

GS. TS. HÀ VĂN KHỐI (Chủ biên)  
ThS. NGUYỄN THỊ THU NGA - KS. VŨ THỊ MINH HUỆ

# THỦY LỰC SÔNG NGỜI

NGHIÊN CỨU ĐIỂN HÌNH  
TÍNH TOÁN THỦY LỰC CẤP NƯỚC MÙA CẠN ĐỒNG BẰNG SÔNG HỒNG

DỰ ÁN TĂNG CƯỜNG NĂNG LỰC ĐÀO TẠO  
CHO TRƯỜNG ĐẠI HỌC THỦY LỢI  
CỦA CHÍNH PHỦ ĐAN MẠCH - DANIDA

## WRU/SCB



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC THỦY LỢI**

---

GS.TS HÀ VĂN KHOI (Chủ biên)  
ThS. NGUYỄN THỊ THU NGA – KS. VŨ THỊ MINH HUỆ

# **THỦY LỰC SÔNG NGÒI**

## **NGHIÊN CỨU ĐIỂN HÌNH TÍNH TOÁN THỦY LỰC CẤP NƯỚC MÙA CẠN ĐỒNG BẰNG SÔNG HỒNG**

(Dự án Tăng cường Năng lực Đào tạo cho Trường Đại học Thủỷ lợi  
của Chính phủ Đan Mạch – DANIDA)

**NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC**

**©Bản quyền thuộc HEVOBCO – Nhà xuất bản Giáo dục**

Không được sao chép, tái bản, từng phần hay toàn bộ quyển sách này bằng bất cứ phương thức sao chép nào, cơ học hay điện tử, khi chưa được sự cho phép bằng văn bản của HEVOBCO – Nhà xuất bản Giáo dục.

HEVOBCO – Nhà xuất bản Giáo dục, 25 Hàn Thuyên, Hà Nội, Việt Nam

## LỜI NÓI ĐẦU

Giáo trình *Thuỷ lực sông ngòi* được biên soạn theo khuôn khổ Chương trình Hỗ trợ ngành nước của Danida, tiểu hợp phần Hỗ trợ nâng cao năng lực trường Đại học Thuỷ lợi do Chính phủ Đan Mạch tài trợ.

Giáo trình *Thuỷ lực sông ngòi* được biên soạn theo chương trình đào tạo cao học Ngành Thuỷ văn học, Chính trị sông và bờ biển và Phát triển nguồn nước; giáo trình cũng có thể sử dụng làm tài liệu tham khảo cho các nghiên cứu sinh thuộc lĩnh vực này. Giáo trình gồm phần lý thuyết và phần thực hành. Nghiên cứu điển hình là một nội dung quan trọng của phần thực hành được biên soạn nhằm làm mẫu cho việc ứng dụng mô hình thủy lực khi giải quyết một vấn đề thực tế.

Nghiên cứu điển hình "Tính toán thủy lực cấp nước mùa cạn cho đồng bằng sông Hồng" do GS.TS Hà Văn Khối chủ biên. Nội dung của nghiên cứu điển hình liên quan đến bài toán điều tiết cấp nước hệ thống hồ chứa thượng nguồn cho vùng hạ du sông Hồng – Thái Bình. Trên cơ sở tính toán thủy lực xác định diễn biến mực nước tại các cửa lấy nước trên hệ thống sông, kiến nghị phương án vận hành hệ thống hồ chứa theo yêu cầu phát điện và cấp nước hạ du.

Nội dung tính toán thủy lực dòng chảy mùa kiệt như sau:

- Thiết lập hệ thống mạng sông.
- Xác định điều kiện biên của bài toán thủy lực.
- Xác định bộ thông số mô hình.
- Kiểm định mô hình.
- Tính toán đường mực nước hạ du theo các kịch bản vận hành cấp nước hồ chứa.
- Phân tích kết quả tính toán theo các kịch bản vận hành.

Hiện nay, nhiều mô hình dòng không ổn định đã được sử dụng rộng rãi ở Việt Nam như mô hình SOGREAH (Pháp), mô hình VRSAP của cố Phó Giáo sư Nguyễn Như Khuê, mô hình KOD01 của GS.TSKH Nguyễn Ân Niên. Tuy nhiên, thời gian gần đây do tính ưu việt của mô hình MIKE11 nên mô hình này đã được sử dụng rộng rãi ở Việt Nam. Bởi vậy, trong tài liệu này chúng tôi sử dụng mô hình MIKE11 để tính toán diễn biến dòng chảy mùa kiệt trên hệ thống sông Hồng và sông Thái Bình.

Nghiên cứu điển hình gồm 4 chương:

**Chương I:** Mở đầu.

**Chương II:** Lựa chọn kịch bản vận hành hồ chứa cho tính toán thủy lực.

**Chương III:** Thiết lập mạng sông, thông số hoá mô hình và kiểm định mô hình.

**Chương IV:** Tính toán thủy lực theo các kịch bản vận hành hồ chứa.

Chúng tôi mong nhận được ý kiến đóng góp của các bạn đồng nghiệp và sinh viên để lần xuất bản sau sách sẽ hoàn thiện hơn.

*Thay mặt nhóm biên soạn*

GS.TS. HÀ VĂN KHỐI

## MỤC LỤC

<b>Lời nói đầu</b>	3
<b>CHƯƠNG I: MỞ ĐẦU</b>	
1.1. Mục đích	7
1.2. Những nghiên cứu có liên quan và tài liệu sử dụng trong nghiên cứu điển hình	7
1.3. Đối tượng sử dụng	8
1.4. Các nội dung chính	8
1.5. Các kết quả chính	8
1.5.1. Phát triển ngân hàng dữ liệu	8
1.5.2. Xây dựng hệ thống kịch bản điều hành hồ chứa cấp nước hạ du	9
1.5.3. Áp dụng mô hình MIKE11 diễn toán dòng chảy mùa cạn hệ thống sông Hồng	9
<b>CHƯƠNG II: THIẾT LẬP HỆ THỐNG KỊCH BẢN CHO BÀI TOÁN ĐIỀU HÀNH HỆ THỐNG HỒ CHỨA HOÀ BÌNH – THÁC BÀ CẤP NƯỚC HẠ DU TRONG NHỮNG NĂM KIỆT</b>	
2.1. Giới thiệu chung về lưu vực sông và hệ thống công trình cấp nước	10
2.2. Hệ thống công trình	12
2.2.1. Hệ thống hồ chứa	12
2.2.2. Hệ công trình cấp nước hạ du	14
2.3. Đặc điểm chế độ dòng chảy những năm kiệt	15
2.3.1. Phục hồi dòng chảy tại tuyến Hòa Bình và tuyến Sơn Tây	15
2.3.2. Phân tích chế độ dòng chảy mùa kiệt và lựa chọn các năm kiệt đại biểu	17
2.4. Hiện trạng vận hành các hồ chứa Hòa Bình, Thác Bà thời kỳ mùa kiệt	22
2.4.1. Phân tích chế độ điều tiết của hồ Hòa Bình trong thời kỳ mùa kiệt	22
2.4.2. Phân tích chế độ điều tiết của hồ Thác Bà trong thời kỳ mùa kiệt	23
2.4.3. Một số kết luận về hiện trạng chế độ điều tiết các hồ chứa thượng nguồn trong thời kỳ mùa kiệt	29
2.5. Đánh giá ảnh hưởng điều tiết hồ chứa thượng nguồn đến khả năng cấp nước hạ du khi gặp những năm hạn	29
2.5.1. Hệ thống công trình trạm bơm Phù Sa	29
2.5.2. Hệ thống công trình Liên Mạc	31
2.5.3. Hệ thống công trình cống Bắc Hưng Hải	32
2.6. Kết luận	36
2.7. Thiết lập hệ thống kịch bản điều tiết hồ Hòa Bình và Thác Bà	37
<b>CHƯƠNG III: ỨNG DỤNG MÔ HÌNH MIKE11 TÍNH TOÁN THỦY LỰC DÒNG CHẢY MÙA KIỆT HỆ THỐNG SÔNG HỒNG</b>	
3.1. Giới thiệu chung	39
3.2. Hệ phương trình cơ bản và thuật toán trong mô hình MIKE11	41

---

3.2.1. Hệ phương trình Saint – Venant	41
3.2.2. Thuật toán giải hệ phương trình Saint – Venant	42
3.2.3. Thuật toán cho mạng lưới sông kênh và toàn bộ hệ thống trên mạng lưới	46
3.2.4. Mô phỏng công trình trên sông, kênh	49
3.2.5. Các điều kiện ổn định của mô hình	50
3.2.6. Điều kiện biên	51
3.3. Thiết lập sơ đồ mạng lưới sông và hệ thống biên	51
3.3.1. Tài liệu địa hình mạng lưới sông Hồng – Thái Bình	51
3.3.2. Sơ đồ mạng sông tính toán thủy lực mùa cạn	53
3.3.3. Biên tính toán	53
3.4. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình	54
3.4.1. Lựa chọn thời gian hiệu chỉnh và kiểm định mô hình	54
3.4.2. Các nút kiểm tra	57
3.4.3. Các tài liệu cơ bản phục vụ cho tính toán	57
3.4.4. Thiết lập mô hình	58
3.4.5. Hiệu chỉnh thông số mô hình thủy lực	59
3.4.6. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình	60

#### CHƯƠNG IV: TÍNH TOÁN THỦY LỰC THEO CÁC KỊCH BẢN ĐIỀU HÀNH HỒ HOÀ BÌNH VÀ THÁC BÀ

4.1. Tính toán điều tiết hệ thống hồ chứa phục vụ nghiên cứu quy trình điều hành hệ thống	65
4.1.1. Lập mô hình tính toán điều tiết phát điện, cấp nước hệ thống hồ chứa	65
4.1.2. Tính toán điều tiết đánh giá khả năng cấp gia tăng của hệ thống hồ chứa thượng nguồn	71
4.2. Kết quả tính toán thủy lực theo các phương án điều hành	74
4.2.1. Thời gian vận hành cấp nước hạ du	74
4.2.2. Kết quả tính toán theo các phương án	75
<i>Phụ lục 1:</i> Hướng dẫn về các ứng dụng của MIKE11	79
<i>Phụ lục 2:</i> Hệ thống các cống tưới chính trên sông Hồng + Thái Bình	95
<i>Phụ lục 3:</i> Trích kết quả tính toán điều tiết cấp nước hồ chứa thủy điện Hoà Bình năm 2003-2004	99

## Chương I

# MỞ ĐẦU

### 1.1. Mục đích

Nghiên cứu điển hình được coi như là một ví dụ về việc ứng dụng mô hình thủy lực mạng sông để giải quyết một bài toán thực tế về vận hành hệ thống. Đây cũng chính là mục đích nghiên cứu của nghiên cứu điển hình. Bài toán đặt ra trong nghiên cứu điển hình là ứng dụng mô hình MIKE11 tính toán thủy lực dòng chảy mùa kiệt phục vụ bài toán vận hành hệ thống hồ chứa cấp nước hạ du.

MIKE11 do DHI Water và Environment phát triển, là một gói phần mềm dùng để mô phỏng dòng chảy, chất lượng nước, vận chuyển bùn cát trong sông và vùng cửa sông. MIKE11 là công cụ mô hình một chiều thuỷ động học và gần gũi với người sử dụng cho việc phân tích, thiết kế, quản lý và vận hành chi tiết hệ thống sông kênh đơn giản cũng như phức tạp. Môi trường gần gũi với người sử dụng, tốc độ và tính khả thi của nó, MIKE11 cung cấp cho việc tính toán hiệu quả và toàn diện, áp dụng cho quy hoạch và quản lý chất lượng nguồn nước và các công trình thuỷ lợi. Chính vì vậy chúng tôi sử dụng mô hình này để xây dựng nội dung của nghiên cứu điển hình.

Nghiên cứu điển hình gồm những nội dung chính sau đây:

- Nghiên cứu đặc điểm dòng chảy mùa kiệt hệ thống sông Hồng – sông Thái Bình, đặc biệt là những năm hạn.
- Phân tích chế độ vận hành của các hồ chứa thượng nguồn (hồ Hoà Bình và hồ Thác Bà) và đánh giá ảnh hưởng của nó đến diễn biến mực nước, là yếu tố trực tiếp ảnh hưởng đến khả năng cấp nước của các công trình vùng hạ du.
- Xây dựng hệ thống kịch bản điều hành hồ Hoà Bình, Thác Bà thời kỳ mùa kiệt làm cơ sở nghiên cứu chế độ điều hành các hồ này, làm nhiệm vụ phát điện và gia tăng cấp nước hạ du trong những năm hạn.
- Tính toán thủy lực mạng sông Hồng và Thái Bình theo các kịch bản đã chọn. Phân tích kết quả để kiến nghị phương án điều hành các hồ chứa thời kỳ mùa cạn.

### 1.2. Những nghiên cứu có liên quan và tài liệu sử dụng trong nghiên cứu điển hình

Những nghiên cứu đã có làm cơ sở cho việc xây dựng nghiên cứu điển hình bao gồm:

1. Các tài liệu thiết kế và quy hoạch phát triển các hồ chứa phát điện trên sông Hồng do thuỷ năng do PECC1 thực hiện từ năm 2000 đến nay.

2. Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Nhà nước "Nghiên cứu cơ sở khoa học và thực tiễn điều hành cấp nước mùa cạn đồng bằng sông Hồng – sông Thái Bình".
3. Các báo cáo quy hoạch và điều tra cơ bản của Cục Thuỷ lợi, Viện Quy hoạch Thuỷ lợi về đồng bằng sông Hồng.

### **1.3. Đối tượng sử dụng**

1. Tài liệu này là một phần của giáo trình "Thuỷ lực sông ngòi" được biên soạn dùng cho các lớp cao học trong lĩnh vực Quy hoạch và Quản lý tài nguyên nước của trường Đại học Thuỷ lợi.

2. Tài liệu này cũng được sử dụng làm tài liệu tham khảo cho các nghiên cứu sinh thuộc lĩnh vực thuỷ văn, thuỷ lực, phát triển tài nguyên nước, quy hoạch và quản lý nguồn nước. Cũng có thể là tài liệu tham khảo cho những ai quan tâm nghiên cứu những vấn đề có liên quan.

### **1.4. Các nội dung chính**

Nghiên cứu điển hình gồm có những nội dung chính như sau:

1. Phát triển ngân hàng dữ liệu.

2. Xây dựng các kịch bản điều hành các hồ chứa thượng nguồn cấp nước hạ du thời kỳ mùa cạn.

3. Áp dụng mô hình thuỷ lực MIKE11 cho hệ thống sông Hồng.

4. Các kết quả tính toán thuỷ lực theo các kịch bản.

### **1.5. Các kết quả chính**

#### **1.5.1. Phát triển ngân hàng dữ liệu**

Ngân hàng dữ liệu bao gồm các số liệu về dòng chảy (mực nước, lưu lượng), các tài liệu địa hình (trắc dọc, trắc ngang sông), các đặc trưng chính của lưu vực sông, hệ thống công trình cấp nước tưới, các yêu cầu về nước, các thông số chính của các hồ chứa thượng nguồn.

Các số liệu được lưu giữ trong MS Excel liên kết với sơ đồ mạng sông của mô hình MIKE11 và được trình bày trên bản đồ DEM.

Thu thập các số liệu:

Các số liệu được thu thập và lưu giữ trong ngân hàng dữ liệu bao gồm:

- Tài liệu mực nước.
- Quá trình lưu lượng của tất cả các trạm đo trên sông Hồng.
- Các số liệu về hồ chứa.

- Nhu cầu nước ở hạ du.
- Bản đồ DEM đồng bằng sông Hồng.

Các tài liệu này được chỉnh lý và bổ sung trước khi lưu giữ.

#### **1.5.2. Xây dựng hệ thống kịch bản điều hành hồ chứa cấp nước hạ du**

- Phân tích chế độ dòng chảy mùa cạn theo tài liệu quan trắc.
- Phục hồi tài liệu số liệu dòng chảy tại Hòa Bình và Sơn Tây.
- Phân tích ảnh hưởng của các hồ Hòa Bình và Thác Bà đến chế độ dòng chảy hạ du.
- Lựa chọn hệ thống kịch bản theo các tổ hợp dòng chảy mùa kiệt, phương án điều hành hồ Hòa Bình, Thác Bà và yêu cầu gia tăng cấp nước hạ du.

#### **1.5.3. Áp dụng mô hình MIKE11 diễn toán dòng chảy mùa cạn hệ thống sông Hồng**

- Thiết lập mạng sông.
- Vào số liệu cho bài toán thuỷ lực liên kết với database.
- Xử lý các số liệu hệ thống và nhu cầu nước.
- Thông số hoá và kiểm định mô hình.
- Tính toán thuỷ lực theo các kịch bản.
- Phân tích kết quả.

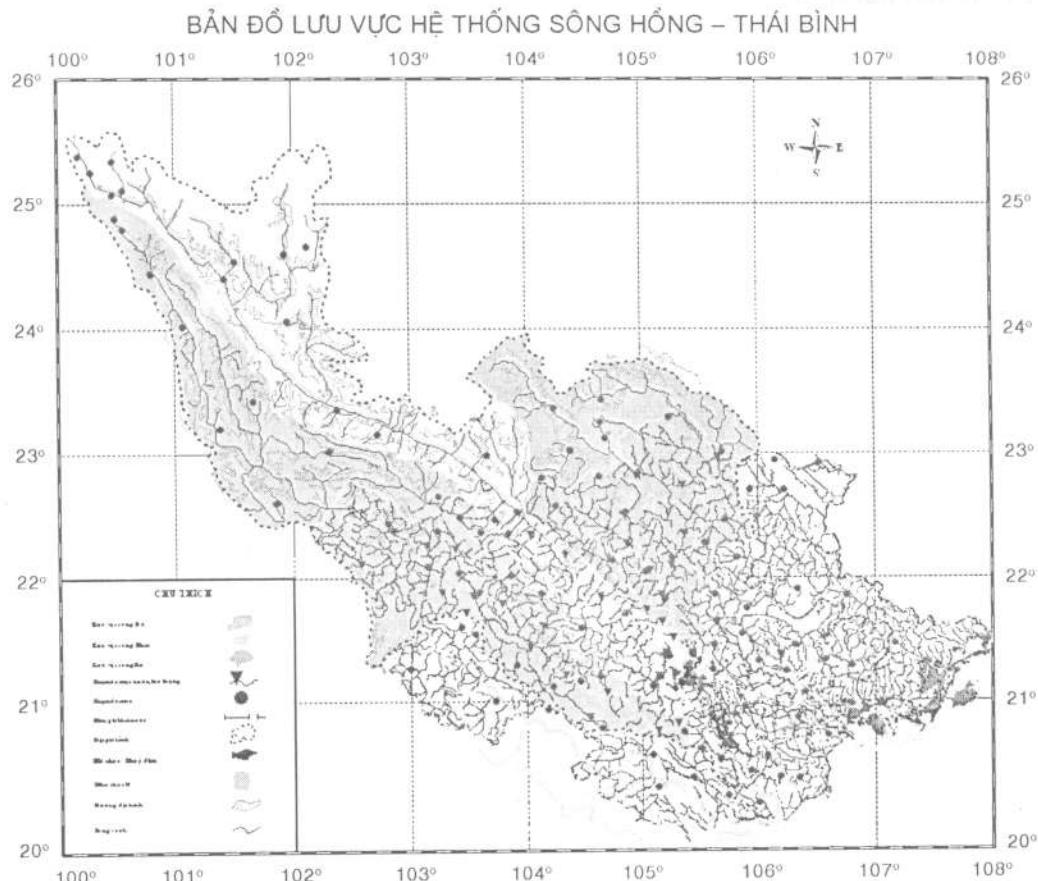
Chương II

# THIẾT LẬP HỆ THỐNG KỊCH BẢN CHO BÀI TOÁN ĐIỀU HÀNH HỆ THỐNG HỒ CHÙA HOÀ BÌNH – THÁC BÀ CẤP NUỚC HẠ DU TRONG NHỮNG NĂM KIÊT

## 2.1. Giới thiệu chung về lưu vực sông và hệ thống công trình cấp nước

Lưu vực sông Hồng – Thái Bình trải dài từ vĩ độ 20°00' tới 25°30' và từ kinh độ 100°00' đến 107°10' Đông. Lưu vực tiếp giáp với lưu vực sông Trường Giang và Châu Giang của Trung Quốc ở phía Bắc, lưu vực sông Mê Kông ở phía Tây, lưu vực sông Mă ở phía Nam và vịnh Bắc Bộ ở phía Đông.

Tổng diện tích lưu vực sông Hồng – Thái Bình khoảng 169 ngàn km<sup>2</sup>. Trong đó, phần diện tích ở Việt Nam khoảng 86,7 ngàn km<sup>2</sup>, bằng 26% diện tích nước ta và bằng khoảng 51% so với toàn bộ lưu vực; phần ngoài nước khoảng 82,3 ngàn km<sup>2</sup>, bằng khoảng 49% tổng diện tích lưu vực.



Hình 2.1. Bản đồ lưu vực sông Hồng – sông Thái Bình

Lưu vực sông Hồng – Thái Bình liên quan tới 26 tỉnh, thành phố thuộc vùng đồng bằng sông Hồng, Tây Bắc và Đông Bắc có tổng diện tích tự nhiên khoảng 115.750km<sup>2</sup>.

Tài nguyên nước mặt lưu vực sông Hồng – Thái Bình được phân chia theo các lưu vực sông như sau:

- Sông Đà đến Hoà Bình, 55,4 tỷ m<sup>3</sup>, chiếm 41,4%;
- Sông Thao đến Yên Bai, 24,2 tỷ m<sup>3</sup>, chiếm 18,1%;
- Sông Lô đến Phù Ninh, 32,6 tỷ m<sup>3</sup>, chiếm 24,4%;
- Sông Thái Bình đến Phả Lại 7,9 tỷ m<sup>3</sup>, chiếm 5,9%;

Và khu vực đồng bằng, sông Đáy, 7,7 tỷ m<sup>3</sup>, chiếm 5,8% tổng lượng dòng chảy trên lưu vực (bảng 2.1).

**BẢNG 2.1. PHÂN BỐ TỔNG LƯỢNG NƯỚC TRUNG BÌNH NĂM Ở CÁC SÔNG**

Sông và vị trí trạm quan trắc	Diện tích		Tổng lượng nước	
	km <sup>2</sup>	% so với toàn lưu vực	tỷ m <sup>3</sup>	% so với toàn lưu vực
Toàn lưu vực:	169.000	100,0	133,6	100,0
Sông Hồng (Sơn Tây)	143.700	85,0	118,0	88,2
Sông Đà (Hoà Bình)	51.800	30,7	55,4	41,4
Sông Thao (Yên Bai)	48.000	28,4	24,2	18,1
Sông Lô (Phù Ninh)	37.000	21,9	32,6	24,4
Sông Thái Bình (Phả Lại)	12.700	7,5	7,9	5,9
Sông Đáy + Đồng bằng	13.000	7,7	7,7	5,8

Dòng chảy mùa kiệt ngày nay và trong tương lai đã chịu tác động rất lớn do tác động của con người, đó là xây dựng các công trình điều tiết nước, lấy nước, cải tạo dòng chảy... Các công việc này phát triển mạnh nhất là từ những năm 80 của thế kỷ XX trở lại đây, đặc biệt là từ sau khi hồ Hoà Bình đi vào vận hành khai thác.

Trên địa phận lưu vực thuộc Trung Quốc, do không có số liệu mà chỉ được thông tin là: trên sông Nguyên đã làm một số hồ chứa dẫn nước tưới với dung tích  $409.10^6$ m<sup>3</sup> dẫn  $26,7m^3/s$ ; sông Lô chứa  $326.10^6m^3$  dẫn  $48,4m^3/s$ , sông Lý Tiên chứa  $6,8.10^6m^3$  dẫn  $7,1m^3/s$  (là số liệu năm 1960); ngoài ra còn các công trình thủy điện từ 1000kW ÷ 4000kW. Có hai công trình trên sông Nguyên ở Nam Khê ( $5m^3/s$ ) và Nghiệp Hảo ( $6m^3/s$ ). Từ 1960 đến nay chắc chắn đã có nhiều công trình mới ra đời nên chưa thể khẳng định được tác động của chúng đến các dòng chảy của các sông đổ về Việt Nam.

Hồ chứa Thác Bà hoàn thành năm 1972, nói chung có thể bổ sung thêm khoảng  $100m^3/s$  cho các tháng mùa kiệt. Song do vừa phát điện, vừa điều tiết cấp nước cho hạ du nên việc cấp nước khó theo quy trình vận hành được, mà phải căn cứ vào điều kiện khí tượng thuỷ văn để có yêu cầu khi cần thiết.

Hồ chứa Hoà Bình hoàn thành và đưa vào sử dụng từ 1990 làm khả năng điều tiết

mùa kiệt tăng vọt thêm khoảng 300 : 400m<sup>3</sup>/s. Do là hồ lợi dụng tổng hợp: Chống lũ, phát điện, điều tiết nước mùa kiệt nên các nhiệm vụ chỉ có thể thỏa mãn tương đối nhưng vẫn có đủ khả năng để điều hành chống hạn khi thời tiết khắc nghiệt xảy ra ở Bắc Bộ như năm 1998, hay chính đợt hạn vào các năm 2001, 2003, 2004, 2005 và 2006 vừa qua.

Từ dưới Việt Trì và Phả Lại, các công trình thuỷ lợi chủ yếu lấy nước là cống và trạm bơm. Nhìn chung, từ sau khi công trình Thuỷ điện Hoà Bình hoàn thành và đưa vào sử dụng, ngoài việc chống lũ, hai hồ chứa thuỷ điện lớn trên lưu vực đã điều tiết dòng chảy mùa cạn tăng thêm trung bình khoảng 43 triệu m<sup>3</sup>/ngày. Lưu lượng bổ sung này tương đương với khoảng 50% lưu lượng trung bình trong 3 tháng mùa cạn của sông Hồng tại Sơn Tây ở trong điều kiện tự nhiên – chưa có sự điều tiết của các hồ chứa. Việc bổ sung nguồn nước từ hai hồ chứa này có ý nghĩa quyết định, đảm bảo cho việc khai thác, sử dụng nguồn nước ở khu vực đồng bằng sông Hồng – Thái Bình trong mùa cạn.

Tuy nhiên, để đảm bảo khai thác, sử dụng hợp lý, hiệu quả nguồn nước được điều tiết từ các hồ chứa khai thác sử dụng tổng hợp này, cần phải tiếp tục làm rõ thêm nhiều vấn đề về cơ chế, chính sách; quy trình vận hành và phối hợp quy trình vận hành của các công trình; sự phối hợp, chia sẻ lợi ích, trách nhiệm giữa các ngành sử dụng nước, các địa phương,... trên phạm vi toàn lưu vực.

## 2.2. Hệ thống công trình

Hệ thống công trình cấp nước cho đồng bằng sông Hồng bao gồm các hồ chứa và hệ thống các công trình cống, trạm bơm dọc hệ thống sông.

### 2.2.1. Hệ thống hồ chứa

#### a) Hồ chứa Hoà Bình

Hình thức điều tiết: Điều tiết năm

– Cao trình đỉnh đập:	123m
– Mực nước dâng bình thường:	115m
– Mực nước chết:	
+ Độc lập:	80m
+ Sau khi có Thuỷ điện Sơn La:	80m
– Mực nước trước lũ:	
+ Hiện tại:	88m
+ Sau khi có Thuỷ điện Sơn La:	98,80m
– Dung tích hiệu dụng:	5,65 tỷ m <sup>3</sup>
– Dung tích phòng lũ hạ du:	
+ Hiện tại: (từ +88 ~ +115m):	4,69 tỷ m <sup>3</sup>
+ Sau khi có Thuỷ điện Sơn La:	3 tỷ m <sup>3</sup> (từ +98,8m ~ +115m)

- Công suất bảo đảm:
  - + Độc lập: 548MW
  - + Sau khi có Thuỷ điện Sơn La: 671MW
- Công suất lắp máy: 1920MW
- Lưu lượng lớn nhất qua nhà máy: 2400m<sup>3</sup>/s
- Lưu lượng nhỏ nhất theo thiết kế đảm bảo cấp nước hạ du: 600m<sup>3</sup>/s.

**b) Hồ Thác Bà**

Hình thức điều tiết: Điều tiết nhiều năm

- Diện tích lưu vực: 6.170km<sup>2</sup>
- Cao trình đỉnh đập: 62m
- Cao trình mực nước dâng bình thường: 58,0m
- Mực nước chết: 46,0m
- Mực nước xả hằng năm: 50,30m
- Cao trình mực nước gia cường:
  - Với lũ P = 1%: 58,0m
  - Với lũ P = 0,1%: 58,85m
  - Với lũ 0,01%: 61,00m
- Cao trình mực nước trước lũ: 56,5m
- Dung tích toàn bộ:  $2.940 \times 10^6$ m<sup>3</sup>
- Dung tích hiệu dụng:  $2.160 \times 10^6$ m<sup>3</sup>
- Dung tích chết:  $780 \times 10^6$ m<sup>3</sup>
- Dung tích phòng lũ hạ du: 0,450 tỷ m<sup>3</sup>
- Công suất lắp máy: 120MW
- Công suất đảm bảo: 41,2MW
- Số tổ máy: 3
- Lưu lượng lớn nhất qua tuốc bin: 420m<sup>3</sup>/s

**Ghi chú:** Theo thiết kế kỹ thuật, các thông số như sau:

- Công suất lắp máy: 108MW
- Công suất đảm bảo: 39,2MW
- Lưu lượng lớn nhất qua tuốc bin: 400m<sup>3</sup>/s

Từ năm 1977 đến nay, do thiết bị các tổ máy được thay thế nên các thông số cơ bản của nhà máy thủy điện đã thay đổi theo các thống kê ở trên.

**c) Công trình thủy điện Tuyên Quang**

Công trình Thuỷ điện Tuyên Quang đang được xây dựng và dự kiến sẽ đưa vào khai thác năm 2007. Các thông số chính như sau:

**Hình thức điều tiết: Điều tiết nhiều năm**

- Diện tích lưu vực: 14972km<sup>2</sup>.
- Mực nước gia cường ứng với lũ 0,01%: 123,89m

– Mực nước gia cường ứng với lũ 0,02%:	122,55m
– Mực nước dâng bình thường (MNDBT):	120,00m
– Mực nước trước lũ:	105,22m
– Mực nước xả hằng năm:	104,00m
– Mực nước chết:	90,00m
– Dung tích toàn bộ $W_{tb}$ :	$2260 \times 10^6 m^3$
– Dung tích hiệu dụng $V_{hd}$ :	$1699 \times 10^6 m^3$
– Dung tích điều tiết nhiều năm $V_{nn}$ :	$622 \times 10^6 m^3$
– Dung tích điều tiết năm $V_n$ :	$1070 \times 10^6 m^3$
– Dung tích chết $V_c$ :	$561 \times 10^6 m^3$
– Dung tích phòng lũ $V_{pl}$ :	$(1000 \div 1500) \times 10^6 m^3$
– Công suất lắp máy $N_{im}$ :	342MW
– Công suất đảm bảo $N_{db}$ :	83,3MW
– Lưu lượng max $Q_{max}$ qua nhà máy:	750m <sup>3</sup> /s

#### d) Hồ chứa Sơn La

Hồ chứa Sơn La đang được xây dựng và sẽ hoàn thành vào năm 2012.

– Hình thức điều tiết: Điều tiết mùa

– Mực nước dâng bình thường:	215m
– Mực nước chết:	175m
– Mực nước trước lũ:	198,1m
– Mực nước gia cường:	228,10m
– Dung tích hiệu dụng:	6,504 tỷ m <sup>3</sup>
– Dung tích phòng lũ hạ du:	4 tỷ m <sup>3</sup> (từ +198,1m ~ +215m)
– Công suất bảo đảm:	522MW
– Công suất lắp máy:	2400MW
– Lưu lượng lớn nhất qua nhà máy:	3460m <sup>3</sup> /s

#### 2.2.2. Hệ công trình cấp nước hạ du

Hệ thống công trình cấp nước hạ du có hàng trăm cống tự chảy và các trạm bơm tưới được phân loại như sau:

##### a) Các cống tưới vùng sông ảnh hưởng mạnh của triều

Các cống lấy nước vùng này có đặc tính như sau:

1. Thường lấy nước vào thời kỳ triều cường.

2. Hằng ngày chỉ lấy nước khi triều lên và sườn triều xuống, mỗi ngày cũng chỉ lấy nước trong một số giờ nhất định. Các cống tưới được đóng mở theo chu kỳ thuỷ triều trong ngày.

### b) Các cống tưới vùng sông không ảnh hưởng triều

Các công trình vùng không ảnh hưởng thuỷ triều được phân làm hai loại như sau:

- Các công trình cấp nước trực tiếp:

Công trình loại này cấp nước trực tiếp cho các vùng tưới theo biểu đồ nước dùng, thời gian cấp nước của công trình loại này thường trùng với thời gian cần cấp nước của biểu đồ dùng nước, bởi vậy lưu lượng thiết kế tại đầu mối tương đương với lưu lượng lớn nhất của biểu đồ dùng nước. Đa số các cống lấy nước loại này có quy mô nhỏ.

- Các cống lấy nước tạo nguồn:

Đối với các hệ thống tưới có diện tích lớn thì cống lấy nước trên trục sông chính có nhiệm vụ tạo nguồn cho các hệ thống thuỷ nông nội đồng hoạt động. Điển hình cho loại này là các công trình cống Xuân Quan, cống Liên Mạc. Các công trình loại này có đặc điểm như sau:

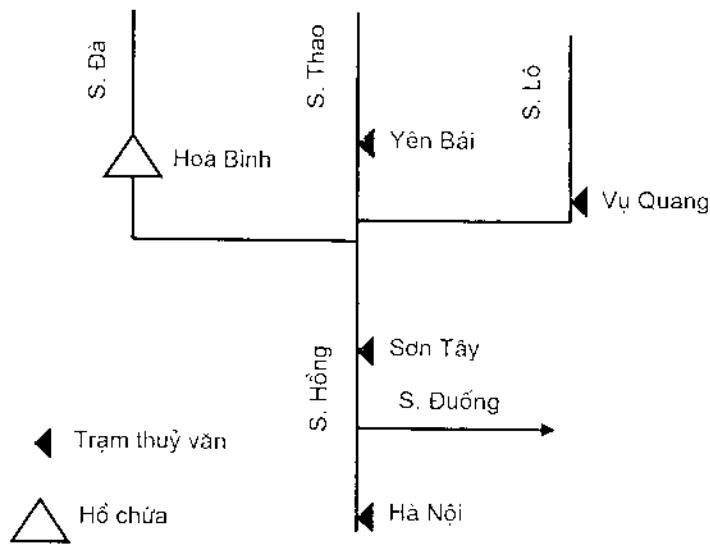
+ Không cấp nước trực tiếp cho vùng tưới mà chỉ tạo nguồn cho vùng nội đồng để các công trình nội đồng hoạt động. Đối với các công trình loại này, điều tiết nội đồng đóng vai trò rất quan trọng.

+ Thời gian lấy nước của một đợt tưới thường kéo dài để hệ thống kênh nội đồng điều tiết lại trước khi cấp nước cho các tiểu vùng trong hệ thống, chẳng hạn hệ thống Bắc Hưng Hải và Liên Mạc có thời gian cấp nước tưới ải khoảng từ 50 ngày đến 60 ngày. Những thời gian còn lại công trình vẫn dẫn nước vào hệ thống.

## 2.3. Đặc điểm chế độ dòng chảy những năm kiệt

### 2.3.1. Phục hồi dòng chảy tại tuyến Hoà Bình và tuyến Sơn Tây

Dòng chảy tại tuyến Hoà Bình và Sơn Tây sau khi các hồ chứa Hoà Bình và Thác Bà đưa vào hoạt động bị ảnh hưởng điều tiết của các hồ chứa. Để nghiên cứu quy luật tự nhiên của dòng chảy tại các tuyến trên, cần thiết tính toán khôi phục trạng thái tự nhiên của nó. Trong nghiên cứu này đã sử dụng tài liệu phục hồi theo phương pháp phân tích tương quan nhiều biến trong đề tài nghiên cứu "Nghiên cứu cơ sở khoa học và thực tiễn điều hành cấp nước mùa cạn cho đồng bằng sông Hồng" do trường Đại học Thuỷ lợi thực hiện.



Hình 2.2. Sơ họa hệ thống sông Hồng

Thời kỳ mùa kiệt sử dụng trong nghiên cứu này bắt đầu từ đầu tháng 11 đến cuối tháng 5 năm sau. Dòng chảy mùa kiệt tại tuyến Hoà Bình và tuyến Sơn Tây đã được khôi phục theo thời đoạn 10 ngày. Kết quả phục hồi dòng chảy thời đoạn 10 ngày được chỉnh lý sau đó tính toán lưu lượng bình quân tháng kiệt, lưu lượng bình quân mùa kiệt và tổng lượng dòng chảy mùa kiệt hàng năm.

Kết quả phục hồi dòng chảy mùa kiệt và tính lưu lượng bình quân mùa kiệt tại tuyến Hoà Bình và Sơn Tây được tổng hợp ở bảng 2.2.

Để xem xét quy luật dòng chảy kiệt tại các sông nhánh và sông chính của hệ thống sông Hồng, trước hết vẽ đường tần suất tại các trạm Hoà Bình (trên sông Đà), Yên Bái (trên sông Thao), Vụ Quang (trên sông Lô) và Sơn Tây (trên sông Hồng) với số liệu sau khi đã khôi phục. Thời gian kiệt tính cho hai trường hợp: 7 tháng mùa kiệt (từ tháng 11 đến tháng 5 năm sau) và 5 tháng kiệt (từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau, là thời kỳ cấp nước căng thẳng cho vùng hạ du).

Đường tần suất được xây dựng trên cơ sở tài liệu thực đo từ năm 1960 đến nay sau khi đã khôi phục tài liệu do bị ảnh hưởng điều tiết của các hồ chứa. Các thông số thống kê các trạm đo trên được thống kê trong bảng 2.3.

**BẢNG 2.2. DÒNG CHảy TẠI TUYẾN SƠN TÂY VÀ HOÀ BÌNH 5 THÁNG MÙA KIỆT  
(TỪ THÁNG 12 ĐẾN THÁNG 4)**

**TRẠNG THÁI TỰ NHIÊN VÀ CÓ ĐIỀU TIẾT CỦA HỒ HOÀ BÌNH**

STT	Năm	Hoà Bình			Sơn Tây		
		Thực đo	Khôi phục	Tần suất P(%) (Sau khi đã phục hồi)	Thực đo	Khôi phục	Tần suất P(%) (Sau khi đã phục hồi)
1	1988–1989	336	317	97,0	814	912	94
2	1989–1990	537	461	65,0	1749	1496	15
3	1990–1991	546	391	85,0	1191	1107	70
4	1991–1992	603	608	20,0	1126	1401	24
5	1992–1993	711	424	75,0	1117	1068	76
6	1993–1994	711	410	80,0	1085	980	83
7	1994–1995	909	585	24,0	2047	1461	21
8	1995–1996	746	492	55,0	2021	1248	50
9	1996–1997	978	716	4,0	1480	1807	1,5
10	1997–1998	927	688	7,0	1950	1537	11
11	1998–1999	776	451	65,0	903	1046	80
12	1999–2000	1058	710	3,5	1389	1603	7
13	2000–2001	860	605	20,0	1245	1420	23
14	2001–2002	968	554	30,0	1228	1323	35
15	2002–2003	1124	735	3,0	1388	1591	8
16	2003–2004	765	423	78,0	1137	1006	85
17	2004–2005	753	455	65,0	1446	1053	77

**BẢNG 2.3. CÁC THÔNG SỐ THỐNG KÊ DÒNG CHẢY MÙA KIỆT**

Thời kỳ	Đặc trưng thống kê	Qk Sơn Tây	Qk Hoà Bình	Qk Yên Bai	Qk Vụ Quang
Từ tháng 11 đến tháng 5 năm sau (7 tháng mùa kiệt)	Qbq	1596	664	379	510
	Cv	0,19	0,22	0,21	0,21
	Cs	0,38	0,44	0,42	0,42
Tỷ lệ lưu lượng % so với Sơn Tây		100	41,6	23,7	32,0
Từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau (5 tháng mùa kiệt)	Qbq	1243	506	305	406
	Cv	0,19	0,22	0,20	0,26
	Cs	0,49	0,41	0,65	1,00
Tỷ lệ lưu lượng % so với Sơn Tây		100	40,8	24,5	32,7

**2.3.2. Phân tích chế độ dòng chảy mùa kiệt và lựa chọn các năm kiệt đại biểu**

Dòng chảy mùa kiệt trên sông Hồng tại Sơn Tây được hình thành do các tổ hợp khác nhau của dòng chảy trên các sông nhánh (sông Lô, sông Đà và sông Thao), bởi vậy tần suất xuất hiện của một giá trị dòng chảy mùa kiệt tại Sơn Tây không trùng với tần suất xuất hiện của dòng chảy mùa kiệt trên các nhánh sông. Tuy nhiên, nếu lấy trung bình các giá trị dòng chảy mùa kiệt thì dòng chảy kiệt của sông Đà tại Hòa Bình chiếm khoảng  $40,0 \div 43,0\%$ ; sông Lô tại Vụ Quang chiếm khoảng  $32,0 \div 33,0\%$ ; sông Thao tại Yên Bai chiếm khoảng  $23,0 \div 25,0\%$ ; khu giữa chiếm khoảng từ  $2,0 \div 5,0\%$  (xem bảng 2.3).

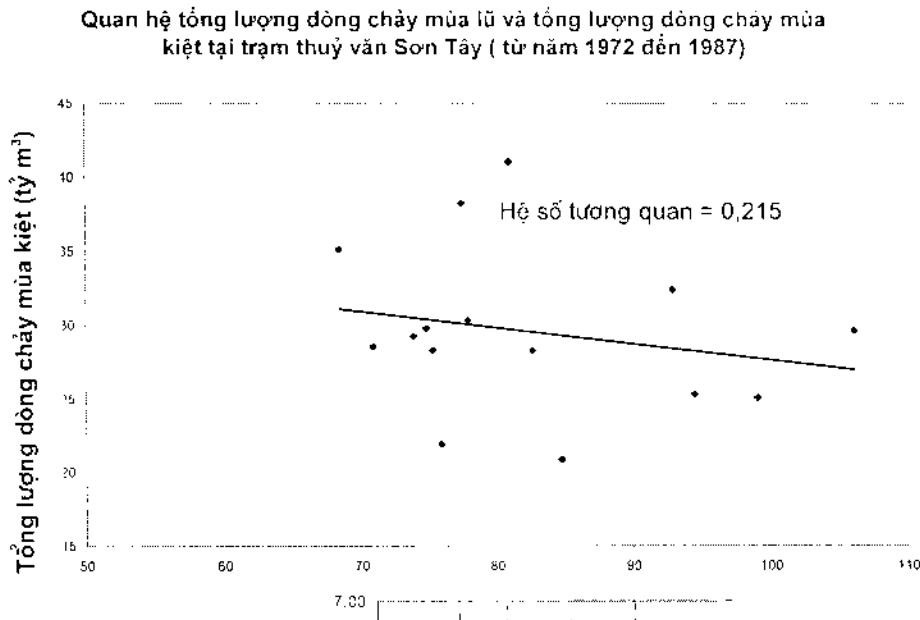
Từ tài liệu thực đo sau khi phục hồi có thể chọn ra những năm kiệt điển hình tại tuyến Sơn Tây, đây là những năm có tần suất dòng chảy các tháng mùa kiệt dao động trong khoảng từ 70% đến 90%. Trong bảng 2.4 liệt kê lưu lượng bình quân 5 tháng mùa kiệt (từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau) những năm gần đây trên các tuyến đo trên hệ thống sông Hồng tương ứng với các tần suất trên.

**BẢNG 2.4. LƯU LƯỢNG BÌNH QUÂN 5 THÁNG KIỆT (ĐÃ KHÔI PHỤC) CỦA CÁC NĂM KIỆT  
TỪ THÁNG 12 ĐẾN THÁNG 4 NĂM SAU**

TT	Năm	Sơn Tây		Hoà Bình		Yên Bai		Vụ Quang	
		Q( $m^3/s$ )	P%						
1	1990–1991	1107	70	391	85	261	75	515	15
2	1992–1993	1068	76	424	75	228	92	395	47
3	1993–1994	980	83	410	80	177	97	356	65
4	1998–1999	1046	80	451	65	230	90	305	85
5	2003–2004	1006	85	423	78	247	82	306	85
6	2004–2005	1053	77	455	65	234	90	235	97

Nói chung, với năm cụ thể khi tổng lũ dòng chảy mùa lũ lớn thì dòng chảy của mùa kiệt tiếp theo sẽ phong phú hơn. Tuy nhiên tương quan dòng chảy mùa lũ và mùa kiệt thường không chặt chẽ (xem hình 2.3). Vì vậy, đối với những năm đã chọn để phân tích

Ảnh hưởng của các hồ chứa thượng nguồn và sẽ được chọn làm cơ sở thiết lập các kịch bản điều hành, cần thiết phải đánh giá lượng dòng chảy năm và so sánh với dòng chảy thiết kế tần suất 75% và 85%. Trong bảng 2.5 thống kê lưu lượng bình quân năm của những năm này và so sánh với lưu lượng bình quân năm ứng với hai tần suất trên.



Hình 2.3. Quan hệ tổng lượng dòng chảy mùa lũ và mùa kiệt theo tài liệu đo đạc thủy văn tại trạm thuỷ văn Sơn Tây từ năm 1972 đến 1987

**BẢNG 2.5. SO SÁNH LƯU LƯỢNG BÌNH QUÂN NĂM CÁC NĂM ĐẶC TRƯNG SO VỚI LƯU LƯỢNG BÌNH QUÂN NĂM TẦN SUẤT 75% VÀ 85% TẠI SƠN TÂY (SAU KHI PHỤC HỒI)**

Năm đặc trưng	Lưu lượng bình quân năm	Dòng chảy năm ứng với các tần suất		Dòng chảy mùa kiệt	
	Q <sub>năm</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>75%</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>85%</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q(m <sup>3</sup> /s)	P%
1990–1991	3455			1107	70
1992–1993	2794			1068	76
1993–1994	2941	3251	3088	980	83
1998–1999	3752			1046	80
2003–2004	3025			1006	85
2004–2005	2703			1053	77

Theo thống kê ở bảng 2.5 cho thấy chỉ có 2 năm 1990 – 1991 và 1998 – 1999 có dòng chảy năm lớn hơn dòng chảy thiết kế, các năm còn lại hoặc nhỏ hơn hoặc xấp xỉ dòng chảy năm tần suất 85%. Tuy nhiên, với tất cả những năm này hồ chứa Hòa Bình

đều phải xả lũ và vẫn tích được đến mức nước dâng bình thường (xem phần tính điều tiết ở chương sau). Bởi vậy, chỉ cần xem xét sự bất lợi về mùa kiệt. Mặt khác, trong thực tế vận hành thì cũng chính những năm này là những năm gây khó khăn cho việc cấp nước ở hạ du.

