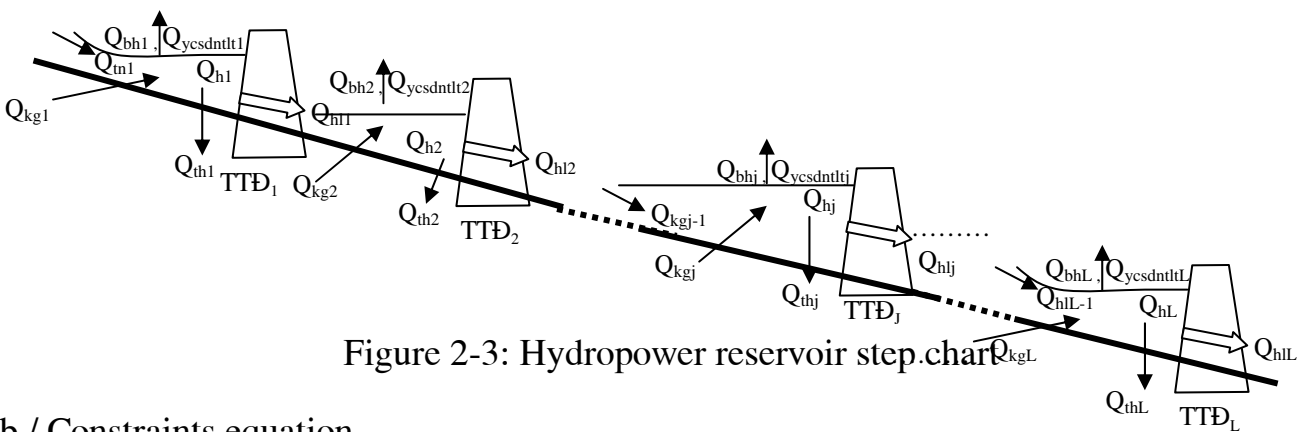


Figure 2-3: Hydropower reservoir step chart

b./ Constraints equation

+ Reservoir elevation of each hydropower j

$$Z_{tjtmin} \leq Z_{tjt} \leq Z_{tjtmax}$$

+ Tailrace elevation of each hydropower j

$$Z_{hljtmin} \leq Z_{hljt} \leq Z_{hljtmax}$$

+ Outflow Balance to downstream of each hydropower j all step

$$Q_{hljt} = Q_{hlj-1t} + Q_{hjt} + Q_{kgjt} - \Delta Q_{jt} - Q_{ycsdntljt}$$

+ Discharge to downstream of each hydropower j

$$Q_{hljtmin} \leq Q_{hljt} \leq Q_{hljtmax}$$

+ Generation output of each hydropower j

$$N_{jtmin} \leq N_{jt} \leq N_{jt}^{KD}$$

Where: $Z_{tjt \min}$, $Z_{tjt \max}$: Maximum and minimum reservoir water level of sequence hydropower j at the stage t; Q_{hlj-1} , Q_{hlj} , Q_{kgjt} , ΔQ_{jt} , $Q_{ldthljt}$: The sequence is outflow to downstream of hydropower above it at the stage t; outflow of reservoir of sequence j at the stage t; inflow at the middle area of sequence hydropower j at the stage t; total loss of flow of sequence hydropower j at the stage t; require use water in the reservoir j at the stage t; $Q_{hljt \min}$, $Q_{hljt \max}$: maximum and minimum outflow to downstream of sequence hydropower j at the stage t; N_{jtmin} , N_{jt}^{KD} : is minimum output and able generate capacity of sequence hydropower j at the stage t.

c./ Solution method

The optimality of long term of all step hydropower working in the system has described above is problem nonlinear scheme with Constraints equation. Function (2-6) is not form formula. The solution of this optimal problem author choose Generalized Reduced Gradient to found max or min solution in the curved line. The Solver software has installed available in the Microsoft Excel do Frontline System, Inc (USA) developed. Specially Solver found the solution quickly and output result form table Excel-Solver and easy to watch a calculating result.

Criteria function (2-6) consists of two major stage:

Stage 1: Define generation output $E_t^P = \sum_{j=1}^L E_{jt}^P$ and able use capacity $N_t^{KD} = \sum_{j=1}^L N_{jt}^{KD}$

of all hydropower plants at the stage t. The work of define E_{jt}^P và N_{jt}^{KD} to perform by the hydraulic formula when knowledge beginning of the reservoir water level Z_{tjt}^d and the end of reservoir water level Z_{tjt}^c on the basis flow and head balance H_{jt} of each hydropower. In this equation N_{jt} and N_{jt}^{KD} define from curved line of each Turbine is correlated flow Q_{DTjt} and head H_{jt} . the result obtain $E_t^P = \sum_{j=1}^L E_{jt}^P$ và $N_t^{KD} = \sum_{j=1}^L N_{jt}^{KD}$.

Stage 2: Define component energy parts in the criteria (2-6). Component export energy is also import in the function (2-6) belongs correlation between total generation and total demand energy E_{vc} , between total actual output of their N_t^{KD} and maximum load system P_{tmax} . In the fact author is applied 4 criterias for Laos center I power system to

choose the optimal operation method, the result record in the table 2-2, From result record in the table let us realize optimal operation method difference income between export-import energy given economic efficiency better. therefore, this criteria complete suit for Laos power system.

