

# KẾT QUẢ TÍNH TOÁN CÁC ĐẶC TRƯNG THỦY VĂN THIẾT KẾ PHỤC VỤ DỰ BÁO XÓI LỞ, BỒI LẮNG TẠI VỊ TRÍ CÔNG TRÌNH THU NƯỚC NHÀ MÁY NƯỚC SÔNG ĐÀ

Vũ Thu Hiền

Trường Đại học Mỏ Địa chất

**Tóm tắt:** Bài báo này trình bày kết quả tính toán các đặc trưng thủy văn thiết kế làm thông số đầu vào cho công tác dự báo xói lở, bồi lắng tại vị trí công trình thu nước - nhà máy nước sông Đà. Các đặc trưng thủy văn thiết kế bao gồm mực nước thấp nhất, mực nước cao nhất, lưu lượng lớn nhất, lưu lượng nhỏ nhất, được tính toán dựa trên chuỗi số liệu thủy văn từ năm 1986 đến 2018 tại các trạm Hòa Bình, Trung Hà. Phương pháp tính toán sử dụng phân tích thống kê thủy văn. Kết quả cho thấy mực nước thấp nhất tại cửa thu nước là 8,55m, có nguy cơ ảnh hưởng đến khả năng thu nước. Lưu lượng lớn nhất đạt 18,834 m<sup>3</sup>/s, gây nguy cơ xói lở lòng sông. Dự báo trong 30 năm tới, khu vực nghiên cứu có thể bị xói lở 3 - 4m, ảnh hưởng nghiêm trọng đến hệ thống thu nước. Các giải pháp đề xuất bao gồm điều chỉnh chế độ vận hành thủy điện, xây dựng kè bảo vệ, cải tạo hệ thống kênh dẫn.

**Từ khóa:** Đặc trưng thủy văn thiết kế, xói lở, bồi lắng, dự báo, công trình thu nước.

**Summary:** This study presents the results of hydrological design characteristic calculations to support forecasting of erosion and sediment deposition at the water intake facility of the Sông Đà Water Plant. The hydrological characteristics considered include maximum water level, minimum water level, maximum flow rate, and minimum flow rate, calculated based on hydrological data from 1986 to 2018 at Hòa Bình, and Trung Ha hydrological stations.

The results indicate that the minimum water level at the intake facility is 8.55m, posing a potential risk to water supply operations. The maximum flow rate reaches 18,834 m<sup>3</sup>/s, which may cause severe riverbed erosion. Future projections suggest that in 30 years, the study area could experience 3 - 4m of riverbed degradation, significantly impacting the intake system. Proposed solutions include adjustments to hydropower plant operations, construction of protective embankments, and improvements to the water conveyance system.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Công trình thu nước của Nhà máy nước sông Đà nằm cách đập thủy điện Hòa Bình 20km, chịu ảnh hưởng trực tiếp từ chế độ vận hành của hồ chứa. Việc điều tiết dòng chảy từ thủy điện đã làm giảm lượng phù sa đến 97%, gây mất cân bằng bùn cát, dẫn đến xói lở lòng sông. Ngoài ra, sự biến động của mực nước và lưu lượng ảnh hưởng đến khả năng thu nước

của nhà máy. Do đó, việc tính toán các đặc trưng thủy văn thiết kế là cần thiết để là số liệu đầu vào cho việc dự báo xu hướng biến đổi lòng dẫn, đánh giá nguy cơ xói lở, bồi lắng, từ đó đề xuất các giải pháp bảo vệ công trình.

## 2. ĐẶC ĐIỂM HIỆN TRẠNG VÀ VỊ TRÍ CÔNG TRÌNH

- *Đặc điểm vị trí công trình:* Vị trí công trình thu nước đặt ở bờ phải sông Đà thuộc địa phận xã Hợp Thành huyện Kỳ Sơn tỉnh Hòa Bình, cách tuyến đập thủy điện Hòa Bình khoảng 20km về hạ lưu theo đường sông. Đoạn sông

Ngày nhận bài: 11/6/2025

Ngày thông qua phản biện: 21/7/2025

Ngày duyệt đăng: 30/7/2025

này có tốc độ dòng chảy lớn, lưu lượng phù sa ít, nền đáy sông chủ yếu là đá gốc, hai bên ít bờ bãi.