Sau đây sẽ phân tích đặc điểm sự hình thành dòng chảy kiệt của những năm này.

#### a) Dòng chảy kiệt năm 1990 – 1991

Đây là năm mà dòng chảy kiệt tại Sơn Tây tương ứng với tần suất 70%, trên sông Đà tại Hòa Bình  $P = 85\%$ , trên sông Thao  $P = 75\%$ , nhưng trên sông Lô dòng chảy kiệt tại Vụ Quang lớn (ứng với tần suất xuất hiện 15%). Các giá trị bình quân, tỷ lệ lưu lượng so với Sơn Tây và tần suất xuất hiện dòng chảy kiệt của năm 1990 – 1991 được thống kê trong bảng 2.6. Đây cũng là năm trên sông Đà dòng chảy thuộc năm rất kiệt nhưng trên sông Lô dòng chảy rất lớn nên các hồ chứa trên sông Đà và hệ thống sông Lô có thể hỗ trợ nhau trong quá trình điều tiết cấp nước.

**BẢNG 2.6. CÁC ĐẶC TRƯNG DÒNG CHảy 5 THÁNG KIỆT  
TRÊN HỆ THỐNG SÔNG, NĂM 1990 – 1991**

Trạm	Lưu lượng bình quân 5 tháng kiệt $Q_k$ ( $m^3/s$ )	Tỷ lệ % so với $Q_k$ Sơn Tây	Tần suất P% tương ứng
Hòa Bình	391	35,3%	85%
Yên Bái	261	23,6%	75%
Vụ Quang	515	46,5%	15%
Sơn Tây	1107		70%

#### b) Năm 1992 – 1993

Đây là trường hợp mà dòng chảy kiệt trên sông Đà thuộc năm kiệt bình thường, trên sông Lô dòng chảy kiệt ở mức trung bình, và sông Thao rất kiệt, cũng là năm mà các hồ chứa trên sông Lô có thể hỗ trợ các hồ chứa trên sông Đà điều tiết cấp nước, tuy nhiên mức độ căng thẳng ở mức vừa phải. Các giá trị bình quân, tỷ lệ lưu lượng so với Sơn Tây và tần suất xuất hiện dòng chảy kiệt của năm 1992 – 1993 được thống kê trong bảng 2.7.

**BẢNG 2.7. CÁC ĐẶC TRƯNG DÒNG CHảy 5 THÁNG KIỆT  
TRÊN HỆ THỐNG SÔNG, NĂM 1992 – 1993**

Trạm	Lưu lượng bình quân 5 tháng kiệt $Q_k$ ( $m^3/s$ )	Tỷ lệ % so với $Q_k$ Sơn Tây	Tần suất P% tương ứng
Hòa Bình	424	39,3%	75%
Yên Bái	228	21,3%	92%
Vụ Quang	395	37,0%	47%
Sơn Tây	1068		76%

#### c) Năm 1993 – 1994

Đây là trường hợp mà dòng chảy kiệt trên sông Đà thuộc năm kiệt, trên sông Lô

dòng chảy kiệt ở mức trung bình, còn trên sông Thao và sông Hồng là năm rất kiệt. Các giá trị bình quân, tỷ lệ lưu lượng so với Sơn Tây và tần suất xuất hiện dòng chảy kiệt của năm 1993 – 1994 được thống kê trong bảng 2.8.

**BẢNG 2.8. CÁC ĐẶC TRƯNG DÒNG CHÁY 5 THÁNG KIỆT  
TRÊN HỆ THỐNG SÔNG, NĂM 1993 – 1994**

Trạm	Lưu lượng bình quân 5 tháng kiệt $Q_k$ ( $m^3/s$ )	Tỷ lệ % so với $Q_k$ Sơn Tây	Tần suất P% tương ứng
Hoà Bình	410	41,8%	80%
Yên Bái	177	18,1%	97%
Vụ Quang	356	36,3%	65%
Sơn Tây	980		83%

**d) Năm 1998 – 1999**

Đây là trường hợp mà dòng chảy kiệt trên sông Đà thuộc năm nước trung bình, trên sông Lô và sông Thao dòng chảy rất kiệt, còn trên sông Hồng là năm kiệt  $P = 80\%$ . Các giá trị bình quân, tỷ lệ lưu lượng so với Sơn Tây và tần suất xuất hiện dòng chảy kiệt của năm 1998 – 1999 được thống kê trong bảng 2.9.

**BẢNG 2.9. CÁC ĐẶC TRƯNG DÒNG CHÁY 5 THÁNG KIỆT  
TRÊN HỆ THỐNG SÔNG, NĂM 1998 – 1999**

Trạm	Lưu lượng bình quân 5 tháng kiệt $Q_k$ ( $m^3/s$ )	Tỷ lệ % so với $Q_k$ Sơn Tây	Tần suất P% tương ứng
Hoà Bình	451	43,1%	65%
Yên Bái	230	22,0%	90%
Vụ Quang	305	29,2%	85%
Sơn Tây	1046		80%

**e) Năm 2003 – 2004**

Trên sông Hồng là năm rất kiệt. Trên sông Đà, sông Thao và sông Lô thuộc năm rất kiệt. Đây là năm có tổ hợp dòng chảy rất bất lợi cho điêu hành cấp nước hạ du vì dòng chảy mùa kiệt các sông thượng nguồn đều rất kiệt. Các giá trị bình quân, tỷ lệ lưu lượng so với Sơn Tây và tần suất xuất hiện dòng chảy kiệt của năm 2003 – 2004 được thống kê trong bảng 2.10.

**BẢNG 2.10. CÁC ĐẶC TRƯNG DÒNG CHÁY 5 THÁNG KIỆT  
TRÊN HỆ THỐNG SÔNG, NĂM 2003 – 2004**

Trạm	Lưu lượng bình quân 5 tháng kiệt $Q_k$ ( $m^3/s$ )	Tỷ lệ % so với $Q_k$ Sơn Tây	Tần suất P% tương ứng
Hoà Bình	423	42,0%	78%
Yên Bái	247	24,6%	82%
Vụ Quang	306	30,4%	85%
Sơn Tây	1006		85%

### f) Năm 2004 – 2005

Trên sông Hồng là năm kiệt  $P = 77\%$ . Trên sông Đà thuộc năm kiệt trung bình, trên sông Thao và sông Lô thuộc năm rất kiệt. Đây cũng là năm có tổ hợp bất lợi, trên sông Lô và sông Thao dòng chảy cạn kiệt, đặc biệt trên sông Lô. Tuy nhiên, do trên sông Đà dòng chảy thuộc loại kiệt trung bình nên có thể hỗ trợ cho việc cấp nước hạ du. Các giá trị bình quân, tỷ lệ lưu lượng so với Sơn Tây và tần suất xuất hiện dòng chảy kiệt của năm 2004 – 2005 được thống kê trong bảng 2.11.

**BẢNG 2.11. CÁC ĐẶC TRƯNG DÒNG CHảy 5 THÁNG KIỆT  
TRÊN HỆ THỐNG SÔNG, NĂM 2004 – 2005**

Trạm	Lưu lượng bình quân 5 tháng kiệt $Q_k$ ( $m^3/s$ )	Tỷ lệ % so với $Q_k$ Sơn Tây	Tần suất P% tương ứng
Hoà Bình	455	42,2%	65%
Yên Bái	234	21,7%	90%
Vụ Quang	235	21,8%	97%
Sơn Tây	1053		77%

Những năm thống kê trong bảng 2.4 là những năm kiệt điển hình tại Sơn Tây sẽ được chọn để phân tích tính toán chế độ vận hành hệ thống trong thời kỳ mùa kiệt.

Theo bảng 2.4 có những nhận xét như sau:

1. Những năm này dòng chảy mùa kiệt tại Sơn Tây dao động trong khoảng từ 75% đến 85%, là những năm cần nghiên cứu chế độ vận hành cấp nước hạ du. Bảng 2.4 thể hiện các tổ hợp khác nhau về chế độ dòng chảy kiệt trên hệ thống sông. Những năm được chọn trên đây thể hiện tương đối đầy đủ những tổ hợp khác nhau của bài toán điều hành các hồ chứa thương mại nguồn cấp nước hạ du.

2. Các hồ chứa Hòa Bình, Tuyên Quang, Thác Bà và Sơn La đều có tần suất thiết kế phát điện là 90%. Những năm chọn trên đây có đủ các năm đặc trưng nước lớn, trung bình kiệt và rất kiệt trên các nhánh sông: Trên sông Lô và sông Thao tần suất nước đến mùa kiệt lớn nhất khoảng 85%, riêng mùa kiệt năm 2004 – 2005 trên sông Lô và sông Thao thuộc năm rất kiệt (trên sông Thao  $P = 90\%$ ; sông Lô tại Vụ Quang  $P = 97\%$ ).

3. Trên sông Thao, ngoại trừ năm 1990 – 1991, các năm còn lại có dòng chảy kiệt thuộc năm rất kiệt. Nguyên nhân của hiện tượng này có thể là do bản thân những năm có lượng mưa mùa lũ nhỏ, cũng có thể ở trên thượng nguồn phía Trung Quốc đã có sự chuyển nước về lưu vực khác.

4. Với 6 năm đã chọn có 3 năm là 1993 – 1994, 1998 – 1999, 2003 – 2004 là những năm rất kiệt tại Sơn Tây ứng với tần suất 83%, 80% và 85%, 3 năm còn lại tương ứng với tần suất xấp xỉ 75% là những năm kiệt (là các năm 1990 – 1991, 1992 – 1993, 2004 – 2005).

5. Trên tuyến sông Lô từ năm 1990 đến 1994 là những năm nhiều nước, các năm

còn lại (từ 1998 đến nay) thuộc nhóm năm kiệt hoặc rất kiệt. Trong khi đó trên tuyến sông Đà, dòng chảy các năm 1990 đến 1994 lại thuộc loại các năm kiệt hoặc rất kiệt, những năm còn lại thuộc năm kiệt trung bình; còn trên sông Thao tất cả các năm đều thuộc năm rất kiệt (trừ mùa kiệt năm 1990 – 1991). Đây là hai kiểu đặc trưng khi phân tích các tổ hợp khác nhau về điều tiết cấp nước của các hồ chứa trên hệ sông Đà và sông Lô + sông Chảy.

6. Trong những năm rất kiệt tại Sơn Tây thì mùa kiệt 2003 – 2004 và mùa kiệt năm 1993 – 1994 là những năm có tổ hợp kiệt bất lợi nhất khi các hồ chứa Hoà Bình và Tuyên Quang có nhiệm vụ gia tăng cấp nước cho hạ du.

7. Trong các năm gần đây thì mùa kiệt 2004 – 2005 được coi là năm ảnh hưởng lớn đến khả năng cấp nước của các công trình ở đồng bằng sông Hồng. Năm 2004 – 2005 là năm mà dòng chảy kiệt tại Sơn Tây là 77%, tại Hoà Bình là 65%, nhưng trên sông Lô và sông Thao dòng chảy rất kiệt, tại Yên Bai là 90%, tại Vụ Quang là 97%. Trong hai tháng 1 + 2 dòng chảy sông Hồng tại Sơn Tây nhỏ, dòng chảy trên sông Lô và Thao rất kiệt, nhưng do chế độ điều tiết nước của hồ Hoà Bình chưa hợp lý nên ảnh hưởng lớn đến khả năng cấp nước của các công trình ở hạ du.

8. Đối với những năm mà dòng chảy kiệt trên sông Đà rất kiệt sẽ ảnh hưởng lớn đến hoạt động cấp nước tưới vùng hạ du, đó là các năm 1990 – 1991, 1993 – 1994 và 2003 – 2004.

## 2.4. Hiện trạng vận hành các hồ chứa Hoà Bình, Thác Bà thời kỳ mùa kiệt

### 2.4.1. Phân tích chế độ điều tiết của hồ Hoà Bình trong thời kỳ mùa kiệt

Từ năm 1988 cho đến nay, hồ Hoà Bình đã có những đóng góp quyết định trong việc cấp nước cho hạ du trên lưu vực sông Hồng thời kỳ mùa kiệt.

Từ năm 1988 đến nay, ngoại trừ mùa kiệt năm 1988 – 1989 và năm 1991 – 1992, thi tất cả những năm còn lại hồ Hoà Bình đều bổ sung đáng kể làm tăng lượng dòng chảy trong mùa kiệt cho hạ lưu sông Đà. Nhiều nhất là năm 2001 – 2002 với 5,397 tỷ m<sup>3</sup>, tiếp theo là mùa kiệt năm 2002 – 2003 với 5,077 tỷ m<sup>3</sup> và ít nhất là năm 1989 – 1990 với 996 triệu m<sup>3</sup>. Trong đó, với năm rất kiệt tương ứng với dòng chảy kiệt tần suất P > 85% tại Sơn Tây là các năm 1993 – 1994, 1998 – 1999 và năm 2003 – 2004, hồ Hoà Bình đã bổ sung lượng nước rất lớn lần lượt là 3,924 tỷ m<sup>3</sup>, 4,24 tỷ m<sup>3</sup> và 4,464 tỷ m<sup>3</sup>. Còn đối với những năm kiệt 75% tại Sơn Tây là các năm 1990 – 1991, 1992 – 1993 và 2004 – 2005, lượng dòng chảy kiệt được bổ sung từ hồ Hoà Bình tương ứng là 2,019 tỷ m<sup>3</sup>; 3,75 tỷ m<sup>3</sup> và 3,888 tỷ m<sup>3</sup>.

Trong bảng 2.12 thống kê lưu lượng thực tế bình quân tháng xả xuống hạ du và lưu lượng tính toán theo công suất đảm bảo (lưu lượng đảm bảo) các tháng mùa kiệt từ năm 1990 đến năm 2005. Lưu lượng đảm bảo được tính theo chương trình tính toán thuỷ năng TN1 của Bộ môn Thuỷ văn công trình. Bảng 2.13 thống kê lưu lượng thực tế

bình quân ngày (theo tài liệu đo đạc tại trạm thuỷ văn Bến Ngọc) và lưu lượng tính toán theo công suất đảm bảo hai tháng mùa kiệt các năm kiệt đặc trưng.

Theo thống kê ở bảng 2.12, bảng 2.13 có thể rút ra những nhận xét sau đây:

1. Để phát điện theo công suất đảm bảo, trong thời kỳ mùa kiệt lưu lượng qua nhà máy thuỷ điện của hồ Hoà Bình không thể nhỏ hơn  $600m^3/s$ . Theo tính toán thống kê ở bảng 2.12, để có thể phát được công suất đảm bảo lưu lượng qua nhà máy vào hai tháng 1 và 2 thường phải lớn hơn  $630m^3/s$  và sẽ tăng lên vào những tháng sau (do đầu nước giảm). Theo tính toán trong giai đoạn thiết kế kỹ thuật khi dòng chảy đến hồ ứng với tần suất thiết kế  $P = 90\%$ , để phát được công suất đảm bảo thì lưu lượng qua nhà máy không được nhỏ hơn  $600m^3/s$ . Bởi vậy, việc quy định "các tháng mùa kiệt hồ Hoà Bình phải xả xuống hạ lưu một lưu lượng không nhỏ hơn  $600m^3/s$ " cũng có nghĩa là hồ không được phát với công suất nhỏ hơn công suất đảm bảo.

2. Vào những năm kiệt, trong thời kỳ cấp nước khẩn trương nhất, thường là thời kỳ đổ ải vào tháng 1 và tháng 2 hằng năm, hồ Hoà Bình đã xả xuống hạ lưu một giá trị lưu lượng lớn hơn hoặc bằng  $600m^3/s$  theo đúng thiết kế ban đầu (tính theo lưu lượng bình quân ngày), ngoại trừ năm 1990 – 1991 (tần suất nước đến hồ  $P = 82\%$ ), mặc dù với lưu lượng xả như vậy chưa đáp ứng yêu cầu cấp nước hạ du.

3. Vào những năm có dòng chảy bình quân mùa kiệt có tần suất nằm trong khoảng từ 65% : 85%, theo thống kê trong bảng 2.12 và 2.13 cho thấy lưu lượng xả lớn nhất xuống hạ du bình quân tháng 1 + 2 của hồ Hoà Bình không vượt quá giá trị từ  $800m^3/s$  đến  $850m^3/s$ , lớn hơn lưu lượng đảm bảo cùng thời kỳ không quá khoảng  $150m^3/s$ , thậm chí, trong 6 năm nước kiệt đã thống kê ở trên có đến 4 năm có lưu lượng xả xuống hạ du nhỏ hơn hoặc xấp xỉ lưu lượng đảm bảo. Việc tăng lưu lượng xả xuống hạ du trong thời kỳ này lên trên  $950m^3/s$  chỉ tồn tại trong vài ngày (xem bảng 2.12).

#### **2.4.2. Phân tích chế độ điều tiết của hồ Thác Bà trong thời kỳ mùa kiệt**

Hồ Thác Bà là hồ điều tiết nhiều năm theo thiết kế ban đầu không quy định rõ nhiệm vụ phòng lũ cho hạ du. Tuy nhiên, sau khi hồ được xây dựng, trong giai đoạn vận hành đã quy định dành 450 triệu  $m^3$  để phòng lũ và mùa kiệt cần xả xuống hạ du với lưu lượng không nhỏ hơn  $80m^3/s$  (khi gấp năm kiệt tần suất  $P = 90\%$ ) để đảm bảo cấp nước cho hạ du.

Sau khi nâng cấp (năm 1977), quy định hồ Thác Bà xả xuống hạ du không nhỏ hơn  $140m^3/s$  thay vì  $80m^3/s$  theo thiết kế kỹ thuật trước đây. Cũng cần nói thêm là việc quy định tăng lưu lượng tối thiểu xả xuống hạ du thời kỳ mùa kiệt là do công suất lắp máy của nhà máy tăng lên và các giá trị lưu lượng tối thiểu này cũng chính là các lưu lượng cần xả qua nhà máy để đạt được công suất đảm bảo chứ không hoàn toàn do yêu cầu cấp nước hạ du, cũng tương tự như đã quy định đối với hồ Hoà Bình. Điều đó cũng có nghĩa là, trong thời gian mùa kiệt, hồ Thác Bà tối thiểu phải xả xuống hạ du lưu lượng bằng lưu lượng đảm bảo theo công suất phát điện.

**BẢNG 2.12. LƯU LƯỢNG BÌNH QUÂN THÁNG THỰC ĐO VÀ TÍNH TOÁN THEO CÔNG SUẤT  
ĐẢM BẢO XÃ XUỐNG HẠ DU CỦA HỒ HOÀ BÌNH TỪ NĂM 1991 ĐẾN NĂM 2005**

Năm	Đặc trưng	Lưu lượng bình quân tháng					Tần suất dòng chảy 5 tháng mùa kiệt P%
		1	2	3	4	5	
1990–1991	Lưu lượng xả thực tế	516	463	526	553	500	85,0
	Tính theo công suất đảm bảo	652	686	741	828	913	
	Q thực tế – Q đảm bảo	-136	-223				
1991–1992	Lưu lượng xả thực tế	636	572	557	522	559	20,0
	Tính theo công suất đảm bảo	720	644	628	662	670	
1992–1993	Lưu lượng xả thực tế	720	807	746	762	738	75,0
	Tính theo công suất đảm bảo	644	679	724	791	829	
	Q thực tế – Q đảm bảo	76	128				
1993–1994	Lưu lượng xả thực tế	754	731	724	678	798	80,0
	Tính theo công suất đảm bảo	640	677	725	792	815	
	Q thực tế – Q đảm bảo	114	54				
1994–1995	Lưu lượng xả thực tế	795	819	1030	941	883	24,0
	Tính theo công suất đảm bảo	634	634	659	695	702	
1995–1996	Lưu lượng xả thực tế	648	586	745	1073	1508	55,0
	Tính theo công suất đảm bảo	628	653	694	722	673	
	Q thực tế – Q đảm bảo	20	-67				
1996–1997	Lưu lượng xả thực tế	878	903	945	1430	1229	4,0
	Tính theo công suất đảm bảo	631	646	644	837	883	
1997–1998	Lưu lượng xả thực tế	780	863	873	1190	1090	7,0
	Tính theo công suất đảm bảo	628	636	638	666	1027	
1998–1999	Lưu lượng xả thực tế	771	705	983	938	1360	65,0
	Tính theo công suất đảm bảo	651	683	721	755	687	
	Q thực tế – Q đảm bảo	120	22				
1999–2000	Lưu lượng xả thực tế	1070	907	962	1260	1540	3,5
	Tính theo công suất đảm bảo	669	714	670	634	1205	
2000–2001	Lưu lượng xả thực tế	814	904	869	1036	1628	20,0
	Tính theo công suất đảm bảo	706	633	651	683	1178	
2001–2002	Lưu lượng xả thực tế	890	871	988	1040	1860	3,0
	Tính theo công suất đảm bảo	653	643	676	716	643	
2002–2003	Lưu lượng xả thực tế	1290	972	1160	1210	1300	3,0
	Tính theo công suất đảm bảo	817	631	653	683	701	
2003–2004	Lưu lượng xả thực tế	740	919	711	734	1850	78,0
	Tính theo công suất đảm bảo	678	729	825	931	827	
	Q thực tế – Q đảm bảo	62	190				
2004–2005	Lưu lượng xả thực tế	734	619	776	783	712	65,0
	Tính theo công suất đảm bảo	650	695	715	728	750	
	Q thực tế – Q đảm bảo	84	-76				

**BẢNG 2.13. CHÊNH LỆCH LƯU LƯỢNG BÌNH QUÂN NGÀY XÂM XƯƠNG HẠ DU  
HAI THÁNG 1 VÀ 2 GIỮA LƯU LƯỢNG THỰC ĐO (XÂM THỰC TẾ)  
VÀ LƯU LƯỢNG TÍNH THEO CÔNG SUẤT ĐẨM BẢO Np**

**a) Năm 1991 và năm 1993**

Ngày	Năm 1991						Năm 1993					
	Tháng 1			Tháng 2			Tháng 1			Tháng 2		
	Theo Np	Thực đo	Chênh lệch	Theo Np	Thực đo	Chênh lệch	Theo Np	Thực đo	Chênh lệch	Theo Np	Thực đo	Chênh lệch
1	630	488	-142	649	499	-150	720	657	-63	644	822	178
2	631	515	-116	650	509	-141	677	657	-20	645	961	316
3	631	534	-97	650	524	-126	650	650	0	646	939	293
4	632	528	-104	651	521	-130	631	657	26	647	918	271
5	632	521	-111	651	515	-136	624	748	124	648	950	302
6	633	515	-118	652	499	-153	624	690	66	649	961	312
7	633	478	-155	652	509	-143	625	698	73	650	929	279
8	633	504	-129	653	515	-138	625	661	36	651	945	294
9	633	528	-105	654	404	-250	626	683	57	652	956	304
10	634	509	-125	655	385	-270	626	698	72	653	869	216
11	635	662	27	656	382	-274	627	683	56	653	788	135
12	635	521	-114	657	409	-248	627	690	63	654	765	111
13	636	496	-140	657	439	-218	628	698	70	655	761	106
14	636	499	-137	658	446	-212	629	702	73	656	722	66
15	637	521	-116	659	453	-206	630	694	64	657	727	70
16	638	499	-139	661	428	-233	630	714	84	659	731	72
17	638	488	-150	662	428	-234	631	731	100	660	743	83
18	639	469	-170	663	465	-198	632	731	99	661	731	70
19	640	531	-109	664	446	-218	633	739	106	662	739	77
20	640	493	-147	665	474	-191	634	770	136	663	739	76
21	641	496	-145	666	478	-188	634	727	93	664	722	58
22	641	515	-126	667	447	-220	635	765	130	665	731	66
23	642	518	-124	668	458	-210	636	848	212	666	748	82
24	643	512	-131	670	456	-214	637	752	115	667	727	60
25	644	534	-110	671	472	-199	638	718	80	668	739	71
26	644	506	-138	672	472	-200	639	743	104	669	765	96
27	645	515	-130	673	456	-217	639	756	117	670	761	91
28	646	524	-122	675	462	-213	640	743	103	671	706	35
29	647	540	-107				641	784	143			
30	648	528	-120				642	784	142			
31	648	521	-127				643	748	105			

**BẢNG 2.13. CHÈNH LỆCH LƯU LƯỢNG BÌNH QUÂN NGÀY XÁ XUỐNG HẠ DU  
HAI THÁNG 1 VÀ 2 GIỮA LƯU LƯỢNG THỰC ĐO (XÁ THỰC TẾ)  
VÀ LƯU LƯỢNG TÍNH THEO CÔNG SUẤT ĐÀM BẢO Np**

*b) Năm 1994 và năm 1999*

Ngày	Năm 1994						Năm 1999					
	Tháng 1			Tháng 2			Tháng 1			Tháng 2		
	Theo Np	Thực đo	Chênh lệch	Theo Np	Thực đo	Chênh lệch	Theo Np	Thực đo	Chênh lệch	Theo Np	Thực đo	Chênh lệch
1	625	722	97	640	750	110	630	512	-118	646	958	312
2	625	704	79	641	768	127	631	470	-161	646	958	312
3	626	682	56	642	773	131	631	440	-191	647	994	347
4	626	691	65	643	727	84	632	533	-99	648	958	310
5	626	674	48	644	768	124	632	606	-26	649	790	141
6	627	687	60	645	700	55	632	738	106	649	886	237
7	627	696	69	646	654	8	633	732	99	650	755	105
8	627	704	77	647	608	-39	633	749	116	651	862	211
9	628	682	54	648	691	43	634	767	133	652	964	312
10	628	709	81	649	731	82	634	720	86	653	790	137
11	628	722	94	650	638	-12	635	856	221	653	732	79
12	629	662	33	651	650	-1	635	844	209	654	755	101
13	629	704	75	652	682	30	636	874	238	655	617	-38
14	629	718	89	653	700	47	636	916	280	656	470	-186
15	630	773	143	654	759	105	636	826	190	657	533	-124
16	630	792	162	655	796	141	637	767	130	658	709	51
17	631	782	151	656	787	131	637	662	25	659	507	-152
18	631	740	109	657	773	116	638	814	176	660	410	-250
19	632	806	174	658	750	92	638	928	290	661	445	-216
20	632	830	198	659	696	37	639	904	265	661	481	-180
21	633	849	216	660	713	53	639	946	307	662	502	-160
22	633	825	192	662	745	83	640	790	150	663	606	-57
23	634	787	153	663	759	96	640	874	234	664	720	56
24	634	806	172	664	773	109	641	720	79	665	639	-26
25	635	880	245	666	768	102	641	802	161	666	628	-38
26	636	815	179	667	763	96	642	832	190	667	691	24
27	636	801	165	668	777	109	642	892	250	668	732	64
28	637	787	150	671	782	111	643	814	171	669	645	-24
29	638	806					643	844	201			
30	639	782					644	886	242			
31	640	768					645	850	205			

**BẢNG 2.13. CHÊNH LỆCH GIÁ TRỊ BÌNH QUÂN NGÀY XẢ XUỐNG HẠ DU  
TRONG HAI THÁNG 1 VÀ 2 GIỮA LƯU LƯỢNG THỰC ĐO (XẢ THỰC TẾ)  
VÀ LƯU LƯỢNG TÍNH THEO CÔNG SUẤT ĐẨM BẢO Np**

c) 2004 và năm 2005

Ngày	Năm 2004						Năm 2005					
	Tháng 1			Tháng 2			Tháng 1			Tháng 2		
	Theo Np	Thực đo	Chênh lệch	Theo Np	Thực đo	Chênh lệch	Theo Np	Thực tế	Chênh lệch	Theo Np	Thực đo	Chênh lệch
1	640	626	-14	664	904	240	631	586	-45	643	874	231
2	641	761	120	665	1010	345	632	599	-33	644	844	200
3	641	766	125	666	924	258	632	710	78	644	863	219
4	642	690	48	667	853	186	633	653	20	645	628	-17
5	643	873	230	668	950	282	633	642	9	645	619	-26
6	643	658	15	669	961	292	634	642	8	646	503	-143
7	644	681	37	670	888	218	634	661	27	646	625	-21
8	644	790	146	672	833	161	634	622	-12	647	719	72
9	645	732	87	673	833	160	635	699	64	647	752	105
10	646	888	242	674	858	184	635	670	35	647	535	-112
11	647	756	109	675	945	270	636	665	29	648	529	-119
12	647	761	114	676	950	274	636	668	32	648	512	-136
13	648	819	171	677	924	247	636	623	-13	649	755	106
14	649	853	204	678	728	50	637	612	-25	649	762	113
15	650	848	198	680	667	-13	637	531	-106	650	913	263
16	650	723	73	681	858	177	637	541	-96	650	967	317
17	651	695	44	682	1090	408	637	606	-31	651	805	154
18	652	617	-35	684	883	199	638	592	-46	651	636	-15
19	653	548	-105	685	838	153	638	635	-3	652	634	-18
20	653	608	-45	686	824	138	638	849	211	653	485	-168
21	654	766	112	688	771	83	639	911	272	653	646	-7
22	655	771	116	689	824	135	639	851	212	654	650	-4
23	656	603	-53	691	853	162	639	839	200	655	693	38
24	657	603	-54	692	898	206	640	915	275	656	711	55
25	658	589	-69	694	853	159	640	929	289	656	744	88
26	659	686	27	695	1020	325	640	936	296	657	696	39
27	660	771	111	697	1040	343	641	999	358	658	491	-167
28	660	771	111	699	935	236	641	939	298	659	606	-53
29	661	828	167	700	819	119	642	936	294			
30	662	898	236				642	773	131			
31	663	976	313				643	934	291			

Từ khi đưa vào vận hành rất ít khi hồ chứa đầy hồ và hầu như tất cả các năm đều đạt mực nước chết hoặc dưới mực nước chết. Trong bảng 2.14 thống kê 26 năm (không liên tục) từ năm 1977 đến nay cho thấy chỉ có 8 năm hồ đạt mực nước dâng bình thường (58,0m); có 11 năm mực nước hồ xuống dưới mực nước chết (46,0m) và không có năm nào ở cuối mùa kiệt mực nước hồ đạt cao trình xả hằng năm (50,3m). Như vậy, hầu như năm nào hồ cũng sử dụng hết phần dung tích điều tiết nhiều năm.

Trong quá trình vận hành, từ năm 1977 đến năm 2006, trong hai tháng 1 và 2, có nhiều năm hồ Thác Bà đã xả xuống hạ du lưu lượng vượt hoặc xấp xỉ  $140\text{m}^3/\text{s}$  mặc dù mực nước trong hồ không lớn, nhưng lại có nhiều năm mực nước trong hồ khá cao nhưng lưu lượng xả trong hai tháng này lại nhỏ hơn  $140\text{m}^3/\text{s}$ . Vào năm cuối thời kỳ tích nước, lưu lượng này thường cũng chỉ đạt trên dưới  $100\text{m}^3/\text{s}$ .

**BẢNG 2.14. ĐIỂN BIẾN MỰC NƯỚC NHỎ NHẤT VÀ LỚN NHẤT HẰNG NĂM  
TẠI HỒ THÁC BÀ**

TT	Năm	Mực nước lớn nhất (m)	Tháng xuất hiện	Mực nước nhỏ nhất (m)	Tháng xuất hiện
1	1977	55,75	1	44,10	6
2	1978	58,98	11	45,95	5
3	1979	57,70	10	45,00	6
4	1980	54,33	10	45,98	5
5	1981	55,85	12	46,69	7
6	1982	55,77	9	45,20	6
7	1983	51,17	11	44,06	7
8	1984	56,14	10	44,10	5
9	1985	50,73	11	44,28	7
10	1986	57,92	9	46,83	4
11	1987	52,04	11	44,02	6
12	1988	48,78	11	44,30	5
13	1989	58,38	10	45,60	5
14	1990	58,57	10	49,32	5
15	1991	56,68	10	48,41	5
16	1992	56,44	11	49,01	6
17	1993	57,36	11	49,09	6
18	1994	58,87	9	49,50	5
19	1995	58,87	9	46,07	6
20	1996	58,88	8	49,20	7
21	1998	58,29	1	45,68	6
22	2002	57,80	11	47,16	5
23	2003	57,76	10	45,95	6
24	2004	56,67	10	49,37	7
25	2005	58,06	10	45,26	5
26	2006	57,57	11	46,19	6

### 2.4.3. Một số kết luận về hiện trạng chế độ điều tiết các hồ chứa thượng nguồn trong thời kỳ mùa kiệt

Từ những phân tích trên đây, có thể rút ra một số kết luận như sau:

1. Việc quy định giới hạn dưới của lưu lượng xả xuống hạ lưu ( $Q_{min} \geq 600m^3/s$ ) không thể coi là một quy định cứng khi điều hành hồ chứa Hòa Bình trong một thời đoạn dài. Trong thời kỳ mùa kiệt, giá trị này có thể thay đổi tuỳ thuộc vào tổ hợp về sự hình thành dòng chảy mùa kiệt của các sông nhánh.

2. Vai trò cấp nước của hồ Hòa Bình đối với đồng bằng sông Hồng là rất quan trọng. Tuy nhiên, theo hiện trạng điều hành cho những năm hạn, dòng chảy mùa kiệt có tần suất nằm trong khoảng từ 75 ÷ 85%, hồ Hòa Bình chưa phát huy hết tiềm năng của nó trong việc giảm thiểu những căng thẳng về mặt cấp nước cho hạ du.

3. Cần thiết phải xây dựng một quy trình xả nước từ hồ Hòa Bình trong suốt thời kỳ mùa kiệt sao cho vừa giảm thiểu được sự thiệt hại do hạn hán gây ra đối với vùng hạ du, vừa không ảnh hưởng nhiều đến sự ổn định của hệ thống điện. Đồng thời cũng cần nghiên cứu một quy trình điều hành toàn bộ hệ thống cấp nước cho vùng hạ du.

4. Cần tăng cường chất lượng của công tác dự báo dài hạn để có căn cứ cho việc lập kế hoạch xả nước hằng năm cho hồ Hòa Bình và hồ Tuyên Quang (sau khi hồ đưa vào hoạt động).

5. Cần phải thiết lập một mô hình mô phỏng hỗ trợ công tác quản lý điều hành hệ thống và ra quyết định.

Trên đây là một số nhận xét về hiện trạng điều hành hồ Hòa Bình trong những năm hạn. Trên cơ sở đó tìm ra hướng nghiên cứu nhằm nâng cao hiệu quả khai thác tổng hợp của hồ Hòa Bình và các hồ chứa lớn trên hệ thống sông Hồng trong những năm tới.

## 2.5. Đánh giá ảnh hưởng điều tiết hồ chứa thượng nguồn đến khả năng cấp nước hạ du khi gặp những năm hạn

Chế độ điều tiết của hồ chứa thượng nguồn có ảnh hưởng lớn đến chế độ thuỷ văn, thuỷ lực vùng hạ du và có tác động lớn đến khả năng cấp nước các công trình đầu mối trên các trục sông chính. Tuy nhiên, mức độ ảnh hưởng có khác nhau tuỳ thuộc vị trí công trình. Dưới đây sẽ phân tích ảnh hưởng điều tiết hồ chứa đến khả năng lấy nước của một số công trình quan trọng vùng hạ du.

### 2.5.1. Hệ thống công trình trạm bơm Phù Sa

#### a) Các thông số chính

Hệ thống có nhiệm vụ cấp nước tưới cho 6500ha của tỉnh Hà Tây, công trình đầu mối gồm 1 trạm bơm điện, 1 cống lấy nước, và 11 máy bơm dã chiến.

– Các thông số chính của trạm bơm: Máy bơm chìm Hàn Quốc công suất 4 tổ x 10.080m<sup>3</sup>/h. Mực nước thiết kế bể hút (sông Hồng) là +5,30m; khi mực nước cao hơn cao trình +4,0m đến +4,5m có thể bơm ép. Lưu lượng thiết kế Q = 11,2m<sup>3</sup>/s.

– Trạm bơm dã chiến:

- + Công suất 11 tổ x 1000m<sup>3</sup>/h.
- + Lưu lượng thiết kế Q = 2,8m<sup>3</sup>/s.

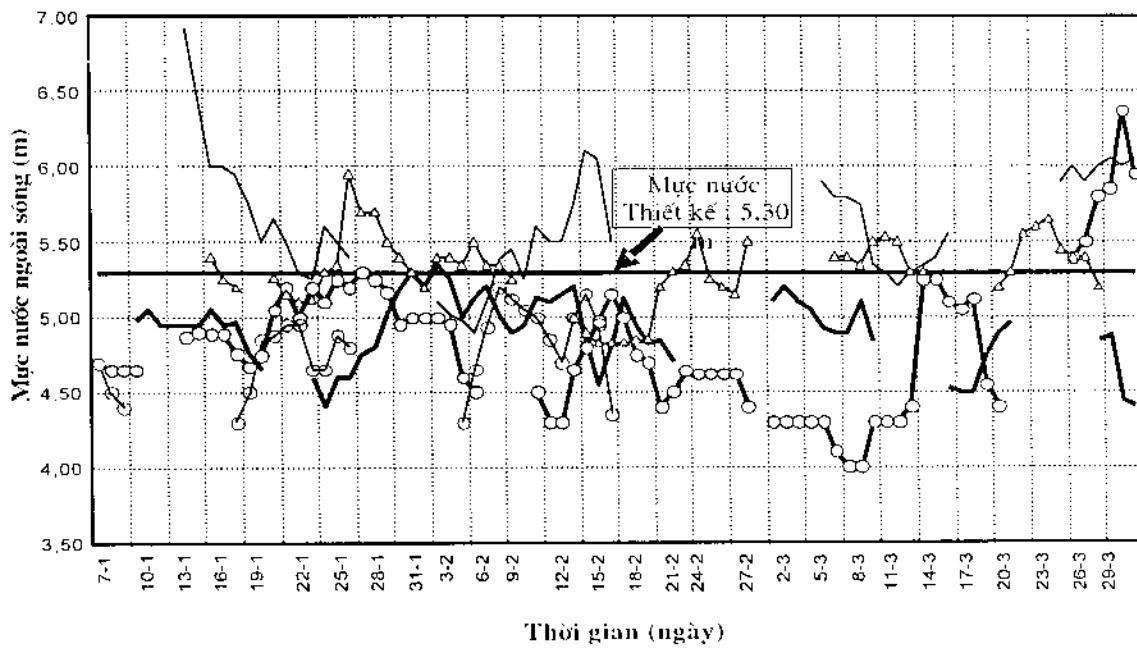
– Cống lấy nước: tưới tự chảy vào mùa lũ, kích thước 2 x 3,3 x 2,5m; lưu lượng thiết kế Q = 10,28m<sup>3</sup>/s.

#### b) Hiện trạng diều hành và khả năng cấp nước trong những năm kiệt

Trên hình 2.4 là quá trình mực nước tại công trình đầu mối trạm bơm Phù Sa từ năm 2002 đến 2006. Trên biểu đồ thấy rõ thời gian đạt mực nước thiết kế của trạm bơm Phù Sa là rất ít. Có thể thấy, kể cả những năm nhiều nước như năm 2002, 2003 trong khi các công trình lấy nước khác như Xuân Quan, Đan Hoài và Liên Mạc đạt được mực nước thiết kế tại cửa lấy nước thì tại trạm bơm Phù Sa vẫn không đạt được mực nước thiết kế trong phần lớn thời gian đó ải. Điều đó cho thấy, cao trình mực nước bể hút của trạm bơm Phù Sa có thể quá cao và không hợp lý.

Mặc dù vậy, trạm bơm có thể bơm ép khi mực nước sông Hồng đạt trên cao trình 4,0m đến 4,5m nên trạm bơm vẫn làm việc. Trong thực tế vào những năm thiếu nước, 11 trạm bơm dã chiến thường phải hoạt động với công suất tối đa (11 máy bơm).

Điển biến mực nước sông Hồng tại cửa lấy nước Phù Sa - Hà Tây  
(Từ 7/1 đến 31/3 các năm 2002 - 2006)



(Từ 7 – 1 đến 31 – 3 các năm 2002 – 2006)

### 2.5.2. Hệ thống công trình Liên Mạc

#### a) Các thông số chính

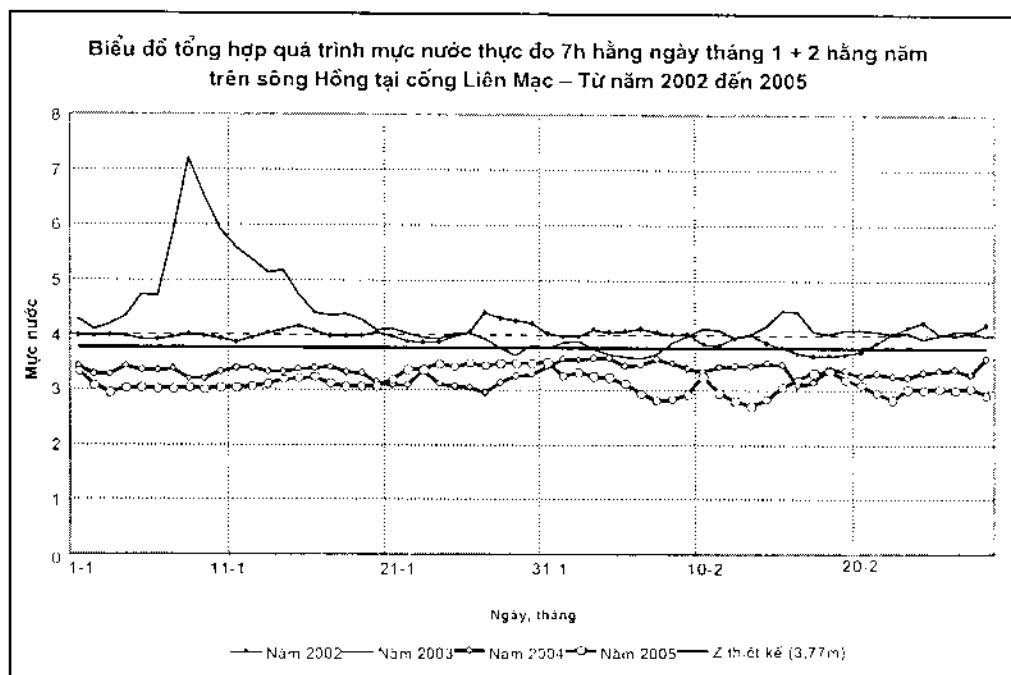
Đây là hệ thống lớn trên hệ thống sông Hồng. Hệ thống có nhiệm vụ cấp nước tưới cho 81.148ha của tỉnh Hà Tây, tạo nguồn cung cấp nước cho dân sinh, công nghiệp và cải tạo môi trường đồng thời phục vụ cho giao thông thuỷ trên sông.

- Các thông số chính của cống Liên Mạc:
- + Cống có 4 cửa rộng 3m và một cửa thuyền rộng 6m; cao trình đáy cống + 1m.
- + Mực nước thiết kế (sông Hồng) là +3,77m.
- + Lưu lượng thiết kế  $Q = 36,25\text{m}^3/\text{s}$  (tưới vụ Đông Xuân).

#### b) Hiện trạng điều hành và khả năng cấp nước trong những năm kiệt

Trên hình 2.5 là quá trình mực nước sông Hồng tại công trình đầu mối Liên Mạc trong tháng 1 + 2 của một số năm đặc trưng. Theo biểu đồ trên có nhận xét sau:

- Năm 2002 và 2003, mặc dù không phải những năm ít nước nhưng vẫn có những thời đoạn trong hai tháng 1 + 2 (thời kỳ cấp nước khẩn trương), mực nước sông Hồng nhỏ hơn mực nước thiết kế.
- Năm 2005 là năm hạn, hầu như toàn bộ thời kỳ tưới ải mực nước sông Hồng tại cửa lấy nước Liên Mạc thấp hơn mực nước thiết kế từ 0,5m đến trên 1,0m.
- Các năm 2004 cũng có tình trạng tương tự và đặc biệt là vụ Đông Xuân năm 2006 là năm rất căng thẳng về mặt cấp nước.



**Hình 2.5. Quá trình mực nước sông Hồng tháng 1 + 2 tại cống Liên Mạc từ năm 2002 đến năm 2005 (theo tài liệu mực nước thực đo 7h hằng ngày)**

– Mực nước tại cống Liên Mạc có sự thay đổi rất đồng bộ theo sự tăng giảm của lưu lượng xả từ hồ Hòa Bình. Biên độ dao động của mực nước tại Liên Mạc gần như tỷ lệ thuận với biên độ dao động của lưu lượng xả từ hồ Hòa Bình. Thời gian lệch pha giữa hai quá trình này vào khoảng 2 ngày.

– Vì cống Liên Mạc ở xa vùng ảnh hưởng thuỷ triều nên sự thay đổi mực nước ở cửa lấy nước chủ yếu phụ thuộc vào lưu lượng xả của các hồ thượng nguồn.

– Với lưu lượng xả từ hồ Hòa Bình vào khoảng từ 950 đến 1100m<sup>3</sup>/s, nếu muốn đủ đầu nước theo thiết kế tại cống Liên Mạc thì cần duy trì trong một thời gian dài, hoặc là trước đó phải duy trì một lưu lượng xả không nhỏ hơn 800m<sup>3</sup>/s để duy trì mực nước đệm vào khoảng 3,30m tại cống Liên Mạc.

Như vậy, để đảm bảo đủ đầu nước theo thiết kế cho cống Liên Mạc, nếu gặp năm có dòng chảy mùa kiệt tần suất 75% đến 85%, trong tháng 1 và 2 hồ Hòa Bình (và hồ Tuyên Quang khi đưa vào hoạt động) phải duy trì một lưu lượng xả xuống hạ du không nhỏ hơn 800m<sup>3</sup>/s và cần tăng lên 950 ÷ 1000m<sup>3</sup>/s khi các công trình lấy nước vào đồng giai đoạn khẩn trương nhất.

### 2.5.3. Hệ thống công trình cống Bắc Hưng Hải

#### a) Các thông số chính

Toàn khu vực rộng 2.002km<sup>2</sup>, phần trong đê là: 185.600ha, trong đó có 150.200ha canh tác (báo cáo quy hoạch năm 1956). Theo quy hoạch khi hoàn chỉnh thuỷ nông: năm 1973 còn 143.910ha đất nông nghiệp, trong đó có 130.000ha đất canh tác.