Table 2-2 The result of calculation following 4 criteria

Comparison \ Criteria	Defference incom B_{max}	Maximum Energy E_{max} all system	Maximum energy E_{max} each hydroelectricity	Constant cipacity $N=constant$
Total energy all step E^{HT} (GWh)	1,080.53	1,080.97	1,015.24	985.36
Total benefit B^{HT}(triệu USD)	2.525	2.1569	2.062	1.212

2.5 Define the operation deep combination of hydropower plants in the step and not in the step

2.5.1 Criteria

The effect of working of hydropower is belonged many depth combination their. Specially, the step hydroopwer any action their is related together from upper hydropower to lower hydropower. Therefore, define the working depth of reservoir is play role important. because, to choose the definite critria for the optimal working depth all reservoir in the power system, need to selection the maximum firm capacity all system N_{bd}^{BT} or total maximum firm energy E_{bd}^{BT} all system. The critria maybe write under form:

$$N_{bd}^{BT} = f(h_1, h_2, h_3, \dots, h_L) \Rightarrow \max \tag{2-7}$$

2.5.2 Description

Suppose step reservoir system have L (figure 2-3) reservoirs is working in the power system. Define combination of working depth $(h_1, h_2, h_3, \dots, h_L)$:

a/ Criteria function

$$F(h) = N_{bd}^{BT} = f(h_1, h_2, h_3, \dots, h_L) \Rightarrow \max \tag{2-8}$$

Where: h_j : Optimal woring depth of sequence reservoir j in the step hydropower to choose total maximum capacity for all system $J=1,2,..n$. Constraints equation: will be defined actual correlation.

b./ Solution method

Function criteria (2-8) is nonlinear have a lots methods to solution such as optimal method, scheme programming method, experimental method, method of Hooke-Jevic

vector $h=(h_1, h_2, \dots, h_n)$, repetitive direct method. In the fact, apply for reservoir hydroepower belongs Laos center I power system see table 2-3.

Table 2-3 Optimum working deep combination for hydropower operating

No.	Projects	1971-1995	1996-1999	2000-2009	2010-2015
		Hct(m)	Hct(m)	Hct(m)	Hct(m)
1	Nam Ngum 1	16	14	12	9
2	Nam Leuk		15	15	15
3	Nam Mang 3			8	8

Charpter 3: Operation control of the hydropower plants in the long term condition of incredible hydrology

3.1 Study the long term operation of hydropower reservoir in the case the long term incredible hydrology and choose method

This problem is complex and defficult a long ago the scientists concentrate study through many century and is also many control method such as operate reservoir following frequency line, optimal operate method, rule curve method, ...Despite, to obtain a over progress of study on operation reservoir, but up to nowaday is not a general solution for all system because each system have characteristic particular. The matter set up, nobody know before the inflow of next year will be come how much, when it will come therefore the work of operating reservoir maybe make an error and can not exploit optimal reaservoir, even the long term forecast of hydrology is not sure.

Up to now, we can say that existent 2 operation method of reservoirs such as long term and short term reservoirs; for long term reservoir has used the best popular method in the world is *Rule Curve Line*. The rule curve has divided effect stage volume of reservoir to be come three area, each area will be particular operation it is belongs actual reservoir. for long term reservoir in Laos author also choose the rule curve line method to study on.

3.2 Rule curves establicshment for long term reservoir

3.2.1 Reservoir operates one year (Season)

When we know firm capacity to distribute to each hydropower and we can build the rule curve lines. To avoid mistake in mobilize source generation the hydrology change we need to choose some hydrology is nearly the years design corretion with frequency

P=95% and choose more hydrology years has average inflow year is near design year after that convert their back design year but their difference inflow. the group hydrology has selected enter programme for run following directory and indirectory. finally, will be drawn rule curve lines.

3.2.2 Reservoir operates many years

We are also know firm capacity distributable each hydropower but rule curve established is difference the year reservoir. In this thesis, we input data 46 years of hydrology available, final result in the file and we will be selected somr group year have firm capacity the water level starts from full water level and the end back full water level.