Hình 1: Vị trí công trình thu nước



Hình 2: Hình ảnh thực tế tại cửa thu nước ứng với thời gian kiệt nhất quan trắc được (05/07/2019)

Theo các số liệu điều tra khảo sát tại khu vực công trình thu nước thì mực nước kiệt nhất rơi vào tháng 1- 2 trong năm, mực nước kiệt đến cao trình đáy kênh như trên. Chính vì lý do này mà việc xác định mực nước thấp nhất để kiểm tra khả năng vận hành khi mực nước kiệt; mực nước cao nhất - xác định nguy cơ lũ, kiểm tra an toàn công trình; lưu lượng lớn nhất để xác định tác động của đỉnh lũ, nguy cơ xói lở và mực nước nhỏ nhất để đánh giá dòng chảy mùa kiệt, kiểm tra nguồn nước cấp làm thông số đầu vào cho việc ứng dụng mô hình dự báo khả năng bồi, xói tại vị trí cửa thu nước và dự báo xu thế cho 5, 10, 30... năm sau là cấp bách và cần thiết.

*Hiện trạng công trình:*

- Mực nước tại vị trí khu vực cửa thu nước phụ thuộc rất lớn vào chế độ vận hành của nhà máy thủy điện Hòa Bình, mực nước có khi kiệt đến cao trình đáy kênh 8,7m, nguyên nhân là do nhà máy thủy điện Hòa Bình đóng hết tất cả các cửa xả vì mực nước hồ chưa đạt đến cao trình mực nước trước lũ (tại Điều 11 của Quy trình vận hành hồ chứa thủy điện Hòa Bình, Quy định vận hành trong thời kỳ lũ chính vụ, Quy định về mực nước: Cao trình mực nước trước lũ của hồ chứa thủy điện Hòa Bình trong thời kỳ lũ chính vụ là 101,0 m).

- Tổng lưu lượng xả qua nhà máy chỉ đạt 48 m<sup>3</sup>/s (trong đó 20 m<sup>3</sup>/s là xả môi trường).



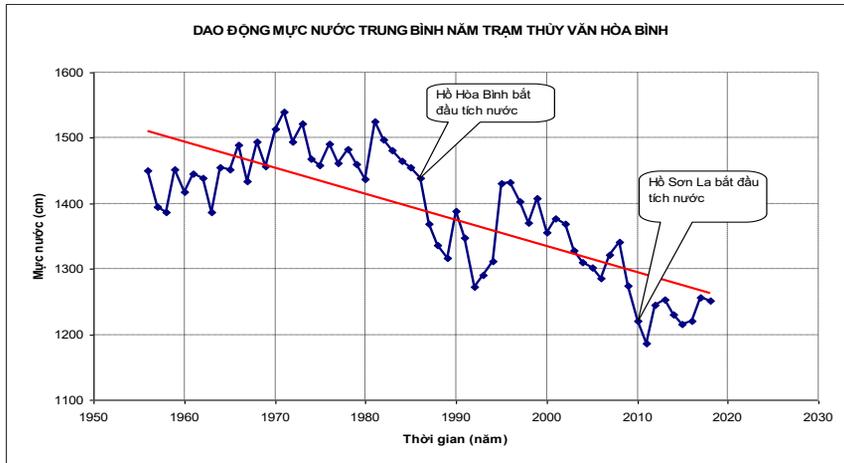
- Diễn biến dòng chảy trước và sau có bậc thang các công trình thủy điện trên sông Đà:

Trên sông Đà hiện có 3 nhà máy thủy điện lớn đang vận hành là Thủy điện Hòa Bình (vận hành năm 1994), thủy điện Sơn La (năm 2012) và thủy điện Lai Châu (năm 2016), từ khi các hồ thủy điện đi vào hoạt động có ảnh hưởng lớn đến chế độ dòng chảy trong sông.