Quy hoạch hệ thống thuỷ nông Bắc Hưng Hải được thành lập năm 1956, Chính phủ phê duyệt năm 1957, hệ thống Bắc Hưng Hải có hai nhiệm vụ:

– Về tưới: Cung cấp nước tưới cho 150.200ha với tần suất đảm bảo 75%, lưu lượng Q = 122m<sup>3</sup>/s.

(Hệ số tưới q = 0,69 l/s/ha, hệ số lợi dụng hệ thống 0,85). Cũng quy định rằng, sau này sẽ nâng tần suất đảm bảo lên 85%, công trình đầu mối sẽ xây dựng 2 cống:

+ Cống Giang Cao lưu lượng 92m<sup>3</sup>/s tưới cho 113.000ha.

+ Cống Nghi Xuyên lưu lượng 30m<sup>3</sup>/s tưới cho 37.000ha.

Năm 1973, khi tiến hành HCTN quy hoạch hệ thống Bắc Hưng Hải được bổ sung, Bộ Thuỷ lợi đã thông qua như sau:

– Về tưới: Vụ đông xuân vẫn lấy nước từ sông Hồng qua cống Xuân Quan là chủ yếu, dùng sông Kim Sơn, Đình Dù, sông Tràng Kỷ (phía Bắc), sông Cửu An (phía Nam) là trực dẫn nước chính của hệ thống, dẫn nước từ phía Bắc xuống phía Nam bằng sông Tây Kẻ Sặt và sông Điện Biên. Các trực dẫn nước trên phải nạo vét đảm bảo đủ lưu lượng thiết kế của cống Xuân Quan trong mùa kiệt là 75m<sup>3</sup>/s ứng với tần suất P = 75% mực nước tại Xuân Quan là +1,85m với hệ số tưới q = 0,6 đến 0,65 l/s/ha.

– Các thông số chính của cống Xuân Quan:

+ Kích thước cống: 19m (40 x 3,5) + Âu thuyền 5,0m.

+ Mực nước thiết kế (sông Hồng) là +1,85m.

+ Lưu lượng thiết kế  $Q = 75 \text{ m}^3/\text{s}$  (tưới vụ Đông Xuân).

+ Thời kỳ tưới ải từ 5/1 đến 20 – 28/2 hằng năm.

### b) Hiện trạng điều hành trong những năm kiệt

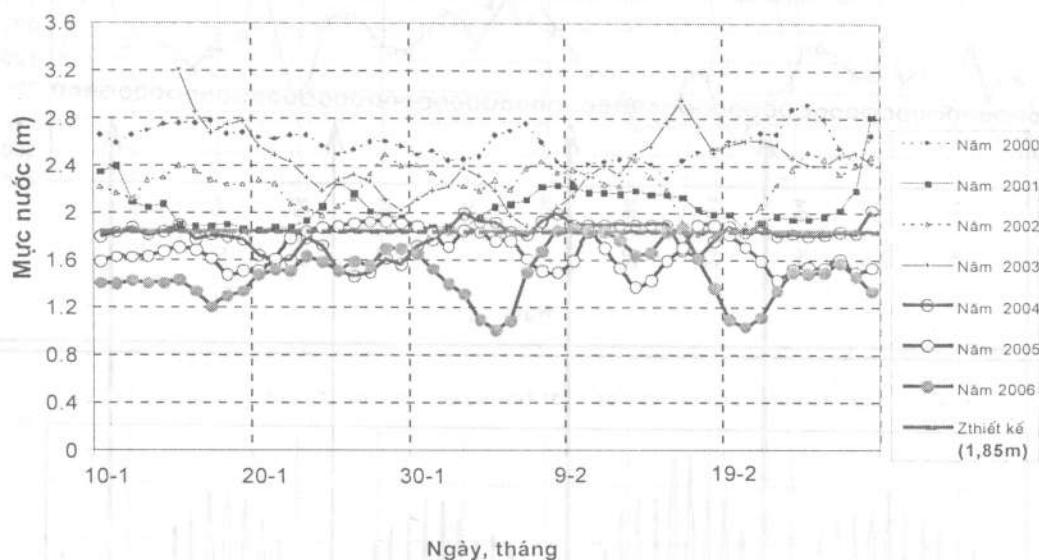
– Trên hình 2.6 là quá trình mực nước sông Hồng tại cống Xuân Quan đo được trong tháng 1 + 2 của một số năm đặc trưng (theo tài liệu đo vào 7h sáng hằng ngày).

Theo biểu đồ trên có nhận xét sau:

+ Các năm 2001, 2002 và 2003 là những năm nhiều nước, dòng chảy 5 tháng kiệt tại Sơn Tây đạt từ 8% đến 35%, là những năm không hạn, mực nước tại đầu mối đạt trên mực nước thiết kế.

+ Năm 2004, 2005 và 2006 là 3 năm nước kiệt nằm trong 6 năm hạn đặc trưng đã thống kê ở trên. Những năm này hầu như toàn bộ thời kỳ tưới ải mực nước sông Hồng không đạt mực nước thiết kế. Đặc biệt năm 2005 và năm 2006, mực nước thấp hơn mực nước thiết kế từ 0,5m đến trên 0,85m. Chỉ có một số ngày trong tháng 2 mực nước tại cửa lấy nước đạt xấp xỉ mực nước thiết kế.

Biểu đồ tổng hợp quá trình mực nước 7h hằng ngày từ ngày 10-1 đến 28-2 hằng năm trên sông Hồng tại cống Xuân Quan - Từ năm 2000 đến năm 2006



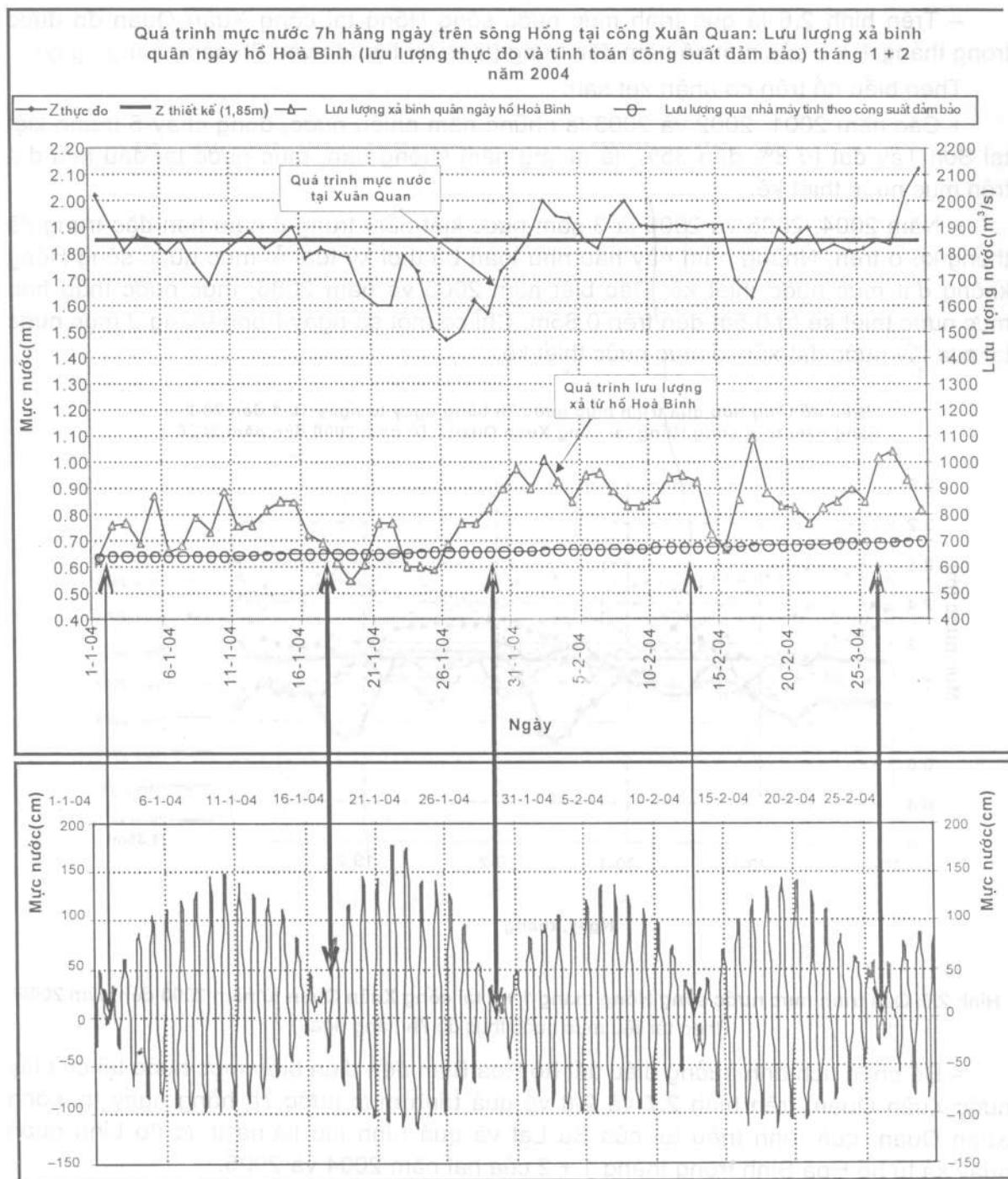
Hình 2.6. Quá trình mực nước sông Hồng tháng 1 + 2 tại cống Xuân Quan từ năm 2000 đến năm 2006  
(theo tài liệu mực nước thực đo 7h hằng ngày)

– Để phân tích ảnh hưởng điều tiết hồ Hoà Bình đến diễn biến mực nước tại cửa lấy nước Xuân Quan, trên hình 2.7 và 2.8 vẽ quá trình mực nước 7h hằng ngày tại cống Xuân Quan, quá trình triều tại cửa Ba Lạt và quá trình lưu lượng thực đo bình quân ngày xả từ hồ Hoà Bình trong tháng 1 + 2 của hai năm 2004 và 2005.

Từ các biểu đồ trên có thể rút ra những nhận xét sau:

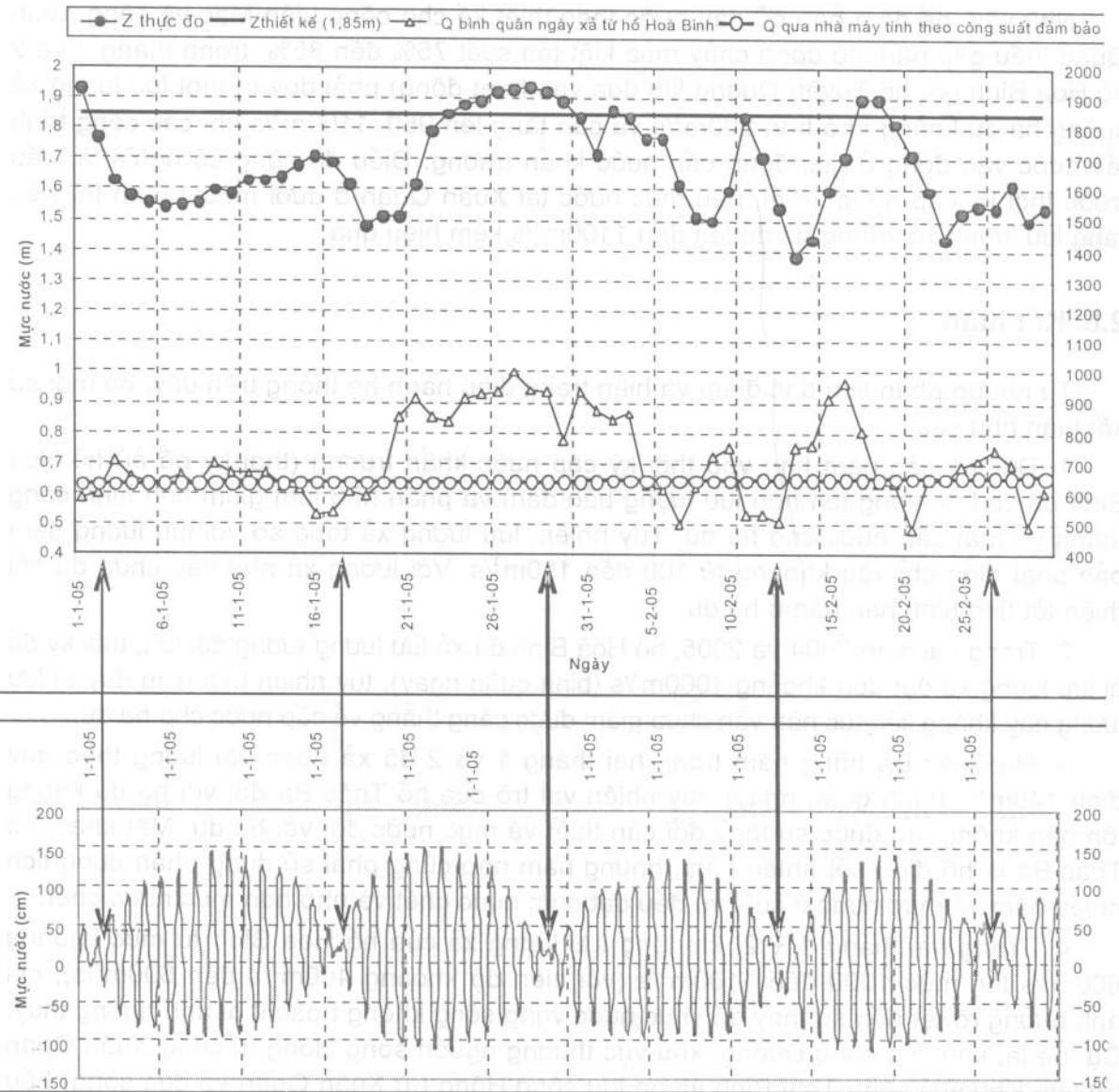
1. Cũng tương tự như cống Liên Mạc, mực nước tại cửa lấy nước cống Xuân Quan cũng có sự thay đổi rất đồng bộ theo sự tăng giảm của lưu lượng xả từ hồ Hoà Bình.

Biên độ dao động của mực nước tại Xuân Quan cũng tỷ lệ thuận với biên độ dao động của lưu lượng xả từ hồ Hòa Bình. Thời gian lệch pha giữa hai quá trình này vào khoảng trên 2 ngày.



Hình 2.7. Quá trình mực nước tại cửa lấy nước cống Xuân Quan, mực nước triều tại Ba Lát và quá trình lưu lượng thực đo bình quân ngày xả từ hồ Hòa Bình trong hai tháng 1 + 2 năm 2004

Quá trình mực nước 7h hằng ngày trên sông Hồng tại cống Xuân Quan: Lưu lượng xả bình quân ngày hồ Hòa Bình (lượng thực do và tính toán theo công suất đảm bảo) tháng 1 + 2 năm 2005



Hình 2.8. Quá trình mực nước tại cửa lấy nước cống Xuân Quan, mực nước triều tại Ba Lạt và quá trình lưu lượng thực do bình quân ngày xả từ hồ Hoà Bình trong hai tháng 1 + 2 năm 2005

2. Mực nước sông Hồng tại Xuân Quan nói chung vẫn phụ thuộc nhiều vào lưu lượng xả của hồ Hoà Bình, điều này có thể thấy rõ trên các hình vẽ trên, vào thời kỳ triều cường khi giảm lưu lượng xả xuống dưới  $700\text{m}^3/\text{s}$  (tính trung bình ngày) thì mực nước tại Xuân Quan lập tức hạ xuống dưới mức thiết kế (1.85m).

3. Với lưu lượng xả từ hồ Hoà Bình vào khoảng từ 950 đến  $1100\text{m}^3/\text{s}$ , nếu muốn đủ đầu nước theo thiết kế tại cống Xuân Quan cũng cần duy trì trong một thời gian dài, hoặc là trước đó phải duy trì một lưu lượng xả không nhỏ hơn  $800\text{m}^3/\text{s}$  để tạo mực nước đệm tại Xuân Quan ở cao trình khoảng +1,60m.

Như vậy, để đảm bảo đủ đầu nước theo thiết kế cho cống Liên Mạc và cống Xuân Quan, nếu gặp năm có dòng chảy mùa kiệt tần suất 75% đến 85%, trong tháng 1 và 2 hồ Hoà Bình (và hồ Tuyên Quang khi đưa vào hoạt động) phải duy trì một lưu lượng xả xuống hạ du không nhỏ hơn  $800\text{m}^3/\text{s}$  và cần tăng lên  $950\div1100\text{m}^3/\text{s}$  khi các công trình lấy nước vào đồng ở giai đoạn cấp nước khẩn trương. Điều đó cũng có nghĩa là, nếu trước thời kỳ cấp nước đổ ải, nếu mực nước tại Xuân Quan ở dưới mức 1,60m thì việc tăng lưu lượng xả xuống hạ du lên đến  $1100\text{m}^3/\text{s}$  kém hiệu quả.

## 2.6. Kết luận

Từ những phân tích đặc điểm và hiện trạng điều hành hệ thống trên đây, có một số kết luận như sau:

1. Đối với các năm hạn vào thời kỳ cấp nước khẩn trương (thời kỳ đổ ải) hồ Hoà Bình đã xả lưu lượng lớn hơn lưu lượng bảo đảm và phần nào làm giảm tinh hình căng thẳng về mặt cấp nước cho hạ du. Tuy nhiên, lưu lượng xả tăng so với lưu lượng đảm bảo phát điện chỉ vào khoảng từ 100 đến  $150\text{m}^3/\text{s}$ . Với lượng xả như vậy chưa đủ cải thiện tốt tinh hình hạn hán ở hạ du.

2. Trong hai năm 2004 và 2005, hồ Hoà Bình đã xả lưu lượng tương đối lớn, thời kỳ đổ ải lưu lượng xả đạt đến khoảng  $1000\text{m}^3/\text{s}$  (bình quân ngày), tuy nhiên thời gian duy trì lưu lượng này không liên tục nên vẫn chưa giảm được căng thẳng về cấp nước cho hạ du.

3. Hồ Thác Bà hằng năm trong hai tháng 1 và 2 đã xả được lưu lượng theo quy định  $140\text{m}^3/\text{s}$  (bình quân ngày), tuy nhiên vai trò của hồ Thác Bà đối với hạ du không lớn nên không tạo được sự thay đổi cần thiết về mực nước đối với hạ du. Mặt khác, hồ Thác Bà là hồ điều tiết nhiều năm, nhưng năm nào cũng phải sử dụng phần dung tích nhiều năm và mực nước ở cuối vụ đều đạt mực nước chết và nhỏ hơn mực nước chết.

4. Trong hai tháng 1 + 2, khi tăng lưu lượng xả của hồ Hoà Bình từ mức khoảng  $600\text{m}^3/\text{s}$  lên mức  $1000$  đến  $1100\text{m}^3/\text{s}$  (với biên độ khoảng  $400\text{m}^3/\text{s}$  đến  $500\text{m}^3/\text{s}$ ), chỉ ảnh hưởng rõ rệt đến sự thay đổi mực nước vùng sông không hoặc ít bị ảnh hưởng thuỷ. Cụ thể là, khu vực sông Đuống, khu vực thượng nguồn sông Hồng từ cống Xuân Quan trở lên. Khu vực sông Thái Bình và hạ lưu sông Hồng (từ Xuân Quan về cửa sông) hầu như không có phản ứng đáng kể khi thay đổi lưu lượng xả ở mức biên độ này. Sự thay đổi sang thời kỳ triều kém hầu như ít tác động đến sự thay đổi mực nước ở khu vực này.

5. Gặp những năm kiệt (dòng chảy tự nhiên tại Sơn Tây có tần suất nằm trong khoảng từ 75% đến 85%), trong hai tháng 1 + 2 các hồ chứa thượng nguồn cần duy trì lưu lượng xả ở mức trên  $800\text{m}^3/\text{s}$  và tăng lên bằng  $1000\text{m}^3/\text{s}$  đến  $1100\text{m}^3/\text{s}$  trong thời gian lấy nước khẩn trương mới có thể đảm bảo đầu nước thiết kế cho các công trình lấy nước ở hạ du. Như vậy, trong thời kỳ cấp nước khẩn trương (thời kỳ đổ ải từ ngày 10/1 đến 20/2 hằng năm) lưu lượng xả phải đạt ít nhất  $1100\text{m}^3/\text{s}$  (lưu lượng bình quân ngày), nhưng bắt đầu từ đầu tháng 1 (từ ngày 1/1 hằng năm) đã phải tăng lưu lượng xả và duy

trì ở mức  $800\text{m}^3/\text{s}$  để tạo nền mực nước trước khi tăng lên mức xả cao hơn. Trong thời kỳ cấp nước khẩn trương, vào những ngày triều kém có thể giảm lưu lượng xả xuống hạ du nhưng không được nhỏ hơn ngưỡng  $800\text{m}^3/\text{s}$ .

6. Cần thiết phải xem xét phương án điều hành hồ chứa sao cho vừa giảm thiểu được thiệt hại do hạn gây ra vừa đảm bảo không quá gây thiệt hại cho ngành điện.

## 2.7. Thiết lập hệ thống kịch bản điều tiết hồ Hòa Bình và Thác Bà

Hệ thống kịch bản tính toán thuỷ lực phục vụ nghiên cứu quy trình vận hành được xây dựng theo những nguyên tắc sau đây:

1. Xuất phát từ những phân tích về đặc điểm hệ thống, hiện trạng điều hành, hiện trạng hạn trong những năm gần đây và các phân tích sự ảnh hưởng của chế độ điều tiết các hồ chứa Hòa Bình và Thác Bà đến khả năng cấp nước của các công trình lấy nước ở hạ du.

2. Các kịch bản phải bao gồm các tổ hợp khác nhau của sự hình thành dòng chảy kiệt trên hệ thống sông, đảm bảo chọn được những tổ hợp đặc trưng và sát với những trường hợp đã xảy ra trong thực tế, đặc biệt là những năm gần đây.

3. Hệ thống kịch bản thay đổi theo sự phát triển hệ thống hồ chứa thượng nguồn.

4. Các nhà máy thủy điện của các hồ chứa thượng nguồn phải phát được công suất đảm bảo trong thời kỳ mùa kiệt theo thiết kế, đặc biệt là sau thời kỳ cấp nước khẩn trương.

5. Yêu cầu cấp nước hạ du được thoả mãn ở mức chấp nhận được sao cho không gây thiệt hại lớn cho ngành điện.

Dưới đây là các phân tích để chọn hệ thống kịch bản theo các nguyên tắc trên đây.

### Căn cứ xây dựng kịch bản

#### 1. Theo đặc điểm hình thành dòng chảy kiệt

– Là những năm có dòng chảy cạn kiệt trên  $75\% \div 85\%$ .

– Dòng chảy kiệt trên hệ thống sông phải bao được các tổ hợp khác nhau của sự hình thành dòng chảy kiệt trên hệ thống sông, đó là các tổ hợp:

+ Dòng chảy kiệt sông Đà nhỏ, sông Lô + sông Thao lớn.

+ Dòng chảy kiệt sông Đà lớn, sông Lô + sông Thao nhỏ.

+ Dòng chảy kiệt sông Đà + sông Lô lớn, sông Thao nhỏ.

+ Dòng chảy kiệt sông Đà + sông Lô nhỏ, sông Thao lớn.

+ Dòng chảy kiệt cả 3 sông đều nhỏ.

Theo chế độ dòng chảy kiệt, chúng tôi chọn 6 mùa kiệt điển hình đã thống kê ở bảng 1.4. Các năm được chọn vừa đảm bảo sự tổ hợp khác nhau về sự hình thành dòng chảy, vừa đảm bảo tần suất dòng chảy 5 tháng kiệt tại Sơn Tây nằm trong khoảng từ 75% đến 85%. Đó là các mùa kiệt: năm 1990 – 1991; 1992 – 1993; 1993 – 1994; 1998 – 1999; 2003 – 2004 và 2004 – 2005.

#### 2. Theo chế độ vận hành hồ chứa

Các phương án cần xét đến là:

- Các hồ chứa vận hành theo phụ tải điện.
- Các hồ chứa vận hành theo công suất đảm bảo và tăng lưu lượng xả theo yêu cầu cấp nước cho hạ du.

Công suất đảm bảo của các hồ như sau:

➤ Hồ Thác Bà:  $N_p = 41,2\text{MW}$

➤ Hồ Hòa Bình:  $N_p = 548\text{MW}$

Các kịch bản xây dựng cho giai đoạn hiện tại chủ yếu để phân tích khả năng làm việc của hệ thống và làm cơ sở cho những lựa chọn tiếp theo.

Thời kỳ hiện tại khi chỉ xem xét hai hồ Hoà Bình và Thác Bà có 6 kịch bản: các kịch bản có chỉ số "A" (từ HB1A đến HB6A) là các kịch bản mà các hồ chứa vận hành theo công suất đảm bảo; các kịch bản có chỉ số từ 1 đến 6 là tương ứng với các tổ hợp hình thành dòng chảy kiệt trên hệ thống sông tương ứng với mùa kiệt các năm 1990 – 1991, 1992 – 1993, 1993 – 1994, 1998 – 1999, 2003 – 2004, và 2004 – 2005.

Các kịch bản có ký hiệu B: HB1B đến HB6B là các kịch bản mà hồ Hoà Bình có nhiệm vụ điều tiết cấp nước hạ du với lưu lượng điều tiết trong giai đoạn cấp nước khẩn trương bằng  $1100\text{m}^3/\text{s}$ .

Các kịch bản được thống kê trong bảng 2.15.

**BẢNG 2.15. BẢNG THỐNG KÊ KỊCH BẢN ĐIỀU HÀNH THEO ĐIỀU KIỆN HIỆN TẠI**

Giai đoạn nghiên cứu	Điều kiện cấp nước	TT	Tên phương án	Mô hình dòng chảy kiệt	Tần suất kiệt 5 tháng P(%)				Mô tả đặc điểm dòng chảy kiệt (5 tháng mùa kiệt)
					Sơn Tây	Hoà Bình	Yên Bái	Vụ Quang	
Giai đoạn hiện tại (Hồ Hoà Bình + Thác Bà)	A) Theo công suất đảm bảo phát điện	1	HB1A	1990–1991	70	85	75	15	Sông Đà + sông Thao kiệt; sông Lô nhiều nước
		2	HB2A	1992–1993	76	75	92	47	Sông Đà kiệt, sông Thao rất kiệt, sông Lô nước trung bình
		3	HB3A	1993–1994	83	80	97	65	Sông Đà kiệt, sông Thao rất kiệt, sông Lô nước trung bình
		4	HB4A	1998–1999	80	65	90	85	Sông Đà nước trung bình, sông Thao rất kiệt, sông Lô khá kiệt
		5	HB5A	2003–2004	85	78	82	85	Cả 3 sông đều rất kiệt
		6	HB6A	2004–2005	77	65	90	97	Sông Đà nước trung bình, sông Thao + sông Lô rất kiệt
Giai đoạn hiện tại (Hồ Hoà Bình + Thác Bà)	B) Theo yêu cầu cấp nước khẩn trương các tháng dùng nước khẩn	1	HB1B	1990–1991	70	85	75	15	Sông Đà + sông Thao kiệt; sông Lô nhiều nước
		2	HB2B	1992–1993	76	75	92	47	Sông Đà kiệt, sông Thao rất kiệt, sông Lô nước trung bình
		3	HB3B	1993–1994	83	80	97	65	Sông Đà kiệt, sông Thao rất kiệt, sông Lô nước trung bình
		4	HB4B	1998–1999	80	65	90	85	Sông Đà nước trung bình, sông Thao rất kiệt, sông Lô khá kiệt
		5	HB5B	2003–2004	85	78	82	85	Cả 3 sông đều rất kiệt
		6	HB6B	2004–2005	77	65	90	97	Sông Đà nước trung bình, sông Thao + sông Lô rất kiệt

### Chương III

## ỨNG DỤNG MÔ HÌNH MIKE11 TÍNH TOÁN THỦY LỰC DÒNG CHẢY MÙA KIỆT HỆ THỐNG SÔNG HỒNG

### 3.1. Giới thiệu chung

MIKE11 do DHI Water và Environment phát triển, là một gói phần mềm dùng để mô phỏng dòng chảy, chất lượng nước, vận chuyển bùn cát trong sông và vùng cửa sông.

MIKE11 là công cụ mô hình một chiều thủy động học và gần gũi với người sử dụng cho việc phân tích, thiết kế, quản lý và vận hành chi tiết hệ thống sông kênh đơn giản cũng như phức tạp. Môi trường gần gũi với người sử dụng, tốc độ và tính khả thi của nó, MIKE11 cung cấp cho việc tính toán hiệu quả và toàn diện, áp dụng cho quy hoạch và quản lý chất lượng, nguồn nước và các công trình thuỷ lợi.

Bộ mô hình MIKE tương đối toàn diện, tính năng, hiệu quả truy cập thông tin và giao diện đồ họa sinh động của công nghệ GIS, có thể là ứng dụng trong thiết kế, quy hoạch và quản lý tổng hợp nguồn nước.

Một số ưu điểm của mô hình MIKE11:

- Liên kết GIS.
- Liên kết với các mô hình thành phần khác của bộ Mike như: mô hình mưa rào – dòng chảy; mô hình thủy động lực học hai chiều MIKE21 (Mike flood).
- Tính toán chuyển tải chất khuếch tán.
- Tính vận hành hồ chứa.
- Tính toán thuỷ lực cho bài toán vỡ đập.
- Tính toán vận hành công trình.
- Tính toán mô phỏng các vùng đất ngập nước.

Môđun mô hình thủy động lực (HD) là một phần trọng tâm của hệ thống lập mô hình MIKE11 và hình thành cơ sở cho hầu hết các môđun bao gồm: dự báo lũ, tải khuếch tán, chất lượng nước và các môđun vận chuyển bùn lắng không có cấu kết. Môđun MIKE11 HD được thiết lập trên cơ sở hợp giải hệ phương trình Saint – Venant.

Các ứng dụng liên quan đến môđun MIKE11 HD bao gồm:

- Dự báo lũ và vận hành hồ chứa.
- Các phương pháp mô phỏng kiểm soát lũ.
- Vận hành hệ thống tưới và tiêu thoát nước mặt.
- Thiết kế các hệ thống kênh dẫn.
- Nghiên cứu sóng triều và nước dâng trong sông và cửa sông.

Đặc trưng cơ bản của hệ thống lập mô hình MIKE11 là cấu trúc môđun tổng hợp với nhiều loại môđun được thêm vào mỗi mô phỏng các hiện tượng liên quan đến hệ thống sông.

Ngoài các môđun HD đã mô tả ở trên, MIKE bao gồm các môđun bổ sung bao gồm: mô hình thuỷ văn (NAM); tải khuếch tán (AD); các môđun về chất lượng nước (WQ); vận chuyển bùn cát có cố kết (có tính dính) (CST); vận chuyển bùn cát không có cố kết (không có tính dính) (NST). MIKE11 là chương trình tính thủy lực trên mạng lưới sông kênh có thể áp dụng với chế độ động sóng động lực hoàn toàn ở cấp độ cao. Trong chế độ này MIKE11 có khả năng tính toán với:

- Dòng biến đổi nhanh.
- Lưu lượng và mực nước thuỷ triều vùng cửa sông.
- Sóng lũ.
- Lòng dẫn dốc.

Trước đây MIKE11 được biết đến như là một công cụ phần mềm có các tính năng giao diện tiên tiến và nhằm ứng dụng dễ dàng. Từ ban đầu, MIKE11 được vận hành/ sử dụng thông qua hệ thống trình đơn tương tác (interactive menu system) hữu hiệu với các layout có hệ thống và các menu xếp dãy tuân tự. Ở mỗi bước trong cây trình đơn (menu tree), một hỗ trợ trực tuyến sẽ được cung cấp trong màn hình Help menu. Trong khuôn khổ này, phiên bản MIKE11 ‘Classic’ (‘Cổ điển’) – phiên bản 3.20 đã được phát triển lên.

Thế hệ mới của MIKE11 kết hợp các đặc tính và kinh nghiệm từ MIKE11 ‘Classic’, giao diện người sử dụng dựa trên cơ sở các tính năng hữu hiệu trong Windows bao gồm các tiện ích chỉnh sửa sơ đồ (graphical editing facilities) và tăng tốc độ tính toán bằng cách tận dụng tối đa công nghệ 32-bit.

- Về đầu vào hoặc chỉnh sửa, các đặc tính trong MIKE11 bao gồm:
  - + Nhập dữ liệu, chỉnh sửa bản đồ.
  - + Nhiều dạng dữ liệu đầu vào, chỉnh sửa mang tính mô phỏng.
  - + Tiện ích copy và dán (paste) để nhập (hoặc xuất) trực tiếp, ví dụ như từ các chương trình trang bảng tính (spreadsheet programs).
  - + Bảng số liệu tổng hợp (tabular) và cửa sổ sơ đồ (graphical windows).
  - + Nhập dữ liệu về mạng sông và địa hình từ ASCII text files.
  - + Layout cho người sử dụng xác định cho tất cả các cửa sổ sơ đồ (màu sắc, cài đặt font, đường, các dạng điểm vạch dấu marker,...).
- Về đầu ra, có các tính năng trình bày báo cáo tiên tiến, bao gồm:
  - + Màu của bản đồ trong horizontal plan cho hệ thống dữ liệu và kết quả.
  - + Trình bày kết quả bằng hình động trong sơ đồ mặt ngang, đọc và chuỗi thời gian.
  - + Thể hiện các kết quả bằng hình động đồng thời.
  - + Trình bày chuỗi thời gian mở rộng.
  - + Tiện ích copy và dán (paste) để xuất các bảng kết quả hoặc trình bày bản đồ vào các ứng dụng khác (trang bảng tính, word hoặc các dạng khác).

Với những ưu việt của mô hình MIKE11, chúng tôi giới thiệu việc ứng dụng môđun HD để mô phỏng chế độ thủy lực mùa kiệt khi nghiên cứu chế độ vận hành hệ thống hồ chứa và công trình lấy nước trên lưu vực sông Hồng. Đây là một nghiên cứu điển hình về việc ứng dụng mô hình thủy động lực học thuộc một phần của giáo trình "Thủy lực sông ngòi" do chúng tôi biên soạn.

### 3.2. Hệ phương trình cơ bản và thuật toán trong mô hình MIKE11

#### 3.2.1. Hệ phương trình Saint – Venant

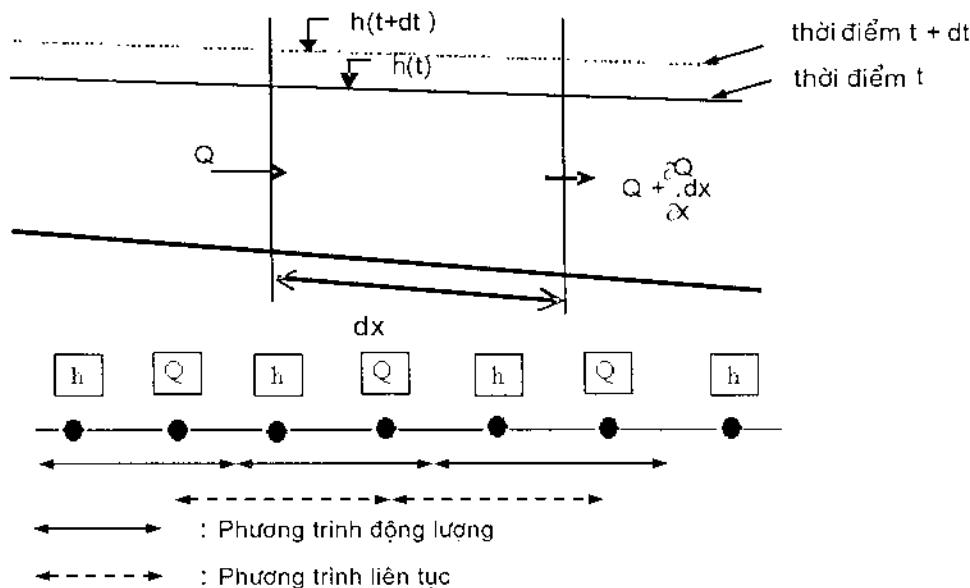
Hệ phương trình sử dụng trong mô hình là hệ phương trình Saint Venant, được viết dưới dạng thực hành cho bài toán một chiều không gian, tức quy luật diễn biến của độ cao mặt nước và lưu lượng dòng chảy dọc theo chiều dài dòng sông/kênh và theo thời gian. Hệ phương trình Saint – Venant gồm hai phương trình: phương trình liên tục và phương trình động lượng:

*Phương trình liên tục:*

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \quad (3-1)$$

*Phương trình động lượng:*

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial (\alpha \frac{Q^2}{A})}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2 AR} = 0 \quad (3-2)$$



Trong đó:

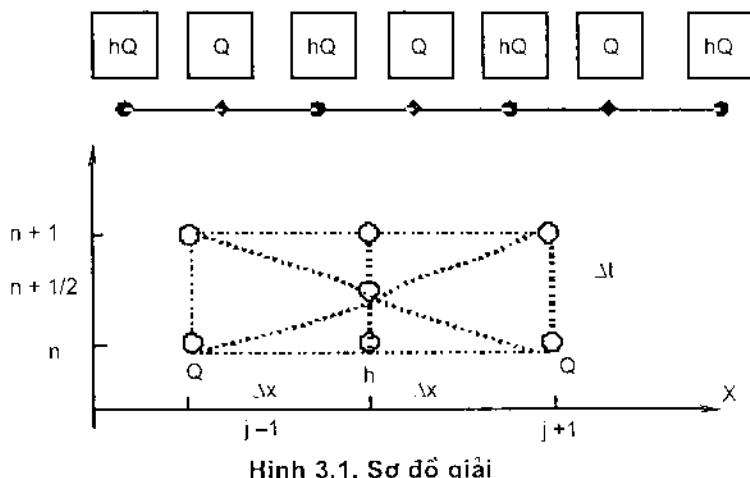
- $B$ : Chiều rộng mặt nước ở thời đoạn tính toán (m).
- $h$ : Cao trinh mực nước ở thời đoạn tính toán (m).

- t: Thời gian tính toán (giây).
- Q: Lưu lượng dòng chảy qua mặt cắt ( $m^3/s$ ).
- x: Không gian (dọc theo dòng chảy) (m).
- A: Diện tích mặt cắt ướt ( $m^2$ ).
- q: Lưu lượng ra, nhập dọc theo đơn vị chiều dài ( $m^2/s$ ).
- C: Hệ số Chezy, được tính theo công thức:  $C = \frac{1}{n} R^y$ .
- n: Hệ số nhám.
- R: Bán kính thuỷ lực (m).
- y: Hệ số, theo Manning  $y = 1/6$ .
- g: Gia tốc trọng trường =  $9,81 m/s^2$ .
- $\alpha$ : Hệ số động năng.

### 3.2.2. Thuật toán giải hệ phương trình Saint – Venant

Hệ phương trình vi phân (3-1) và (3-2) là hệ phương trình vi phân phi tuyến, có hệ số biến đổi. Các nghiệm cần tìm là  $Q$  và  $h$  là hàm số của các biến độc lập  $x$ ,  $t$ . Nhưng các hàm  $A$  và  $v$  lại là hàm phức tạp của  $Q$  và  $h$  nên không giải được bằng phương pháp giải tích, mà giải gần đúng theo phương pháp sai phân.

Giải pháp cho hệ phương trình với các bước thời gian thông thường theo nguyên tắc chung. Từ các phương trình (3-1), (3-2) ở trên, sai phân ẩn không hoàn toàn cho các điểm  $Q$  và  $h$  xen kẽ nhau với mỗi  $Q$  có một  $h$  tương ứng và tính toán cho mỗi bước thời gian. Sự tính toán trong lưới hoàn toàn tự động dựa trên yêu cầu  $Q$  luôn luôn nằm giữa 2 điểm  $h$  trong khi khoảng cách giữa 2 điểm  $h$  có thể khác nhau (hình 3.1).



Hình 3.1. Sơ đồ giải

Trong MIKE11, hệ phương trình Saint – Venant được giải bằng sơ đồ ẩn 6 điểm với tên gọi Abbott – Ionescu.

#### Sai phân phương trình liên tục

Chỉ có  $Q$  sai phân hóa theo  $x$  phương trình dễ dàng tính cho  $h$  tại trung tâm xem hình 3.2.

Sai phân hoà cho phương trình liên tục tính toán tại bước thời gian  $n+1/2$  diễn tả như sau:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} \approx \frac{Q_{j+1}^{n+1} + Q_{j+1}^n - Q_{j-1}^{n+1} - Q_{j-1}^n}{2\Delta x_j}, \quad (3-3)$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} \approx \frac{h_j^{n+1} - h_j^n}{\Delta t} \quad (3-4)$$

Thay vào phương trình (3-1)

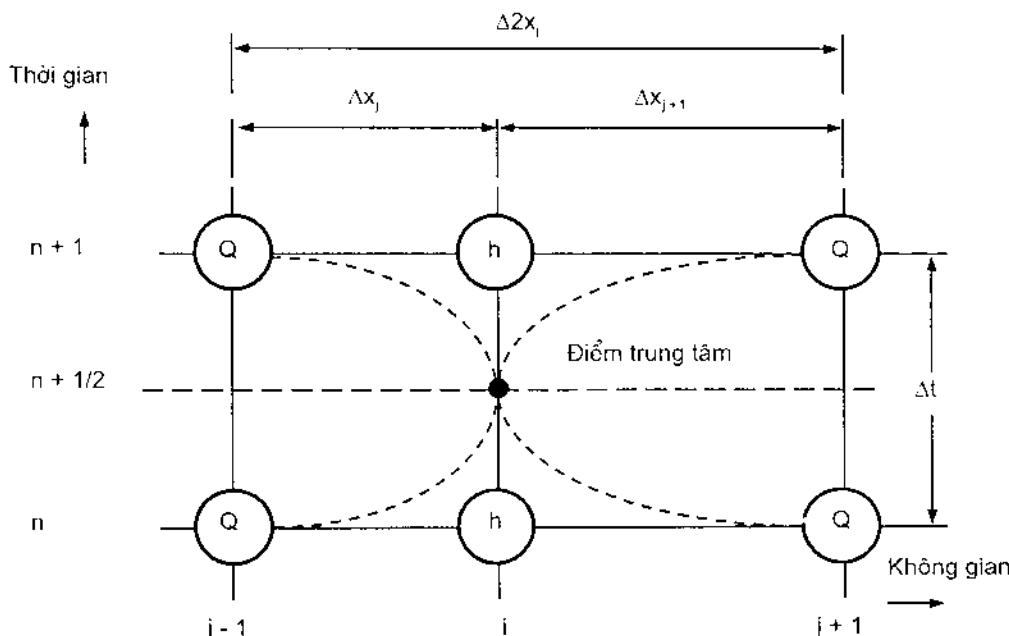
$$\frac{Q_{j+1}^{n+1} + Q_{j+1}^n - Q_{j-1}^{n+1} - Q_{j-1}^n}{2\Delta x_j} + B \frac{h_j^{n+1} - h_j^n}{\Delta t} = q \quad (3-5a)$$

$$\Rightarrow \frac{Q_{j+1}^{n+1} + Q_{j+1}^n - Q_{j-1}^{n+1} - Q_{j-1}^n}{2\Delta x_j} + B \frac{h_j^{n+1} - h_j^n}{\Delta t} = q \quad (3-5b)$$

$$\Rightarrow \frac{Q_{j+1}^{n+1}}{2\Delta x_j} - \frac{Q_{j+1}^n}{2\Delta x_j} + \frac{Q_{j+1}^n}{2\Delta x_j} - \frac{Q_{j-1}^n}{2\Delta x_j} + B \frac{h_j^{n+1}}{\Delta t} - B \frac{h_j^n}{\Delta t} = q \quad (3-5c)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2\Delta x_j} Q_{j+1}^{n+1} + \frac{B}{\Delta t} h_j^{n+1} + \frac{1}{2\Delta x_j} Q_{j+1}^n = q - \frac{Q_{j-1}^n}{2\Delta x_j} + \frac{Q_{j-1}^n}{2\Delta x_j} + B \frac{h_j^n}{\Delta t} \quad (3-5d)$$

Đặt:  $\alpha_j = -\frac{1}{2\Delta x_j}$ ;  $\beta_j = \frac{B}{\Delta t}$ ;  $\gamma_j = \frac{1}{2\Delta x_j}$ ;  $\delta_j = q + \frac{Q_{j-1}^n}{2\Delta x_j} + B \frac{h_j^n}{\Delta t} - \frac{Q_{j+1}^n}{2\Delta x_j}$



Hình 3.2. Sơ đồ sai phân 6 điểm cho phương trình liên tục

Phương trình cuối cùng có dạng:

$$\alpha_j Q_{j+1}^{n+1} + \beta_j h_j^{n+1} + \gamma_j Q_{j+1}^{n+1} = \delta_j \quad (3-6)$$

Trong đó:  $\alpha$ ,  $\beta$  và  $\gamma$  là một hàm của  $B$  và  $\delta$  phụ thuộc vào  $Q$  và  $h$  tại bước thời gian  $n$  và  $q$  tại bước thời gian  $n+1/2$ .

$B$  trong các phương trình trên được tính xấp xỉ như sau:

$$B = \frac{A_{o,j} + A_{o,j+1}}{\Delta 2x_j}$$

Trong đó:

$A_{o,j}$ : Diện tích bề mặt dòng chảy giữa hai điểm lưới  $j-1$  và  $j$ .

$A_{o,j+1}$ : Diện tích bề mặt dòng chảy giữa 2 điểm lưới  $j$  và  $j+1$ .

$\Delta 2x_j$ : Khoảng cách giữa 2 điểm  $j-1$  và  $j+1$ .

$\Delta t$ : Bước thời gian tính toán.