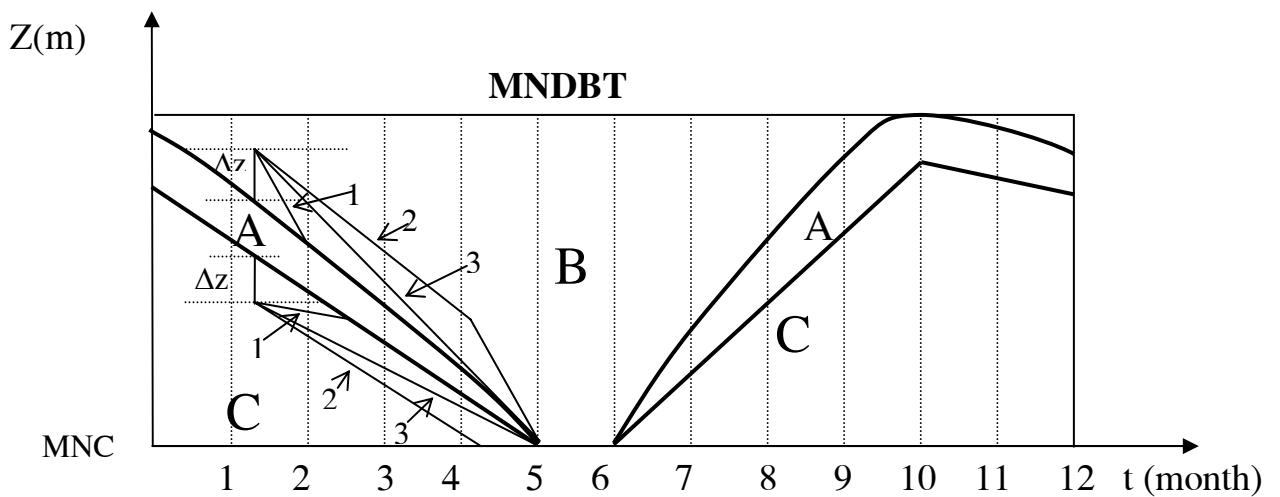


Figure 3-1: Hill Rule curve
1: First method, 2: Second method and 3 : Third method

Summary: Rule curve establishment should describable many area as following:

- The area generate firm capacity N_{db} (area see figure 3-1).
- The area generate capacity more than firm ouput (area B see figure 3-1).
- The area generate capacity less than firm output (area C see figure 3-1).

3.3 Definite method the optimal operation combination of hydropower step

3.3.1 Issue of study

Auther suppose the step reservoir hydropower is studying including L step reservoir (figure 2-3) it is sure the operation all step is related together from the upper reservoir to lowwer reservoir following the time t the banlance equation of flow is $Q_{tdj} = Q_{hlj-1} + Q_{hj} \pm Q_{tnkgj} - Q_{bhj} - Q_{thj} - Q_{ldththj}$

Where: Q_{tdj} discharge through turbine of sequene reservoir j , Q_{hlj-1} Outflow to downsteam of sequene reservoir j-1, Q_{hj} outflow of sequene reservoir j, Q_{tnkgj} inflow of midde area of sequen reservoir j, Q_{bhj} evaporation of sequene reservoir j and Q_{thj} the loss of flow of sequene reservoir j.

3.3.2 Select the criteria

The criteria has used evaluation the optimal operation method is maximum average income many years or maximum average expectation many years. But sue maximum income criteria B_{\max} directory is complex at the same time we should consider all hydropower system, conveniently we must perform calculated 2 stages, first stage computed the year average energy or many year average. The function maybe write under form

$$EX(B) \Rightarrow \max \quad (3-1)$$

Where: EX : Remark of expectation function, B : Average income of many years

$$EX(\overline{E^{BT}}) \Rightarrow \max \quad (3-2)$$

Where: EX : Remark of expectation function

$\overline{E^{BT}}$: Total year average energy of all step reservoir correlative combinaton method. or:

$$\overline{E^{BT}} = \sum_{j=1}^m \overline{E_j} = \sum_{j=1}^m \frac{\sum_{k=1}^n E_{jk}}{n} \Rightarrow \max \quad (3-3)$$

$$\text{Vói } E_{jk} = \sum_{t=1}^T \overline{N_{jkt}} \cdot \Delta ht$$

Where: $\overline{E_j}$: many year average energy of sequence hydropower j in the combination method. E_{jk} : The energy of sequence hydropower j at the year k.

n : Number year calculation. $\overline{N_{jkt}}$: Average capacity in the stage t belongs year k of sequence hydropower j. Δht : Number hour at the stage t, T Number stage in the year.

3.3.3 Use simulation method

Stage 1: Define the method combination to operate hydropower in the step from upper reservoir to lower reservoir hydropower, it is sure have many increase and have many decrease capacity. the operation method combination must according to step chart of actual reservoir hydropower and according principle: Each operation method (increase, discrease capacity) on the basis upper reservoir maybe combine many operation method of lower reservoir with the amount is equal the base of operation method of the first reservoir. The chart description of operation method combination for the n step reservoir hydropower (see figure 3-1).

Stage 2: To carry out of calculation following method operation has proposed from stage 1 will be average energy of year or average many year of energy to perform in turn from upper reservoir to lower reservoir of step of operation combination see figure 3-1 and at the time is suitable every constraint such as water level, capacity and outflow.

Stage 3: To carry out choose the direction of optimal operation combination, the contend of this stage has found operation combination for the step reservoir given maximal criteria (3-2) or (3-2). The process of selection method combination has performed following indirection with directed calculation, it is mean beginning from lower reservoir up to upper reservoir of step hydropower. In this manner: for sequence reservoir m(late reservoir) we choose in each method combination of sequence reservoir L combine with one method of reservoir L-1 one method has given total average energy of great value for two hydropower. found continue the method of reservoir L-1(in the fact found method combination between reservoir L and L-1) the best combination with one method of reservoir L-2. Inthe manner look for the same until the reservoir number one ultimate we get selected optimal operation combination following maximum energy criteria E_{max} .