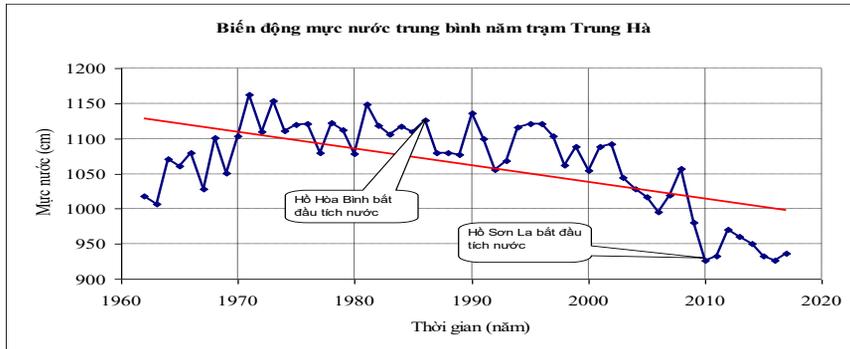
- Dòng chảy năm: Dòng chảy năm của sông Đà rất dồi dào. Sau khi các công trình thủy điện trên hệ thống sông Đà đi vào hoạt động thì dòng chảy trong sông có thay đổi, nhưng không đáng kể, cụ thể như trong bảng 1 sau:

**Bảng 1: Dòng chảy trung bình nhiều năm các thời đoạn tại trạm thủy văn Hòa Bình**

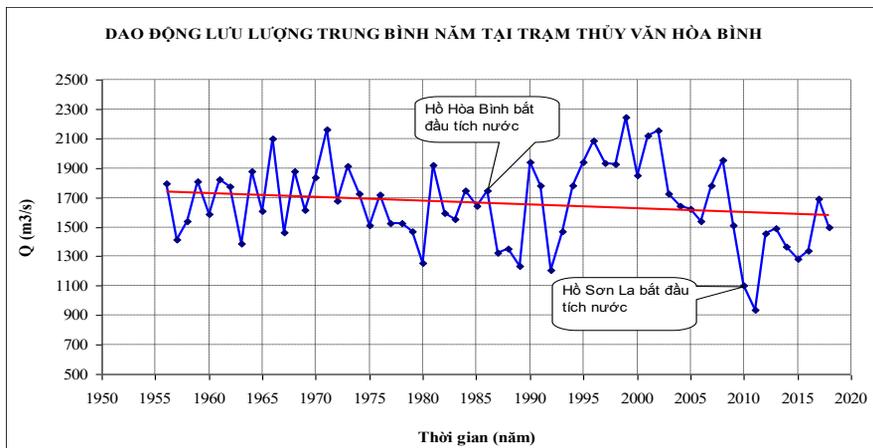
Thời đoạn	Qo (m <sup>3</sup> /s)	Wo (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	Mo (l/s.km <sup>2</sup> )
Tự nhiên (1956-1985)	1680	52.8	32.44
Khi có hồ Hòa Bình (1986-2018)	1636	51.4	31.59
Khi có hồ Sơn La (2010-2018)	1350	42.4	26.06