### Sai phân phương trình động lượng

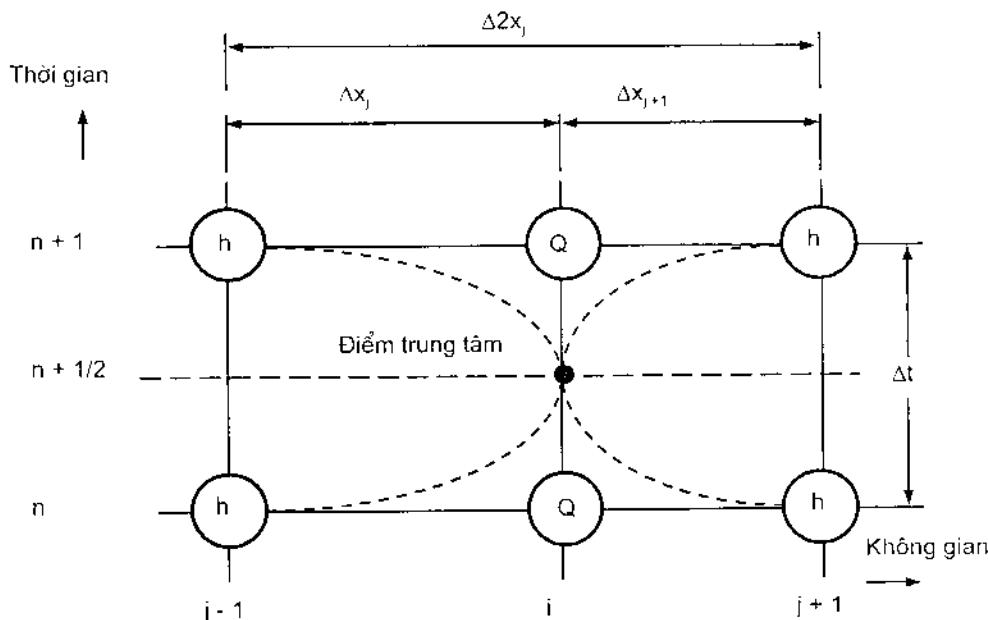
Phương trình động lượng tại điểm trung tâm  $Q$  được minh họa trong hình 3.3.

Từ phương trình động lượng (3-2), các số hạng được khai triển như sau:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} = \frac{Q_j^{n+1} - Q_j^n}{\Delta t} \quad (3-7)$$

$$\frac{\partial \left( \alpha \frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} \approx \frac{\left[ \alpha \frac{Q^2}{A} \right]_{j+1}^{n+1/2} - \left[ \alpha \frac{Q^2}{A} \right]_{j-1}^{n+1/2}}{\Delta 2x_j} \quad (3-8)$$

$$\frac{\partial h}{\partial x} = \frac{h_{j+1}^{n+1} + h_{j+1}^n - h_{j-1}^{n+1} - h_{j-1}^n}{2 \Delta 2x_j} \Rightarrow \frac{\partial h}{\partial x} = \frac{h_{j+1}^{n+1} + h_{j+1}^n - h_{j-1}^{n+1} - h_{j-1}^n}{2 \Delta 2x_j} \quad (3-9)$$



Hình 3.3. Sơ đồ sai phân 6 điểm cho phương trình động lượng

Số hạng bậc 2 trong phương trình động lượng đạo hàm riêng được sử dụng để đảm bảo chúng có giá trị đại số theo hướng dòng chảy trong các bước thời gian tính.

$$Q^2 \approx 0Q_j^{n-1}Q_j^n - (0-1)Q_j^nQ_j^n \quad (3-10a)$$

Trong đó:  $\theta$  là trọng số (Hệ số này được mặc định trong bộ thông số thủy động lực học) và được mặc định là 1.

$$\text{Do đó: } Q^2 \approx Q_j^{n+1}Q_j^n \quad (3-10b)$$

Thay (3-10b) vào (3-8) ta được.

$$\frac{\partial \left( \alpha \frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} \approx \frac{\alpha \frac{Q_j^{n-1}Q_j^n}{A_{j-1}} - \alpha \frac{Q_j^{n+1}Q_j^n}{A_{j+1}}}{\Delta 2x_j} \approx \frac{\left( \alpha \frac{Q_j^n}{A_{j+1}} - \alpha \frac{Q_j^n}{A_{j-1}} \right)}{\Delta 2x_j} Q_j^{n+1} \quad (3-11)$$

Thế các biểu thức (3-7), (3-9), (3-11) vào phương trình động lượng (3-2) ta có:

$$\frac{Q_j^{n+1} - Q_j^n}{\Delta t} + \frac{\left( \alpha \frac{Q_j^n}{A_{j+1}} - \alpha \frac{Q_j^n}{A_{j-1}} \right)}{\Delta 2x_j} Q_j^{n+1} + gA \frac{h_{j+1}^{n+1} + h_{j+1}^n - h_{j-1}^{n-1} - h_{j-1}^n}{2\Delta 2x_j} + \left[ \frac{gQ|Q|}{C^2 AR} \right]^{n+1/2} = 0 \quad (3-12a)$$

$$\frac{gA}{2\Delta 2x} h_{j+1}^{n+1} - \frac{gA}{2\Delta 2x} h_{j+1}^n + \frac{gA}{2\Delta 2x} h_{j-1}^n - \frac{gA}{2\Delta 2x} h_{j-1}^n + \left[ \frac{\alpha \frac{Q_j^n}{A_{j+1}} - \alpha \frac{Q_j^n}{A_{j-1}}}{\Delta 2x_j} + \frac{1}{\Delta t} \right] Q_j^{n+1} - \frac{1}{\Delta t} Q_j^n \quad (3-12b)$$

$$- \left[ \frac{gQ|Q|}{C^2 AR} \right]^{n+1/2} = 0$$

$$- \frac{gA}{2\Delta 2x} h_{j+1}^{n+1} + \left[ \frac{\alpha \frac{Q_j^n}{A_{j+1}} - \alpha \frac{Q_j^n}{A_{j-1}}}{\Delta 2x_j} + \frac{1}{\Delta t} \right] Q_j^{n+1} + \frac{gA}{2\Delta 2x} h_{j-1}^{n+1} = \frac{gA}{2\Delta 2x} h_{j-1}^n + \frac{1}{\Delta t} Q_j^n - \frac{gA}{2\Delta 2x} h_{j+1}^n \quad (3-12c)$$

$$- \left[ \frac{gQ|Q|}{C^2 AR} \right]^{n+1/2}$$

Đặt:

$$a_j = -\frac{gA}{2\Delta 2x}; b_j = \left[ \frac{\alpha \frac{Q_j^n}{A_{j+1}} - \alpha \frac{Q_j^n}{A_{j-1}}}{\Delta 2x_j} + \frac{1}{\Delta t} \right]; c_j = \frac{gA}{2\Delta 2x}$$

và

$$d_j = \frac{gA}{2\Delta 2x} h_{j-1}^n + \frac{1}{\Delta t} Q_j^n - \frac{gA}{2\Delta 2x} h_{j+1}^n - \left[ \frac{gQ|Q|}{C^2 AR} \right]^{n+1/2}$$

Phương trình động lượng sau quá trình sai phân hoá được viết dưới dạng đơn giản sau:

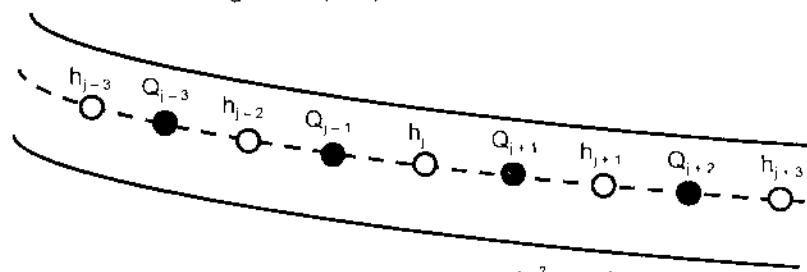
$$a_j h_{j-1}^{n+1} + b_j Q_j^{n+1} + c_j h_{j+1}^{n+1} = d_j \quad (3-13)$$

Kết hợp phương trình (3–6) và (3–13) được một hệ phương trình theo  $Q$  và  $h$ . Cùng với các điều kiện ban đầu và điều kiện biên, giải hệ phương trình tìm được các giá trị  $Q$  và  $h$  tại mỗi nút tính toán.

Để thu được kết quả tại điểm trung tâm thì những thành phần trên sẽ có giá trị tại bước thời gian  $n + 1/2$  có thể được tính chính xác bằng phép lặp, vì vậy phương trình được mặc định tính lặp hai lần tại mỗi bước thời gian, bước lặp đầu tiên bắt đầu từ kết quả của bước thời gian tính và bước lặp thứ 2 sử dụng giá trị trung bình từ phép tính này. Số lần lặp có thể thay đổi trong chương trình tính do người sử dụng quyết định.

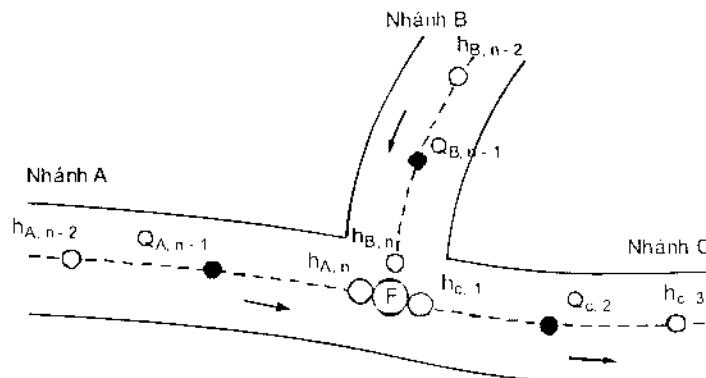
### 3.2.3. Thuật toán cho mạng lưới sông kênh và toàn bộ hệ thống trên mạng lưới

Trong MIKE11, các phương trình Saint – Venant được giải bằng cách dùng lược đồ sai phân hữu hạn 6 điểm ẩn là Bott – Inoescu như đã trình bày ở trên. Trong lược đồ này, các cấp mực nước và lưu lượng dọc theo nhánh sông được tính trong một hệ thống các điểm lưới xen kẽ như trong hình (3.4).



Hình 3.4. Nhánh sông với các điểm lưới xen kẽ

Mike11 có thể xử lý được nhiều nhánh và tại các nhập lưu nơi mà tại đó các nhánh gặp nhau. Một nút sẽ được tạo ra trong đó mực nước được tính toán. Hình dạng của các điểm lưới quanh một nút trong đó có ba nhánh gặp nhau (hình 3.5).



Hình 3.5. Cấu hình các điểm lưới xung quanh điểm mà tại đó ba nhánh gặp nhau

#### Ma trận nhánh

Trong một điểm lưới, mối quan hệ giữa biến số  $Z_i$  (mực nước  $h_i$  hay lưu lượng xả  $Q_i$ ) tại chính điểm đó và tại các điểm lân cận được thể hiện bằng cách dùng một phương trình tuyến tính như:

$$\alpha_i Z_{i-1}^{n+1} + \beta_i Z_i^{n+1} + \gamma_i Z_{i+1}^{n+1} = \delta_i \quad (3-14)$$

Các hệ số  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  và  $\delta$  tại các điểm  $h$  được tính bằng sai phân hiện xấp xỉ đối với phương trình liên tục và tại thời điểm  $Q$  bằng cách dùng sai phân hiện xấp xỉ đối với các phương trình động lượng.

Tại tất cả các điểm lưới dọc theo một phương trình nhánh (3–14) được lập ra. Giả sử một nhánh có một điểm lưới  $n$ ;  $n$  là số lẻ, điểm lưới đầu và cuối trong một nhánh luôn là điểm  $h$ , điều này làm cho các phương trình tuyến tính  $n$  có ẩn số  $n + 2$ . Hai ẩn số thừa ra là do các phương trình được đặt tại điểm đầu và điểm cuối  $h$ , tại đó  $Z_{j-1}$  và  $Z_{j+1}$  lần lượt biến thành mực nước tại điểm, theo đó phần cuối của nhánh ngược và nhánh xuôi được nối với nhau. Phương trình tuyến tính được mô tả như sau:

$$\left[ \begin{array}{l} \alpha_1 H_d^{n+1} + \beta_1 h_1^{n+1} + \gamma_1 Q_2^{n+1} = \delta_1 \\ \alpha_2 h_1^{n+1} + \beta_2 Q_2^{n+1} + \gamma_2 h_3^{n+1} = \delta_2 \\ \alpha_3 Q_2^{n+1} + \beta_3 h_3^{n+1} + \gamma_3 Q_4^{n+1} = \delta_3 \\ \alpha_4 h_3^{n+1} + \beta_4 Q_4^{n+1} + \gamma_4 h_5^{n+1} = \delta_4 \\ \alpha_5 Q_4^{n+1} + \beta_5 h_5^{n+1} + \gamma_5 Q_6^{n+1} = \delta_5 \\ \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \\ \alpha_{n-2} Q_{n-3}^{n+1} + \beta_{n-2} h_{n-2}^{n+1} + \gamma_{n-2} Q_{n-1}^{n+1} = \delta_{n-2} \\ \alpha_{n-1} h_{n-2}^{n+1} + \beta_{n-1} Q_{n-1}^{n+1} + \gamma_{n-1} h_n^{n+1} = \delta_{n-1} \\ \alpha_n Q_{n-1}^{n+1} + \beta_n h_n^{n+1} + \gamma_n H_c^{n+1} = \delta_n \end{array} \right]$$

- Tại điểm lưới đầu:  $h = H_d$ , có nghĩa là  $\alpha_1 = -1$ ,  $\beta_1 = 1$ ,  $\gamma_1 = 0$ ,  $\delta_1 = 0$
- Tại điểm lưới cuối:  $h_n = H_c$  có nghĩa là  $\alpha_n = 0$ ,  $\beta_n = 1$ ,  $\gamma_n = -1$ ,  $\delta_n = 0$
- Trong hình 3.4 điều này tương ứng với  $H_c = h_{A,n} = h_{B,n} = h_{C,1}$

Nếu ta liên hệ với hệ thống một nhánh với một mực nước biên tại mỗi phần cuối thì ta sẽ biết được  $H_d$ ,  $H_c$ , chỉ còn lại ẩn số  $n$  trong các phương trình  $n$ , và có thể giải chúng bằng kỹ thuật khử chuẩn. Tuy nhiên, do Mike11 có thể xử lý nhiều nhánh, nên ta phải áp dụng một phương pháp khác. Để giải thích vấn đề này, các phương trình trên sẽ được trình bày trong ma trận hình 3.6.

$$\left[ \begin{array}{ccccc} \alpha_1 & \beta_1 & \gamma_1 & & \delta_1 \\ \alpha_2 & \beta_2 & \gamma_2 & & \delta_2 \\ \alpha_3 & \beta_3 & \gamma_3 & & \delta_3 \\ \alpha_4 & \beta_4 & \gamma_4 & & \delta_4 \\ \alpha_5 & \beta_5 & \gamma_5 & & \delta_5 \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ & & & & \\ \alpha_{n-2} & \beta_{n-2} & \gamma_{n-2} & & \delta_{n-2} \\ \alpha_{n-1} & \beta_{n-1} & \gamma_{n-1} & & \delta_{n-1} \\ \alpha_n & \beta_n & \gamma_n & & \delta_n \end{array} \right]$$

Hình 3.6. Ma trận nhánh trước khi khử

Dùng kỹ thuật khử chuẩn ta có thể chuyển ma trận ở hình 3.6 thành ma trận ở hình 3.7.

$$\begin{bmatrix} a_1 & 1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & 1 & b_2 & c_2 \\ a_3 & 1 & b_3 & c_3 \\ a_4 & 1 & b_4 & c_4 \\ a_5 & 1 & b_5 & c_5 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n-2} & 1 & b_{n-2} & c_{n-2} \\ a_{n-1} & 1 & b_{n-1} & c_{n-1} \\ a_n & 1 & b_n & c_n \end{bmatrix}$$

Hình 3.7. Ma trận nhánh sau khi khử

Từ ma trận trong hình 3.7, ta có thể thấy tại bất cứ điểm lưới nào, biến số Z được thể hiện dưới dạng hàm số mực nước tại điểm thượng lưu và hạ lưu.

$$Z_j^{n+1} = c_j - a_j H_d^{n+1} - b_j H_c^{n+1} \quad (3-15)$$

Tuy nhiên, do MIKE11 hoạt động với các nhánh được phân chia bởi những điểm tại các điểm biên ngoài và tại các nhánh nối bên trong. Ta cần phải biết các mực nước tại tất cả các điểm nối trước khi giải được ma trận trong hình 3.7 theo phương trình (3-15).

### Ma trận giao điểm

Trong các giao điểm, một phương trình liên tục bao gồm các điểm xung quanh h và Q được tạo lập:

$$\frac{H^{n+1} - H^n}{\Delta t} A = Q_i^{n+1/2} - Q_o^{n+1/2}$$

$$\Rightarrow \frac{H^{n+1/2} - H^n}{\Delta t} A = 0,5(Q_{A,n-1}^n + Q_{B,n-1}^n - Q_{C,2}^n) + 0,5(Q_{A,n-1}^{n+1} + Q_{B,n-1}^{n+1} - Q_{C,2}^{n+1}) \quad (3-16)$$

Trong phương trình (3-16)  $Q_{A,n-1}$ ,  $Q_{B,n-1}$ ,  $Q_{C,2}$  tại bước thời gian  $n+1$  có thể thay thế theo như phương trình (3-15), ta có phương trình (3-17) sau đây:

$$\frac{H^{n+1} - H^n}{\Delta t} A = 0,5(Q_{A,n-1}^n + Q_{B,n-1}^n - Q_{C,2}^n) + 0,5 \begin{bmatrix} (c_{A,n-1} - a_{A,n-1} H_{A,n-1}^{n+1} - b_{A,n-1} H_{A,us}^{n+1}) \\ (c_{B,n-1} - a_{B,n-1} H_{B,n-1}^{n+1} - b_{B,n-1} H_{B,us}^{n+1}) \\ (c_{C,n-1} - a_{C,n-1} H_{C,n-1}^{n+1} - b_{C,n-1} H_{C,ds}^{n+1}) \end{bmatrix} \quad (3-17)$$

Trong đó:

$H$ : Mực nước tại giao điểm thực tế.

$H_{A,us}$ : Mực nước tại điểm cuối thượng lưu của nhánh A.

$H_{B,us}$ : Mực nước tại điểm cuối thượng lưu của nhánh B.

$H_{C,ds}$ : Mực nước tại điểm ở cuối hạ lưu của nhánh C.

Với số nhánh sông nhiều hơn ta cũng có một phương trình tương tự như phương trình (3–17), các phương trình này được giải bằng phương pháp khử chuẩn Gauss để tính được mực nước tại thời điểm  $n + 1$ . Sau đó, mực nước và lưu lượng lại được tính theo phương trình (3–15).

### 3.2.4. Mô phỏng công trình trên sông, kênh

Trong mô hình MIKE11 đã mô tả một loạt các công trình có tác dụng như các điểm điều khiển trong hệ thống. Việc vận hành các công trình được tính toán theo các điều kiện dòng chảy khác nhau bằng các công thức quan hệ  $Q - h$ . Các công trình có điều khiển này khác với các công trình không điều khiển ở hai khía cạnh sau:

- Công trình có thể được mô tả hoặc như công trình chảy ngầm, công trình chảy mặt hay công trình có cửa hướng tâm. Như vậy công trình có thể được mô tả như là một ngưỡng di động hay dạng nâng hạ cánh cửa cống.

- Đối với công trình vỡ đập thì nó không thể xác định trước quan hệ đặc trưng dòng chảy tới hạn  $Q - h$  của công trình.

Trong mô hình, đối với các công trình cửa hướng tâm được tự động chia thành phần chảy phía trên và phần chảy phía dưới. Cao độ cửa đối với phần dòng chảy trên được tính toán dựa vào dạng hình học. Dòng chảy qua phần bên dưới được tính toán phụ thuộc vào chế độ dòng chảy. Dưới điều kiện chảy tự do lưu lượng được tính toán như sau:

$$Q_f = \tau \frac{\delta}{\sqrt{1 + \frac{\delta w}{y_1}}} a \sqrt{2gy_1} \quad (3-18)$$

$\tau$ : hệ số hiệu chỉnh lưu lượng,  $g$ : gia tốc trọng trường,  $y_1$ : mực nước thương lưu,  $w$ : độ mở cửa cống,  $a$ : diện tích dòng chảy qua cửa (bằng độ mở nhân với bề rộng cửa) và  $\delta$ : hệ số co hẹp được tính như sau:

$$\delta = 1 - 0,75(0/90^\circ) + 0,36(0/90^\circ)^2 \quad (3-19)$$

$\theta$ : góc nghiêng của cửa so với đáy kênh.

Dưới điều kiện chảy ngập lưu lượng được tính toán như sau:

$$Q_s = \tau \frac{\delta}{\sqrt{1 - \left(\frac{\delta w}{y_1}\right)^2}} a \sqrt{2g(y_1 - y_2)} \quad (3-20)$$

$y_2$ : mực nước hạ lưu công trình.

Dòng chảy tự do khi  $y_2 < y_{\text{limit}} + y_{\text{Tran,Bottom}}$  và chảy ngập khi  $y_2 > y_{\text{limit}} + y_{\text{Tran,Depth}}$  trong đó  $y_{\text{Tran,Bottom}}$  và  $y_{\text{Tran,Depth}}$  là các giá trị xác định từ người dùng.

$y_{\text{limit}}$  được tính như sau:

$$y_{\text{limit}} = \frac{\delta w}{2} \left[ \sqrt{1 + 16 \left( \frac{h}{\delta w} - 1 \right)} - 1 \right] \quad (3-21)$$

Trong đó  $h$  là cột thế năng ở thượng lưu. Trong vùng chuyển tiếp giữa chảy tự do và chảy ngập, lưu lượng được tính bằng cách nội suy tuyến tính giữa phương trình (3-20) và (3-21).

Dòng chảy trên cửa khi mực nước hạ lưu là ở dưới đỉnh của cửa hướng tâm:

$$Q_{\text{ove}} = b \alpha y_1^\beta \quad (3-22)$$

$b$ : độ rộng cửa,  $\alpha$  và  $\beta$  là hệ số.

Khi mực nước hạ lưu là trên đỉnh của cửa thì công thức tính lưu lượng là:

$$Q_{\text{over}} = b \alpha y_1^\beta \left[ 1 - \left( \frac{y_2}{y_1} \right)^{\beta-0.385} \right] \quad (3-23)$$

### 3.2.5. Các điều kiện ổn định của mô hình

Không thể chỉ dùng một định luật tổng quát để chọn các tham số  $\Delta x$  và  $\Delta t$  cho tất cả các trường hợp, trong MIKE11 đặt giả thiết rằng biến thiên tuyến tính của tất cả các biến số giữa mỗi khoảng cách thời gian và điểm lưới. Do đó, mỗi tiêu chuẩn đặt ra cho  $\Delta x$  và  $\Delta t$  là chúng phải đủ nhỏ sao cho có thể giải được từng các biến thời gian và không gian tuyến tính. Ví dụ mô phỏng thuỷ triều biến thiên cần phải có khoảng thời gian theo thứ tự từ 10 đến 30 phút để có thể mô tả đúng lúc toàn bộ chu trình thuỷ triều. Tương tự như vậy, sự thay đổi nhanh chóng về hình học của sông ngòi yêu cầu cần phải có khoảng không gian nhỏ sao cho có thể mô tả địa hình một cách chính xác.

Để mô hình mang tính ổn định và chính xác thì phải hoàn tất các điều kiện sau:

#### 1. Địa hình và số liệu

Địa hình và số liệu phải đồng bộ, tốt nhất là cùng một thời gian đo đạc.

#### 2. Tiêu chuẩn Courant

Điều kiện Courant là một gợi ý để chọn được khoảng thời gian đồng thời thỏa mãn được các điều kiện. Các giá trị điển hình  $C$ , thường được chọn từ 10 đến 15, tuy nhiên một số giá trị lớn hơn cũng có thể được dùng.

$$C_r = \frac{\Delta t (V + \sqrt{gy})}{\Delta x} = 10 \div 15 \quad (3-24)$$

$\sqrt{gy}$  là tốc độ của sự nhiễu loạn (sóng) nhỏ tại nơi nước nông (khu vực nước thấp). Giả thiết này rất khó thỏa mãn được đối với sông và lòng dẫn do tại đó tốc độ sóng là rất nhỏ.

Tiêu chuẩn Courant thường được áp dụng cho sông và lòng dẫn. Con số Courant thể hiện số các điểm lưới một bước sóng. Phát sinh từ một nhiễu loạn nhỏ, sẽ di chuyển trong một khoảng thời gian.

### 3. Tiêu chuẩn lưu tốc

Điều kiện lưu tốc đưa ra dưới đây đôi khi có thể tạo ra một giới hạn về khoảng thời gian, At trong trường hợp này các mặt cắt ngang có dao động nhanh.

Khoảng thời gian, At phải đủ tốt để có một báo cáo chính xác về sóng (khoảng thời gian mô phỏng thuỷ triều là khoảng 30 phút).

Tiêu chuẩn lưu tốc đòi hỏi phải chọn  $\Delta x$ , At sao cho sẽ không bị chuyển dời qua một điểm lưới trong mỗi khoảng thời gian.

$$\sqrt{\frac{\Delta t}{\Delta x}} \leq 1 \div 2 \quad (3-25)$$

#### 3.2.6. Điều kiện biên

Mô hình MIKE11 cũng cần hai điều kiện biên: biên trên và các biên dưới. Biên trên là các biên lưu lượng. Trong trường hợp các nút biên trên chỉ có quá trình mực nước mà không có tài liệu đo lưu lượng (khi xác định tham số hoặc kiểm định mô hình) có thể thay biên trên bằng quá trình mực nước nhưng kèm theo nó phải có đường quan hệ mực nước – lưu lượng  $Q = f(H)$ . Biên dưới là các biên mực nước được chọn sao cho quá trình thay đổi lưu lượng ở các biên trên và toàn bộ hệ thống không làm thay đổi mực nước ở nút biên dưới.

### 3.3. Thiết lập sơ đồ mạng lưới sông và hệ thống biên

#### 3.3.1. Tài liệu địa hình mạng lưới sông Hồng – Thái Bình

Tài liệu địa hình bao gồm mặt cắt ngang, trắc đạc toàn tuyến hệ thống sông Hồng – Thái Bình, được đo năm 1999 – 2000 trong dự án phòng chống lũ đồng bằng sông Hồng và được các dự án thuỷ điện Sơn La, và thuỷ điện Tuyên Quang thực hiện. Các tài liệu có độ tin cậy cao và đã được các cơ quan sử dụng trong các dự án thuộc đồng bằng sông Hồng.

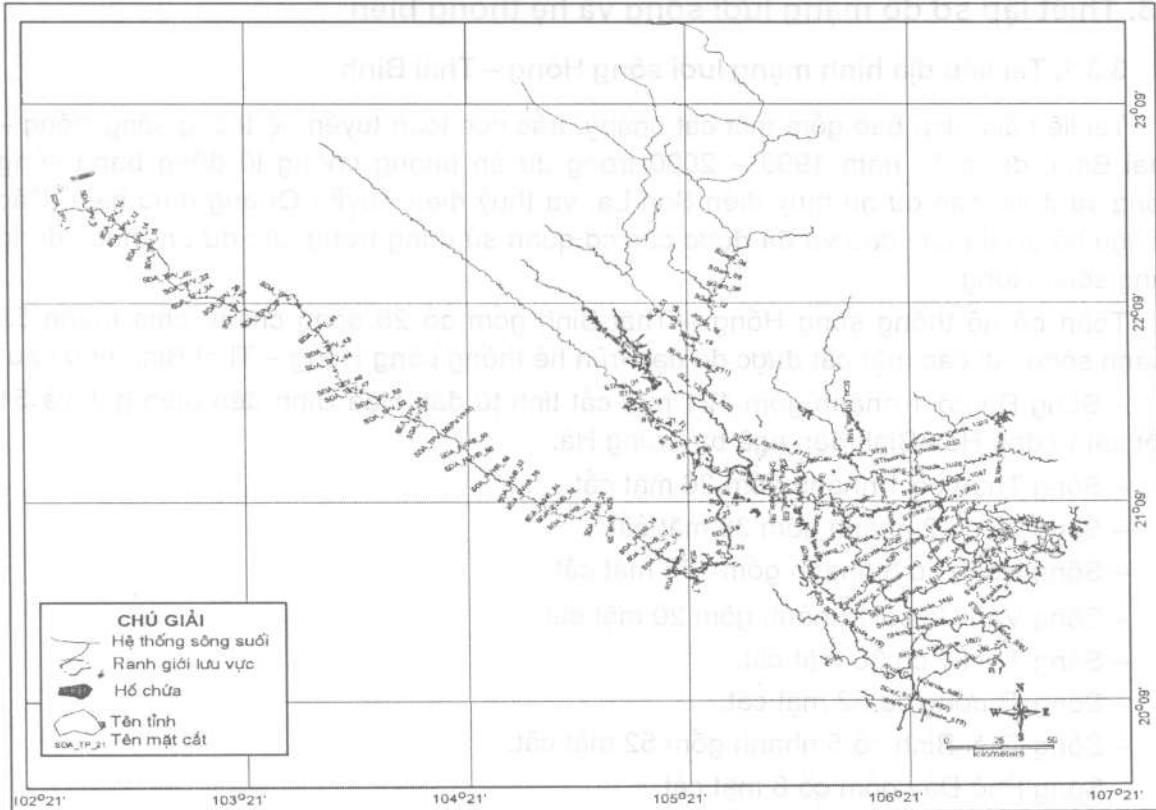
Toàn bộ hệ thống sông Hồng – Thái Bình gồm có 25 sông chính, chia thành 52 nhánh sông với các mặt cắt được đo đặc trên hệ thống sông Hồng – Thái Bình như sau:

- Sông Đà có 1 nhánh gồm 121 mặt cắt tính từ đập Hoà Bình đến biên giới và 51 mặt cắt từ đập Hoà Bình đến ngã ba Trung Hà.
- Sông Thao có 1 nhánh gồm 26 mặt cắt.
- Sông Lô có 2 nhánh gồm 38 mặt cắt.
- Sông Hồng có 8 nhánh gồm 176 mặt cắt.
- Sông Văn Úc có 1 nhánh gồm 20 mặt cắt.
- Sông Trà Lý có 36 mặt cắt.
- Sông Thương có 32 mặt cắt.
- Sông Thái Bình có 5 nhánh gồm 52 mặt cắt.
- Sông Phó Đáy gồm có 8 mặt cắt.
- Sông Ninh Cơ có 26 mặt cắt.
- Sông Luộc có 34 mặt cắt.

- Sông Lục Nam có 14 mặt cắt.
- Sông Lai Vu có 13 mặt cắt.
- Sông Lạch Tray có 24 mặt cắt.
- Sông Kinh Thầy có 25 mặt cắt.
- Sông Kinh Môn có 17 mặt cắt.
- Sông Hoá có 19 mặt cắt.
- Sông Gùa có 3 mặt cắt.
- Sông Mới có 2 mặt cắt.
- Sông Đuống có 31 mặt cắt.
- Sông Đáy có 94 mặt cắt.
- Sông Đào có 9 mặt cắt.
- Sông Đà Bắc có 12 mặt cắt.
- Sông Cầu có 47 mặt cắt.
- Sông Cẩm có 13 mặt cắt.
- Sông Đà có 47 mặt cắt, đoạn Pa Vinh – Hòa Bình có 62 mặt cắt.
- Sông Gâm có 19 mặt cắt.

Sơ đồ hệ thống sông được trình bày trong hình 3.8.

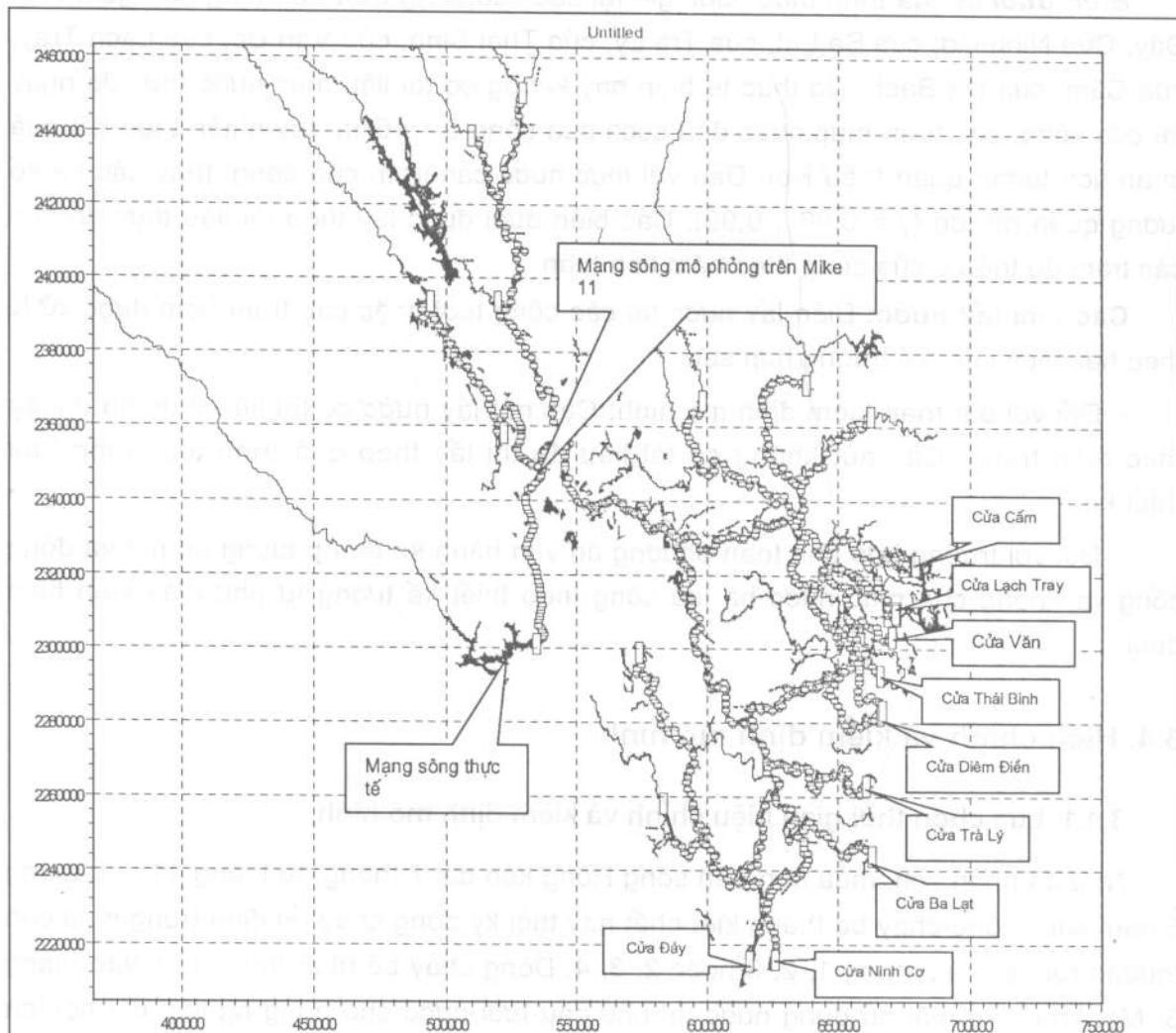
#### BẢN ĐỒ MẠNG LƯỚI SÔNG LƯU VỰC SÔNG HỒNG - THÁI BÌNH



Hình 3.8. Bản đồ mạng lưới sông lưu vực sông Hồng – Thái Bình

### 3.3.2. Sơ đồ mạng sông tính toán thủy lực mùa cạn

Căn cứ vào nhiệm vụ tính toán, mạng sông trong phạm vi nghiên cứu của đề tài, các tài liệu cơ bản hiện có, chế độ thuỷ văn trên mạng sông, sơ đồ thuỷ lực tính toán dòng chảy khu vực nghiên cứu được thiết lập với 864 mặt cắt được thống kê trong bảng 3.1. Sơ đồ mạng sông được thể hiện trên hình 3.9.



Hình 3.9. Sơ đồ mạng thuỷ lực sông Hồng – sông Thái Bình và hệ thống biên trên – dưới mô phỏng trên mô hình Mike11 theo hệ toạ độ VN2000

### 3.3.3. Biên tính toán

Về biên của bài toán, căn cứ vào sơ đồ tính toán, tình hình tài liệu thu thập được, các biên được sử dụng tính trong mô hình bao gồm:

**Biên trên** là quá trình lưu lượng thực đo bình quân ngày tại các trạm thuỷ văn

không chế bao gồm Hoà Bình (sông Đà), Yên Báy (sông Thao), Thác Bà (sông Chảy), Hàm Yên (sông Lô), Chiêm Hoá (sông Gâm), Phú Cường (Cà Lồ), Thác Huống (sông Cầu), Cầu Sơn (sông Thương), Chu (sông Lục Nam). Các biên trên lấy theo tài liệu đo đạc (trong trường hợp kiểm định mô hình). Khi tính toán các phương án, tại các nút hồ chứa lưu lượng xả lấy theo phương án vận hành.

**Biên dưới** là quá trình mực nước giờ tại các cửa sông trên hệ thống bao gồm Cửa Đáy, Cửa Ninh Cơ; cửa Ba Lạt, cửa Trà Lý, cửa Thái Bình, cửa Văn Úc, cửa Lạch Tray, cửa Cẩm, cửa Đá Bạch. Do thực tế hiện nay không có tài liệu mực nước thực đo ngay tại cửa sông, các trạm mực nước đều cách cửa sông  $6 \div 10$ km, tuy nhiên theo kết quả phân tích tương quan triều Hòn Dấu với mực nước các trạm cửa sông, thấy các hệ số tương quan rất lớn ( $\gamma = 0,96 \div 0,99$ ). Các biên dưới được lấy theo tài liệu thực đo của các trạm đo triều ở cửa sông theo năm tính toán.

**Các cửa lấy nước:** Biên lấy nước tại các cống tưới hoặc các trạm bơm được xử lý theo hai cách cho hai trường hợp sau:

- Đối với bài toán kiểm định mô hình: Các nút lấy nước có tài liệu thực đo thì lấy theo hiện trạng. Các nút không có tài liệu đo thì lấy theo quá trình lưu lượng tưới thiết kế.
- Đối với trường hợp tính toán phương án vận hành sẽ đưa phương án mở và đóng cống và khống chế mực nước hạ lưu cống theo thiết kế tương tự như điều kiện biên dưới.

### 3.4. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

#### 3.4.1. Lựa chọn thời gian hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Như đã phân tích, mùa cạn trên sông Hồng kéo dài 7 tháng, từ tháng 11 đến tháng 5 năm sau. Dòng chảy ba tháng kiệt nhất hay thời kỳ dòng chảy ổn định trong mùa cạn thường rơi vào các tháng 1, 2, 3 hoặc 2, 3, 4. Dòng chảy bé nhất thường rơi vào tháng 3. Mặt khác, về mặt sử dụng nước thì nhu cầu tưới nước cho nông nghiệp đòi hỏi lớn nhất vào tháng 1 và tháng 2, thời kỳ ngả ải lúa Đông Xuân.

Căn cứ vào nhiệm vụ của bài toán, số liệu thực đo thu thập được, để hiệu chỉnh bộ thông số mô hình, sách đã sử dụng tài liệu thực đo các trạm thủy văn nói trên từ 1/1/2003 đến 31/3/2003.

Để kiểm định bộ thông số mô hình, sách sử dụng tài liệu thực đo cũng của các trạm trên từ 1/1/2004 đến 31/3/2004.

**BẢNG 3.1. CÁC NHÁNH SÔNG VÀ ĐOẠN SÔNG  
TRÊN HỆ THỐNG SÔNG HỒNG – THÁI BÌNH**

TT	Tên sông	Đoạn	Chiều dài (m)	Số m/cắt
1	Thao	Từ Yên Bái đến Phú Thọ	69361	34
		Từ Phú Thọ đến ngã 3 sông Thao, sông Đáy, sông Hồng	24400	27
3	Hồng	Ngã 3 sông Thao, sông Đáy, sông Hồng đến ngã 3 Nam Định	170728	152
		Ngã 3 Nam Định đến cửa Ba Lạt	58225	26
4	Đà	Hoà Bình đến ngã 3 sông Hồng	54700	47
5	Chảy	Thác Bà tới ngã 3 sông Lô	36000	2
6	Lô	Hàm Yên đến ngã 3 sông Gâm (Gành Gà)	26650	6
		Từ Gành Gà tới ngã 3 sông Hồng	111105	43
7	Gâm	Từ Na Hang đến Gành Gà	75900	20
8	Đáy	Từ Ba Thá đến cửa Đáy	147427	70
9	Hàm Long	Bến đẽ đến ngã 3 sông Đáy	22150	7
10	Đào	Ngã 3 Đáy tới ngã 3 sông Hồng	25240	9
11	Trà Lý	Ngã 3 sông Hồng tới cửa Trà Lý	59300	35
12	Ninh Cơ	Ngã 3 sông Hồng tới cửa Ninh Cơ	43450	25
13	Luộc	Ngã 3 sông Hồng tới ngã 3 sông Thái Bình	62800	34
14	Đuống	Ngã 3 sông Hồng tới ngã 3 sông Thái Bình	56740	32
15	Hoà	Ngã 3 sông Luộc tới cửa biển	35450	19
16	Cầu	Thác Bưởi tới ngã 3 sông Thương	137420	47
17	Lục Nam	Chũ tới ngã 3 sông Thái Bình	53150	15
18	Thái Bình	Trạm thuỷ văn Phả Lại tới cửa biển	90970	51
19	Thương	Cầu Sơn tới Phả Lại	87650	32
20	Gùa	Ngã 3 Thái Bình – Lai Vu	1367	3
21	Mía	Ngã 3 Thái Bình – Văn Úc	1350	2
22	Mới	Ngã 3 Thái Bình – Văn Úc	2300	2
23	Kinh Thày	Ngã 3 Thái Bình – ngã 3 Đá Bạch	45750	25
24	Đá Bạch	Ngã 3 Kinh Thày – cửa Đá Bạch	20550	12
25	Cẩm	Ngã 3 Kinh Môn – Cảng Cẩm	24240	13
26	Kinh Môn	Ngã 3 Kinh Thày – sông Cẩm	35450	17
27	Lai Vu	Ngã 3 Kinh Môn – Văn Úc	24750	13
28	Văn Úc	Ngã 3 Gùa – cửa Văn Úc	34961	20
29	Lach Tray	Ngã 3 Văn Úc – cửa Lach Tray	40727	24

**BẢNG 3.2. BẢNG THỐNG KÊ CÁC BIÊN TRÊN VÀ BIÊN DƯỚI**

TT	Trạm	Sông	Tài liệu sử dụng	Loại biên	TT	Trạm	Sông	Tài liệu sử dụng	Loại biên
1	Hoà Bình	Đà	Q, H	B.trên	11	Phú lê	Ninh Cơ	H	B.dưới
2	Yên Bai	Thao	Q, H	B.trên	12	Ba Lát	Hồng	H	B.dưới
3	Hàm Yên	Lô	Q, H	B.trên	13	Định Cư	Trà Lý	H	B.dưới
4	Na Hang	Gâm	Q, H	B.trên	14		Hoá	H	B.dưới
5	Thác Bưởi	Cầu	Q	B.trên	15	Đông Xuyên	Thái Bình	H	B.dưới
6	Cầu Sơn	Thương	Q, H	B.trên	16	Quang Phục	Văn Úc	H	B.dưới
7	Chū	Lục Nam	Q, H	B.trên	17	Kiến An	Lach Tray	H	B.dưới
8	Ba Thá	Đáy	Q, H	B.trên	18	Cửa Cấm	Cấm	H	B.dưới
9	Bến Đẽ	Hoàng Long	H	B.trên	19	Do Nghi	Dá Bạch	H	B.dưới
10	Như Tân	Đáy	H	B.dưới					

**BẢNG 3.3. VỊ TRÍ MỘT SỐ CỔNG CHÍNH TRONG HỆ THỐNG**

STT	Cổng	Sông	Vị trí mặt cắt (m)	STT	Cổng	Sông	Vị trí mặt cắt (m)
1	Tịnh Xuyên	Sông Trà Lý	2000	26	Đông Hà	Sông Đáy	108212
2	Đông Bàn	Sông Trà Lý	19300	27	Nhâm Tràng	Sông Đáy	114032
3	Bến Hồ	Sông Trà Lý	29000	28	Cổ Đạm	Sông Đáy	127157
4	Quan Hoa	Sông Trà Lý	33500	29	Hữu Bì	Sông Hồng	159543
5	Cổng 39	Sông Trà Lý	38250	30	Cốc Thành	Sông Đào	7700
6	Đông Linh	Sông Luoc	10450	31	Như Trác	Sông Hồng	143753
7	Cự Lâm	Sông Trà Lý	5750	32	Cổng	Ninh Cơ	3600
8	Nang	Sông Trà Lý	13400	33	Cổng	Sông Ninh Cơ	2350
9	Mễ	Sông Tra Ly	23000	34	Cổng	Sông Ninh Cơ	4750
10	Tam Lạc	Sông Trà Lý	26250	35	Cổng	Sông Ninh Cơ	7750
11	Ngữ	Sông Trà Lý	35050	36	Cổng	Sông Ninh Cơ	11650
12	Dục Dương	Sông Trà Lý	38250	37	Cổng	Sông Ninh Cơ	15650
13	Ngu Xá	Sông Hồng	177618	38	Cổng	Sông Ninh Cơ	13800
14	Thổi Hạc	Sông Hồng	200928	39	Cổng	Sông Ninh Cơ	13800
15	Nguyệt Lâm	Sông Hồng	210673	40	Cổng	Sông Ninh Cơ	17700
16	An Sơn	Sông Cấm	23907	41	Cổng	Sông Ninh Cơ	20250
17	Trung Trang	Văn Úc	0	42	Cổng	Sông Ninh Cơ	22250
18	Ba Đồng	Sông Luộc	48100	43	Cổng	Sông Ninh Cơ	23950
19	Chanh Chữ	Sông Luộc	42050	44	Bạch Hạc	Sông Lô	25000
20	Phù Sa	Sông Hồng	129696	45	Phù Sa	Sông Hồng	29360
21	Mộc Nam	Sông Hồng	175538	46	Đan Hoài	Sông Hồng	51581
22	Vũ Xá	Sông Hồng	135588	47	Liên Mạc	Sông Hồng	61857
23	Như Trác	Sông Hồng	151038	48	Hà Nội	Sông Hồng	72392
24	Tân Sơn	Sông Đáy	84197	49	Xuân Quan	Sông Hồng	82663
25	Đanh Xuyên	Sông Đáy	91084				

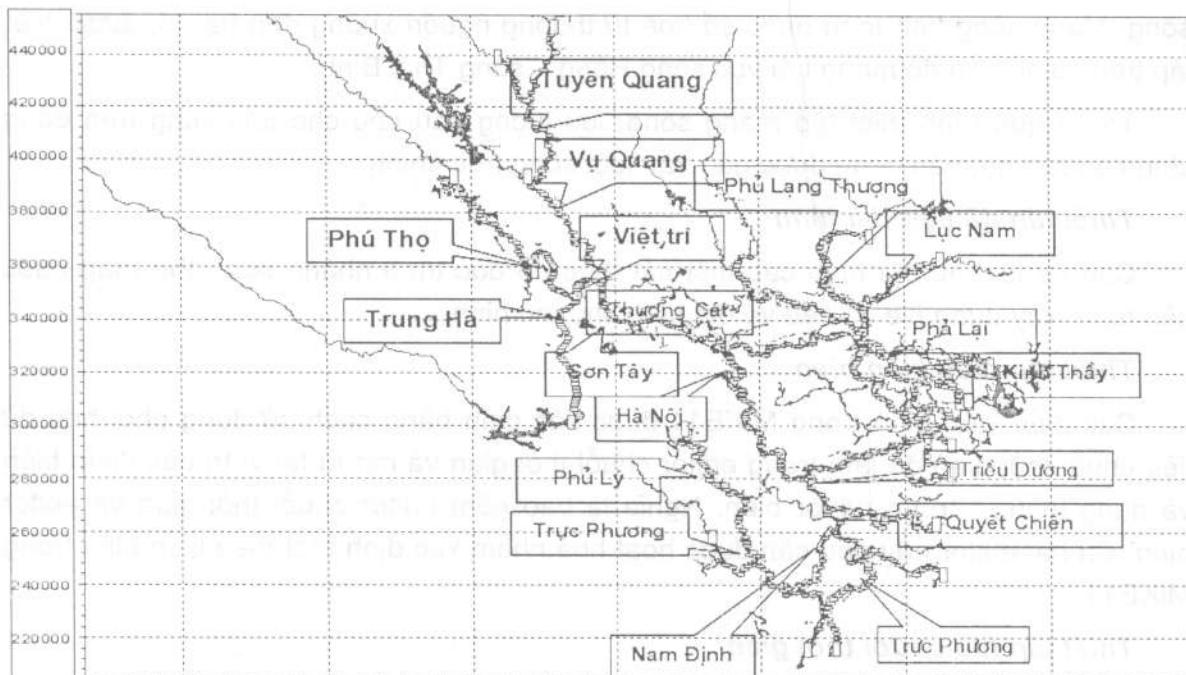
### 3.4.2. Các nút kiểm tra

Hệ thống các nút kiểm tra để kiểm định mô hình là số liệu thực đo tại các trạm đo mực nước hoặc lưu lượng bao gồm: Phú Thọ, Việt Trì, Sơn Tây, Hà Nội, Nam Định, Triều Dương, Quyết Chiến, Trực Phương, Phả Lại, Phủ Lý (xem hình 3.10).