Stage 4: We want to carry out the criteria (3-1) from stage 1 we have defined the best operation combination for each method group. simple solution we must choose year hydrology correlated with 95%, 75%, 50%, 25% and 5% then get in maximum income critria will be operation combination following income critria B_{max} .

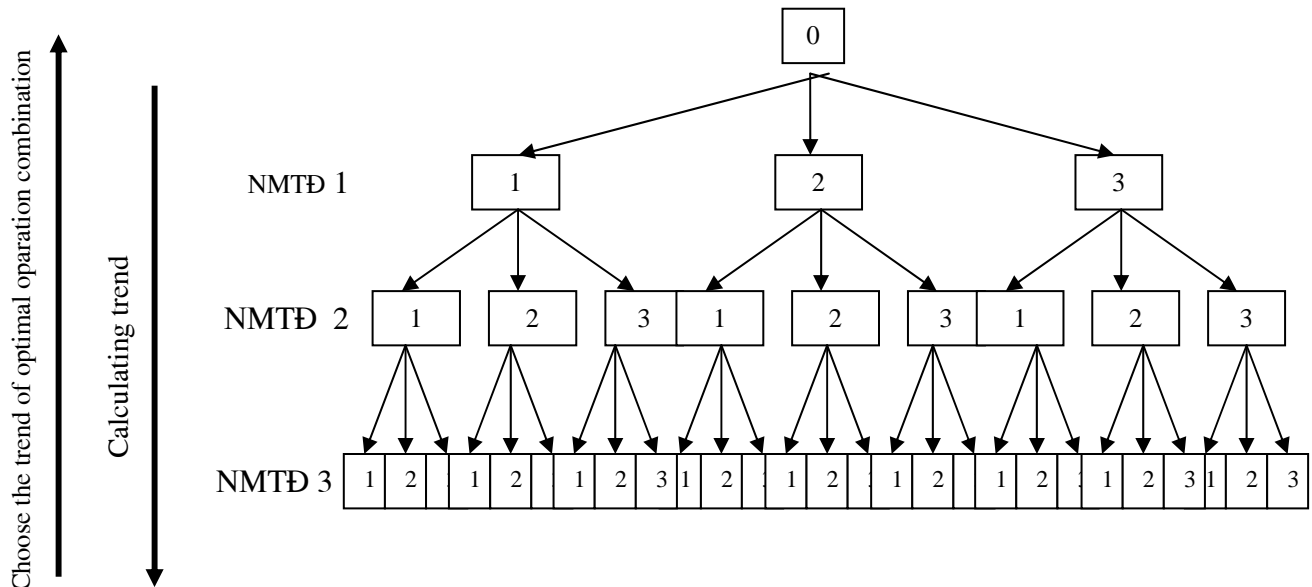


Figure 3-2: General chart to define the optimal operation combination all the hydropower step

3.5 Increase and decrease generation output of hydroelectricity plants to use forecast and not use the short term forecast

3.5.1 Increase and decrease generation output of hydroelectricity plants not use the short term forecast

In this case inflow Q_{in} can not use directly. we suppose water level in the reservoir ΔZ in the area increase or decrease capacity compare the rule curve lines, at this time we can determine discharge surplus ΔQ_{dur} or discharge lack ΔQ_{thieu} they will be used correction each method of each reservoir hydropower, this time the formula calculate outflow through Turbine is the stage compute complete in the article [3.4 in chapter 3](#).

3.5.2 Increase and decrease generation output of hydroelectricity plants to use the short term forecast

In this case inflow Q_{in} use directly. suppose water level in the reservoir ΔZ in the area increase or decrease capacity compare the rule curve lines, at this time we can determine discharge surplus ΔQ_{dur} or discharge lack ΔQ_{thieu} they will be used correction each method of each reservoir hydropower, this time the formula calculate outflow through Turbine is $Q_{fd} = \Delta Q_d + Q_{in}$ hoặc $Q_{fd} = \Delta Q_{th} + Q_{in}$, the stage compute complete in the article [3.4 in chapter 3](#). finally, found the end of water level $Z_{t/c}$ of reservoir.

Chapter 4: Study the mobilization method of hydropower plants in the center I power system until 2015 and evaluate efficiency

4.1 Overview of the Center I power system of Laos

Up to the end of 2008 year the main supply sources to Laos center I power system is hydropower including three hydropower plants has total capacity 255MW to ensure supply energy in the domestic remaining export to foreign country. The center I power system is interconnecting with Thailand system to exchange energy together, the tariff export less than tariff import at the same time of calculating.

4.2 Selection the criterion to evaluate

General, the topic study on operate hydropower plants working in the Laos power system and in the particular the Center I power system author propose choose the

maximum income between export and import electricity. From this criteria author exploit and expand written each criteria to define the actual parameter and evaluate efficiency of proposition criteria.

4.3 Develop some programme to operate hydropower plants in the power system

The objective develop some software to serve study on, because of software is tools conveniently and help us found the result quickly, inspection all even in the fact, we can perform and compute in the computer and can judge at all events. Therefore, author must develop some software to calculate to found the result fast. In the thesis author have developed 4 programmes such as found working deep, optimum operation, rule curve establishment and reservoir operation following rule curve. see the figure bellow.

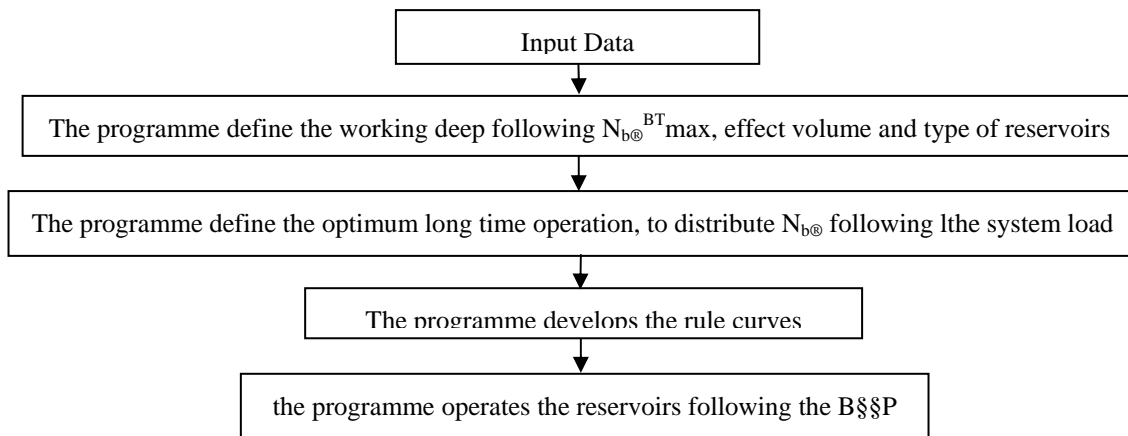


Figure 4-1: General chart to apply the control programme hydropower plants

4.4 To Evaluate the review of working deep of hydropower reservoirs in the center I power system until 2015

The power system change following the load system demand form small system to grow up, at the same time the reservoir hydropower system is also change too to supply energy on time. According to power system change we should define agian the basic parameter of hydropower reservoir to suitable, ensure and high economic effeciency. According to the result in the table 4-1 let us know that firm capacity in the beginning design less than firm capacity recalculated therefore let us know that we will be discrease import energy and even increase export power the actaul data see figure 4-1.

Table 4-1: Optimum working deep combination until stage 2015

No.	Projects	1971- 1995	1996- 2000	2000- 2009	2010- 2015
		$h_{ct}(m)$	$h_{ct}(m)$	$h_{ct}(m)$	$h_{ct}(m)$
1	Nam Ngum 1	16	14	12	9

2	Nam Leuk		15	15	15
3	Nam Mang 3			8	8
4	Nam Ngum 2				30
5	Nam Ngum 3				60
6	N_{bd} beginning of design (MW)	74	84	94	94
7	N_{bd} Define review when the system change (MW)	74	98.74	109.80	116.59

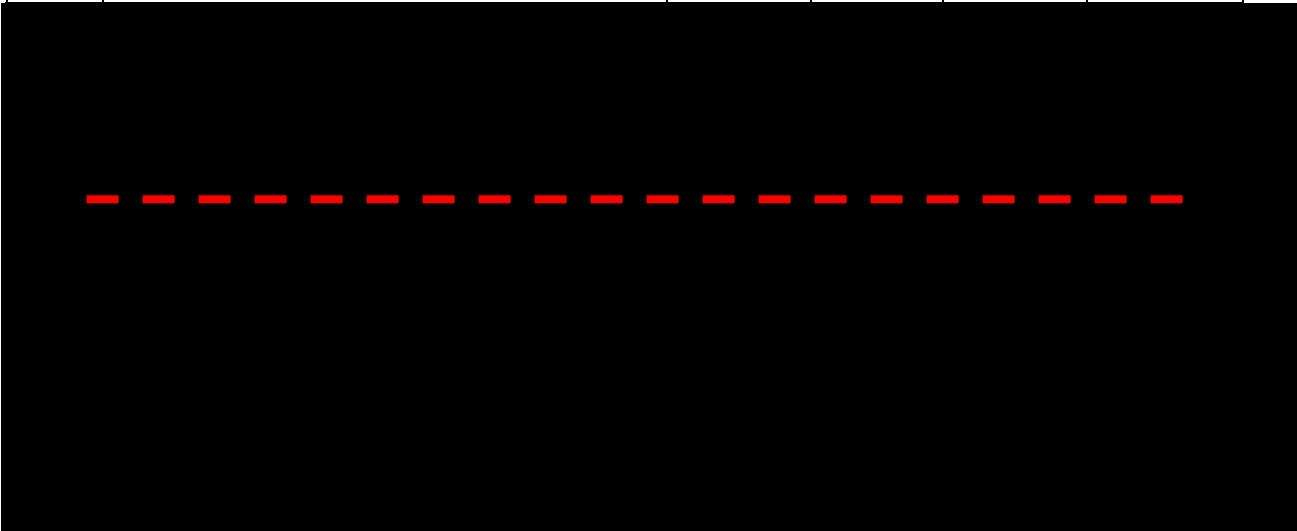


Figure 4-2: Demand load and generation output night and day of month 5/2004

4.5 Evaluate a selective method

Evaluate the choose method we should compare the calculation result with other result such as the actual operation reservoir method, the optimal reservoir performance, i.e.