### 3.4.3. Các tài liệu cơ bản phục vụ cho tính toán

#### 3.4.3.1. Tài liệu địa hình

Tài liệu địa hình được sử dụng trong tính toán là tài liệu thực đo trong khoảng thời gian từ 1998 – 2000 do Viện Quy hoạch Thuỷ Lợi và Đoàn Khảo sát sông Hồng đo đạc.



Hình 3.10. Hệ thống nút kiểm tra để kiểm định và xác định thông số mô hình

#### 3.4.3.2. Tài liệu thuỷ văn

##### Tại các biên

Như đã trình bày ở trên, số liệu biên dùng trong tính toán gồm số liệu biên trên (Q), biên dưới (H), và biên dùng nước (Q).

- Biên trên là số liệu quá trình dòng chảy thực đo tại các trạm khống chế phía thượng lưu như đã nêu ở trên, với thời gian 1 ngày.
- Biên dưới là quá trình mực nước thực đo tại các trạm khống chế phía hạ lưu như đã nêu ở trên với bước thời gian 1 giờ.

Điều kiện ban đầu trên mô hình được mô phỏng tại tất cả các nút bao gồm mục nước và lưu lượng tại thời điểm bắt đầu tính toán. Các dữ liệu ban đầu được ước tính toán từ số liệu đo đặc thuỷ văn tại các trạm thuỷ văn trên toàn lưu vực.

Đối với bài toán kiểm định mô hình: Các nút lấy nước có tài liệu thực đo thì lấy theo hiện trạng. Các nút không có tài liệu đo thì lấy theo quá trình lưu lượng tưới thiết kế.

### **3.4.4. Thiết lập mô hình**

Việc thiết lập mô hình được thực hiện theo hướng dẫn của MIKE11 (xem Phụ lục 1).

#### **Thiết lập mạng sông**

Căn cứ vào sơ đồ thuỷ lực mạng sông đã nói ở trên, tiến hành thiếp lập mạng sông. Mạng sông tính toán được số hoá từ thượng nguồn xuống đến hạ du, được thiết lập trên cơ sở bản đồ mạng lưu vực sông Hồng – sông Thái Bình.

Trong quá trình thiết lập mạng sông, lưu lượng yêu cầu cho các vùng trên dòng chính tại các nút gắn cũng được gắn vào lưới sông trực chính.

#### **Thiết lập dữ liệu địa hình**

Căn cứ tài liệu địa hình các mặt cắt thực đo dọc theo nhánh sông thu thập được tiến hành xây dựng file dữ liệu về địa hình cho mô hình.

#### **Thiết lập điều kiện biên**

Các điều kiện biên trong MIKE11 được xác định bằng cách sử dụng phối hợp dữ liệu chuỗi thời gian đã làm trong editor chuỗi thời gian và mô tả tại vị trí các điểm biên và dạng biên,... trong editor biên. Nghĩa là bao gồm editor chuỗi thời gian và editor biên. Cả hai editor này đều cần được hoạt hoá nhằm xác định một điều kiện biên trong MIKE11.

#### **Thiết lập file chuỗi thời gian**

Căn cứ vào số liệu thuỷ văn thu thập, thời gian để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình, tiến hành thiết lập các file chuỗi thời gian mục nước và lưu lượng tại các trạm tương ứng với thời gian dùng để mô phỏng và kiểm định.

Sau khi đã thiết lập được các file chuỗi thời gian, tiến hành thiết lập điều kiện biên tại các vị trí và dạng biên tương ứng.

#### **Thiết lập file thông số mô hình**

Trong mô hình MIKE11 file thông số bao gồm các editor thuỷ động lực, tải khuếch tán, chất lượng nước, vận chuyển bùn cát và mưa – dòng chảy mặt. Parameter editors có chứa thông tin về các biến liên quan đến dạng tính toán đã chọn. Trong trường hợp tính toán này, file thông số được thiết lập cho môđun HD. HD Parameter Editor gồm thông tin về lực cản đáy là một biến quan trọng trong tính toán thuỷ lực, về điều kiện ban đầu,...

Đối với hệ thống sông phức tạp như sông Hồng, việc lựa chọn điều kiện ban đầu mất khá nhiều thời gian, do đó trong mô hình, các điều kiện ban đầu được lấy một cách tương đối căn cứ theo tài liệu tại các trạm thuỷ văn vào thời điểm tính toán đầu tiên tại lần chạy thử đầu tiên, sau đó các lần chạy tiếp theo, điều kiện ban đầu sẽ được lấy từ một tập tin kết quả hiện có.

### **Thiết lập một mô phỏng cho mô hình**

**Simulation Editor** kết hợp tất cả các thông tin cần thiết cho MIKE11 để thể hiện một mô phỏng. Thông tin này bao gồm dạng mô hình để chạy, tên và vị trí của các tập tin dữ liệu đầu vào, thời đoạn mô phỏng, bước thời gian,... và tên của các tập tin kết quả.

#### **3.4.5. Hiệu chỉnh thông số mô hình thủy lực**

Việc hiệu chỉnh thông số mô hình chủ yếu được tiến hành bằng cách thay đổi độ nhám. Kiểm tra tính hợp lý tại các điều kiện biên. Trong trường hợp dòng chảy lũ có hiện tượng tràn bãi thì trên mỗi mặt cắt còn chia ra nhám lòng dẫn và nhám bãi. Với dòng chảy kiệt, dòng chảy chủ yếu trong lòng sông nên việc hiệu chỉnh bộ thông số chủ yếu là thay đổi độ nhám của lòng dẫn. Trong luận văn đã dùng phương pháp thử dần để hiệu chỉnh thông số của mô hình.

Hệ số nhám được tính riêng cho từng đoạn sông tùy theo điều kiện thực tế của từng mặt cắt theo công thức kinh nghiệm và thường dao động trong khoảng 0,025 – 0,04, được hiệu chỉnh trong quá trình hiệu chỉnh mô hình kết hợp tham khảo thông tin điều tra thực địa.

Quá trình hiệu chỉnh có thể tóm tắt thành các bước sau đây:

- *Bước 1.* Giả thiết bộ thông số (chủ yếu là độ nhám), điều kiện ban đầu.
- *Bước 2.* Sau khi đã có bộ thông số giả thiết, tiến hành chạy mô hình.
- *Bước 3.* So sánh kết quả tính toán với số liệu thực đo tại các trạm có số liệu đo đặc lưu lượng và mực nước.

Việc so sánh này có thể tiến hành bằng trực quan (so sánh hai đường quá trình tính toán và thực đo trên biểu đồ), đồng thời kết hợp chỉ tiêu Nash để kiểm tra.

$$\text{Nash} = 1 - \frac{\sum (X_{o,i} - X_{s,i})^2}{\sum (X_{o,i} - \bar{X}_o)^2}$$

$X_{o,i}$ : Giá trị thực đo.

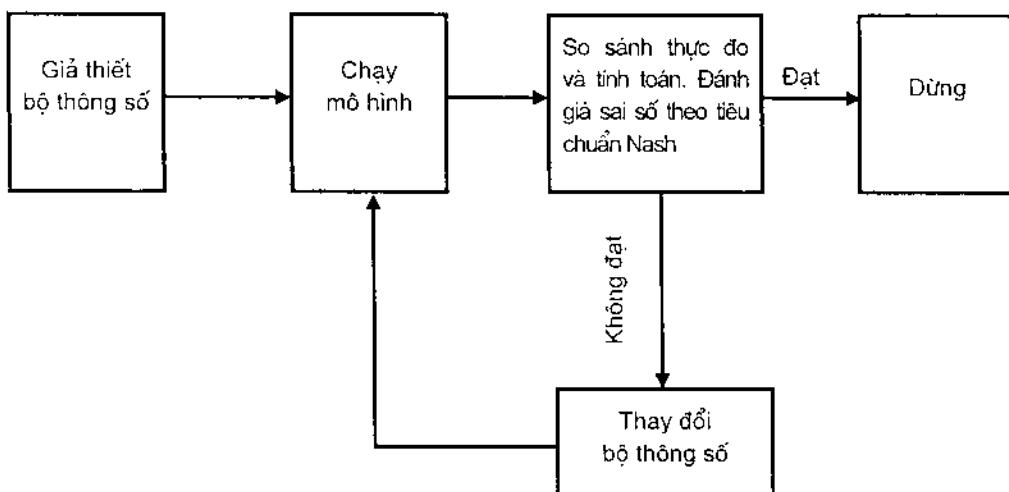
$X_{s,i}$ : Giá trị tính toán hoặc mô phỏng.

$\bar{X}_o$ : Giá trị thực đo trung bình.

- *Bước 4.* Nếu kết quả so sánh tốt thì dừng hiệu chỉnh và lưu bộ thông số. Nếu kết

quả không đạt, tiến hành phân tích đánh giá sai lệch, sau đó tiếp tục hiệu chỉnh lại bộ thông số.

Quá trình hiệu chỉnh thông số được trình bày trên sơ đồ 3.11.



Hình 3.11. Sơ đồ quá trình hiệu chỉnh bộ thông số mô hình

### 3.4.6. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

#### 3.4.6.1. Kết quả hiệu chỉnh mô hình

Sau khi đã thiết lập được mô hình, tiến hành hiệu chỉnh thông số mô hình theo các bước trên, lấy thời gian từ tháng 1 đến tháng 3/2003 để xác định bộ thông số.

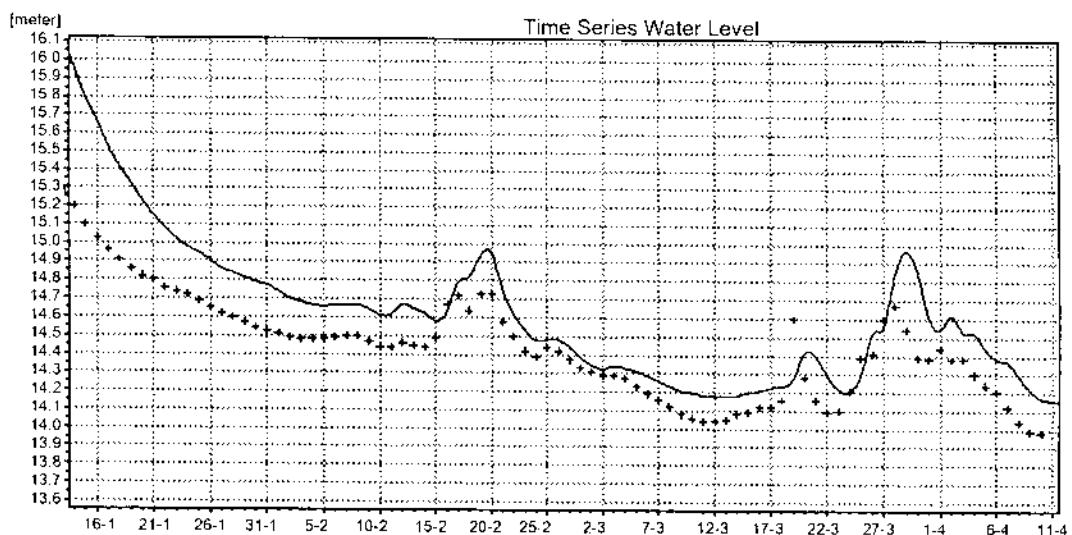
Trong quá trình hiệu chỉnh cần luôn kết hợp so sánh kết quả tính Q, H với số liệu thực đo để chỉnh hệ số nhám. Khi kết quả tính toán hiệu chỉnh Q, H khá gần với số liệu thực đo tại các trạm có số liệu kiểm định, bộ thông số tìm được là đạt và có thể dùng được trong tính toán phương án tiếp theo.

Kết quả hiệu chỉnh mô hình được thể hiện dưới dạng các biểu đồ so sánh kết quả tính toán và thực đo tại vị trí các trạm thuỷ văn kiểm tra trên mạng sông đã nói ở trên và chỉ số kiểm định Nash tương ứng tại các trạm đó.

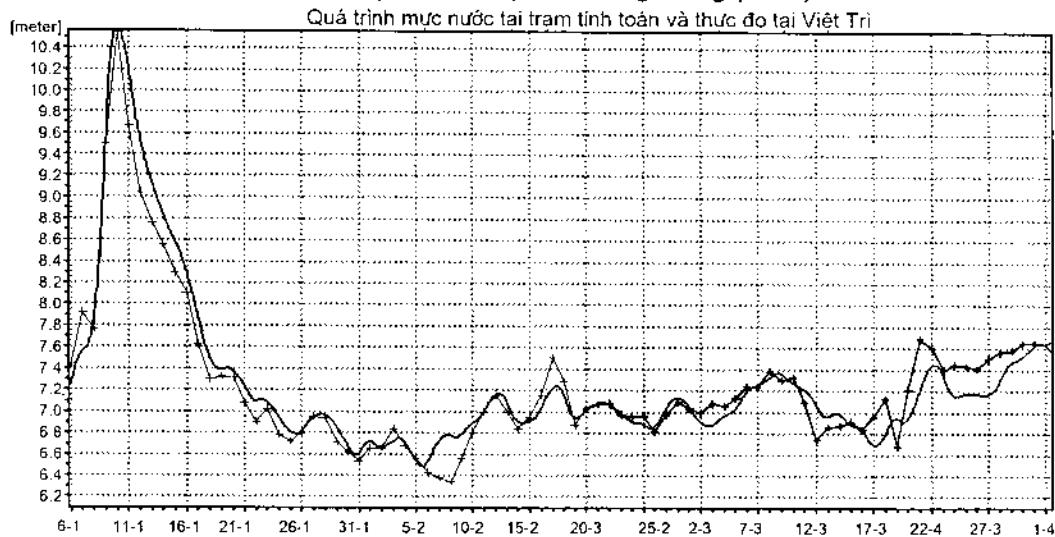
#### 3.4.6.2. Kết quả kiểm định mô hình

Từ kết quả hiệu chỉnh mô hình ta đã có bộ thông số mô hình, dùng bộ thông số này tiến hành chạy kiểm tra trong thời gian từ tháng 1/1/2004 đến 31/3/2004.

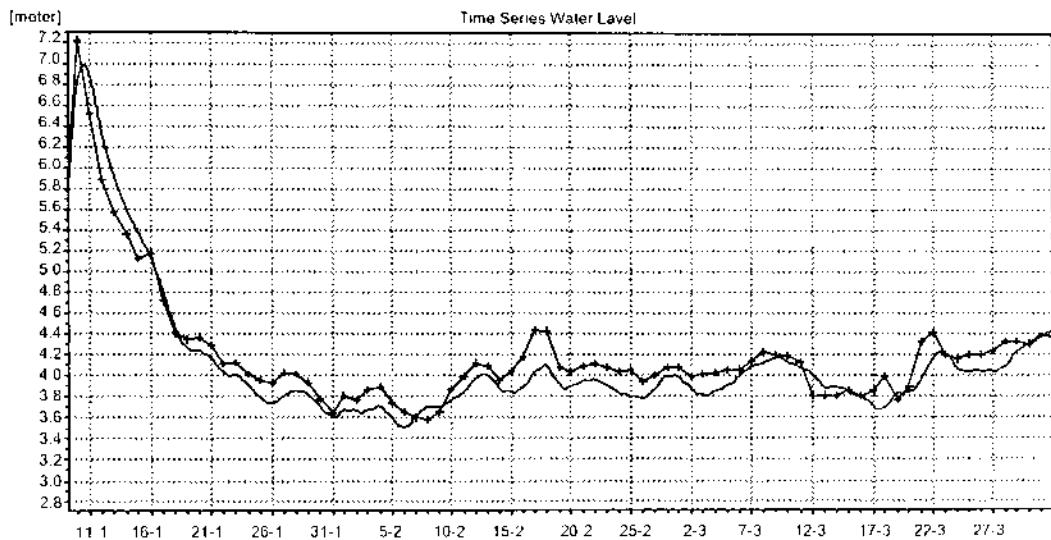
Kết quả kiểm định mô hình cũng được thể hiện trên biểu đồ quá trình mực nước hoặc lưu lượng thực đo tại các trạm kiểm tra trong mạng, kết hợp với chỉ tiêu kiểm định Nash tương ứng. Các kết quả thu được thể hiện trên hình từ 3.12.1 đến 3.12.10 dưới đây.



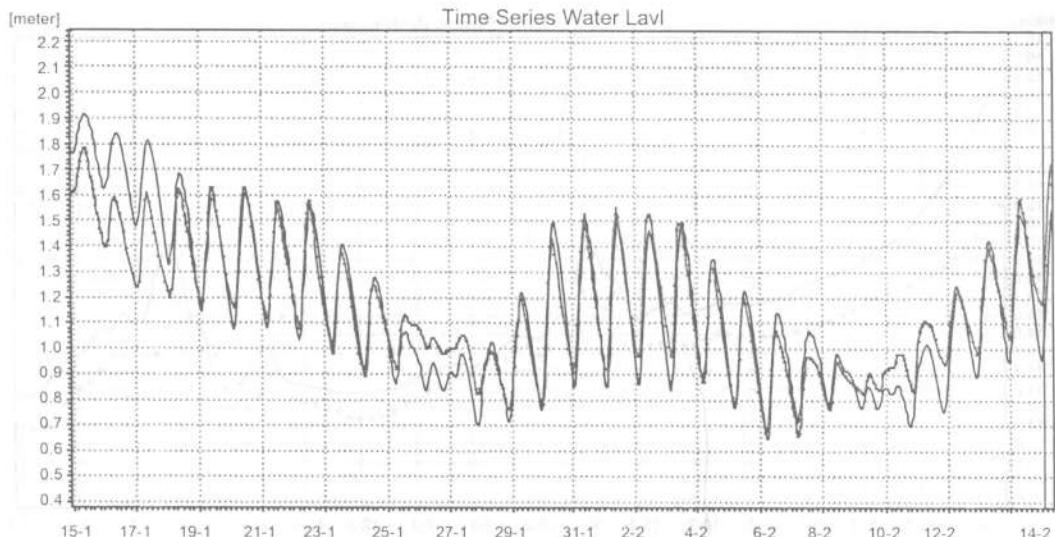
Hình 3.12.1. Tại trạm Phú Thọ trên sông Hồng (2003)



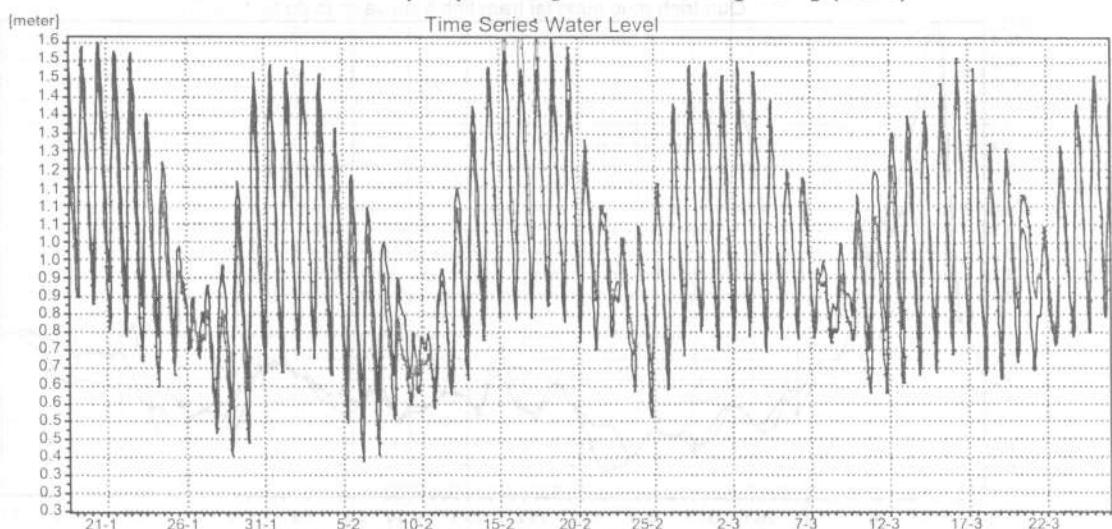
Hình 3.12.2. Tại trạm Việt Trì trên sông Hồng (2003)



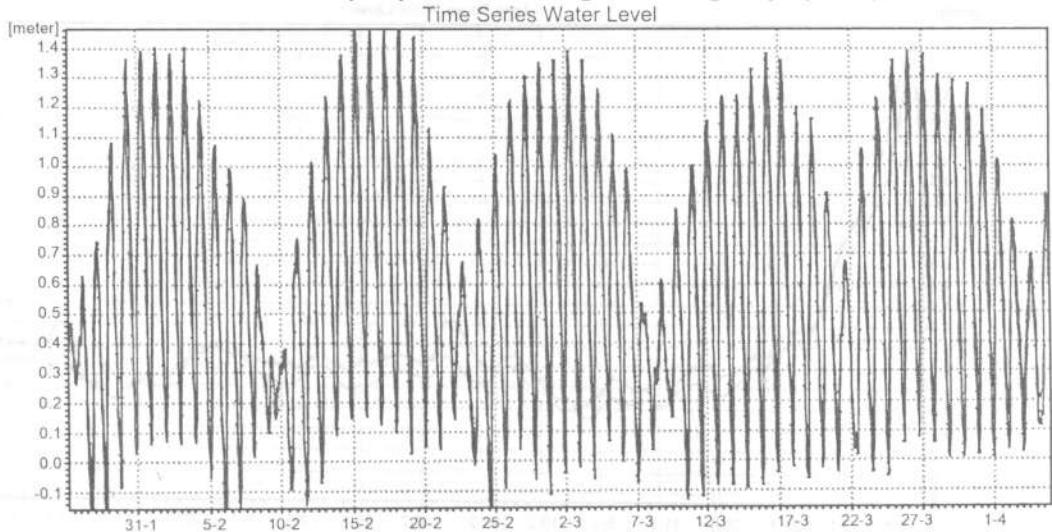
Hình 3.12.3. Tại cống Liên Mạc trên sông Hồng (2003)



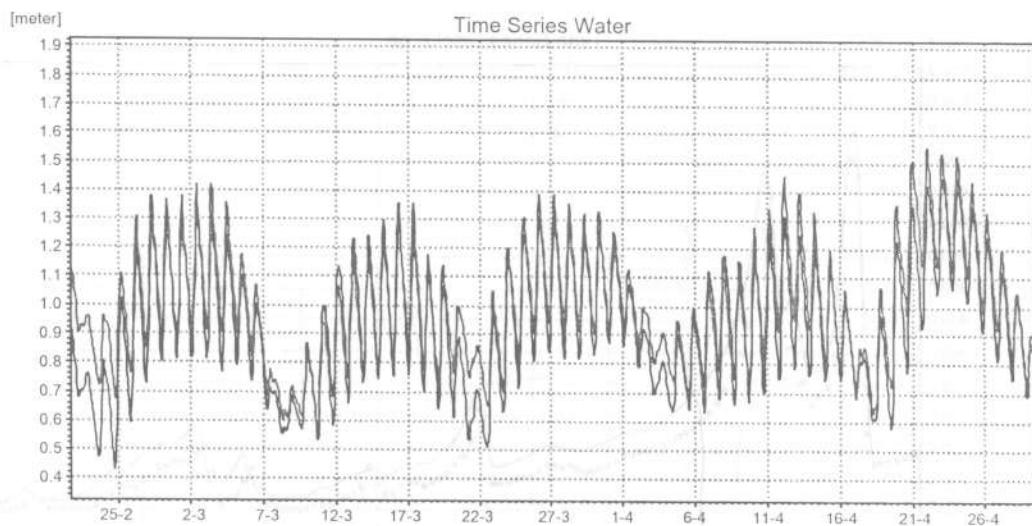
Hình 3.12.4. Tại trạm Hưng Yên trên sông Hồng (2003)



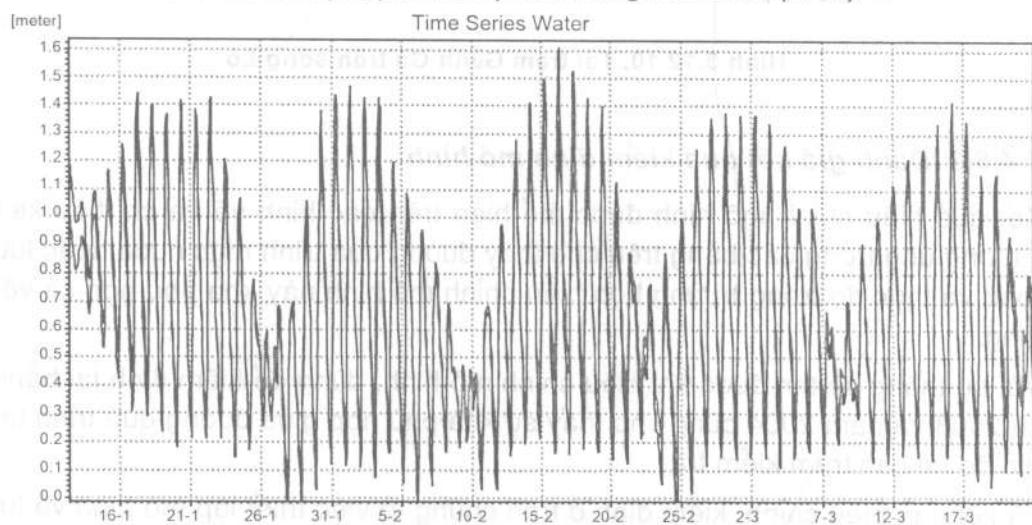
Hình 3.12.5. Tại trạm Triều Dương trên sông Luộc (2003)



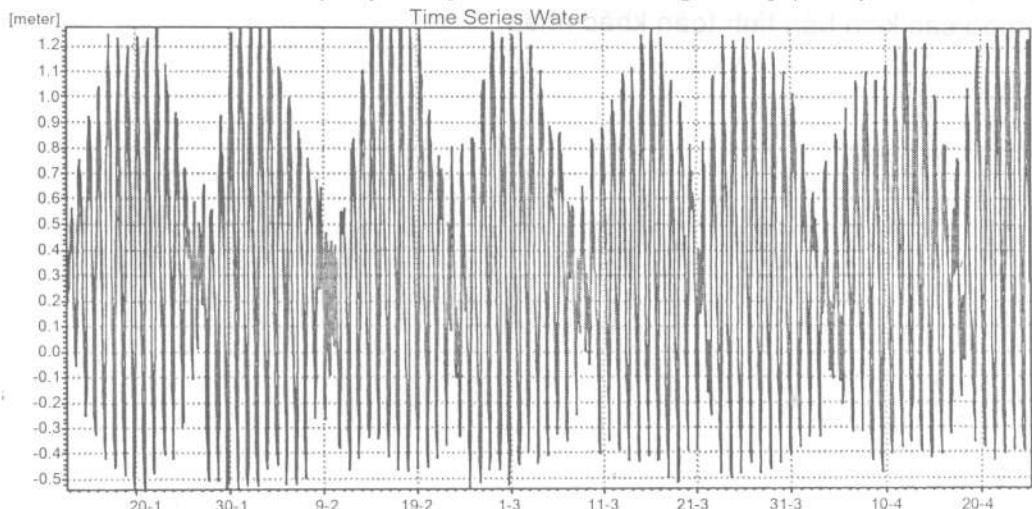
Hình 3.12.6. Tại trạm Chanh Chu trên sông Luộc (2003)



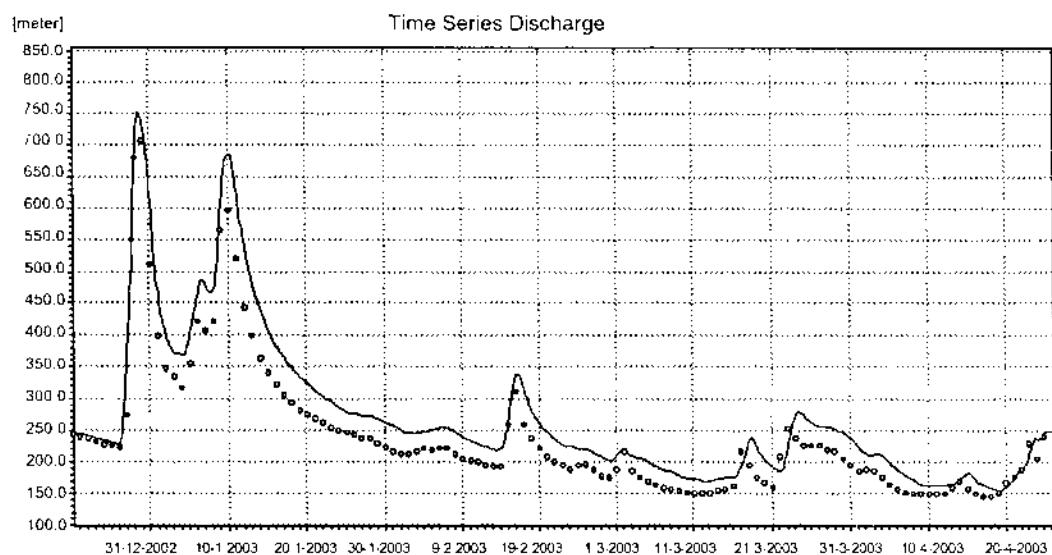
Hình 3.12.7. Tại trạm Phả Lại trên sông Thái Bình (2003)



Hình 3.12.8. Tại trạm Quyết Chiến trên sông Trà Lý (2003)



Hình 3.12.9. Tại trạm Trực Phương trên sông Ninh Cơ (2003)



Hình 3.12.10. Tại trạm Gành Gà trên sông Lô

#### 3.4.6.3. Đánh giá kết quả kiểm định mô hình

Kết quả hiệu chỉnh mô hình được thể hiện trên các hình vẽ và chỉ tiêu kiểm định Nash tương ứng trong các bảng trên cho thấy đường quá trình mực nước hoặc lưu lượng tính toán và thực đo trong trường hợp hiệu chỉnh mô hình này khá phù hợp cả về xu thế và lượng.

Với bộ thông số tìm được khi hiệu chỉnh mô hình, dùng để kiểm định lại bằng chuỗi số liệu 2003 và năm 2004 cũng cho thấy sự khá phù hợp giữa đường quá trình tính toán và thực đo tại các trạm kiểm tra.

Từ kết quả hiệu chỉnh, kiểm định ở trên chứng tỏ việc thiết lập mô hình và lựa chọn các thông số cho mô hình thủy lực là hợp lý và có thể sử dụng tính toán thủy lực mạng sông theo các kịch bản tính toán khác nhau.

## Chương IV

# TÍNH TOÁN THUỶ LỰC THEO CÁC KỊCH BẢN ĐIỀU HÀNH HỒ HOÀ BÌNH VÀ THÁC BÀ

## 4.1. Tính toán điều tiết hệ thống hồ chứa phục vụ nghiên cứu quy trình điều hành hệ thống

Phần này sẽ trình bày kết quả tính toán điều tiết cấp nước và phát điện để kiểm tra khả năng điều tiết cấp nước của hệ thống hồ chứa thượng nguồn.

Nội dung chính của chương này bao gồm những vấn đề sau đây:

1. Thiết lập bài toán điều hành hệ thống hồ chứa.
2. Xây dựng thuật toán và giới thiệu chương trình tính điều tiết hệ thống hồ chứa.
3. Tính toán điều tiết theo các phương án điều hành.
4. Phân tích khả năng cấp nước trong thời kỳ mùa kiệt của những năm nước kiệt và đề xuất chế độ điều hành cấp nước các hồ chứa thượng nguồn.
5. Kiến nghị chế độ vận hành hồ chứa.

### 4.1.1. Lập mô hình tính toán điều tiết phát điện, cấp nước hệ thống hồ chứa

#### 4.1.1.1. Xây dựng thuật toán tính điều tiết cho hệ thống hồ chứa

Khi tính toán điều tiết cho hệ thống hồ chứa bậc thang phát điện, cần phân tích cả ba mối quan hệ thuỷ văn, thuỷ lực và thuỷ lợi.

Trong hệ thống hồ chứa bậc thang bao giờ cũng tồn tại quan hệ về cân bằng nước, tức là quá trình nước đến của mỗi hồ chứa phụ thuộc vào chế độ làm việc của các hồ chứa khác trong hệ thống.

Hiện nay có những phần mềm tính toán điều tiết hồ chứa lợi dụng tổng hợp, điển hình là phần mềm HEC – RESSIM có thể truy cập trên mạng. Tuy nhiên, những phần mềm này không thích hợp đối với bài toán đặt ra. Bởi vậy, trong nghiên cứu đã xây dựng chương trình tính toán điều tiết cấp nước và phát điện để sử dụng trong quá trình tính toán. Chương trình thực nghiệm do GS.TS Hà Văn Khối xây dựng đã xem xét các khía cạnh khác nhau của bài toán đặt ra và đã được sử dụng để có phân tích những phương án khác nhau do đề tài đề xuất.

#### 4.1.1.2. Nguyên lý tính toán điều tiết hồ chứa phát điện

Nguyên lý tính toán điều tiết hồ chứa phát điện là việc hợp giải hệ hai phương trình cơ bản sau:

$$\frac{dV}{dt} = Q(t) - q_r(t) \quad (4-1)$$

$$N(t) = f(q_{tb}(t), H(t), \text{loại tuốc bin}) \quad (4-2)$$

Phương trình (4-1) là phương trình cân bằng nước; phương trình (4-2) là phương trình năng lượng.

Trong đó:

–  $V(t)$ : dung tích kho nước tại thời điểm  $t$ .

–  $Q(t)$  là lưu lượng nước đến hồ tại thời điểm  $t$ . Đối với hệ thống hồ chứa bậc thang, hồ chứa trên cùng có  $Q(t)$  là lưu lượng tự nhiên chảy vào hồ; các hồ phía hạ lưu có  $Q(t)$  bằng tổng lưu lượng xả từ hồ phía trên cộng với lưu lượng khu giữa  $Q_{KG}(t)$ :

$$Q(t) = \sum q_x(t) + Q_{KG}(t)$$

–  $q_r(t)$  là tổng lưu lượng chảy ra khỏi hồ, bao gồm lưu lượng chảy qua tuốc bin  $q_{tb}(t)$ , tổng lưu lượng tổn thất  $q_{th}(t)$ , lưu lượng nước lấy ra từ thượng lưu hồ  $q(t)$  và lưu lượng xả thừa  $q_x(t)$ :

$$q_r(t) = q_{tb}(t) + q_{th}(t) + q(t) + q_x(t)$$

–  $N(t)$  là công suất của trạm thuỷ điện tại thời điểm  $t$ .

–  $H(t)$  là chênh lệch mực nước thượng lưu và hạ lưu tại thời điểm  $t$ .

Biểu thức tính công suất (4-2) có thể tính gần đúng theo công thức (4-3).

$$N(t) = q_{tb}(t) H(t) \quad (4-3)$$

#### 4.1.1.3. Thuật toán chương trình thực nghiệm tính toán điều tiết phát điện theo công suất cho trước đối với hồ chứa độc lập

Đối với hồ chứa độc lập phát điện, công suất của trạm thuỷ điện được xác định theo quan hệ:

$$N(t) = f(q_{tb}(t), H(t)) \quad (4-4)$$

Trong nghiên cứu này có thể tính đơn giản bằng công thức:

$$N(t) = K \cdot q_{tb}(t) \cdot H(t) \quad (4-5)$$

Trong đó:  $N(t)$ : Công suất bình quân tại thời điểm  $t$ .

$q_{tb}(t)$ : Lưu lượng bình quân tháo qua trạm thuỷ điện tại thời điểm  $t$  tính bằng  $m^3/s$ ;

$H(t)$ : Chênh lệch cột nước bình quân thượng và hạ lưu của hồ chứa ( $m$ );

$K$ : Hệ số lấy theo thiết kế.

Cột nước được tính gần đúng theo công thức:

$$H(t) = Z_t(t) - Z_h(t) \quad (4-6)$$

Trong đó: mực nước hạ lưu được xác định theo đường cong  $H \sim Q$  hạ lưu:

$Z_t(t) = f[Q_x(t)]$ ;  $Q_x(t)$  là lưu lượng xả xuống hạ lưu công trình, bao gồm lưu lượng qua trạm thuỷ điện và lưu lượng xả thừa:

$$Q_x(t) = q_x(t) + q_{tb}(t) \quad (4-7)$$

Trong đó:  $q_x(t)$ : lưu lượng xả xuống hạ lưu nhưng không qua nhà máy thủy điện (tháo lũ, xả thừa qua cống);  $q_{tb}(t)$  là lưu lượng qua nhà máy thủy điện tại thời điểm  $t$ ;  $Z_t(t)$  là mực nước thượng lưu tại thời điểm  $t$  bất kỳ. Mực nước  $Z_t(t)$  được xác định thông qua đường quan hệ đặc trưng mực nước và dung tích của hồ. Dung tích hồ ở cuối mỗi thời đoạn được xác định từ phương trình cân bằng nước hồ chứa:

$$V_2 = V_1 + (Q(t) - q_r(t)) \cdot \Delta t \quad (4-8)$$

Trong đó:  $Q(t)$  là lưu lượng nước đến tại thời điểm  $t$ ;  $V_1$  là dung tích ban đầu;  $V_2$  là dung tích hồ ở cuối thời đoạn  $t$ ;  $q_r(t)$  là lưu lượng ra khỏi hồ (kể cả bốc hơi và thấm). Mực nước bình quân thượng lưu được xác định như sau theo mối quan hệ:

$$Z_t(t) = f(Q(t), V_1, V_2, q_r(t)) \quad (4-9)$$

Quá trình lưu lượng qua nhà máy thủy điện xác định theo phương pháp tính lặp. Các bước tính toán như sau:

*Bước 1.* Giả định giá trị  $q_{tb}(t)$  qua trạm thủy điện, tính  $Q_x(t)$  theo phương trình (4-7) với giả định là khi mực nước trong hồ lớn hơn mực nước dâng bình thường thì phải xả thừa.

*Bước 2.* Có  $Q_x(t)$  xác định được mực nước hạ lưu  $Z_h(t)$  bằng cách tra đường quan hệ  $H \sim Q$  hạ lưu.

Biết lưu lượng nước đến hồ bình quân  $Q(t)$  tại thời điểm  $t$ , biết dung tích tại đầu thời đoạn  $V_1$  là dung tích hồ ở cuối thời đoạn trước, theo phương trình (4-8) xác định được  $V_2$  là dung tích hồ cuối thời đoạn  $t$ . Tra đường quan hệ  $Z \sim V$  của hồ chứa, tìm được mực nước thượng lưu  $Z_t(t)$  theo dung tích bình quân thời đoạn:

$$\bar{V} = 0,5(V_2 + V_1) \quad (4-10)$$

*Bước 3.* Tính công suất của trạm thủy điện  $N^t(t)$  theo công thức (4-5) và kiểm tra điều kiện:

$$|(N^t(t) - N(t)) / N(t)| \leq \epsilon \quad (4-11)$$

*Ghi chú: Đối với tháng 1 và 2, lưu lượng qua nhà máy lấy theo  $Q_{yc}$ .*

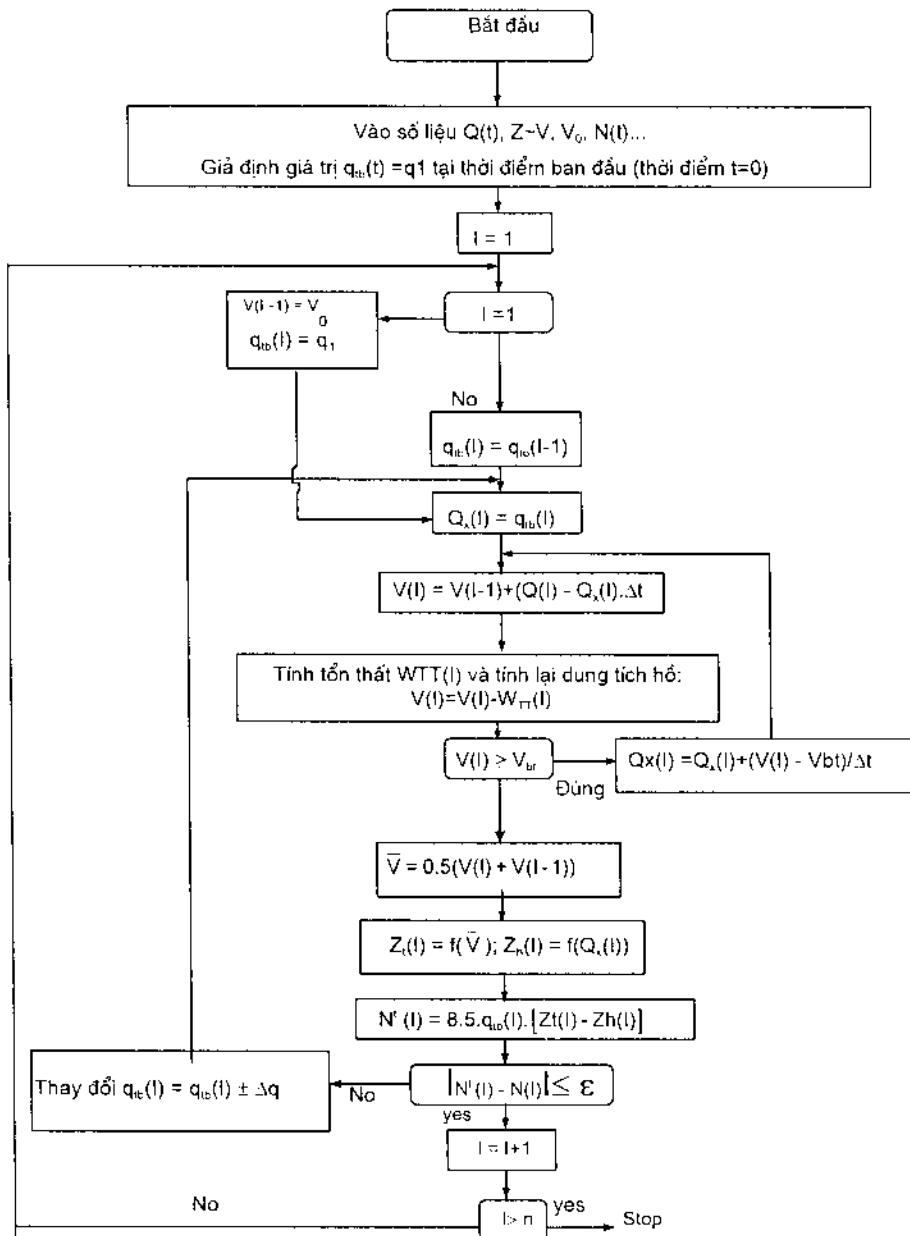
Trong đó  $\epsilon$  là số dương cho trước. Nếu chênh lệch giữa giá trị tính toán của công suất với công suất đã cho nằm trong phạm vi cho phép (thỏa mãn biểu thức 4 – 11), thì quá trình tính toán kết thúc. Trong trường hợp ngược lại phải quay lại từ bước đầu tiên.

Nếu ta chia thời gian tính toán ra  $n$  thời đoạn, ký hiệu  $\Delta t$  là thời đoạn tính toán (thường chọn bằng 1 tháng). Ký hiệu  $I$  là chỉ số thời đoạn, khi đó ta có  $Q(I)$ ,  $Q_x(I)$ ,  $q_{tb}(I)$ ,  $V(I)$ ,  $Z(I)$  tương ứng là lưu lượng đến hồ, lưu lượng xả xuống hạ du, lưu lượng qua trạm thủy điện, dung tích hồ và mực nước hồ cuối thời đoạn thứ  $I$ ; các chỉ số  $I-1$  tương ứng là giá trị đầu thời đoạn  $I$  và là cuối thời đoạn  $I-1$ .

Thuật toán tính toán điều tiết xác định quá trình lưu lượng qua trạm thủy điện được trình bày trên sơ đồ 4.1.

#### 4.1.1.4. Tính toán điều tiết cho hệ thống hồ chứa bậc thang phát điện với công suất cố định cho trước

Bài toán đặt ra như sau: Giả sử cho trước quá trình công suất  $N_j(t)$  với  $j = 1, 2, \dots, n$ , trong đó  $j$  là ký hiệu về chỉ số hồ chứa,  $n$  là số hồ chứa trong hệ thống bậc thang. Biết trước dung tích hiệu dụng và mực nước dâng bình thường của hệ thống hồ. Yêu cầu xác định các quá trình lưu lượng qua nhà máy thủy điện  $q_{tbj}(t)$ , với  $(j = 1, 2, \dots, n)$  để đạt được quá trình công suất cho trước.