In this thesis to simple doing author perform calculation in the computer according to two methods such as the optimal operation method and the operation method following rule curve with maximum income B_{max} . According to the principle if which method give a the best result we will choose that method.

Study condition is limited, it is difficult collect data in the thesis author is only compared two methods such as the optimum operation method and operation method following rule curve. The result in the table let us know that the best operation is 1-3, 1-1 và 2-3 methods.

Table 4-2: The result of income (with the load 2006) Unit(Million USD)

Frequency (P%)	5%	25%	50%	75%	95%	B_{max}^{TB}
Criteria Bmax:	16.519	13.953	11.157	10.443	2.525	10.92
Operations 1-3,1-1,2-3	16.134	13.650	11.047	10.280	2.525	10.71
Operations 1-3,1-2,2-3	15.692	13.406	10.585	10.241	2.525	10.49
Operations 1-3,1-3,2-3	15.783	13.551	10.487	10.240	2.525	10.52

Operations 1-3,2-1,2-3	15.831	13.550	10.542	10.211	2.525	10.53
Operations 1-3,2-2,2-3	14.960	13.000	11.047	10.121	2.525	10.33
Operations 1-3,2-3,2-3	15.282	13.441	10.948	10.251	2.525	10.49
Operations 1-3,3-1,2-3	15.855	13.581	10.454	10.218	2.525	10.53
Operations 1-3,3-2,2-3	15.513	13.241	10.601	10.218	2.525	10.42
Operations 1-3,3-3,2-3	15.607	12.425	10.453	10.218	2.525	10.25

Table 4-3: The price of differential income (million USD) between the best operation combination and the worse operation combination (with load 2006)

Frequency (P%)	5%	25%	50%	75%	95%
The best operation:	16.034	13.650	11.047	10.280	2.525
The worse operation:	14.960	13.000	10.454	10.121	2.525
Differential income B:	1.074	0.650	0.593	0.159	0.00
$\Delta\%$:	6.70	4.76	5.37	1.55	0.00

Table 4-4: The income result with the load 2006 Unit (million USD)

Frequency (P%)	5%	25%	50%	75%	95%
Optimal criteria Bmax	16.519	13.953	11.157	10.443	2.525
VHTTHPTC	16.134	13.650	11.047	10.280	2.525
$\Delta B = B_{Bmax} - E_{VHTTHPTC}$	0.38	0.30	0.11	0.16	0.00
$\Delta B\%$	2.34	2.17	0.99	1.56	0.00

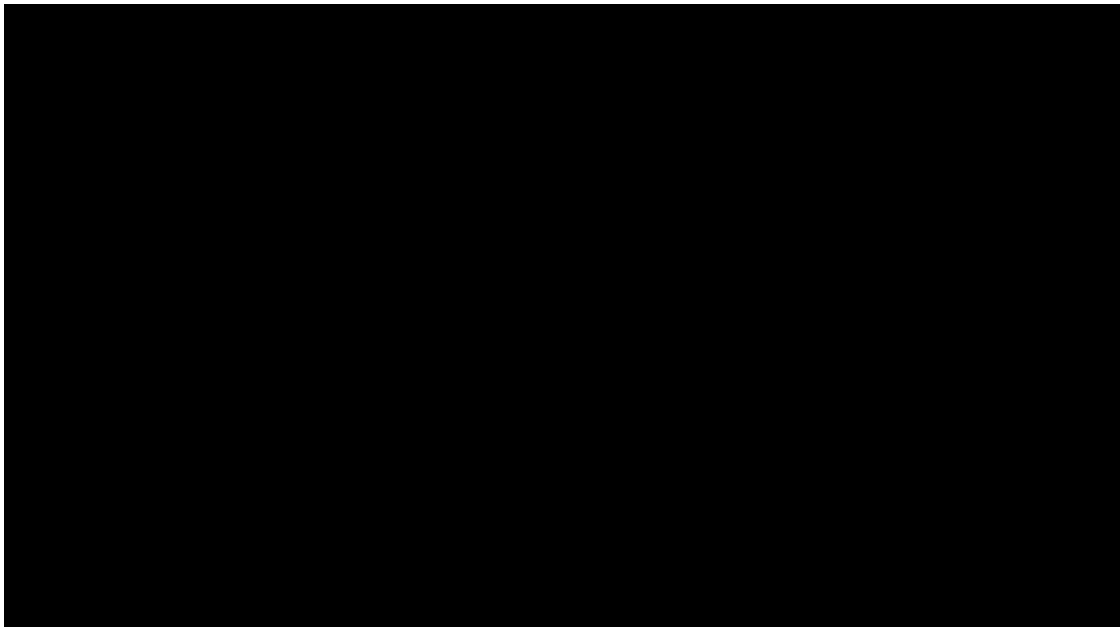


Figure 4-3: Income with load year 2006

Table 4-5: the income result (with the load 2008) Unit (million USD)