Hình 4.1. Thuật toán tính điều tiết dòng chảy đối với hệ thống hồ độc lập phát điện theo biểu đồ công suất cho trước sử dụng trong chương trình thực nghiệm

Nguyên lý tính điều tiết đối với hệ thống hồ chứa dựa trên hệ các phương trình cân bằng nước và phương trình động lực. Phương trình cân bằng nước có dạng:

$$V_{2j}(t) = V_{1j} + (Q_j(t) - q_x(t))\Delta t \quad (4-12)$$

$$Q_j(t) = Q_{x_{j-1}}(t) + Q_{kgj}(t) \quad (4-13)$$

Trong đó:  $Q_j(t)$  là lượng nước đến hồ thứ  $j$  phụ thuộc vào chế độ làm việc của hồ chứa ở phía trên nó;  $Q_{x_{j-1}}(t)$ ;  $Q_{kgj}(t)$ , tương ứng là lưu lượng xả từ hồ phía trên  $j-1$  và lưu lượng nhập lưu khu giữa của hồ thứ  $j$ ;  $q_x(t)$  là lưu lượng ra khỏi hồ thứ  $j$ , bao gồm lưu lượng qua nhà máy thủy điện  $q_{tbj}(t)$ , lưu lượng tổn thất  $q_{tij}(t)$ , lưu lượng lấy từ thượng lưu  $q_i(t)$  và lưu lượng xả thừa xuống hạ du  $q_{xj}(t)$ :

$$q_x(t) = q_{tbj}(t) + q_{tij}(t) + q_i(t) + q_{xj}(t) \quad (4-14)$$

Đặt  $Q_{xj}(t) = q_{tbj}(t) + q_{xj}(t)$  là tổng lưu lượng xả xuống hạ du.

Mực nước hạ lưu  $Z_h(t)$  ở mỗi một hồ chứa (trừ hồ cuối cùng) có thể phụ thuộc vào diễn biến mực nước ở hồ chứa phía dưới nó do bị ảnh hưởng của hiện tượng nước dầm. Tức là:

$$Z_{hj}(t) = f(q_{xj}(t), Z_{j+1}(t)) \quad (4-15)$$

$Z_{j+1}(t)$ : mực nước của hồ chứa hạ lưu của hồ thứ  $j$ .

Nếu coi mực nước các hồ nằm ngang,  $Z_h(t)$  được xác định theo hai trường hợp sau:

Trường hợp ngập chân:  $Z_{hj}(t) = Z_{j+1}(t)$

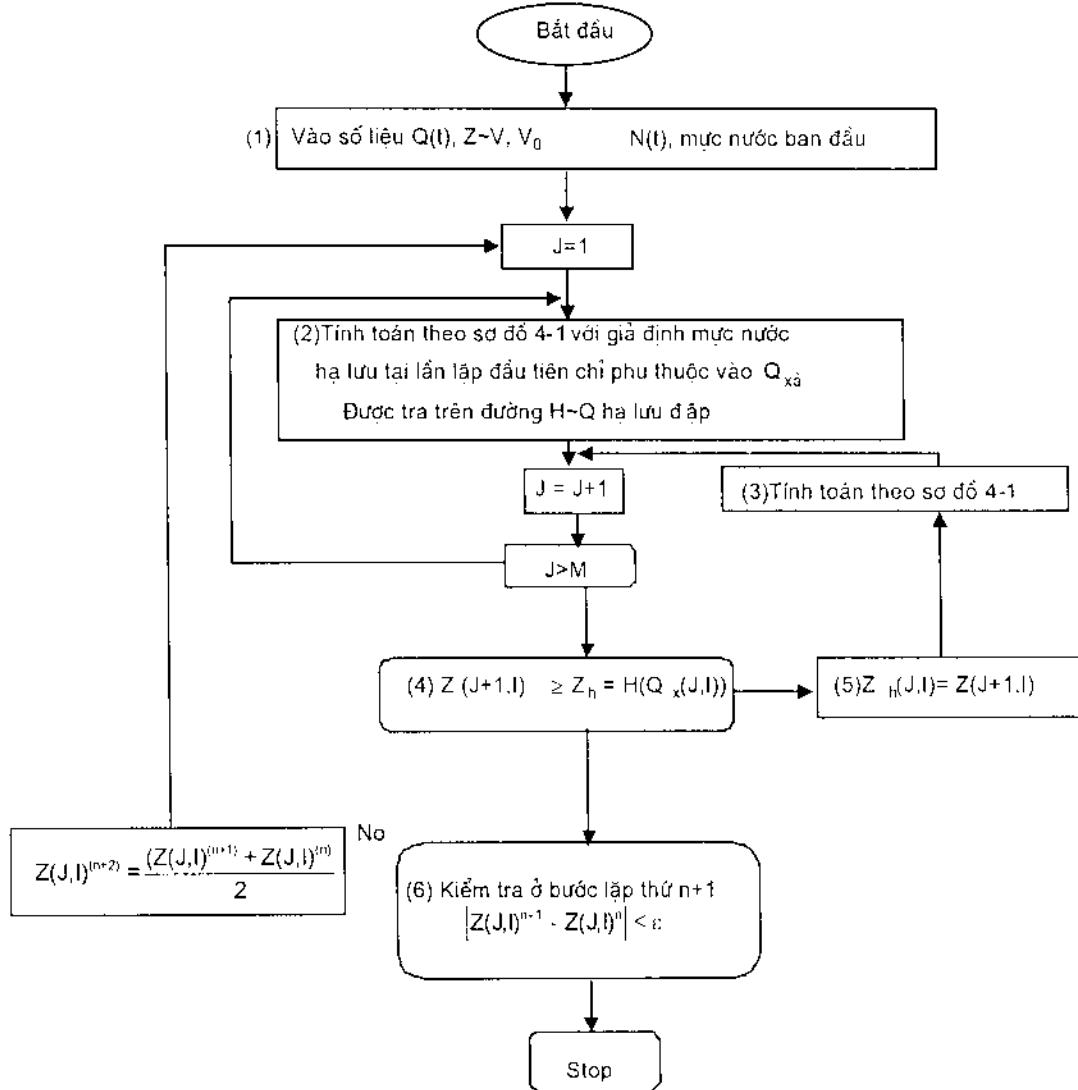
Trường hợp không ngập chân:  $Z_{hj}(t) = f[Q_{xj}(t)]$  xác định bằng cách tra trên đường quan hệ giữa mực nước và lưu lượng ở hạ lưu đập (đường  $H \sim Q$  hạ lưu).

Công suất của trạm thủy điện tại một hồ nào đó phụ thuộc vào diễn biến mực nước thượng lưu, phụ thuộc vào lưu lượng xả xuống hạ lưu và nước đến của hồ phía trên nó. nhưng các giá trị này lại phụ thuộc vào chế độ công tác của các hồ khác. Bởi vậy, giá trị các tham số này của các hồ chứa phụ thuộc lẫn nhau. Như vậy, khi tính toán điều tiết cho hệ thống hồ bậc thang phát điện, phải xem xét quan hệ tương tác giữa các hồ chứa. Việc xác định các giá trị cần tính của mỗi hồ phụ thuộc vào giá trị cần xác định của các hồ còn lại trong hệ thống. Do đó, khi giải quyết bài toán điều tiết cho hệ thống bậc thang phát điện, trong quá trình xác định công suất đảm bảo và độ sâu công tác phải giải quyết đồng thời các mối quan hệ của các hồ trên hệ thống. Đây là một chu trình tính toán khép kín.

**Bài toán được đặt ra như sau:** Cho  $n$  hồ chứa  $j = 1, 2, \dots, n$ , cho biết  $N_j(t)$  của mỗi hồ chứa. Cho biết cấu trúc của hệ thống hồ và các đường cong đặc trưng ở mỗi hồ chứa:  $(Z \sim V)_j$ ;  $(Z \sim F)_j$ ;  $(H \sim Q)_j$ ;  $Q_{kgj}(t)$ ;  $H_{cj}$ ,  $H_{bj}$ ; là mực nước chết và mực nước dâng bình thường của mỗi hồ chứa thứ  $j$ .

**Yêu cầu:** Xác định các quá trình  $q_j(t)$  của các hồ chứa để đảm bảo phát được các công suất  $N_j(t)$ .

Với mỗi hồ chứa, muốn tìm  $N_j(t)$  phải biết các quá trình  $Q_j(t)$ ,  $Z_{hj}(t)$ ,  $Q_{xj}(t)$ . Nhưng các  $Z_j(t)$  lại phụ thuộc vào  $Q_{xj}(t)$  và chế độ làm việc của hồ chứa phía dưới nó. Vì vậy cần thiết phải thực hiện các phép tính thử dần.



**Hình 4.2. Sơ đồ thuật toán tính điều tiết dòng chảy đối với hệ thống hồ bậc thang phát điện theo biểu đồ công suất cho trước sử dụng trong chương trình thực nghiệm**

Giả sử quá trình tính lặp phải thực hiện với  $N$  lần lặp. Đối với lần lặp thứ  $(n + 1)$  bất kỳ, quá trình tính thử được thực hiện theo các bước sau:

*Bước 1.* Giả định trị số  $q_j(t)$ .

*Bước 2.* Giả định các mực nước hạ lưu hồ chứa thứ  $j$  là  $Z_{hj}(t)$  chỉ phụ thuộc vào lưu lượng xả xuống hạ lưu (không ngập chân) và có thể xác định bằng đường  $H \sim Q$  hạ.

*Bước 3.* Tính toán điều tiết theo sơ đồ (4.2) cho từng hồ chứa theo thứ tự từ hồ chứa trên cùng đến hồ chứa cuối cùng. Với mỗi hồ chứa, công suất tính toán được xác định theo công thức:

$$N_j^t = k \cdot q_j(t) \cdot H_j(t)$$

Với điều kiện  $H_{cj} \leq Z_j(t) \leq H_{bj}$ . Trong đó:

$Q_j(t) = Q_{x,j-1}(t) + Q_{KG_j}(t)$ . Với hồ chứa trên cùng thì:  $Q_j(t) = Q_d(t) -$  lưu lượng đến của lưu vực tập trung nước tại hồ trên cùng.

*Bước 4.* Kiểm tra điều kiện ngập chân của từng hồ chứa. Gọi  $Z_{hj}(t)$  là mực nước tra trên đường  $H \sim Q$ :

+ Nếu:  $Z_{hj}(t) \leq Z_{j+1}(t)$  (tức là ngập chân) dù chỉ xảy ra đối với 1 hồ, khi đó cần chọn  $Z_{hj}(t) = Z_{j+1}(t)$  và trở lại từ bước thứ 3.

+ Nếu:  $Z_{hj}(t) > Z_{j+1}(t)$  thì mực nước hạ lưu lấy theo đường quan hệ  $H \sim Q$  ở bước 2 là đúng. Chuyển sang bước tính thứ 5.

*Bước 5.* Kiểm tra sai số tính lặp đối với các giá trị  $Z_j(t)$  (sơ đồ hình 4.2):

+ Nếu ở lần lặp thứ  $n+1$  nào đó tại thời điểm  $t$ , có:

$$|Z_j^{(n+1)}(t) - Z_j^{(n)}(t)| \leq \varepsilon \quad (4-16)$$

quá trình tính toán kết thúc và các giá trị  $q_{lbj}(t)$  chính là kết quả tính toán cuối cùng.

+ Trong trường hợp ngược lại, tiếp tục tính lặp từ đầu.

Trong đó ( $n$ ) và ( $n + 1$ ) là ký hiệu chỉ số lần lặp;  $Z_j^{(n+1)}(t)$ ;  $Z_j^{(n)}(t)$  tương ứng là mực nước hồ chứa ở phép lặp thứ ( $n + 1$ ), thứ ( $n$ ),  $\varepsilon$  là sai số cho phép của phép lặp.

Thuật toán giải theo các bước tính toán trên được mô tả trên sơ đồ hình 4.2.

#### 4.1.2. Tính toán điều tiết đánh giá khả năng cấp gia tăng của hệ thống hồ chứa thượng nguồn

##### 4.1.2.1. Nguyên tắc điều tiết các hồ chứa

Để đánh giá khả năng đáp ứng yêu cầu gia tăng cấp nước hạ du theo các phương án khác nhau, khi tính toán điều tiết các hồ chứa thượng nguồn đã quy định nguyên tắc điều tiết của các hồ chứa như sau:

1. Trong thời gian mưa lũ phát điện theo công thức tối đa theo khả năng điều tiết của hồ.
2. Từ tháng 9 đến 31 tháng 12 hằng năm điều tiết theo công suất đảm bảo, chỉ gia tăng công suất khi mực nước hồ đạt mực nước dâng bình thường.
3. Tháng 1 và 2 điều tiết theo yêu cầu cấp nước hạ du.
4. Sau tháng 2, hồ điều tiết phát điện mức tối đa theo khả năng điều tiết của hồ, các hồ chứa Hoà Bình và Sơn La cho phép gia tăng công suất sao cho cuối mùa kiệt

mực nước không thấp hơn mực nước chết. Hồ Tuyên Quang chỉ gia tăng công suất nếu cuối mùa kiệt mực nước hồ không thấp hơn mực nước xả hằng năm là 104m.

5. Đối với hệ thống hồ Sơn La và Hòa Bình, trong thời gian từ tháng 9 đến tháng 2 cả hai hồ đều phát theo công suất đảm bảo (hoặc theo yêu cầu tưới trong tháng 1 + 2), nếu hồ Hòa Bình không thể điều tiết theo công suất đảm bảo hoặc theo yêu cầu tưới thì hồ Sơn La sẽ điều tiết bổ sung. Những tháng còn lại hồ Sơn La và Hòa Bình điều tiết theo khả năng tối đa của hồ chứa.

6. Hồ Thác Bà điều tiết theo công suất đảm bảo.

Cần nói thêm là, đây chưa phải bài toán điều tiết tối ưu.

#### **4.1.2.2. Tính toán điều tiết đánh giá khả năng cấp nước gia tăng hồ Hòa Bình trong những năm kiệt**

##### **a) Các số liệu đầu vào của hồ chứa**

– Tài liệu dòng chảy theo tài liệu nước đến thực tế Hòa Bình (sau khi đã phục hồi) của các năm tương ứng với các kịch bản đã chọn, thời đoạn tính toán 1 ngày.

– Các tham số công tác của hồ chứa lấy theo hiện trạng. Cụ thể như sau:

- |                                   |                          |
|-----------------------------------|--------------------------|
| – Công suất bảo đảm:              | 548MW.                   |
| – Công suất lắp máy:              | 1920MW.                  |
| – Lưu lượng lớn nhất qua nhà máy: | 2400m <sup>3</sup> /s.   |
| – Mực nước dâng bình thường:      | 117m.                    |
| – Mực nước chết:                  | 80m.                     |
| – Mực nước trước lũ:              | 88m.                     |
| – Dung tích phòng lũ hạ du:       | 4,69 tỷ m <sup>3</sup> . |

##### **b) Các phương án tính toán**

Tính toán điều tiết đối với hồ Hòa Bình khi hồ làm việc độc lập được thực hiện theo 6 năm đặc trưng có nước đến 5 tháng kiệt ứng với tần suất từ 65% đến 85%. Trong số 6 năm được chọn có hai năm nước trung bình (năm 1998 – 1999 và năm 2004 – 2005), những năm còn lại là những năm nước ít nhưng vẫn có khả năng gia tăng cấp nước cho hạ du (tần suất bảo đảm phát điện hồ Hòa Bình P = 90%). Điều tiết dòng chảy hồ chứa được thực hiện theo 2 loại phương án:

– Phương án 1: Phát theo công suất đảm bảo và chỉ gia tăng cấp nước thời kỳ cuối mùa kiệt.

– Phương án 2: Từ tháng 9 đến hết tháng 12, hồ Hòa Bình điều tiết theo công suất đảm bảo, tháng 1 + 2 điều tiết theo yêu cầu cấp nước hạ du với các mức quy định khác nhau, tổng số có 4 phương án cấp nước (xem bảng 4.1).

Trong thời gian tháng 1 và 2 lưu lượng điều tiết được xác định theo thời vụ tưới (tính theo ngày), trong đó những ngày triều cường điều tiết theo lưu lượng tối đa, những ngày còn lại điều tiết với lưu lượng không đổi bằng 800m<sup>3</sup>/s. Các phương án tính toán điều tiết được mô tả trong bảng 4.1.

**BẢNG 4.1. CÁC PHƯƠNG ÁN TÍNH TOÁN HỒ HOÀ BÌNH (GIAI ĐOẠN CHƯA CÓ HỒ SƠN LA)**

TT	Năm	Tần suất dòng chảy 4 tháng kiệt (12 + 4)	Phương án tính toán
1	1990 – 1991	85	1. Theo công suất đảm bảo 2. Theo yêu cầu cấp nước hạ du tháng 1 + 2 với các cấp lưu lượng: 950m <sup>3</sup> /s; 1000m <sup>3</sup> /s; 1100m <sup>3</sup> /s; 1200m <sup>3</sup> /s.
2	1992 – 1993	75	
3	1994 – 1994	80	
4	1998 – 1999	65	
5	2004 – 2004	78	
6	2004 – 2005	65	

**c) Nhận xét kết quả tính toán**

Kết quả tính toán chi tiết theo thời đoạn ngày được trình bày trong Phụ lục 2. Tóm tắt kết quả tính toán theo các phương án ở bảng 4.2.

**BẢNG 4.2. TÓM TẮT KẾT QUẢ TÍNH TOÁN ĐIỀU TIẾT HỒ HOÀ BÌNH**

Phương án	Các đặc trưng	Các năm tính toán					
		1990–1991	1992–1993	1993–1994	1998–1999	2003–2004	2004–2005
		P = 85%	P = 75%	P = 80%	P = 65%	P = 78%	P = 65%
Theo yêu cầu phát điện	Điện năng phát được (triệu kWh)	7.247	7.039	7.635	8.099	7.718	7.865
	Mực nước hồ lớn nhất (m)	117	117	117	117	117	117
	Khả năng đạt công suất đảm bảo Np vào các tháng cuối mùa kiệt	Vượt Np (tháng 4–5)	Vượt Np (tháng 3–4–5)	Vượt Np (tháng 3–4–5)	Vượt Np (tháng 3–4–5)	Vượt Np (tháng 3–4–5)	Vượt Np (tháng 3–4–5)
	Điện năng phát được (triệu kWh)	7.186,1	6.990,3	7.605,0	8.051,4	7.704,3	7.803,7
	Tổn thất năng lượng (triệu kWh)	61,2	48,2	29,6	45,4	14,0	61,4
	Khả năng đạt công suất đảm bảo Np vào các tháng cuối mùa kiệt	Đạt Np	Đạt Np	Đạt Np	Vượt Np (tháng 5)	Vượt Np (tháng 5)	Vượt Np (tháng 5)
950 m <sup>3</sup> /s	Điện năng phát được (triệu kWh)	7.185,2	6.983,8	7.599,6	8.046,0	7.713,0	7.795,0
	Tổn thất năng lượng (triệu kWh)	62,1	54,7	35,1	52,8	5,4	68,0
	Khả năng đạt công suất đảm bảo Np vào các tháng cuối mùa kiệt	Đạt Np	Đạt Np	Đạt Np	Vượt Np (tháng 5)	Vượt Np (tháng 5)	Vượt Np (tháng 5)
	Điện năng phát được (triệu kWh)	7.185,2	6.979,3	7.583,7	8.060,5	7.715,9	7.783,0
	Tổn thất năng lượng (triệu kWh)	62,1	59,3	51,0	38,3	2,5	82,0
	Khả năng đạt công suất đảm bảo Np vào các tháng cuối mùa kiệt	Đạt Np	Đạt Np	Đạt Np	Vượt Np (tháng 5)	Đạt Np	Vượt Np (tháng 5)
1000m <sup>3</sup> /s	Điện năng phát được (triệu kWh)	7.185,2	6.979,3	7.583,7	8.060,5	7.715,9	7.783,0
	Tổn thất năng lượng (triệu kWh)	62,1	59,3	51,0	38,3	2,5	82,0
	Khả năng đạt công suất đảm bảo Np vào các tháng cuối mùa kiệt	Đạt Np	Đạt Np	Đạt Np	Vượt Np (tháng 5)	Đạt Np	Vượt Np (tháng 5)
	Điện năng phát được (triệu kWh)	7.185,2	6.979,3	7.583,7	8.060,5	7.715,9	7.783,0
	Tổn thất năng lượng (triệu kWh)	62,1	59,3	51,0	38,3	2,5	82,0
	Khả năng đạt công suất đảm bảo Np vào các tháng cuối mùa kiệt	Đạt Np	Đạt Np	Đạt Np	Vượt Np (tháng 5)	Đạt Np	Vượt Np (tháng 5)
1100m <sup>3</sup> /s	Điện năng phát được (triệu kWh)	7.152,5	6.960,6	7.566,0	8.022,5	7.694,3	7.766,9
	Tổn thất năng lượng (triệu kWh)	94,8	75,9	68,6	76,3	21,0	98,1
	Khả năng đạt công suất đảm bảo Np vào các tháng cuối mùa kiệt	Thiếu cả tháng 5	Thiếu 14 ngày tháng 5	Thiếu 12 ngày tháng 5	Vượt Np (nửa cuối tháng 5)	Thiếu 17 ngày tháng 5	Vượt Np (nửa cuối tháng 5)
	Điện năng phát được (triệu kWh)	7.152,5	6.960,6	7.566,0	8.022,5	7.694,3	7.766,9
	Tổn thất năng lượng (triệu kWh)	94,8	75,9	68,6	76,3	21,0	98,1
	Khả năng đạt công suất đảm bảo Np vào các tháng cuối mùa kiệt	Thiếu cả tháng 5	Thiếu 14 ngày tháng 5	Thiếu 12 ngày tháng 5	Vượt Np (nửa cuối tháng 5)	Thiếu 17 ngày tháng 5	Vượt Np (nửa cuối tháng 5)
1200m <sup>3</sup> /s	Điện năng phát được (triệu kWh)	7.152,5	6.960,6	7.566,0	8.022,5	7.694,3	7.766,9
	Tổn thất năng lượng (triệu kWh)	94,8	75,9	68,6	76,3	21,0	98,1
	Khả năng đạt công suất đảm bảo Np vào các tháng cuối mùa kiệt	Thiếu cả tháng 5	Thiếu 14 ngày tháng 5	Thiếu 12 ngày tháng 5	Vượt Np (nửa cuối tháng 5)	Thiếu 17 ngày tháng 5	Vượt Np (nửa cuối tháng 5)
	Điện năng phát được (triệu kWh)	7.152,5	6.960,6	7.566,0	8.022,5	7.694,3	7.766,9
	Tổn thất năng lượng (triệu kWh)	94,8	75,9	68,6	76,3	21,0	98,1
	Khả năng đạt công suất đảm bảo Np vào các tháng cuối mùa kiệt	Thiếu cả tháng 5	Thiếu 14 ngày tháng 5	Thiếu 12 ngày tháng 5	Vượt Np (nửa cuối tháng 5)	Thiếu 17 ngày tháng 5	Vượt Np (nửa cuối tháng 5)

Từ kết quả tính toán trên đây có nhận xét như sau:

1. Với 6 năm tính toán, hồ Hòa Bình đều tích đầy đến mực nước dâng bình thường (117m), mặc dù về mùa lũ năm nào cũng phải xả thừa. Nếu không gia tăng cấp nước

hạ du thì tất cả các năm hồ Hoà Bình đều có thể gia tăng công suất phát điện. Điều này là hợp lý vì những năm điển hình đều có tần suất nước đến mùa kiệt nhỏ hơn 85%.

2. Không thể gia tăng cấp nước trong hai tháng 1 + 2 đến  $1200\text{m}^3/\text{s}$  vì khi đó tất cả các năm tính toán hồ chứa đều không phát được công suất đảm bảo vào tháng 5.

3. Khi dòng chảy mùa kiệt đến hồ Hoà Bình ứng với tần suất từ 65% đến 85%, hồ Hoà Bình có thể cấp nước cho hạ du với lưu lượng  $q = 1100\text{m}^3/\text{s}$  (vào thời kỳ cấp nước khẩn trương) vẫn có thể phát được công suất đảm bảo ở những tháng tiếp theo. Với tần suất nước đến mùa kiệt 1990 – 1991 là 85%, các tháng cuối mùa kiệt hồ chỉ phát được công suất đảm bảo và mực nước hồ thấp nhất cuối mùa kiệt là 81,0m, xấp xỉ mực nước chết. Như vậy, với các tần suất cao hơn thì hồ Hoà Bình có thể không điều tiết cấp nước với  $q = 1100\text{m}^3/\text{s}$ .

4. Mực nước nhỏ nhất đầu tháng 1 hằng năm là 114,9m thuộc mùa kiệt năm 2004 – 2005 có dòng tháng 11 và 12 nhỏ. Như vậy, để có thể đảm bảo cấp nước hạ du thì vào đầu tháng 1 hằng năm mực nước tối thiểu phải ở mức trên cao trình 114,0m.

5. Khi tăng lưu lượng yêu cầu trong hai tháng 1 + 2 tổn thất điện năng tăng lên. Khi gia tăng cấp nước với mức lưu lượng  $1100\text{m}^3/\text{s}$  (giới hạn có thể của hồ chứa) thì tổn thất lớn nhất về năng lượng là 82 triệu kWh, trung bình các năm vào khoảng 50 triệu kWh. Với mức thiệt hại như vậy có thể chấp nhận được.

## 4.2. Kết quả tính toán thủy lực theo các phương án điều hành

### 4.2.1. Thời gian vận hành cấp nước hạ du

Trong hai tháng 1 và tháng 2, khi phải cấp nước bổ sung cho hạ du theo yêu cầu thì các hồ chứa sẽ xả nước trong những ngày triều cường, những ngày còn lại được vận hành xả nước theo công suất đảm bảo. Thời gian xả nước theo yêu cầu hạ du các năm điển hình được thống kê trong bảng 4.3.

**BẢNG 4.3. THỜI GIAN XẢ NƯỚC THEO YÊU CẦU TRONG THÁNG 1 VÀ 2 TẠI CÁC HỒ CHỨA**

Mùa kiệt diển hình	Thời gian bắt đầu vận hành theo yêu cầu hạ du		Số ngày
	Ngày, tháng bắt đầu	Ngày, tháng kết thúc	
1990 – 1991	17/1	27/1	10
	2/2	11/2	12
	16/2	26/2	10
1992 – 1993	18/1	27/1	9
	2/2	11/2	10
	15/2	25/2	10
1993 – 1994	18/1	28/1	10
	2/2	11/2	10
	15/2	25/2	10
1998 – 1999	13/1	23/1	10
	28/1	5/2	10
	11/2	20/2	9
2003 – 2004	17/1	27/1	10
	2/2	11/2	10
	15/2	25/2	10
2004 – 2005	18/1	27/1	10
	2/2	10/2	9
	15/2	25/2	10

#### 4.2.2. Kết quả tính toán theo các phương án

Như đã trình bày ở trên, hiện nay với những năm hạn trong thời kỳ cấp nước khẩn trương hồ chỉ xả lưu lượng tối đa khoảng trên dưới  $800m^3/s$ . Vì vậy, chưa cải thiện được nhiều tình hình hạn ở hạ du.

Trong quá trình nghiên cứu chúng tôi đã tiến hành tính thử với nhiều phương án khác nhau thấy rằng cần phải nâng lưu lượng xả xuống hạ du khoảng từ 1000 đến  $1100m^3/s$  vào hai tháng 1 và 2 mới có thể không gây cảng thẳng ở hạ du.

Từ nhận xét trên đã xây dựng các phương án tính với giả thiết sau: Các tháng mùa kiệt hồ Hoà Bình xả lưu lượng để phát được công suất đảm bảo. Hai tháng 1 + 2 lưu lượng xả xuống hạ du là  $1100m^3/s$  (trong những ngày triều cường). Hồ Thác Bà xả lưu lượng cố định  $Q = 140m^3/s$ .

**BẢNG 4.4. DIỄN BIẾN MỰC NƯỚC TẠI CÁC CỬA LẤY NƯỚC CHÍNH KHI TĂNG LƯU LƯỢNG XẢ HAI THÁNG 1 + 2 LÊN  $1100m^3/s$**

Tên phương án	Năm	Mực nước tính toán tại các nút công trình (m)								
		Trạm bơm Phù Sa			Cống Liên Mạc			Cống Xuân Quan		
		Ztk	Max	Min	Ztk	Max	Min	Ztk	Max	
HB1b	1990 – 1991	5,30	5,97	5,33	3,77	4,23	3,80	1,85	2,38	1,82
HB2b	1992 – 1993		5,69	5,12		4,28	3,54		2,44	1,81
HB3b	1993 – 1994		5,54	5,22		3,90	3,61		2,21	1,87
HB4b	1998 – 1999		5,72	5,19		4,04	3,55		2,29	1,84
HB5b	2003 – 2004		5,66	5,12		4,01	3,54		2,27	1,83
HB6b	2004 – 2005		5,67	5,11		4,02	3,52		2,28	1,81

Trên cơ sở đó tiến hành tính toán thuỷ năng và thuỷ lực để biết diễn biến mực nước hồ và diễn biến mực nước tại các cửa lấy nước. Kết quả tính toán điều tiết kiểm tra công suất đảm bảo, tính toán thuỷ lực và diễn biến mực nước hồ thống kê trong bảng 4.2. Theo kết quả tính toán có những nhận xét sau:

1. Nếu hồ Hoà Bình vận hành theo công suất đảm bảo thì lưu lượng qua nhà máy xấp xỉ  $650m^3/s$  trong thời kỳ tháng 1 và tháng 2 và không đáp ứng yêu cầu cấp nước hạ du (vì hiện nay trong các tháng này đã xả xuống hạ du lưu lượng trên dưới  $800m^3/s$  vẫn chưa đủ đầu nước hạ du vào những năm kiệt).

2. Khi tăng lưu lượng lên  $Q_{yc}$  lên  $1100m^3/s$  vào tháng 1 + 2 thì hầu hết các năm đều phát được công suất đảm bảo.

3. Mực nước tại các cửa lấy nước chính (bảng 4.4) có thể đáp ứng được yêu cầu tưới ở hạ du.

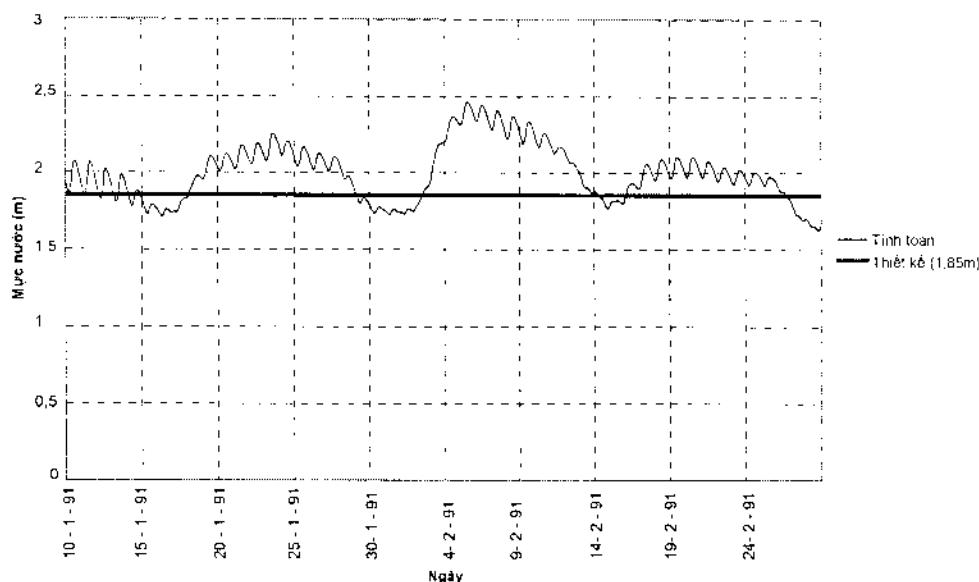
#### NHỮNG KIẾN NGHỊ VỀ CHẾ ĐỘ VẬN HÀNH HỆ THỐNG

Trên cơ sở những tính toán và phân tích trên đây có thể đưa ra một số kiến nghị về chế độ vận hành hệ thống như sau:

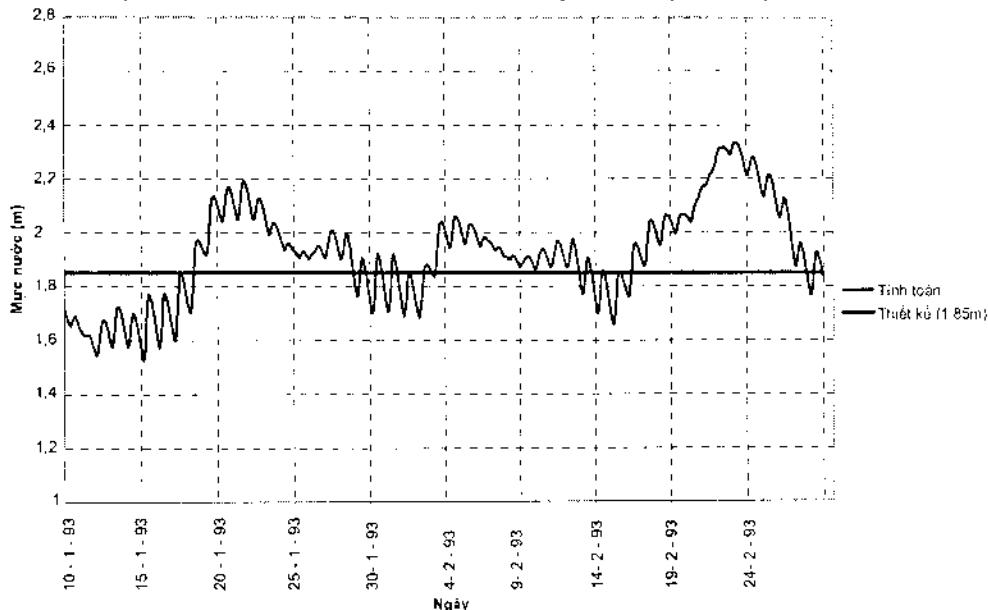
1. Với những năm kiệt ứng với tần suất trên 75% tại Sơn Tây, nếu hồ Hòa Bình chỉ xả với mức lưu lượng nhỏ hơn hoặc bằng  $800m^3/s$  đến mức  $850m^3/s$  như hiện nay (vào tháng 1 và 2) thì không thể làm giảm căng thẳng cho hạ du. Trong những tháng này cần phải xả với mức từ  $1000m^3/s$  đến  $1100m^3/s$  mới đảm bảo đầu nước cho các công trình lấy nước hạ du và phải xả nước vào thời kỳ triều cường.

2. Với những năm hạn (tần suất dòng chảy tại Sơn Tây từ 75% đến 85%), nếu tại tuyến Hoà Bình dòng chảy rất kiệt ( $P \geq 85\%$ ) thì hồ Hoà Bình cũng chỉ xả tối đa với lưu lượng  $800m^3/s$  mới đảm bảo không thiếu nước phát điện ở cuối mùa kiệt.

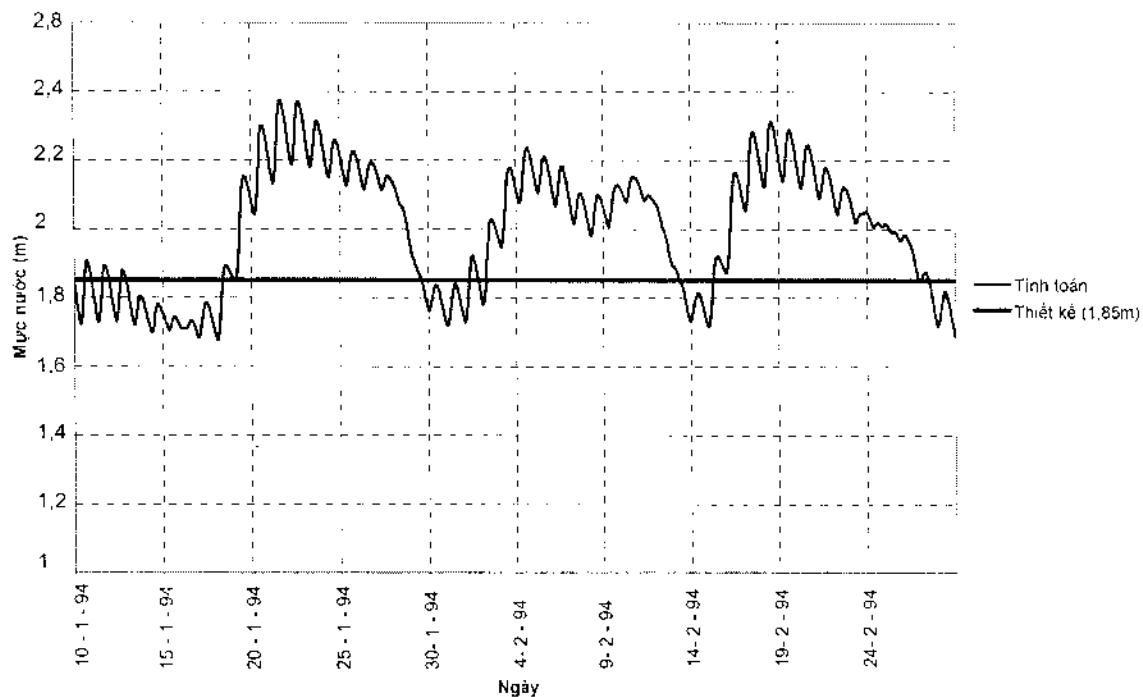
Quá trình mực nước tại Xuân Quan từ ngày 10 tháng 1 đến 28 tháng 2 năm 1991  
kịch bản HB2b – Hồ Hoà Bình điều tiết theo yêu cầu cấp nước hạ du



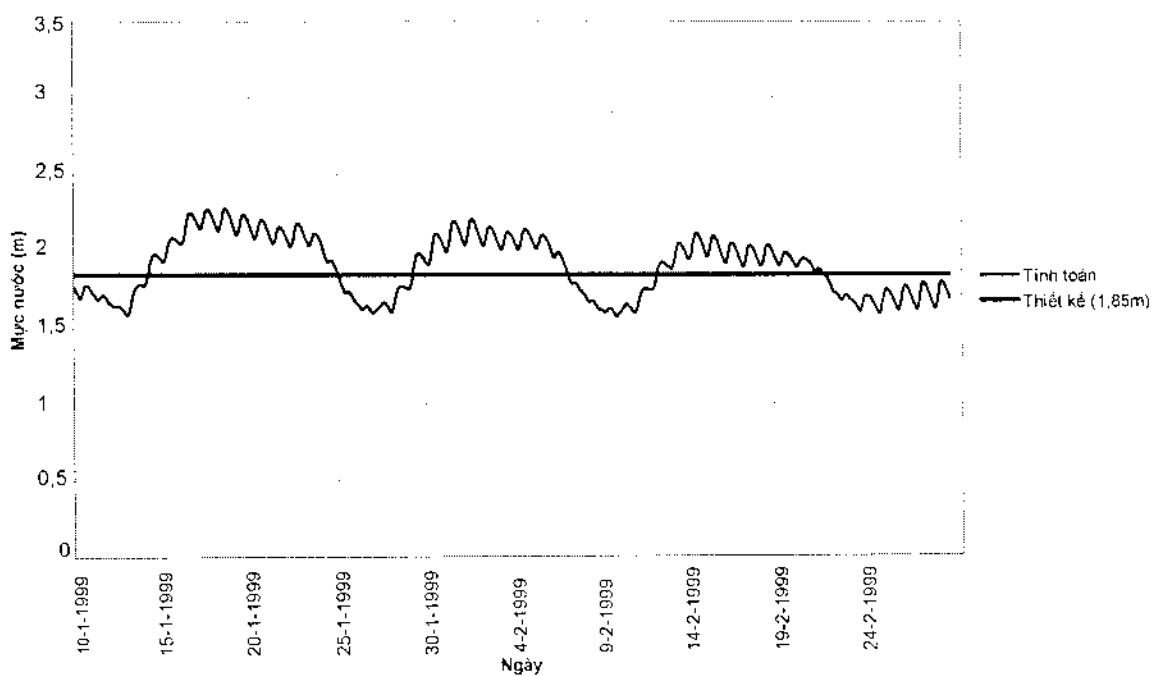
Quá trình mực nước tại Xuân Quan từ ngày 10 tháng 1 đến 28 tháng 2 năm 1993  
kịch bản HB2b – Hồ Hoà Bình điều tiết theo yêu cầu cấp nước hạ du



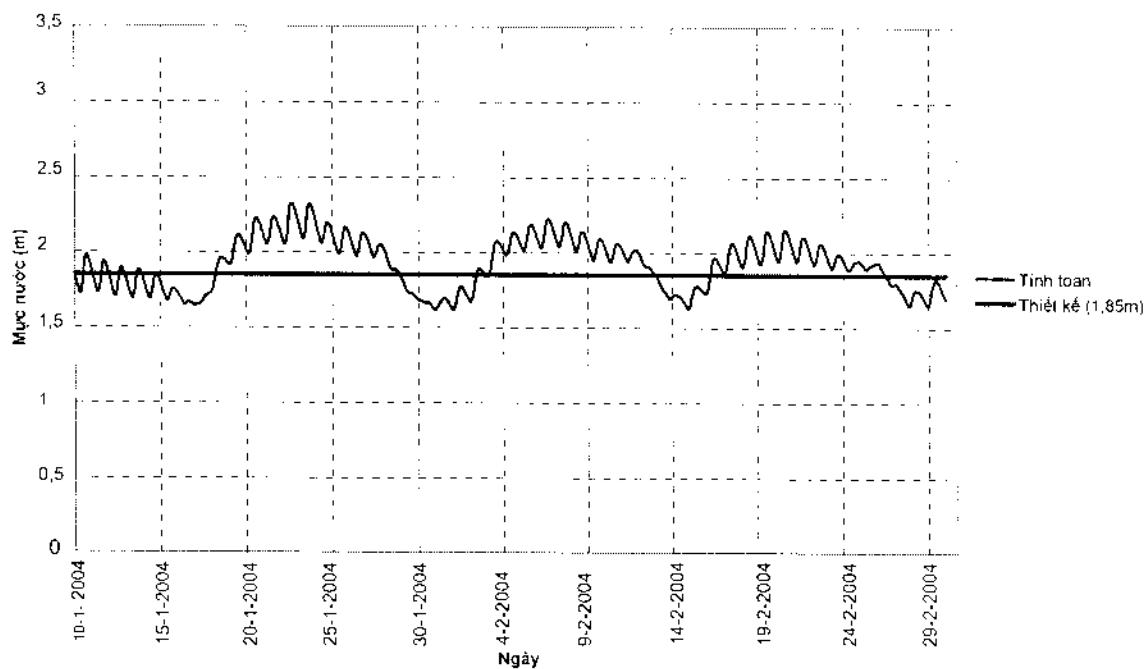
Quá trình mực nước tại Xuân Quan từ ngày 10 tháng 1 đến 28 tháng 2 năm 1994  
kịch bản HB3b – Hồ Hòa Bình điều tiết theo yêu cầu cấp nước hạ du



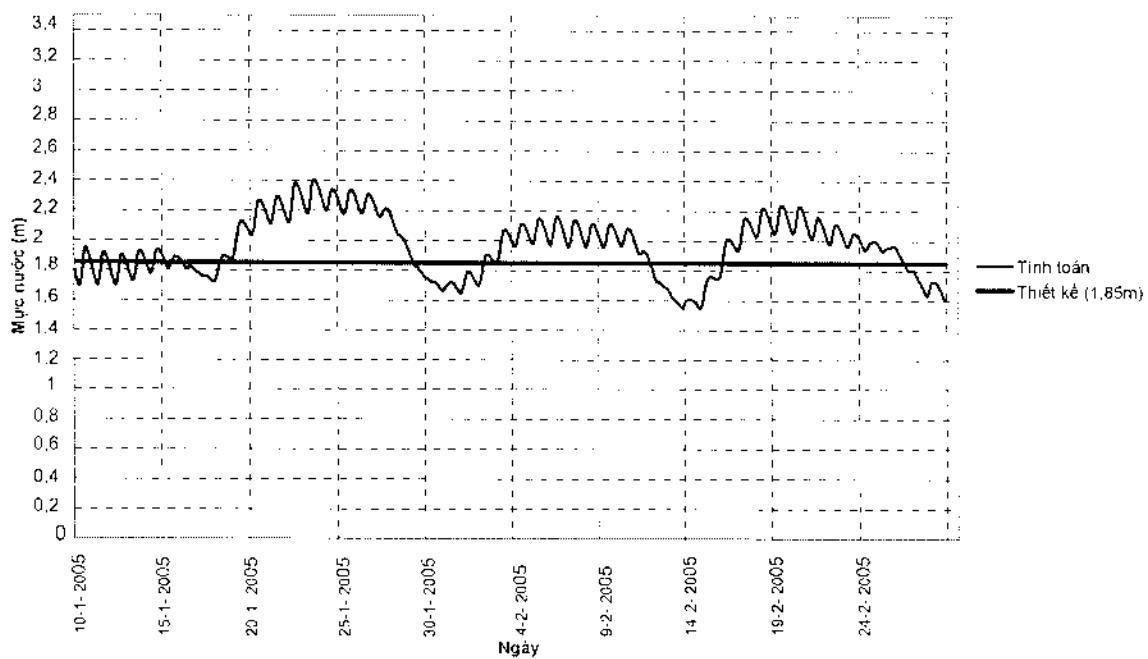
Quá trình mực nước tại Xuân Quan từ ngày 10 tháng 1 đến 28 tháng 2 năm 1994  
kịch bản HB4b – Hồ Hòa Bình điều tiết theo yêu cầu cấp nước hạ du



Quá trình mực nước tại Xuân Quan từ ngày 10 tháng 1 đến 28 tháng 2 năm 2004  
kịch bản HB5b – Hồ Hòa Bình điều tiết theo yêu cầu cấp nước hạ du



Quá trình mực nước tại Xuân Quan từ ngày 10 tháng 1 đến 28 tháng 2 năm 2005  
kịch bản HB6b – Hồ Hòa Bình điều tiết theo yêu cầu cấp nước hạ du



## PHỤ LỤC

### Phụ lục 1

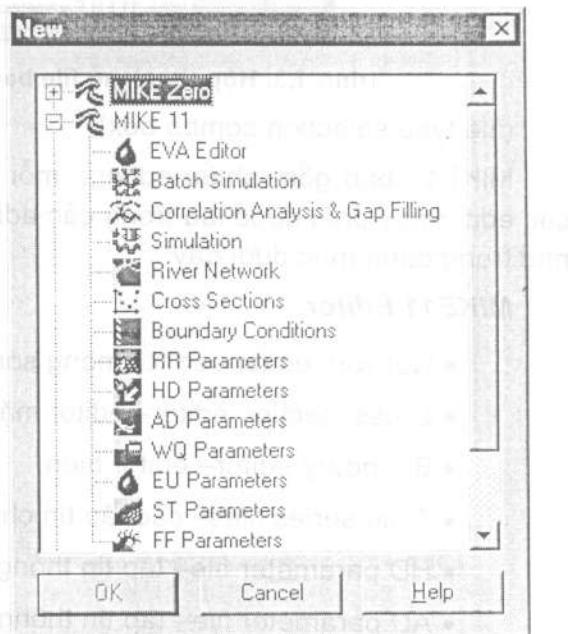
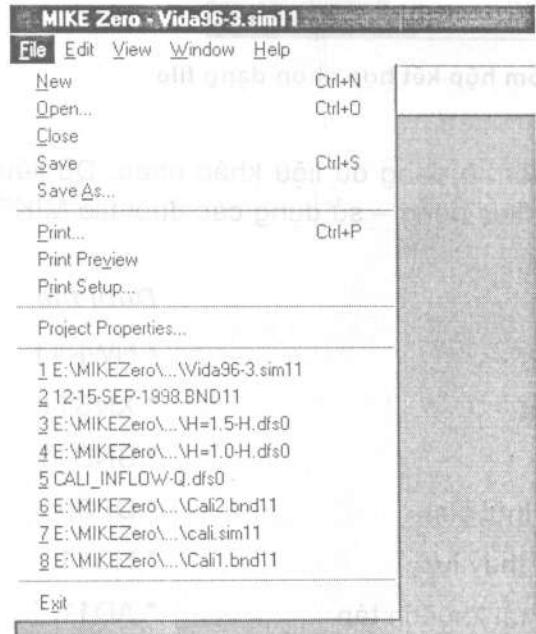
## HƯỚNG DẪN VỀ CÁC ỨNG DỤNG CỦA MIKE11

### 1.1. Làm việc với các giao diện của mô hình MIKE11 MIKE11 Editor Files

Về việc xử lý file, các vận hành trong MIKE11 cũng giống như bất kỳ các ứng dụng Windows khác. Nghĩa là, tất cả các vận hành liên quan đến các tập tin (files) đều được thực hiện thông qua File menu trên thanh trình đơn chính. Xin lưu ý rằng nội dung của File menu sẽ thay đổi tùy vào MIKE11 editor nào đang được tập trung vào lúc đó mà File menu sẽ mở ra. Một ví dụ về File menu được trình bày trong hình 1.1.