Frequency (P%)	5%	25%	50%	75%	95%	B_{max}^{TB}
Criteria Bmax:	10.543	8.065	5.739	4.701	-3.4018	5.13
Operations 1-3,1-1,2-3	10.320	8.031	5.713	4.681	-3.4018	5.07

Operations 1-3,1-2,2-3	10.000	7.559	5.243	4.530	-3.4018	4.79
Operations 1-3,1-3,2-3	10.045	6.607	5.102	4.530	-3.4018	4.58
Operations 1-3,2-1,2-3	10.090	6.540	5.096	4.502	-3.4018	4.57
Operations 1-3,2-2,2-3	9.309	7.205	5.713	4.465	-3.4018	4.66
Operations 1-3,2-3,2-3	9.586	7.691	5.627	4.614	-3.4018	4.82
Operations 1-3,3-1,2-3	10.132	7.753	5.069	4.509	-3.4018	4.81
Operations 1-3,3-2,2-3	9.812	7.363	5.216	4.509	-3.4018	4.70
Operations 1-3,3-3,2-3	9.860	7.530	5.067	4.509	-3.4018	4.71

Table 4-6: The price of differential income (million USD) between the best operation combination and the worse operation combination (with load 2008)

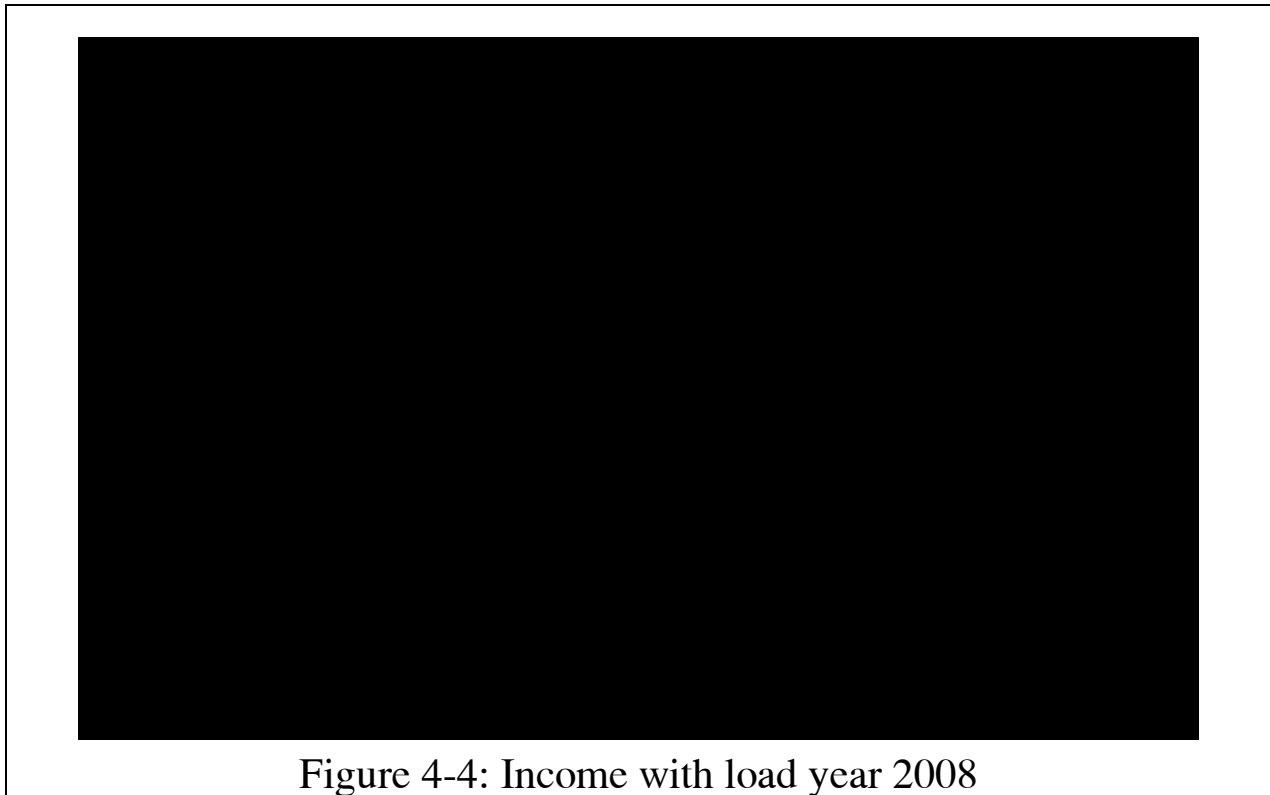
Frequency (P%)	5%	25%	50%	75%	95%
The best operation:	10.320	8.031	5.713	4.681	-3.4018
The worse operation:	9.309	6.540	5.067	4.502	-3.4018
Differential income B:	1.011	1.491	0.646	0.079	0.00
$\Delta\%$:	9.80	18.57	11.31	1.69	0.00

Table 4-7: The Energy result with the load 2008 Unit (GWh)