#### Các dạng files

Để tạo một editor file mới, chọn File từ thanh trình đơn chính và chọn New để mở hộp thoại 'New', xem hình 1.2. Tree view trong hộp thoại 'New' cho ta một danh mục các Data editors hiện có trong môi trường MIKEZero.



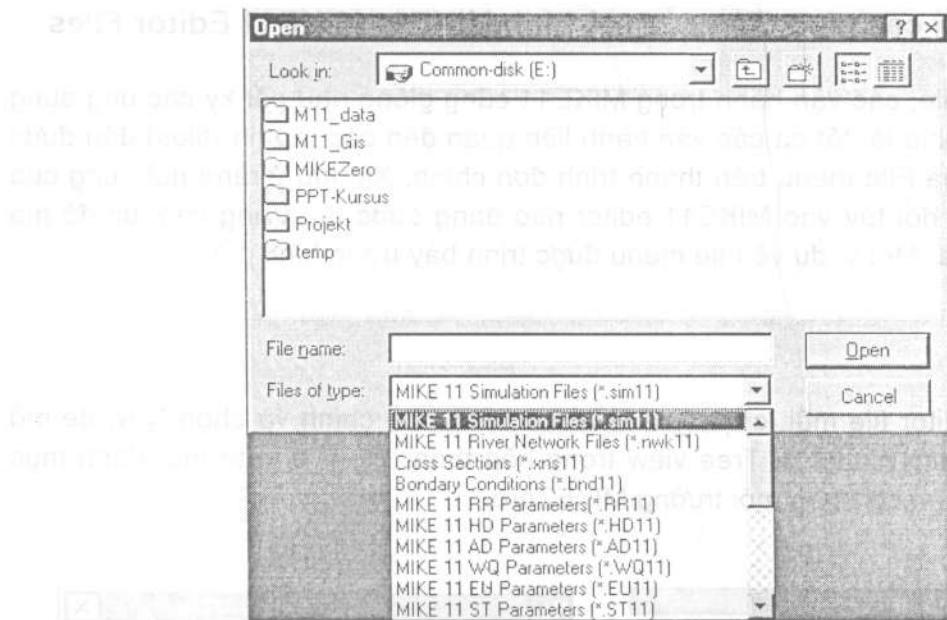
Hình 1.1. File menu từ thanh trình đơn chính  
của MIKE11

Hình 1.2. Hộp thoại 'New' để tạo một tập tin  
đầu vào MIKE11 mới

Chọn một item (mục chọn) trong hộp thoại 'New' sẽ tự động mở ra một editor là có thể bắt đầu nhập dữ liệu vào.

## Mở các editor files hiện có

Để mở một editor file hiện có, chọn File + Open từ thanh trình đơn chính để hoạt hóa hộp thoại 'Open file' trong Windows. Hoạt hóa dạng file hộp kết hợp bằng cách nhấp chuột vào nút lệnh mũi tên trong trường 'Files of Type' và chọn dạng file nào mà bạn muốn mở, xem hình 1.3.



Hình 1.3. Hộp thoại mở file bao gồm hộp kết hợp chọn dạng file

(file type selection combo box)

MIKE11 bao gồm nhiều editors, mỗi editor có dạng dữ liệu khác nhau. Dữ liệu từ các editor này phải được lưu trong các editor files riêng – sử dụng các đuôi file MIKE11 như trong danh mục dưới đây:

### **MIKE11 Editor**

- Network editor– editor mạng sông
- Cross–section editor– editor mặt cắt
- Boundary editor– editor biên
- Time series files– các tập tin chuỗi thời gian
- HD parameter file– tập tin thông số thủy lực
- AD parameter file– tập tin thông số tải khuếch tán
- WQ parameter file– tập tin thông số chất lượng nước
- ST parameter file– tập tin thông số vận chuyển bùn cát

### **Đuôi file**

*.NWK11
*.XNS11
*.BND11
*.DFS0
*.HD11
*.AD11
*.WQ11
*.ST11

- FF parameter file – tập tin thông số dự báo lũ \*.FF11
- RR parameterfile – tập tin thông số mưa–dòng chảy mặt \*.RR11
- Simulation editor – editor mô phỏng \*.SIM11
- Resultfiles – các tập tin kết quả \*.RES11

## Tổng hợp các Editor – Simulation editor

MIKE11 bao gồm một số các editor khác nhau, trong đó dữ liệu có thể được thực hiện và hiệu chỉnh (edit) một cách độc lập. Do hệ thống các editor files riêng biệt, không có nối kết trực tiếp giữa các editor khác nhau nếu chúng được mở riêng từng cái. Điều này nghĩa là, ví dụ, sẽ không thể xem vị trí của các mặt cắt được xác định trong tập tin mặt cắt trong cửa sổ sơ đồ của network editor (Plan plot – bản vẽ mặt bằng) nếu các editor này được mở riêng từng cái.

Việc tổng hợp và trao đổi thông tin giữa từng editor dữ liệu (data editors) có thể thực hiện được bằng cách dùng MIKE11 Simulation editor (editor mô phỏng). Simulation Editor phục vụ hai mục đích:

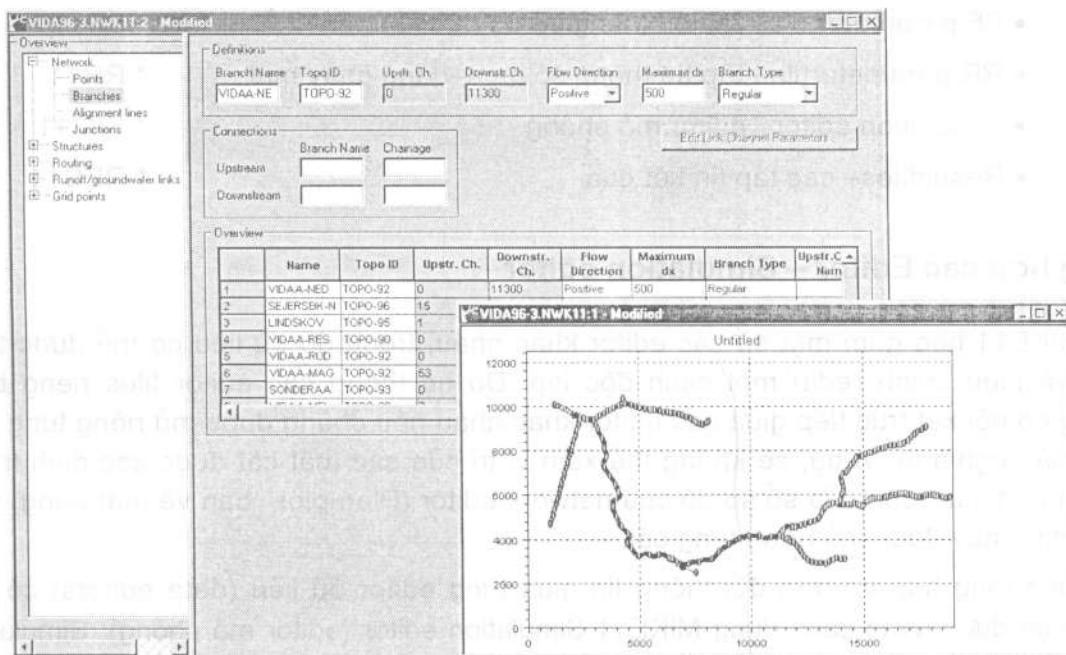
1. Chứa các thông số mô phỏng và thông số kiểm soát tính toán và được dùng để bắt đầu mô phỏng.
2. Cung cấp một liên kết/nối kết giữa cửa sổ sơ đồ (graphical view) của editor mạng sông và các editor MIKE11 khác. Có thể lấy việc chỉnh sửa các mặt cắt làm một ví dụ điển hình, có thể chọn các mặt cắt từ cửa sổ sơ đồ để mở và chỉnh sửa mặt cắt trong editor mặt cắt.

Nối kết này đòi hỏi phải có một tên tập tin cho từng editor. Các tên file phải được xác định trên trang Input Property Page của simulation editor.

Khi đã đặt tên cho các tập tin trong Input page rồi, thông tin từ từng editor sẽ được tự động nối kết với nhau. Nghĩa là ta có thể cho hiển thị và truy nhập vào tất cả các dữ liệu từ từng editor (ví dụ như dữ liệu về mặt cắt, điều kiện biên và các dạng thông tin khác nhau của tập tin thông số) trên cửa sổ sơ đồ (graphical view) của editor mạng sông.

### 1.2. Làm việc với Editor mạng sông (Network Editor)

Network editor là một phần đóng vai trò trung tâm trong Giao diện người sử dụng đồ họa MIKE11. Từ graphical view (plan plot) của network editor, ta có thể cho hiển thị thông tin từ tất cả các editors dữ liệu khác trong MIKE11. Network editor gồm có hai cửa sổ: một tabular view (cửa sổ sổ liệu), tại đó dữ liệu về mạng sông được trình bày trong các bảng, và một graphical view (cửa sổ sơ đồ) để thực hiện chỉnh sửa sơ đồ cho mạng sông và cũng có thể truy nhập vào dữ liệu từ các editor khác để chỉnh sửa,...



Hình 1.4. Editor mạng sông (Network editor), cửa sổ bảng số liệu (Tabularview) và cửa sổ sơ đồ (Graphical view)

Vai trò chủ yếu của editor mạng sông là:

- Cung cấp các tính năng/tiện ích chỉnh sửa đối với việc xác định dữ liệu của mạng sông, như:
    - Số hoá các điểm và nối kết các nhánh sông.
    - Định nghĩa đập, cống, và các công trình thuỷ lực khác.
    - Định nghĩa lưu vực nối kết mô hình sông với mô hình dòng chảy – mưa.
    - Cung cấp một tổng quan về tất cả các dữ liệu có trong mô phỏng mô hình sông.
- Cửa sổ bảng số liệu và cửa sổ sơ đồ của Network editor được minh họa trong hình 1.4. Cửa sổ sơ đồ – Graphical view.

Graphical editor của MIKE11 cung cấp một lượng lớn các tiện ích/ tính năng để sửa đổi và trình bày mạng sông.

Mạng sông (river network) có thể được lưu trong một Windows Metafile format để dùng trong, ví dụ như bộ xử lý word. Tính năng metafile được hoạt hoá thông qua 'View' menu trên thanh trình đơn chính. Bạn có thể copy metafile vào clipboard để dán chúng ngay vào các chương trình khác, hoặc có thể lưu chúng vào một tập tin nào đó trên đĩa.

## Đập

Dữ liệu về đập đỉnh rộng và các loại đập đặc biệt khác (dùng quan hệ Q – h do người sử dụng xác định) sẽ được nhập vào trang này. Các dữ liệu này bao gồm vị trí đập và hình học về đập (nghĩa là bảng cao trình/ chiều rộng mô tả về hình học).

Từ dữ liệu đã nhập, MIKE11 sẽ tính mối quan hệ  $Q - h$  cho điều kiện dòng chảy tới hạn tại đập. Để tính quan hệ  $Q - h$ , mặt cắt gần nhất ở thượng lưu và hạ lưu sẽ được sử dụng. Vì vậy, người sử dụng cần đảm bảo rằng Topo ID đã xác định trong hộp thoại Branches phải giống với cái đã được định nghĩa trong tập tin mặt cắt.

#### Một số lưu ý:

- Nếu không có tập tin mặt cắt nào được nối kết với tập tin mạng sông thông qua một editor mô phỏng thì không thể tính quan hệ  $Q - h$  cho bất kỳ công trình nào.
- Nếu muốn thay đổi bất kỳ yếu tố nào ở mặt cắt gần nhất của thượng lưu và hạ lưu – hoặc trong mô tả về đập cần phải thực hiện việc tính toán lại bảng  $Q - h$  trước khi mô phỏng.

## Cống

Dữ liệu về cống phải được xác định trong trang này. Trang này cũng rất tương tự với trang về đập và cho các phương án giống như vậy đối với việc xác định vận hành valve và hình học từ một tập tin mặt cắt.

Tuy nhiên, có một vài biến riêng trong định nghĩa về cống:

- Cao độ đáy cửa vào (thượng lưu) và cao độ đáy cửa ra (hạ lưu). Cao độ lần lượt là cao độ đáy cửa vào ở thượng lưu và cao độ đáy cửa ra ở hạ lưu. Các cao trình này phải cao hơn cao trình đáy của mặt cắt ngang ngay tại thượng hoặc hạ lưu của cống.
- 'Độ dài': Mô tả chiều dài của cống.
- 'Hệ số Manning n': Mô tả độ nhám (vật liệu) của cống.
- 'Số lượng Cống': Xác định số lượng cống song song tại cùng một vị trí (dùng cùng mô tả hình học).

Sau khi đã nhập dữ liệu về cống vào, nhấp nút lệnh 'Calculate Q – h' để tính quan hệ  $Q - h$  của cống. Mỗi quan hệ  $Q - h$  được cho như là quan hệ  $Q - y$  (mà tại đó  $y$  là độ sâu phía trên ngưỡng đáy cửa). Các thông số khác sẽ được cho trong trang 'Hydraulic Parameters' – 'Thông số thủy lực'.

Nếu muốn, hệ số lỗ dẫn dòng (orifice flow coefficients) cũng có thể được điều chỉnh lại như trình bày dưới đây.

Khi tính quan hệ  $Q - h$ , dạng dòng chảy diễn biến cũng được liệt kê:

- 'Không có dòng chảy': Không có nước ở cao trình thứ nhất ( $y = 0$ ) và khi vận hành valve lưỡi gà ngăn dòng một chiều.
- 'Cửa vào C': Dòng tại cửa vào là tới hạn.
- 'Cửa ra C': Dòng tại cửa ra là tới hạn. Một đường cong nước vật có sử dụng một giải pháp tốt sẽ được tính để liên kết lưu lượng với mực nước ở thượng lưu tại sông.

– 'Lỗ dẫn dòng': Lưu lượng tại cửa vào của cống có thông tin dạng lỗ dẫn dòng. Lưu lượng xả sẽ dựa trên hệ số lỗ dẫn dòng thể hiện trên thanh trình đơn. Người sử dụng có thể điều chỉnh, bổ sung thêm hoặc xoá bớt các hệ số này nếu cần thiết. Quan hệ Q – h phải được tính lại sau khi chỉnh sửa các hệ số này.

– 'Cống chảy có áp' ('Full Culvert'): Cống bị uốt hoàn toàn do xả tự do tại cửa ra.

## Điều tiết

Trang 'regulating' cho phép xác định lưu lượng tại một điểm nào đó (ví dụ như một công trình) dưới dạng một hàm thời gian hoặc một hàm điều kiện thuỷ lực tại bất kỳ nơi nào trong hệ thống sông.

Có hai dạng điều tiết:

– Hàm thời gian: Lưu lượng qua công trình là một hàm thời gian (ví dụ: nếu hai kênh dẫn được nối với một cái bơm hoặc một tuốc bin). Phương trình động lượng tại điểm Q xác định trong lưới được tính sẽ được thay thế bằng hàm lưu lượng/ thời gian. Chuỗi thời gian lưu lượng xả thực phải được xác định trong trang Hydro Dynamic Property Page (tính chất thuỷ động lực), sử dụng editor biên (Boundary Editor).

– Hàm h và/ hoặc Q: Có thể định nghĩa các dạng đặc biệt về điều tiết sông trong trang này. Dạng công trình này được áp dụng tại nơi mà lưu lượng qua đập được điều tiết theo hàm mực nước, và có dòng vào hồ chứa. Vị trí của công trình và vị trí của các điểm kiểm soát (J1 và J2) phải được xác định cùng với các hàm điều tiết. Lưu lượng qua đập/ công trình được tính bằng hệ số đã cho nhân với lưu lượng hoặc mực nước dưới dạng một hàm h hoặc Q tại hai vị trí (J1 và J2) trong mô hình sông:  $Q = f(J2) * J1$

## Các công trình kiểm soát (Môđun bổ sung HD)

Các công trình kiểm soát có thể được dùng đến khi dòng qua hoặc phía trên một công trình được điều tiết bằng cách vận hành một cửa có thể chuyển dịch được, hình thành nên một phần của công trình. Vị trí cửa (vận hành) trong quá trình tính toán có thể được lưu lại trong tập tin HD Additional Output. Để hoạt hoá tính năng output này phải chọn 'Velocities in Structures' output ('lưu tốc trong công trình') trong tập tin HD Parameter file, Add. output page.

## Công trình vỡ đập (Môđun bổ sung HD)

Môđun vỡ đập được dùng để mô phỏng sự phát triển của các vết nứt (độ lớn vết nứt) tại một công trình đập do nước tràn đỉnh hoặc do vỡ ống. Phần mô tả vỡ đập đòi hỏi người sử dụng xác định các thông tin liên quan như trong từng mục phân loại dưới đây:

– Mô tả về hình học: Mô tả cao trình đỉnh và chiều dài đập (vuông góc với dòng chảy sông).

– Giới hạn về độ lớn vết nứt: Do dù vết nứt được xác định thuộc kiểu và hình dạng nào đi chăng nữa, có thể ứng dụng phần giới hạn vào. Hình học của phần giới hạn được mô tả trong tập tin mặt cắt ngang. Phần giới hạn cho phép sử dụng một hình dáng bất thường để định nghĩa giới hạn nứt. Đây là đặc tính rất hữu ích, cho phép lập mô hình cho hình dạng tự nhiên của đoạn sông tại vị trí đập. Chỉ phần có đập bị nứt nằm trong phần giới hạn được dùng để tính toán các thông số thủy lực.

– Kiểu vỡ và thời gian vỡ:

Thời gian vỡ có thể được xác định để bắt đầu:

+ Như là một lượng thời gian cho trước sau khi bắt đầu mô phỏng.

+ Tại một thời điểm nào đó.

+ Tại một mực nước hồ chứa nào đó. Trong trường hợp này, xuất hiện vỡ đập khi mực nước hồ chứa đạt đến một cao trình nào đó. Mực nước hồ chứa được định nghĩa là mực nước tại điểm lưỡi ngay tại thượng lưu của công trình vỡ đập.

– Kiểu vỡ có thể là một trong những dạng dưới đây:

+ 'Phụ thuộc thời gian': Hình học đã biết về độ vỡ được xác định dưới dạng một hàm thời gian. Kích thước vỡ tăng được xác định trong chuỗi thời gian của: chiều rộng vết nứt, cao trình vết nứt, và độ dốc (mái) vết nứt.

+ 'Do xói lở': Độ sâu của vết nứt tăng lên được tính từ một công thức vận chuyển bùn cát (của Engelund – Hansen). Độ sâu của vết nứt được nhân với hệ số xói lở bờ (side erosion index). Nếu vỡ đập do xói lở được xác định, thì cần phải có thêm thông tin. Thông tin này được nhập vào một hộp thoại riêng và có thể hoạt hoá nó bằng cách nhấp vào nút lệnh 'Erosion Parameters...'.

## Lưu vực

Lưu lượng của lưu vực có thể được tính bằng môđun mưa – dòng chảy mặt (Rainfall Runoff Môđun) và được đưa vào dưới dạng dòng vào ngang vào môđun thuỷ động lực. Trang đặc tính được dùng để xác định vị trí của các lưu vực trong mạng sông. Dòng ngang vào lưu vực có thể được đưa vào bất kỳ một điểm nào (chainage thượng lưu và hạ lưu phải có cùng giá trị), hoặc phân bố dọc theo một đoạn của một nhánh sông.

### 1.3. Làm việc với editor mặt cắt (Cross-Section editor)

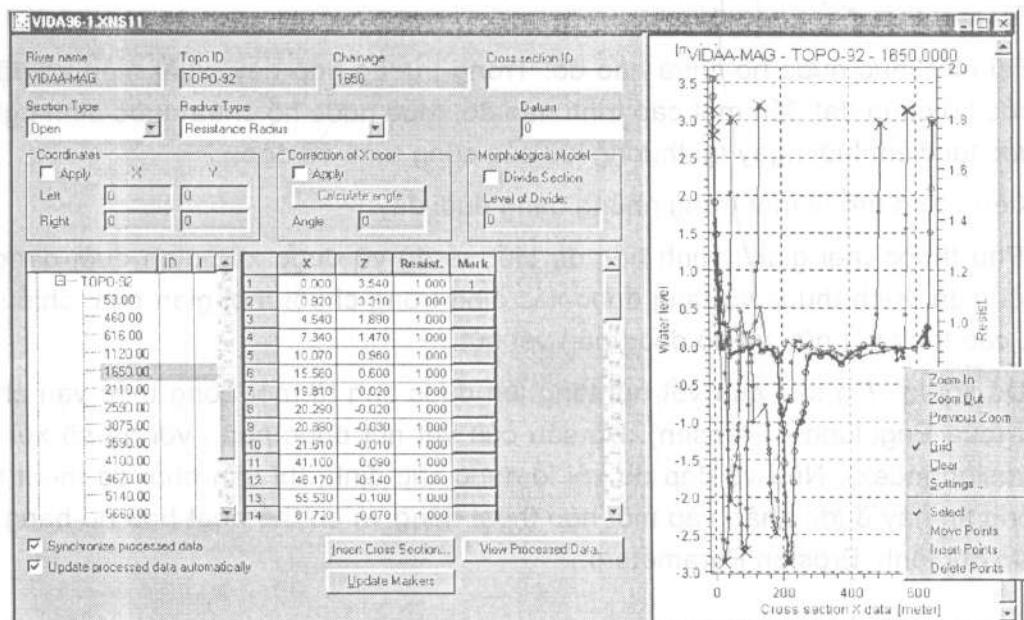
Dữ liệu về mặt cắt sông bao gồm hai bộ dữ liệu, dữ liệu thô và dữ liệu đã xử lý. Dữ liệu thô mô tả hình dạng vật lý của một mặt cắt bằng cách dùng trực toạ độ (x, z), thường được lấy từ một cuộc khảo sát lòng sông. Dữ liệu đã xử lý được tính từ dữ liệu thô và có chứa các giá trị tương ứng về cao trình, diện tích mặt cắt, độ rộng dòng, bán kính thuỷ lực/ lực cản. Bảng dữ liệu đã xử lý được dùng trực tiếp vào môđun tính toán.

Mỗi một mặt cắt là đơn nhất, được xác định bằng ba yếu tố chủ yếu sau đây:

- Tên sông – river name: Chuối, không giới hạn độ dài.
- Đặc điểm địa hình – Topo ID: Chuối, không giới hạn độ dài.
- Chainage: Số có thật (đơn vị tính: mét).

### Cửa sổ dữ liệu thô

Cửa sổ dữ liệu thô là cửa sổ mặc định khi một tập tin mặt cắt được mở hoặc tạo ra. Một ví dụ về editor dữ liệu mặt cắt được trình bày trong hình 1.5.



Hình 1.5. Mặt cắt, editor dữ liệu thô

Editor dữ liệu thô bao gồm ba "cửa sổ" khác nhau:

- Tree view: Cửa sổ trình bày dưới dạng cây (tree view) gồm một danh mục các mặt cắt trong tập tin mặt cắt. Cây này bao gồm ba cấp độ, trong đó cấp trên cùng xác định tên sông, cấp kế tiếp bao gồm Topo-ID(s) của một con sông nào đó và cấp cuối cùng bao gồm danh mục chainages của các mặt cắt đã xác định cho một Topo-ID thật tại một con sông nào đó. Chọn một mặt cắt từ cây bằng cách nhấp chuột trái, ngay lúc đó các cửa sổ số liệu và cửa sổ sơ đồ sẽ được cập nhật khi cả ba cửa sổ được tổng hợp hoàn toàn để tự động trình bày dữ liệu của phần được chọn. Chọn chainage của một đoạn sông, tên sông hoặc Topo-ID của một mặt cắt bằng cách nhấp chuột phải để mở pop-up menu, cho phép bạn thay đổi nội dung hiện hữu của tập tin mặt cắt (ví dụ: chèn, xoá, copy và đặt lại tên cho các mặt cắt, các con sông, và Topo-ID của chúng).

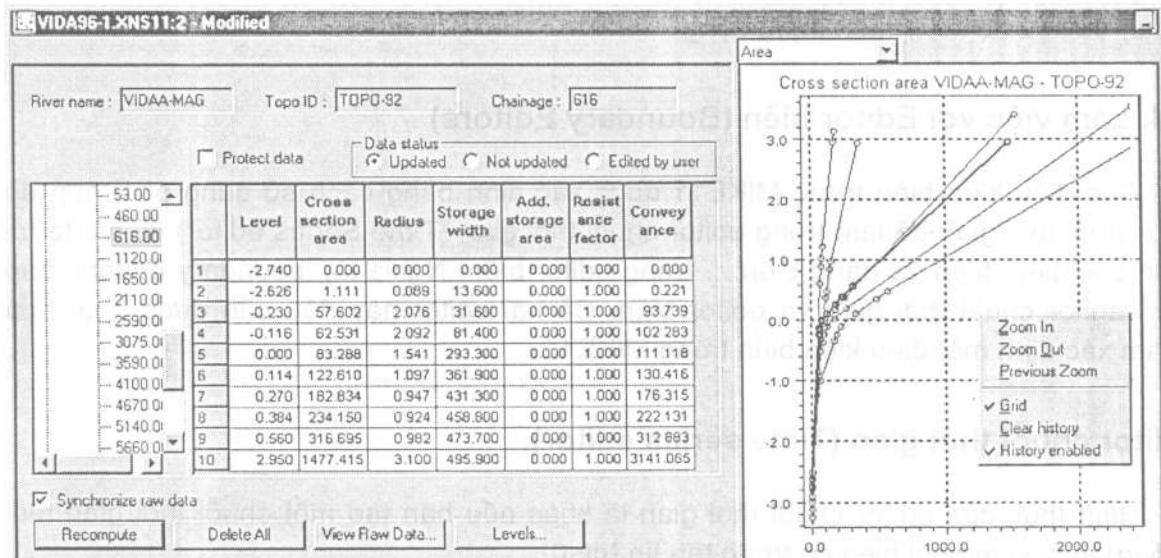
– Cửa sổ số liệu: Cửa sổ bảng số liệu bao gồm dữ liệu thô về mặt cắt được chọn từ tree view. Ta có thể tự chỉnh toạ độ X- và Z- và các hệ số nhám trong bảng. Lực cản (lực cản tương đối) tại mỗi dòng trong cửa sổ bảng số liệu có giá trị mặc định là 1, biểu thị một giá trị hằng số của độ nhám qua mặt cắt. Nếu độ nhám không phải là hằng số trên toàn bộ mặt cắt, ví dụ tại một bãi ngập lũ hoặc tại một mặt cắt khen dãy phức hợp, biến thiên về độ nhám có thể được đưa vào bằng cách nhập một lực cản tương đối khác 1 vào phần này của đoạn sông. Lực cản thường là tương đối so với lực cản của lòng sông chính. Lực cản tương đối lớn hơn thể hiện độ nhám cao hơn và ngược lại.

– Cửa sổ sơ đồ: Cửa sổ sơ đồ biểu diễn mặt cắt thô được chọn trong tree view. Tuỳ vào cài đặt hiện hành trong trang ‘Change Options’ (mở từ mục chọn Cross-section trong Settings menu), cửa sổ sơ đồ sẽ phủ lên các mặt cắt với các phần đã chọn trước đây hiển thị dưới dạng ‘ngấn nước’. Chọn ‘clear’ trên pop-up menu (xuất hiện khi nhấp chuột phải) để xoá phần hiển thị các sơ đồ trước.

### Cửa sổ dữ liệu đã xử lý

Cửa sổ dữ liệu đã xử lý được mở bằng cách nhấp vào nút lệnh ‘View Processed Data...’ (‘Xem dữ liệu đã xử lý’) trong Raw Data View (cửa sổ dữ liệu thô).

Cửa sổ dữ liệu đã xử lý cũng bao gồm một cửa sổ dạng cây (như đã mô tả ở trên), một cửa sổ bảng số liệu, và một cửa sổ sơ đồ, xem hình 1.5. Phần hiển thị sơ đồ có thể được thay đổi bằng cách chọn thông số nào bạn muốn từ danh mục hộp rơi (pop down list) ở phần trên cùng của trang.



Hình 1.6. Cửa sổ editor dữ liệu mặt cắt đã xử lý

Cửa sổ bảng số liệu bao gồm dữ liệu đã xử lý được tính tự động từ dữ liệu thô. Dữ liệu đã xử lý bao gồm các giá trị tương ứng của mực nước, diện tích mặt cắt, bán kính, độ rộng ô trữ và khả năng chuyển nước. Diện tích ô trữ bổ sung (diện tích mặt thoáng) cũng có thể được xác định như là một hàm mực nước.

Nếu dữ liệu đã được thay đổi, thì sau này bạn cần giữ nguyên dữ liệu để có thể bảo toàn dữ liệu đã xử lý cho một số mặt cắt nào đó bằng cách hoạt hóa hộp chọn 'Protect Data'.

Lưu ý rằng nhóm 'Data Status' không phải là một trường có thể chỉnh sửa được. Giá trị của hiện trạng dữ liệu (data status) chỉ là một thông tin cho người sử dụng mà thôi, cho dù dữ liệu đã được chỉnh sửa hay cập nhật trong thời gian editor dữ liệu đã xử lý được hoạt hóa.

Các tính năng khác của editor dữ liệu đã xử lý bao gồm:

- Điều chỉnh cao trình trong bảng dữ liệu đã xử lý: Bạn có thể vào hộp thoại 'Levels for Processed data' nếu cần phải điều chỉnh số lượng cao trình và giá trị cao trình, được hoạt hóa bằng cách nhấp vào nút lệnh 'Levels...'. Chọn phương pháp chọn lựa cao trình, cao trình min và max và số lượng cao trình rồi nhấp vào nút lệnh 'recompute' để tính các cao trình mới cho dữ liệu đã xử lý. Nếu đã thỏa mãn với các cao trình này, hãy nhấp vào nút lệnh OK để đóng hộp thoại Levels.

- Xoá và tính lại: Toàn bộ nội dung của bảng dữ liệu đã xử lý có thể được xoá đi bằng cách nhấp vào nút lệnh 'Delete' và tính lại, dùng cao trình tự động hoặc do người sử dụng xác định bằng cách nhấp nút lệnh 'Recomputing'.

- Cửa sổ dữ liệu thô: Nhấp vào nút lệnh 'View Raw Data...' để hoạt hóa editor dữ liệu thô. Nghĩa là, editor dữ liệu thô được kích hoạt (được mở trong trường hợp nó đã bị đóng lại). Nếu hộp thoại 'Synchronise Raw Data' được hoạt hóa, editor dữ liệu thô sẽ đồng hóa với editor dữ liệu đã xử lý để dữ liệu thô của mặt cắt được hoạt hóa trong editor dữ liệu đã xử lý hiển thị tự động.

#### **1.4. Làm việc với Editor biên (Boundary Editors)**

Các điều kiện biên trong MIKE11 được xác định bằng cách sử dụng phối hợp dữ liệu chuỗi thời gian đã làm trong editor chuỗi thời gian (Time Series editor) và mô tả tại vị trí các điểm biên và dạng biên,... trong editor biên. Nghĩa là, 'boundary editors' bao gồm editor chuỗi thời gian và editor biên. Cả hai editor này đều cần được hoạt hóa nhằm xác định một điều kiện biên trong MIKE11.

##### **Editor chuỗi thời gian (Time series editor)**

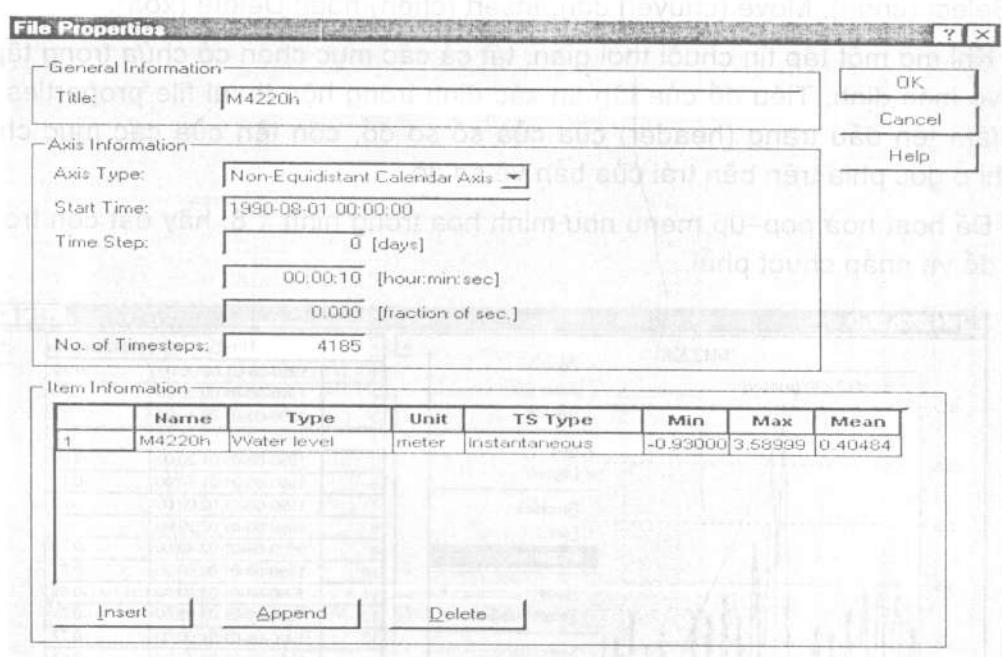
Hình thức của editor chuỗi thời gian là khác nếu bạn tạo một chuỗi thời gian mới (trống) thay vì mở cái hiện có trong tập tin (dfs0).

Việc tạo một chuỗi thời gian mới đòi hỏi phải có mô tả đặc tính của tập tin chuỗi thời gian, và hộp thoại File Properties lúc này sẽ được mở ra.

Nếu mở một tập tin dfs0 hiện có, dữ liệu sẽ lập tức được trình bày trong hộp thoại dữ liệu chuỗi thời gian, và tại đây có thể xem và chỉnh sửa cả trong cửa sổ sơ đồ lăng cửa sổ bảng dữ liệu. Trong trường hợp này, nếu muốn thay đổi tập tin đã được xác định trong File Properties, cần phải mở hộp thoại File Properties trong cửa sổ sơ đồ.

### Hộp thoại File Properties

- Trong hộp thoại File Property, phải xác định thông tin về trục chuỗi thời gian và thông tin về các mục chọn (chuỗi) phải có trong tập tin dfs0 nào đó. Thông tin về trục bao gồm:
  - + Dạng trục: khoảng cách đều hay không đều, trục lịch hoặc thời gian liên quan đến thời gian bắt đầu cụ thể hoặc bản vẽ sơ đồ về dữ liệu X–Y.
  - + Thời gian bắt đầu (quy cách ghi ngày tháng là theo chuẩn được định nghĩa trong Windows).
  - + Bước thời gian (theo ngày, giờ, phút, giây).
  - + Số bước thời gian (phải luôn lớn hơn 1).



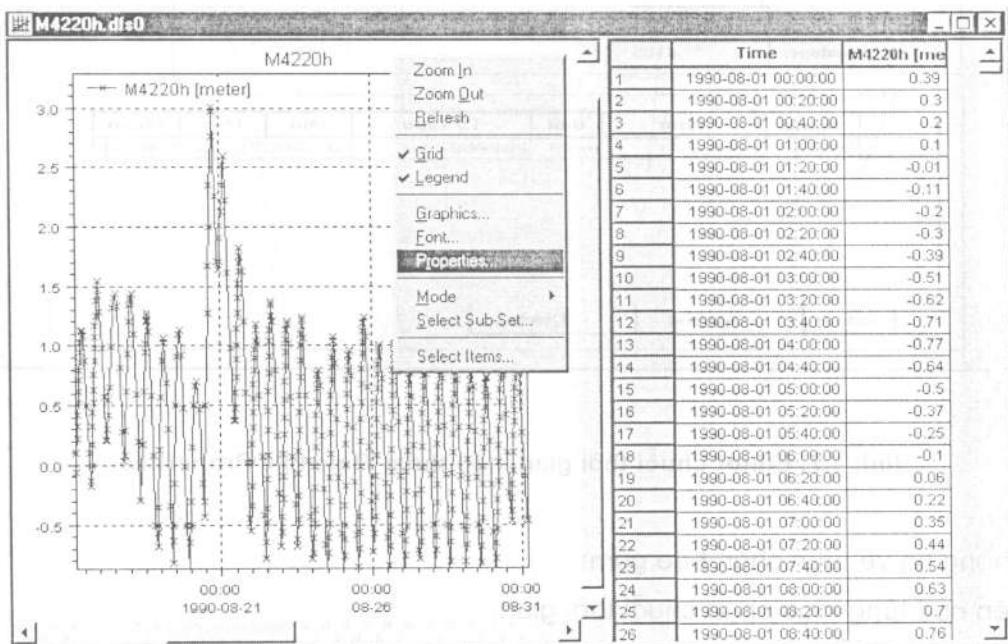
Hình 1.7. Editor chuỗi thời gian, hộp thoại Time File Properties

- Thông tin về mục chọn bao gồm:
  - + Tên của từng mục chọn chuỗi thời gian.
  - + Dạng mục chọn (ví dụ: mực nước, lưu lượng, nồng độ/ hàm lượng,...).
  - + Đơn vị tính (ví dụ: m, m<sup>3</sup>/s, g/m<sup>3</sup>...).
  - + Cột 'TS Type' được dùng để xác định các dạng chuỗi thời gian khác nhau cho các gói phần mềm DHI khác nhau. Tuy nhiên MIKE11 không sử dụng thiết lập 'TS Type' trong các mô phỏng, vì vậy trường này trong mặc định vẫn được giữ nguyên.
  - + Người sử dụng không thể chỉnh sửa các cột 'Min', 'Max' và 'Mean'. Giá trị trong các cột này được chèn vào tự động dựa trên dữ liệu chuỗi thời gian thực tế.

## Hộp thoại Time series data

Hộp thoại Time series data bao gồm hai cửa sổ, một cửa sổ bảng số liệu và một cửa sổ sơ đồ (xem hình 1.8).

- Cửa sổ bảng số liệu:
  - + Trình bày dữ liệu về chuỗi thời gian dưới dạng bảng.
  - + Có các tính năng copy và dán (ví dụ: copy và dán chuỗi từ Excel).
  - + Quy cách ghi thời gian là theo quy cách mặc định đã chọn trong Windows.
- Cửa sổ sơ đồ:
  - + Có thể chỉnh sửa dữ liệu sơ đồ bằng cách chọn một trong các kiểu chỉnh sửa sau đây: Select (chọn), Move (chuyển dời), Insert (chèn) hoặc Delete (xoá).
  - + Khi mở một tập tin chuỗi thời gian, tất cả các mục chọn có chứa trong tập tin đều được vẽ mặc định. Tiêu đề của tập tin xác định trong hộp thoại file properties được sử dụng làm tên đầu trang (header) của cửa sổ sơ đồ, còn tên của các mục chọn được hiển thị ở góc phía trên bên trái của bản vẽ sơ đồ.
  - + Để hoạt hoá pop-up menu như minh họa trong hình 1.8, hãy đặt con trỏ vào cửa sổ sơ đồ và nhấp chuột phải.



Hình 1.8. Editor chuỗi thời gian; hộp thoại Time series data

Có nhiều phương án trong pop-up menu như hoạt hoá zoom và làm mới lại (refresh) các tiện ích, nhập mục để điều chỉnh hình thức của cửa sổ sơ đồ (hiển thị hoặc không hiển thị lưới và chú dẫn, thay đổi kiểu và màu sắc,...).

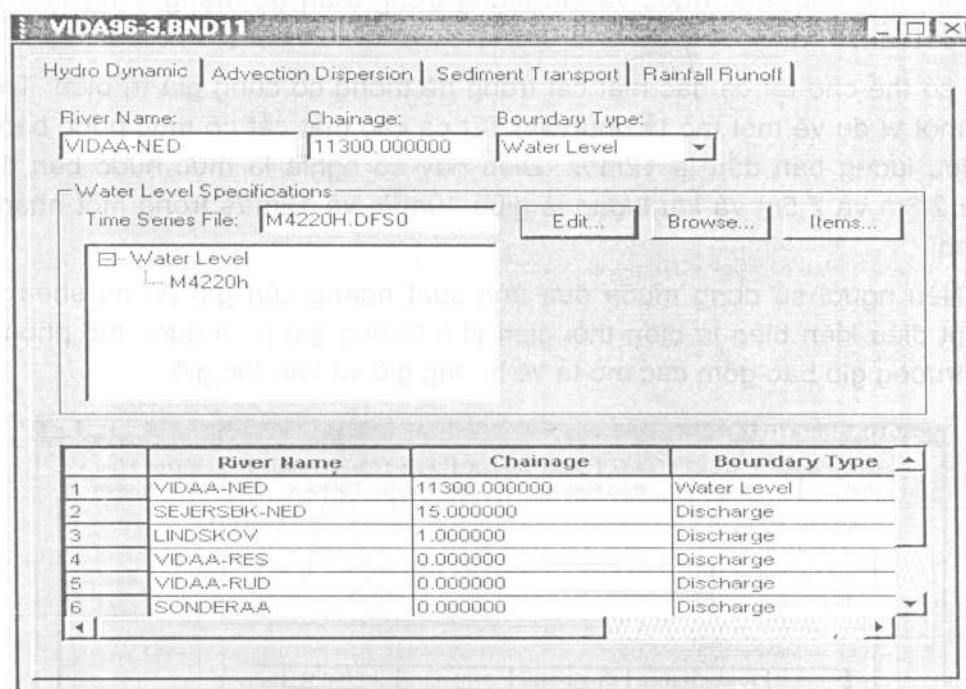
Ngoài ra, có thể mở hộp thoại File Properties từ pop-up menu bằng cách chọn mục nhập 'Properties...'. Vì vậy, có thể thay đổi các mô tả đặc tính trước đây của một tập tin nào đó (ví dụ nếu muốn bổ sung thêm một mục chọn vào tập tin, cần phải thực hiện thông qua hộp thoại File Properties).

**Hộp thoại editor biên** bao gồm các trang đặc tính mà tại đó các điều kiện biên được xác định cho tất cả các dạng mô phỏng MIKE11, bao gồm:

- Thuỷ động lực.
- Tải khuếch tán/ Chất lượng nước.
- Vận chuyển bùn cát.
- Mưa – Dòng chảy mặt.

Editor biên được minh họa trong hình 1.9.

### Editor biên– Boundary editor



Hình 1.9. Editor biên

### 1.5. Làm việc với Editor tham số mô hình (Parametr file Editor)

MIKE11 parameter file editors bao gồm các editor Thuỷ động lực, Tải khuếch tán, Chất lượng nước, Vận chuyển bùn cát và Mưa – Dòng chảy mặt. Parameter editor có chứa thông tin về các biến liên quan đến dạng tính toán đã chọn, ví dụ HD Parameter editor gồm thông tin về lực cản đáy – một biến quan trọng trong tính toán thủy lực.

Tất cả các Parameter editors đều được thiết kế dưới dạng hộp thoại, gồm nhiều trang đặc tính (property pages) để có thể nhập dữ liệu vào. Nhấp vào 'tab' trong hộp thoại editor để hoạt hoá một trang thuộc tính.

### **Editor thông số thủy động lực– HD Parameter editor**

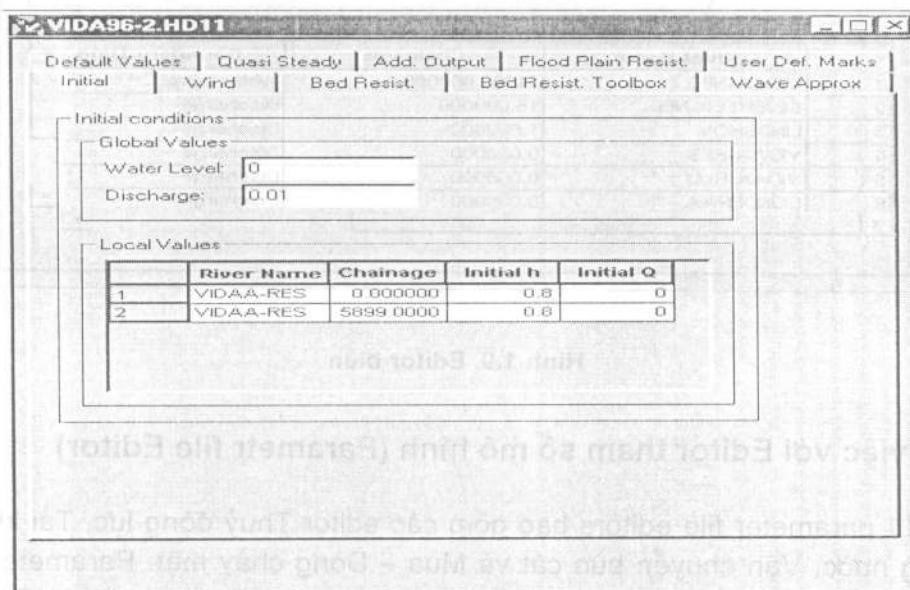
Để chạy một tính toán thủy động lực, bạn cần phải tạo một tập tin thông số thủy động lực. Editor thông số thủy động lực cho phép người sử dụng xác định các giá trị cho một số biến sử dụng trong quá trình tính toán thủy động lực. Editor thông số thủy động lực được mô tả trong hình 1.10.

#### **Điều kiện ban đầu**

Trước khi bắt đầu tính toán, người sử dụng phải chọn cách xác định các điều kiện ban đầu. MIKE11 có thể tự động tính một mặt cắt dòng đều trên sông hay mạng kênh dẫn tương thích với các điều kiện biên đã cho tại thời gian bắt đầu tính toán trong editor mô phỏng. Hoặc các điều kiện ban đầu cũng có thể được lấy từ một tập tin kết quả hiện có, hoặc từ các điều kiện ban đầu của các giá trị tương ứng do người sử dụng tự xác định cho mực nước và lưu lượng trong toàn bộ mạng sông tại thời gian bắt đầu tính toán.

Cũng có thể cho tất cả các mặt cắt trong hệ thống có cùng giá trị biên. Trên hình 1.10 nêu một ví dụ về một mô tả như vậy. Tất cả các mặt cắt có mực nước ban đầu là 2,5m và lưu lượng ban đầu là 12m<sup>3</sup>/s. Điều này có nghĩa là mực nước ban đầu dao động giữa 2,3m và 2,5m và lưu lượng là giữa 10m<sup>3</sup>/s và 12m<sup>3</sup>/s trong một nhánh sông đã xác định.

**Gió:** Nếu người sử dụng muốn đưa ứng suất ngang của gió (Wind shear stress) vào thì một điều kiện biên là biến thời gian cho trường gió phải được mô phỏng. Điều kiện biên trường gió bao gồm các mô tả về hướng gió và vận tốc gió.



Hình 1.10. HD Parameter Editor

**Sức cản thủy lực:** Hệ số lực cản có thể có một trong ba dạng khác nhau, trong đó hệ số Manning's M là mặc định:

- Manning's n.
- Manning's M ( $M = 1/n$ ).
- Số Chezy.

Hệ số lực cản là biến quan trọng nhất cần điều chỉnh, và vì vậy, thường thì bạn sẽ cần phải xác định một số các giá trị để tính biến đổi cục bộ về địa hình, thảm phủ,... Như vậy, lực cản được xác định cho từng đoạn sông và người sử dụng chương trình phải lựa chọn khi xác định nó và kiểm định mô hình. Tập số liệu tìm được khi thông số hoá và kiểm định mô hình sẽ được sử dụng trong tính toán phương án sau này.

### Chọn mô hình tính toán

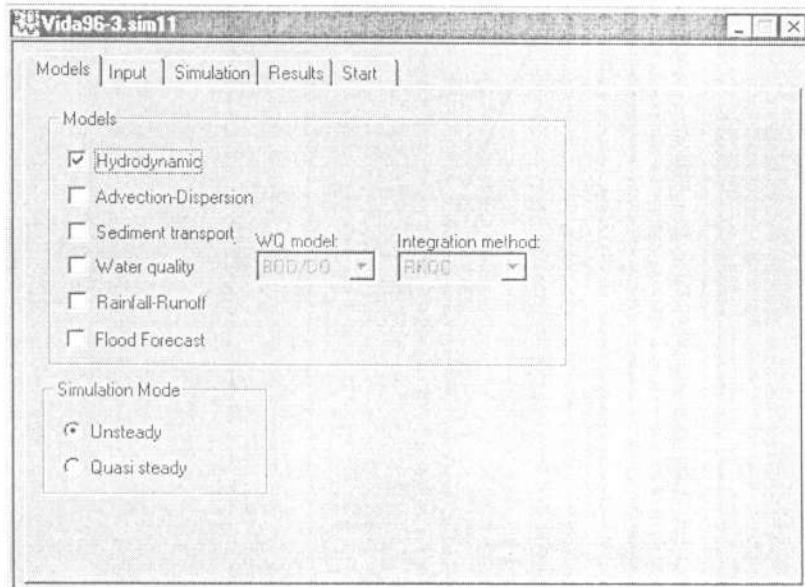
Mô hình MIKE11 mặc định theo mô hình sóng động lực là mặc định. Người sử dụng có thể chọn các mô hình khác: sóng động học (Kinematic), sóng khuếch tán (Diffusive).

Mô hình MIKE11 có nhiều mô duy khác như vận tải bùn cát, chất lượng nước,... nhưng không thuộc phạm vi của nghiên cứu điển hình. Bạn đọc có thể tìm hiểu ở các hướng dẫn chi tiết hơn trong phần hệ thống hỗ trợ trực tuyến MIKE11 của tài liệu kỹ thuật tham khảo (MIKE11 Technical Reference manual).

## Dùng Editor mô phỏng– Simulation Editor

Simulation Editor kết hợp tất cả các thông tin cần thiết cho MIKE11 để thể hiện một mô phỏng. Thông tin này bao gồm dạng mô hình để chạy, tên và vị trí của các tập tin dữ liệu đầu vào, thời đoạn mô phỏng, bước thời gian,... và tên của các tập tin kết quả.

Editor mô phỏng bao gồm 5 trang đặc tính (property pages) mà trong đó dữ liệu phải được xác định (xem hình 1.11):



Hình 1.11. Simulation Editor của MIKE11

Trên đây là một số hướng dẫn chính khi tiếp cận với mô hình MIKE11 liên quan đến nội dung nghiên cứu điển hình. Những hướng dẫn chi tiết có thể tìm hiểu trong các file hướng dẫn của phần mềm.

- Trang đặc tính của mô hình – Models property page.
- Input property page.
- Trang đặc tính mô phỏng – Simulation property page.
- Trang đặc tính kết quả – Results property page.
- Start property page.

## Phụ lục 2

# HỆ THỐNG CÁC CÔNG TƯỚI CHÍNH TRÊN SÔNG HỒNG + THÁI BÌNH

TT	Tên công	Vị trí (km)	Sông	Diện tích tưới (ha)	Mặt cắt công	Kích thước nx(BxH)	Chiều dài công (m)	Cao trình đáy công thuỷ lưu (m)	Cao trình đáy tràn công (m)	Mực nước thiết kế lưu h <sub>th</sub> (m)	Mực nước thiết kế lưu h <sub>n</sub> (m)	Lưu lượng thiết kế Q <sub>TK</sub> (m <sup>3</sup> /s)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(14)
1	Long Thủ	Đuống	27.050	CN	3x(3,0x3,0)	52	0,00	0,00	+3,00	+2,78	+2,58	28,0
2	Xuân Quan	Tà Hồng	118.37	CN	18				0,00	+	1,85	75,0
3	Hậu Thượng	K2+780	-	1.200	CN	1x2,5	31,7	-0,91	-0,91	+1,26		2,2
4	Bến Hộ	K21+900	-	600	CN	1x2,5	25,7	-1,00	-1,00	+1,50		1,1
5	Quan Hoà	K35+150	-	500	CN	1x2,2	19,9	-1,30	-1,30	+0,80		0,9
6	Cống 39	K39+130	-	890	CN	1x2,5	19	-1,50	-1,50	+1,30		1,6
7	Thụn Dũng	K11+768	-	250	CN	1x1,2	17	-1,00	-1,00	+0,80		0,5
8	Mang	K14+350	-	800	CN	2x(2,0)	17,5	-2,00	-2,00	+1,00		1,4
9	Cụ Lãm	K8+200	Htru Tr.Lý	3.525	CN	1x(4,0)+2x(1,2)	18	-1,00	-1,00	+3,50		6,3
10	Nang	K13+450	-	2.575	CN	2x(2,5)	24	-1,50	-1,50	+1,00		4,6
11	Mẽ	K21+178	-	3.000	Trùn		24	-1,50	-1,50	+0,70		5,4
12	Tam Lạc	K27+340	-	2.832	CN	1x(5,0)+2x(1,5)	19	-1,50	-1,50	+5,05		5,1
13	Ngữ	K35+400	-	3.856	CN	1x(4,0)+2x(1,2)	16,5	-1,87	-1,87	+4,00		6,9
14	Dục Dương	K40+230	-	13.684	CN	1x(4,0)+2x(2,0)	16	-3,30	-3,30	+3,40		24,6
15	Ngu Xá	K168+850	-	3.476	CN	3x(2,0)	15	-1,50	-1,50	+2,00		6,3
16	Văn Lang	Tà Hồng	4.500	CN	1x(2,9)		-1,00	-1,00				8,1
17	Na	-	2.200	CN	1x(1,4)		-0,50	-0,50				4,0
18	Nam Long	-	3.200	CN	1x(2,0)		-1,00	-1,00				5,8
19	Thổi Hạc	K182+200	-	6.000	CN	1x(2,5)	19,5	-1,00	-1,00	+1,50		10,8
20	Nguyệt Lãm	K189+720	-	8.100	CN	1x(5,0)+2x(1,5)	15,9	-2,50	-2,50			14,6

21	An Sơn	K2,210	Tà CáM	9.100	CN	4x(2,5)+1x6		-1,50	-1,50		
22	Trung Trang	K3+326	Tà CáM		CN	4x(8,0x5,0)		-1,50	-1,50		
23	Ba Đồng	K44+718	Hữu Luộc	4.500	CN	3x(6,0)		-1,50	-1,50		
24	Chanh Chữ	K37+	Hữu Luộc	7.280	CN	2x(2,0)+1x(5,0)		-1,50	-1,50		13,5
25	Rõ	K3+698	Thái Bình	7.765	CN	3x(8,0)		-1,50	-1,50		33,7
26	Liên Mạc	K53+700	Hữu Hồng	81.148	CN	4x(3,0)+1x6		+1,00	+1,00	3,77	3,72
27	Mặc Nam	K123+050	Hữu Hồng	5.500	CN	5x(1,2x1,2+3x(1,2x2,0)		+0,65	+0,60	+3,00	+2,95
28	Vũ Xá	K134+108	Hữu Hồng		CN	2x(1,0x2,0)		+1,0	+0,95	+1,00	+0,90
29	Chợ Đè	K0+628	tả			2,50		-1,50			4,0
30	Tây Khu	K0+900	tả			2,50		-1,50			
31	Phong Khê	K2+080	hữu								
32	An Thịnh	K3+052	tả								
33	Đóng Né	K3+893	tả			3,00		-1,50			
34	Lô Xuyên	K3+988	hữu	2235							
35	Trung Linh	K5+00	tả			6,00		-1,50			
36	Cống Rộc	K10+315	tả	2469		4,00		-1,50			4,4
37	Cống Keo	K11+215	tả			2,50		-1,50			
38	Mức 2	K12+360	tả			8,00		-2,00			
39	Phú An	K13+144	hữu	6359		3,00		-2,00			11,4
40	Hồng Phong	K13+470	tả			2,20		-1,00			
41	Mức 1	K14+119	tả			6,00		-1,87			
42	Cát Chử	K14+320	hữu			9,00		-2,00			
43	Phạm Try	K14+832	tả			2,20		-0,95			
44	Đối Lớn	K16+085	tả	7683		4,00		-1,50			
45	Thấp	K20+348	tả			8,00		-2,00			
46	Trực Cường	K22+382	tả			3,00		-1,50			

**BẢNG THỐNG KÊ  
CÁC CÔNG TRÌNH TRẠM BƠM CHÍNH**

TT	Tên trạm bơm	Vị trí (km)	Sông	Diện tích tưới cù (ha)	Diện tích tưới QH (ha)	Loại máy	Số tờ máy	Công suất tờ máy (m <sup>3</sup> /h hoặc kW)	Cao trinh đáy bê hüt (m)	Mực nước thiết kế bê hüt (m)	Lưu lượng thiết kế (m <sup>3</sup> /s)
	Phú Thọ										
1	Trên sông Thao				6.125	1000 m <sup>3</sup> /h	105	1000 m <sup>3</sup> /h			29,17
2	Trên sông Lô				3.500	1000 m <sup>3</sup> /h	60	1000 m <sup>3</sup> /h			16,67
3	Trên sông Đuống				2.450	1000 m <sup>3</sup> /h	42	1000 m <sup>3</sup> /h			11,67
4	Trên sông Bứa				1.400	1000 m <sup>3</sup> /h	24	1000 m <sup>3</sup> /h			6,67
5	Trên sông Chày				1.225	1000 m <sup>3</sup> /h	21	1000 m <sup>3</sup> /h			5,83
6	Bach Hac	K25+0	Tả Lô		7.510	CSV 1000	5	200 kW	+3,08	+5,47	8,80
7	Đại Định	K3+500	Tả Hồng		9.012	PL7101	6	8000 m <sup>3</sup> /h	+3,47	+5,57	11,10
8	Thanh Diêm	K35+500	Tả Hồng		7.574	HTN3600	10	3600 m <sup>3</sup> /h	+3,00	+4,16	10,00
9	Kim Đôi	Bắc Ninh	Sông Cầu		6.750	1.200	KP1-87	5	320 kW		
10	Các TB nhỏ trên sông Đá	Hà Tây	Hữu Đà		5.240	5.240	1000 m <sup>3</sup> /h	37	1000 m <sup>3</sup> /h		
11	Phù Sa	Hà Tây	Hữu Hồng		10.150	10.150	SPP-2800-12P	4	290 kW	+3,00	+5,25
12	Hồng Văn	Hà Tây			11.081	11.081	Du-750	5	200 kW		
13	Đan Hoài	Hà Tây	Hữu Hồng		13.456	12.456	Du-750	5	200 kW	+0,40	+3,05
14	Các TB nhỏ trên sông Đáy	Hà Tây	Sông Đáy		4.649	4.649		57			5,58

15	Áp Bắc	Hà Nội		14.400	14.400	Du-750	6	200 kW		15,84
16	Tân Sơn	Tân Sơn, Kim Bảng	Sông Đáy	133	204	TĐ	2	2.500	-1,00	0,24
17	Danh Xuyên	Ngọc Sơn, Kim Bảng	Sông Đáy	193	193	TĐ	3	2.500	-1,00	0,34
18	Qué II	TT Qué, Kim Bảng	Sông Đáy	761	107	TĐ	7	8.000	-2,50	1,36
19	Võ Giang	Thanh Thùy, Thanh Liêm	Sông Đáy	1.344	1.344	TĐ	5	8.000	-3,00	2,40
20	Kinh Thành I	Thanh Hải, Thanh Liêm	Sông Đáy	125	742	TĐ	12	4.000	-1,70	0,22
21	Hữu Bi I	Mỹ Phúc, Nam Định	Hiếu Hồng	8.953	8.953		4	32.000	-5,81	15,59
22	Hữu Bi II	Nhân Hoà, Ký Nhân	Hiếu Hồng	500	500	TĐ	4	21.600	-2,50	0,89
23	Thịnh Châu B	Châu Sơn, Kim Bảng	Sông Đáy	221	108	TN	22	1.000	-1,00	+0,8
24	Phù Vân	Phù Vân, Phú Lý	Sông Đáy	624	347	TN	3	2.500	-1,00	0,00
25	Thanh Nộn	Thanh Sơn, Kim Bảng	Sông Đáy	370	200	TĐ	2	2.500	-1,00	0,00
26	Thị Sơn	Thị Sơn, Kim Bảng	Sông Đáy	545	545	TĐ	3	4.000	-1,00	0,00
27	Khuyển Công	Khả Phong, Kim Bảng	Sông Đáy	653	300	TĐ	3	2.500	-1,00	1,11
31	Hiếu Thượng	Thanh Thùy, Thanh Liêm	Sông Đáy	239	180	TĐ	2	2.500		0,66
32	Cồ Đam	K140+760	Tà Đáy	12.639	12.639	OP6-146	7	32.000	-4,77	+0,7
34	Nhàm Trang	K125+730	Tà Đáy	5.477	5.477	OP6-87	6	11.000	-4,60	-0,51
36	Cốc Thành	K8+521	Hiếu Đào	23.509	23.509	OP6-145	7	32.000	-6,30	+0,70
37	Nhu Trác	K145+710	Hiếu Hồng	18.824	18.820	VSP 12000	6	11.000	-4,74	+1,00

## Phụ lục 3

# TRÍCH KẾT QUÁ TÍNH TOÁN ĐIỀU TIẾT CẤP NƯỚC HỒ HOÀ BÌNH, NĂM 2003–2004

Mực nước dâng bình thường: 117,00m

Mực nước trước lũ : 90,54m

Dung tích phòng lũ hồ Hòa Bình = 4,69 tỷ m<sup>3</sup>

$Q_{tùy} = 1100 \text{ m}^3/\text{s}$  (Tháng 1 + 2)

ĐIỀU TIẾT DÒNG CHÁY HỒ HOÀ BÌNH THÁNG: 6

Tháng bắt đầu thời kỳ cấp nước, Tháng: 6

NGÀY	QD (m <sup>3</sup> /s)	QX (m <sup>3</sup> /s)	CS (MW)	EW (Tr.kW/h)	QTB (m <sup>3</sup> /s)	VK (Tỷ m <sup>3</sup> )	ZH (m)
<b>Mực nước đầu tháng 6 ZH = 80,00m</b>							
1	523	0	300	7,20	523	3,80	80,0
2	557	0	319	7,65	556	3,80	80,0
3	652	0	372	8,94	651	3,80	80,0
4	938	0	533	12,79	937	3,80	80,0
5	693	0	396	9,49	692	3,80	80,0
6	1403	0	548	13,15	959	3,84	80,3
7	1311	0	548	13,15	955	3,87	80,6
8	1610	0	548	13,15	947	3,93	81,1
9	1622	0	548	13,15	940	3,98	81,7
10	1702	0	548	13,15	931	4,05	82,2
11	1300	0	548	13,15	927	4,08	82,5
12	1541	0	548	13,15	920	4,14	83,0
13	2128	0	548	13,15	908	4,24	83,9
14	2358	0	548	13,15	893	4,37	85,1
15	2404	0	548	13,15	882	4,50	86,0
16	1863	0	548	13,15	874	4,59	86,5
17	2197	0	548	13,15	865	4,70	87,3
18	2036	0	548	13,15	856	4,80	88,0
19	1518	0	548	13,15	852	4,86	88,4
20	1254	0	548	13,15	849	4,89	88,7
21	1265	0	548	13,15	846	4,93	88,9
22	1530	0	548	13,15	841	4,99	89,3
23	1955	0	548	13,15	834	5,09	90,0
24	3335	0	1502	36,04	2350	5,17	90,5
25	3013	612	1516	36,39	2400	5,17	90,5
26	2818	417	1521	36,51	2400	5,17	90,5
27	2392	0	1526	36,63	2391	5,17	90,5
28	5083	2682	1480	35,51	2400	5,17	90,5
29	8740	6339	1480	35,51	2400	5,17	90,5
30	8016	5615	1480	35,51	2400	5,17	90,5

**ĐIỀU TIẾT DÒNG CHÀY HỒ HOÀ BÌNH THÁNG: 7**  
**Tháng bắt đầu thời kỳ cấp nước, Tháng: 6**

NGÀY	QD (m <sup>3</sup> /s)	QX (m <sup>3</sup> /s)	CS (MW)	EW (Tr.kW/h)	QTB (m <sup>3</sup> /s)	VK (Tỷ m <sup>3</sup> )	ZH (m)
<b>Mục nước đầu tháng 7 ZH = 90,54m</b>							
1	6808	4407	1480	35,51	2400	5,17	90,5
2	6486	4085	1480	35,51	2400	5,17	90,5
3	5808	3407	1480	35,51	2400	5,17	90,5
4	4692	2291	1482	35,56	2400	5,17	90,5
5	4416	2015	1486	35,67	2400	5,17	90,5
6	3600	1199	1501	36,02	2400	5,17	90,5
7	3450	1049	1505	36,11	2400	5,17	90,5
8	3531	1130	1503	36,06	2400	5,17	90,5
9	3370	969	1507	36,16	2400	5,17	90,5
10	2990	589	1517	36,40	2400	5,17	90,5
11	3082	681	1514	36,34	2400	5,17	90,5
12	3565	1164	1502	36,04	2400	5,17	90,5
13	4106	1705	1492	35,80	2400	5,17	90,5
14	3784	1383	1498	35,94	2400	5,17	90,5
15	3462	1061	1504	36,10	2400	5,17	90,5
16	3140	739	1513	36,31	2400	5,17	90,5
17	2611	210	1527	36,64	2400	5,17	90,5
18	2300	0	1470	35,28	2299	5,17	90,5
19	2162	0	1385	33,24	2161	5,17	90,5
20	2668	267	1525	36,60	2400	5,17	90,5
21	2760	359	1523	36,55	2400	5,17	90,5
22	2806	405	1522	36,52	2400	5,17	90,5
23	3232	831	1510	36,25	2400	5,17	90,5
24	2967	566	1517	36,42	2400	5,17	90,5
25	4347	1946	1488	35,70	2400	5,17	90,5
26	4807	2406	1480	35,51	2400	5,17	90,5
27	5566	3165	1480	35,51	2400	5,17	90,5
28	5267	2866	1480	35,51	2400	5,17	90,5
29	4255	1854	1489	35,74	2400	5,17	90,5
30	4439	2038	1486	35,67	2400	5,17	90,5
31	4002	1601	1494	35,85	2400	5,17	90,5

**ĐIỀU TIẾT DÒNG CHÁY HỒ HOÀ BÌNH THÁNG: 8**  
**Tháng bắt đầu thời kỳ cấp nước, Tháng: 6**

NGÀY	QD (m <sup>3</sup> /s)	QX (m <sup>3</sup> /s)	CS (MW)	EW (Tr.kW/h)	QTB (m <sup>3</sup> /s)	VK (Tỷ m <sup>3</sup> )	ZH (m)
<b>Mực nước đầu tháng 8 ZH = 90,54m</b>							
1	3508	1106	1503	36,08	2400	5,17	90,5
2	3508	1106	1503	36,08	2400	5,17	90,5
3	3427	1025	1505	36,13	2400	5,17	90,5
4	2898	496	1519	36,46	2400	5,17	90,5
5	2737	335	1523	36,56	2400	5,17	90,5
6	2335	0	1491	35,79	2333	5,17	90,5
7	2197	0	1406	33,75	2195	5,17	90,5
8	2634	232	1526	36,63	2400	5,17	90,5
9	2277	0	1456	34,94	2275	5,17	90,5
10	3611	1209	1501	36,01	2400	5,17	90,5
11	4094	1692	1492	35,81	2400	5,17	90,5
12	4209	1807	1490	35,76	2400	5,17	90,5
13	3864	1462	1496	35,91	2400	5,17	90,5
14	3381	979	1506	36,16	2400	5,17	90,5
15	3220	818	1511	36,26	2400	5,17	90,5
16	3393	991	1506	36,15	2400	5,17	90,5
17	4807	2405	1480	35,51	2400	5,17	90,5
18	4232	1830	1490	35,75	2400	5,17	90,5
19	3680	1278	1499	35,98	2400	5,17	90,5
20	3393	991	1506	36,15	2400	5,17	90,5
21	2967	565	1517	36,42	2400	5,17	90,5
22	2795	393	1522	36,52	2400	5,17	90,5
23	2967	565	1517	36,42	2400	5,17	90,5
24	3542	1140	1502	36,05	2400	5,17	90,5
25	3726	1324	1499	35,96	2400	5,17	90,5
26	3761	1359	1498	35,95	2400	5,17	90,5
27	6406	4004	1480	35,51	2400	5,17	90,5
28	7659	5257	1480	35,51	2400	5,17	90,5
29	6440	4038	1480	35,51	2400	5,17	90,5
30	5187	2785	1480	35,51	2400	5,17	90,5
31	5658	3256	1480	35,51	2400	5,17	90,5

**ĐIỀU TIẾT DÒNG CHÀY HỒ HOÀ BÌNH THÁNG: 9**  
**Tháng bắt đầu thời kỳ cấp nước, Tháng: 6**

NGÀY	QD (m <sup>3</sup> /s)	QX (m <sup>3</sup> /s)	CS (MW)	EW (Tr.kW/h)	QTB (m <sup>3</sup> /s)	VK (Tỷ m <sup>3</sup> )	ZH (m)
<b>Mực nước đầu tháng 9 ZH = 90,54m</b>							
1	5474	0	548	13,15	799	5,58	93,2
2	5911	0	548	13,15	771	6,02	96,1
3	6314	0	548	13,15	742	6,50	99,1
4	5072	0	548	13,15	724	6,88	101,2
5	4508	0	548	13,15	710	7,20	102,9
6	3956	0	548	13,15	699	7,49	104,4
7	3370	0	548	13,15	689	7,72	105,6
8	3347	0	548	13,15	679	7,95	106,9
9	3094	0	548	13,15	671	8,16	108,0
10	3071	0	548	13,15	663	8,36	109,2
11	3094	0	548	13,15	655	8,57	110,3
12	3128	0	548	13,15	647	8,79	111,4
13	3128	0	548	13,15	639	9,00	112,6
14	3036	0	548	13,15	632	9,21	113,7
15	2484	0	548	13,15	627	9,37	114,6
16	2312	0	548	13,15	622	9,52	115,3
17	2116	0	548	13,15	618	9,65	116,0
18	1875	0	548	13,15	615	9,75	116,5
19	1840	0	548	13,15	612	9,86	117,0
20	1840	0	1598	38,36	1823	9,86	117,0
21	1840	0	1610	38,64	1837	9,86	117,0
22	1875	0	1640	39,35	1872	9,86	117,0
23	2369	159	1920	46,08	2207	9,86	117,0
24	3220	986	1920	46,08	2231	9,86	117,0
25	2795	573	1920	46,08	2219	9,86	117,0
26	2358	148	1920	46,08	2207	9,86	117,0
27	2243	37	1920	46,08	2203	9,86	117,0
28	2093	0	1825	43,79	2090	9,86	117,0
29	2128	0	1854	44,51	2125	9,86	117,0
30	2128	0	1854	44,51	2125	9,86	117,0

**ĐIỀU TIẾT DÒNG CHÀY HỒ HOÀ BÌNH THÁNG: 10**  
**Tháng bắt đầu thời kỳ cấp nước, Tháng: 6**

NGÀY	QD (m <sup>3</sup> /s)	QX (m <sup>3</sup> /s)	CS (MW)	EW (Tr.kW/h)	QTB (m <sup>3</sup> /s)	VK (Tỷ m <sup>3</sup> )	ZH (m)
<b>Mực nước đầu tháng 10 ZH = 117,00m</b>							
1	1852	0	1619	38,87	1848	9,86	117,0
2	1691	0	1482	35,57	1687	9,86	117,0
3	1599	0	1404	33,69	1595	9,86	117,0
4	1633	0	1433	34,38	1629	9,86	117,0
5	1633	0	1433	34,38	1629	9,86	117,0
6	1553	0	1364	32,74	1549	9,86	117,0
7	1553	0	1364	32,74	1549	9,86	117,0
8	1133	0	1003	24,08	1129	9,86	117,0
9	1185	0	1048	25,16	1181	9,86	117,0
10	1127	0	998	23,96	1123	9,86	117,0
11	1093	0	969	23,25	1089	9,86	117,0
12	1058	0	939	22,52	1054	9,86	117,0
13	1060	0	940	22,57	1056	9,86	117,0
14	1231	0	1088	26,11	1227	9,86	117,0
15	1668	0	1463	35,10	1664	9,86	117,0
16	1472	0	1295	31,07	1468	9,86	117,0
17	1196	0	1058	25,39	1192	9,86	117,0
18	1104	0	978	23,48	1100	9,86	117,0
19	995	0	884	21,21	991	9,86	117,0
20	966	0	858	20,60	962	9,86	117,0
21	995	0	884	21,21	991	9,86	117,0
22	1018	0	904	21,69	1014	9,86	117,0
23	1041	0	924	22,17	1037	9,86	117,0
24	1012	0	899	21,57	1008	9,86	117,0
25	1006	0	893	21,44	1002	9,86	117,0
26	1024	0	909	21,82	1020	9,86	117,0
27	1070	0	949	22,77	1066	9,86	117,0
28	1127	0	998	23,96	1123	9,86	117,0
29	1185	0	1048	25,16	1181	9,86	117,0
30	1185	0	1048	25,16	1181	9,86	117,0
31	1024	0	909	21,82	1020	9,86	117,0

**ĐIỀU TIẾT DÒNG CHÀY HỒ HOÀ BÌNH THÁNG: 11**  
**Tháng bắt đầu thời kỳ cấp nước, Tháng: 6**

NGÀY	QD (m <sup>3</sup> /s)	QX (m <sup>3</sup> /s)	CS (MW)	EW (Tr.kW/h)	QTB (m <sup>3</sup> /s)	VK (Tỷ m <sup>3</sup> )	ZH (m)
<b>Mực nước đầu tháng 11 ZH = 117,00m</b>							
1	1058	0	939	22,53	1054	9,86	117,0
2	1024	0	909	21,82	1020	9,86	117,0
3	1035	0	919	22,05	1031	9,86	117,0
4	1001	0	889	21,34	997	9,86	117,0
5	972	0	864	20,73	968	9,86	117,0
6	874	0	777	18,65	870	9,86	117,0
7	799	0	711	17,06	795	9,86	117,0
8	799	0	711	17,06	795	9,86	117,0
9	788	0	701	16,83	784	9,86	117,0
10	805	0	716	17,19	801	9,86	117,0
11	782	0	696	16,70	778	9,86	117,0
12	765	0	681	16,34	761	9,86	117,0
13	759	0	675	16,21	755	9,86	117,0
14	748	0	666	15,98	744	9,86	117,0
15	765	0	681	16,34	761	9,86	117,0
16	753	0	670	16,08	749	9,86	117,0
17	748	0	666	15,98	744	9,86	117,0
18	753	0	670	16,08	749	9,86	117,0
19	765	0	681	16,34	761	9,86	117,0
20	742	0	660	15,85	738	9,86	117,0
21	782	0	696	16,70	778	9,86	117,0
22	713	0	635	15,23	709	9,86	117,0
23	702	0	625	15,00	698	9,86	117,0
24	702	0	625	15,00	698	9,86	117,0
25	713	0	635	15,23	709	9,86	117,0
26	748	0	666	15,98	744	9,86	117,0
27	529	0	548	13,15	612	9,85	117,0
28	529	0	548	13,15	612	9,85	116,9
29	523	0	548	13,15	612	9,84	116,9
30	518	0	548	13,15	612	9,83	116,8

**ĐIỀU TIẾT DÒNG CHAY HỒ HOÀ BÌNH THÁNG: 12**  
**Tháng bắt đầu thời kỳ cấp nước, Tháng: 6**

NGÀY	QD (m <sup>3</sup> /s)	QX (m <sup>3</sup> /s)	CS (MW)	EW (Tr.kW/h)	QTB (m <sup>3</sup> /s)	VK (Tỷ m <sup>3</sup> )	ZH (m)
<b>Mực nước đầu tháng 12 ZH = 116,85m</b>							
1	512	0	548	13,15	613	9,82	116,8
2	512	0	548	13,15	613	9,81	116,8
3	509	0	548	13,15	613	9,80	116,7
4	506	0	548	13,15	614	9,79	116,7
5	506	0	548	13,15	614	9,78	116,6
6	500	0	548	13,15	614	9,77	116,6
7	504	0	548	13,15	614	9,76	116,5
8	498	0	548	13,15	615	9,75	116,5
9	495	0	548	13,15	615	9,74	116,4
10	489	0	548	13,15	615	9,73	116,4
11	483	0	548	13,15	616	9,72	116,3
12	483	0	548	13,15	616	9,71	116,3
13	483	0	548	13,15	616	9,70	116,2
14	481	0	548	13,15	617	9,68	116,1
15	481	0	548	13,15	617	9,67	116,1
16	480	0	548	13,15	618	9,66	116,0
17	472	0	548	13,15	618	9,65	116,0
18	483	0	548	13,15	618	9,64	115,9
19	460	0	548	13,15	619	9,62	115,8
20	460	0	548	13,15	619	9,61	115,8
21	460	0	548	13,15	620	9,59	115,7
22	458	0	548	13,15	620	9,58	115,6
23	457	0	548	13,15	620	9,56	115,6
24	449	0	548	13,15	621	9,55	115,5
25	449	0	548	13,15	621	9,53	115,4
26	449	0	548	13,15	622	9,52	115,3
27	445	0	548	13,15	622	9,50	115,3
28	445	0	548	13,15	623	9,49	115,2
29	449	0	548	13,15	623	9,47	115,1
30	451	0	548	13,15	624	9,46	115,0
31	454	0	548	13,15	624	9,44	115,0

**ĐIỀU TIẾT DÒNG CHẢY HỒ HOÀ BÌNH THÁNG: 1**  
**Tháng bắt đầu thời kỳ cấp nước, Tháng: 6**

NGÀY	QD (m <sup>3</sup> /s)	QX (m <sup>3</sup> /s)	CS (MW)	EW (Tr.kW/h)	QTB (m <sup>3</sup> /s)	VK (Tỷ m <sup>3</sup> )	ZH (m)
<b>Mực nước đầu tháng 1 ZH = 114,96m</b>							
1	452	0	702	16,84	800	9,41	114,9
2	449	0	701	16,82	800	9,38	114,7
3	445	0	700	16,79	800	9,35	114,5
4	444	0	698	16,76	800	9,32	114,4
5	442	0	697	16,73	800	9,29	114,2
6	438	0	696	16,70	800	9,26	114,0
7	437	0	695	16,67	800	9,23	113,9
8	435	0	694	16,65	800	9,19	113,7
9	429	0	692	16,62	800	9,16	113,5
10	426	0	691	16,59	800	9,13	113,4
11	420	0	690	16,56	800	9,10	113,2
12	417	0	689	16,53	800	9,06	113,0
13	414	0	687	16,50	800	9,03	112,8
14	414	0	686	16,46	800	9,00	112,6
15	412	0	685	16,43	800	8,96	112,5
16	407	0	683	16,40	800	8,93	112,3
17	405	0	938	22,51	1100	8,87	112,1
18	403	0	935	22,43	1100	8,81	111,8
19	399	0	932	22,36	1100	8,75	111,4
20	398	0	928	22,28	1100	8,69	111,1
21	397	0	925	22,21	1100	8,63	110,8
22	394	0	922	22,13	1100	8,56	110,4
23	393	0	919	22,05	1100	8,50	110,1
24	391	0	916	21,97	1100	8,44	109,8
25	389	0	912	21,90	1100	8,38	109,4
26	385	0	909	21,82	1100	8,32	109,1
27	380	0	906	21,74	1100	8,26	108,8
28	377	0	656	15,75	800	8,22	108,4
29	376	0	655	15,72	800	8,18	108,2
30	375	0	653	15,68	800	8,15	108,0
31	374	0	652.	15,65	800	8,11	107,8

**ĐIỀU TIẾT DÒNG CHÀY HỒ HOÀ BÌNH THÁNG: 2**  
**Tháng bắt đầu thời kỳ cấp nước, Tháng: 6**

NGÀY	QD (m <sup>3</sup> /s)	QX (m <sup>3</sup> /s)	CS (MW)	EW (Tr.kW/h)	QTB (m <sup>3</sup> /s)	VK (Tỷ m <sup>3</sup> )	ZH (m)
<b>Mực nước đầu tháng 2 ZH = 107,81m</b>							
1	373	0	651	15,61	800	8,07	107,6
2	370	0	893	21,42	1100	8,01	107,4
3	368	0	889	21,34	1100	7,94	107,1
4	368	0	886	21,26	1100	7,88	106,7
5	368	0	882	21,18	1100	7,82	106,4
6	368	0	879	21,10	1100	7,75	106,0
7	366	0	876	21,02	1100	7,69	105,7
8	362	0	872	20,94	1100	7,63	105,3
9	357	0	869	20,85	1100	7,56	105,0
10	357	0	865	20,77	1100	7,50	104,6
11	354	0	862	20,69	1100	7,43	104,3
12	351	0	624	14,99	800	7,39	103,9
13	345	0	623	14,95	800	7,35	103,7
14	339	0	622	14,92	800	7,31	103,5
15	330	0	853	20,46	1100	7,25	103,3
16	311	0	849	20,38	1100	7,18	102,9
17	294	0	846	20,30	1100	7,11	102,6
18	290	0	842	20,22	1100	7,04	102,2
19	288	0	839	20,13	1100	6,97	101,9
20	288	0	835	20,05	1100	6,90	101,5
21	285	0	832	19,96	1100	6,83	101,2
22	282	0	828	19,88	1100	6,76	100,8
23	279	0	825	19,79	1100	6,69	100,4
24	277	0	821	19,71	1100	6,62	100,1
25	277	0	817	19,61	1100	6,54	99,6
26	276	0	591	14,18	800	6,50	99,2
27	274	0	589	14,13	800	6,45	98,9
28	265	0	587	14,08	800	6,41	98,6

**ĐIỀU TIẾT DÒNG CHẢY HỒ HOÀ BÌNH THÁNG: 3**  
**Tháng bắt đầu thời kỳ cấp nước, Tháng: 6**

NGÀY	QD (m <sup>3</sup> /s)	QX (m <sup>3</sup> /s)	CS (MW)	EW (Tr.kW/h)	QTB (m <sup>3</sup> /s)	VK (Tỷ m <sup>3</sup> )	ZH (m)
<b>Mục nước đầu tháng 3 ZH = 98,57m</b>							
1	256	0	548	13,15	750	6,36	98,3
2	253	0	548	13,15	753	6,32	98,0
3	251	0	548	13,15	755	6,28	97,7
4	251	0	548	13,15	758	6,23	97,4
5	248	0	548	13,15	760	6,19	97,1
6	244	0	548	13,15	763	6,14	96,9
7	244	0	548	13,15	766	6,10	96,6
8	244	0	548	13,15	769	6,05	96,3
9	244	0	548	13,15	771	6,01	96,0
10	244	0	548	13,15	774	5,96	95,7
11	244	0	548	13,15	777	5,92	95,4
12	244	0	548	13,15	780	5,87	95,1
13	244	0	548	13,15	783	5,82	94,8
14	244	0	548	13,15	786	5,78	94,5
15	244	0	548	13,15	789	5,73	94,2
16	244	0	548	13,15	792	5,68	93,9
17	299	0	548	13,15	795	5,64	93,6
18	336	0	548	13,15	798	5,60	93,3
19	357	0	548	13,15	800	5,56	93,1
20	422	0	548	13,15	803	5,53	92,9
21	416	0	548	13,15	805	5,49	92,6
22	367	0	548	13,15	807	5,45	92,4
23	330	0	548	13,15	810	5,41	92,1
24	314	0	548	13,15	813	5,37	91,8
25	293	0	548	13,15	817	5,32	91,5
26	278	0	548	13,15	820	5,28	91,2
27	262	0	548	13,15	823	5,23	90,9
28	252	0	548	13,15	827	5,18	90,6
29	248	0	548	13,15	831	5,13	90,3
30	239	0	548	13,15	834	5,08	89,9
31	239	0	548	13,15	838	5,03	89,6

**ĐIỀU TIẾT DÒNG CHÀY HỒ HOÀ BÌNH THÁNG: 4**  
**Tháng bắt đầu thời kỳ cấp nước, Tháng: 6**

NGÀY	QD (m <sup>3</sup> /s)	QX (m <sup>3</sup> /s)	CS (MW)	EW (Tr. kW/h)	QTB (m <sup>3</sup> /s)	VK (Tỷ m <sup>3</sup> )	ZH (m)
<b>Mực nước đầu tháng 4 ZH = 89,56m</b>							
1	235	0	548	13,15	843	4,97	89,2
2	239	0	548	13,15	847	4,92	88,8
3	235	0	548	13,15	851	4,87	88,5
4	262	0	548	13,15	855	4,82	88,1
5	283	0	548	13,15	859	4,77	87,8
6	323	0	548	13,15	863	4,72	87,5
7	444	0	548	13,15	866	4,68	87,2
8	405	0	548	13,15	870	4,64	86,9
9	530	0	548	13,15	872	4,61	86,7
10	593	0	548	13,15	874	4,59	86,6
11	576	0	548	13,15	876	4,56	86,4
12	524	0	548	13,15	879	4,53	86,2
13	530	0	548	13,15	882	4,50	86,0
14	455	0	548	13,15	885	4,46	85,7
15	413	0	548	13,15	888	4,42	85,4
16	868	0	548	13,15	889	4,42	85,4
17	1426	0	548	13,15	885	4,47	85,7
18	1472	0	548	13,15	880	4,52	86,1
19	1242	0	548	13,15	877	4,55	86,3
20	953	0	548	13,15	877	4,56	86,3
21	758	0	548	13,15	878	4,55	86,3
22	638	0	548	13,15	880	4,52	86,1
23	588	0	548	13,15	882	4,50	86,0
24	477	0	548	13,15	885	4,46	85,7
25	407	0	548	13,15	888	4,42	85,4
26	369	0	548	13,15	892	4,38	85,1
27	357	0	548	13,15	897	4,33	84,7
28	362	0	548	13,15	903	4,28	84,3
29	519	0	548	13,15	907	4,25	84,0
30	547	0	548	13,15	911	4,22	83,7

**ĐIỀU TIẾT DÒNG CHảy HỒ HOÀ BÌNH THÁNG: 5**  
**Tháng bắt đầu thời kỳ cấp nước, Tháng: 6**

NGÀY	QD (m <sup>3</sup> /s)	QX (m <sup>3</sup> /s)	CS (MW)	EW (Tr.kW/h)	QTB (m <sup>3</sup> /s)	VK (Tỷ m <sup>3</sup> )	ZH (m)
<b>Mực nước đầu tháng 5 ZH = 83,73m</b>							
1	444	0	548	13,15	916	4,18	83,4
2	405	0	548	13,15	921	4,13	83,0
3	389	0	548	13,15	927	4,09	82,5
4	378	0	548	13,15	933	4,04	82,1
5	478	0	548	13,15	938	4,00	81,8
6	912	0	548	13,15	938	4,00	81,7
7	864	0	548	13,15	939	3,99	81,7
8	674	0	548	13,15	942	3,97	81,5
9	593	0	548	13,15	946	3,93	81,2
10	547	0	548	13,15	951	3,90	80,9
11	501	0	548	13,15	956	3,86	80,5
12	461	0	548	13,15	962	3,82	80,2
13	434	0	360	8,64	629	3,80	80,0
14	507	0	290	6,97	506	3,80	80,0
15	714	0	407	9,78	713	3,80	80,0
16	787	0	448	10,76	786	3,80	80,0
17	1056	0	548	13,15	963	3,81	80,1
18	1133	0	548	13,15	961	3,82	80,2
19	2530	0	548	13,15	943	3,96	81,4
20	5865	0	548	13,15	891	4,39	85,2
21	5060	0	548	13,15	860	4,75	87,7
22	4106	0	721	17,30	1102	5,01	89,6
23	2714	0	1032	24,76	1558	5,11	90,6
24	2151	0	1262	30,29	1897	5,13	90,9
25	1806	0	1465	35,17	2204	5,10	90,8
26	1576	0	1588	38,12	2400	5,03	90,5
27	1553	0	1578	37,87	2400	4,95	90,0
28	1461	0	1566	37,58	2400	4,87	89,4
29	1599	0	1556	37,34	2400	4,80	89,0
30	1438	0	1544	37,04	2400	4,72	88,4
31	1806	0	1536	36,86	2400	4,67	88,0

**ĐIỆN NĂNG PHÁT ĐƯỢC TRONG NĂM**

TT	THÁNG	Lai Châu	Hoà Bình	Sơn La	Tổng cộng
		(Tr. kWh)	(Tr. kWh)	(Tr. kWh)	(Tr. kWh)
1	6	00	534,91	00	534,91
2	7	00	1112,06	00	1112,06
3	8	00	1112,75	00	1112,75
4	9	00	729,44	00	729,44
5	10	00	815,64	00	815,64
6	11	00	502,89	00	502,89
7	12	00	407,71	00	407,71
8	1	00	572,24	00	572,24
9	2	00	533,92	00	533,92
10	3	00	407,71	00	407,71
11	4	00	394,55	00	394,55
12	5	00	592,06	00	592,06

Điện năng phát được trong năm hồ Hòa Bình = 7715,869 (Triệu kWh)

*Chịu trách nhiệm xuất bản:*

Chủ tịch HĐQT kiêm Tổng Giám đốc NGÔ TRẦN ÁI

Phó Tổng Giám đốc kiêm Tổng biên tập NGUYỄN QUÝ THAO

*Chịu trách nhiệm nội dung:*

GS. TS. HÀ VĂN KHỐI

ThS. NGUYỄN THỊ THU NGA - KS. VŨ THỊ MINH HUỆ

*Biên tập và sửa bản in:*

NGUYỄN HỒNG ÁNH

*Trình bày bìa:*

ĐINH XUÂN DŨNG

*Chép bản:*

ĐINH XUÂN DŨNG

---

## **THỦY LỰC SÔNG NGÒI - NGHIÊN CỨU ĐIỂN HÌNH**

Mã số: 7K732M7-DAI

In 1.000 bản, khổ 19 x 27 cm, tại Công ty CP in Phúc Yên.

Số ĐKKH xuất bản: 900 - 2007/CXB/2 - 2000/GD

In xong và nộp lưu chiểu tháng 12 năm 2007.



CÔNG TY CỔ PHẦN SÁCH ĐẠI HỌC - DẠY NGHỀ  
**HEVOB CO**

Địa chỉ : 25 Hàn Thuyên, Hà Nội  
Website : [www.hevobco.com.vn](http://www.hevobco.com.vn)



GS. TS. HÀ VĂN KHỐI (Chủ biên)  
ThS. NGUYỄN THỊ THU NGA - KS. VŨ THỊ MINH HUỆ

# THỦY LỰC SÔNG NGÒI

Nghiên cứu điển hình  
Tính toán Thủ lực cấp nước mùa cạn đồng bằng sông Hồng

Dự án Tăng cường năng lực đào tạo  
cho trường Đại học Thủ Lợi  
của Chính phủ Đan Mạch - DANIDA

## WRU/SCB