Tần suất (P%)	5%	25%	50%	75%	95%
Tiêu chuẩn tối ưu Emax	1,507.35	1,420.35	1,341.98	1,322.22	1,080.01
VHTTHPTC	1,491.84	1,413.21	1,337.35	1,321.81	1,080.01
$\Delta E = E_{Emax} - E_{VHTTHPTC}$	8.541	2.314	0.453	0.031	0.00
$\Delta E\%$	0.566	0.162	0.033	0.002	0.00

Table 4-8: The income result with the load 2008 Unit (million USD)

Frequency (P%)	5%	25%	50%	75%	95%
Optimal criteria Bmax	10.543	8.065	5.739	4.701	-3.4018
VHTTHPTC	10.320	8.031	5.713	4.681	-3.4018
$\Delta B = B_{Bmax} - E_{VHTTHPTC}$	0.22	0.03	0.03	0.02	0.00
$\Delta B\%$	2.12	0.42	0.45	0.43	0.00



4.6 Study when the load changing

Load system change continue to grow up, each year each stage is different of grow rate it is belong the socia-economy development level of each stage. The grow level of load is also affect to the mobilization method of generation source, operation method. it is simple author only considered to th load demand year 2006 and load demand year 2008. Result in the table 4-2,4-3.

Table 4-2: Choose the optimum combination operation in the step of hydropower reservoir in the Center I power system of Laos (with load year 2006)

Hydroelectric power projects	Nam Mang 3	Nam Leuk	Nam Ngum 1
The optimum operation following Emax	1-3	1- 2	2-3
B (million USD)	10.49		
The optimum operation following Bmax	1-3	1- 1	2-3
B (million USD)	10.71		

Table 4-3: Choose the optimum combination operation in the step of hydropower reservoir in the Center I power system of Laos (with load year 2008)

Hydroelectric power projects	Nam Mang 3	Nam Leuk	Nam Ngum 1
The optimum operation following Emax	1-3	1- 2	2-3
B (million USD)	4.79		
The optimum operation following Bmax	1-3	1- 1	2-3
B (million USD)	5.07		

The result show in the table let us know that input data of year load is difference but the group of optimum operation is not change.

4.7 Study in the case the differential hydrology

The hydrology in Lao PDR is same other country in the world it is mean to happening the sam time the wet season or the dry season, In Lao PDR the dry season from month X to month V next year and the wet season from month VI to month IX. but many river is not same appearence the frequency. The study of work is different hydrology or able appear frequency in the river is not same time. in this thesis auther study two case such as general case and particular case:

1./ Particular case: Define firm capacity of hydropower plants it is mean separate calculation each hydropower and we suppose it separate working. Suppose all hydropower appear the same hydrology or same frequency 95%.

2./ General case: In the fact, the river in Laos lies in the other area, each river basin is different point, different region, i.e. therefore, we can say that noriver appear frequency. because hydropower plants work in the power system the firm capacity is highest the particular.

Compare year energy of hydropower with frequency $P=95\%$ in two case the particular case is 1029.51 GWh and the general case is 1094.50 GWh.

4.8 Study the mobilization method of the optimal generation source

Each power system have characteristic difference therefore the mobilization method is also different too. For the Lao power system follow author should mobilize supply source that: (i). firstly mobilize all hydropower plants belongs Electic du Laos generation enough capacity; (ii). if lack energy or lack capacity we must mobilize energy from private company (IPP) product in Laos; (iii). if still lack power we should import electricity form other country (neighbour country).

Conclusion and Propose

I. Conclusion

1. On the basis of the power system and market energy analysis of Laos, I propose use maximum income (B_{\max}) from export energy minus import energy cost is a estimation criteria for operating hydropower plants in the Lao power system.
2. Develop the short time (day) operation method of Hydroelectric plants in the power system following export-import contract with two price level.

3. Develop the long time operation method of step reservoirs of hydropower they regulate different reservoir in the power system with hai stage: Review the group of operation deep reservoirs following the maximum firm energy $E_{b@max}$ and define the optimum operation following the maximum norm income B_{max} .
4. Develop construction method the rule curve in the reservoir case on the step or not step reservoirs of hydropower.
5. Develop the definition method the operation combination all reservoirs system following the maximum norm income on the basis use simulation and optimal model.
6. Develop some software to apply the research optimum operation of hydropower supply energy in the power system.

II. Propose

1. Propose Laos government early give hydroelectricity plants working in the power system with the general benefit all system.
2. Propose EDL early invest construction the control center to combine operation hydropower plants working in the system including the national grid system.
3. Propose to study the suitability operation method with the present development, following the system development stage on time to supply power safety, to ensure economic and decrease water through the spillway to downstream.

SHORTLIST OF AUTHOR'S PRODUCTS

3. Phou Khong SENGVILAY, Definition method of optimum operation of the hydropower plants in the Laos power system. Journal of Science & Technology, No. 66/ 2008.
4. Phou Khong SENGVILAY, Selection the combination model to operate the hydroelectricity reservoirs in the condition the incredible hydrologic forecast. Journal of Water Resources & Environmental Engineering, No. 24(3 -2009).