Hình 3: Dao động mực nước trung bình năm trạm thủy văn Hòa Bình



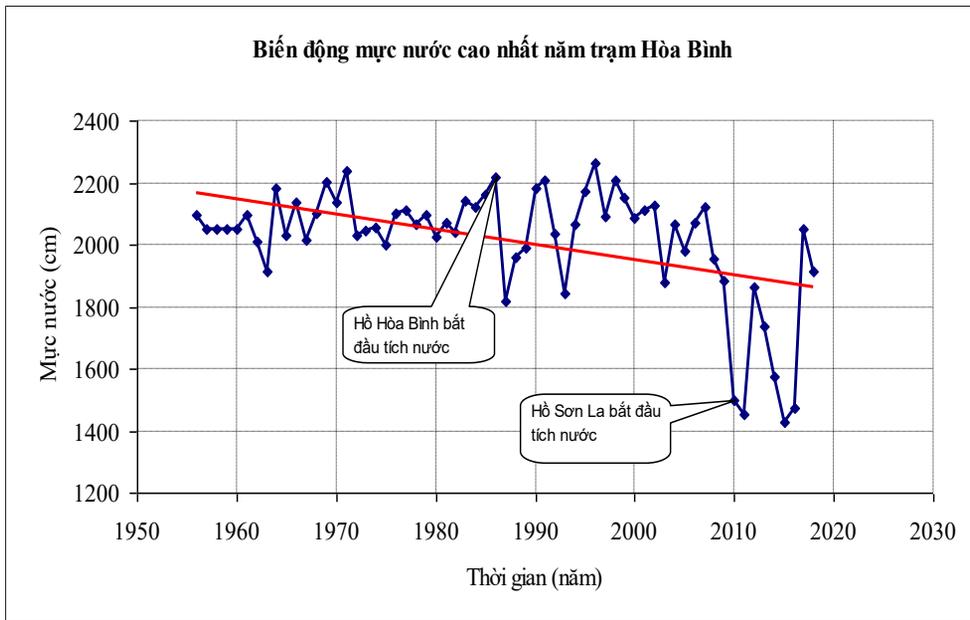
Hình 4: Dao động mực nước trung bình năm trạm thủy văn Trung Hà



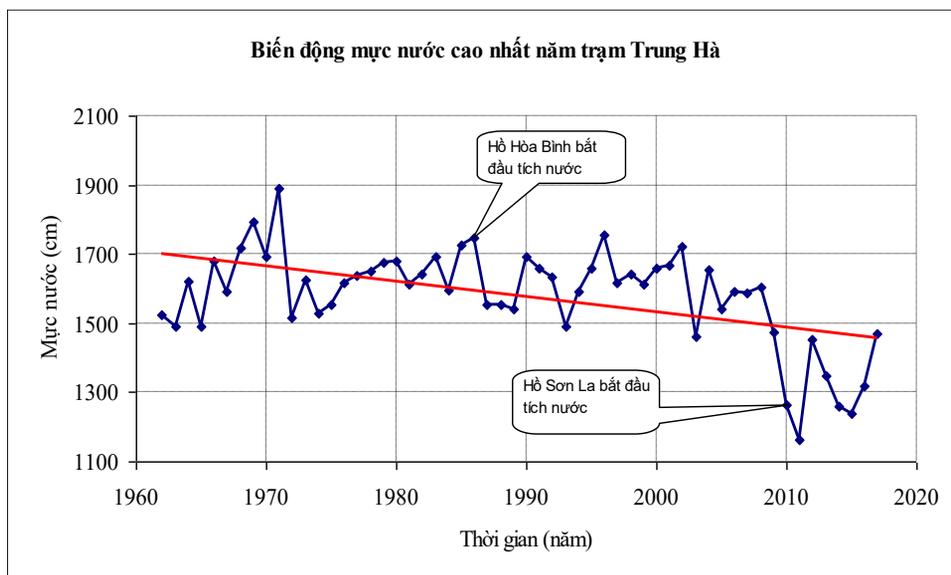
Hình 5: Dao động lưu lượng trung bình năm trạm thủy văn Hòa Bình

- *Dòng chảy lũ*: Một trong những đặc điểm quan trọng của chế độ dòng chảy sông Đà là sự hình thành các trận lũ lớn trong các tháng 7, 8 do ảnh hưởng của áp thấp Ấn Miên. Trong thời gian này thường xuất hiện các trận bão, gây ra những đợt mưa lớn kéo dài đến 5÷10 ngày liên tục trên một diện rộng. Trên các sông suối đều xuất hiện

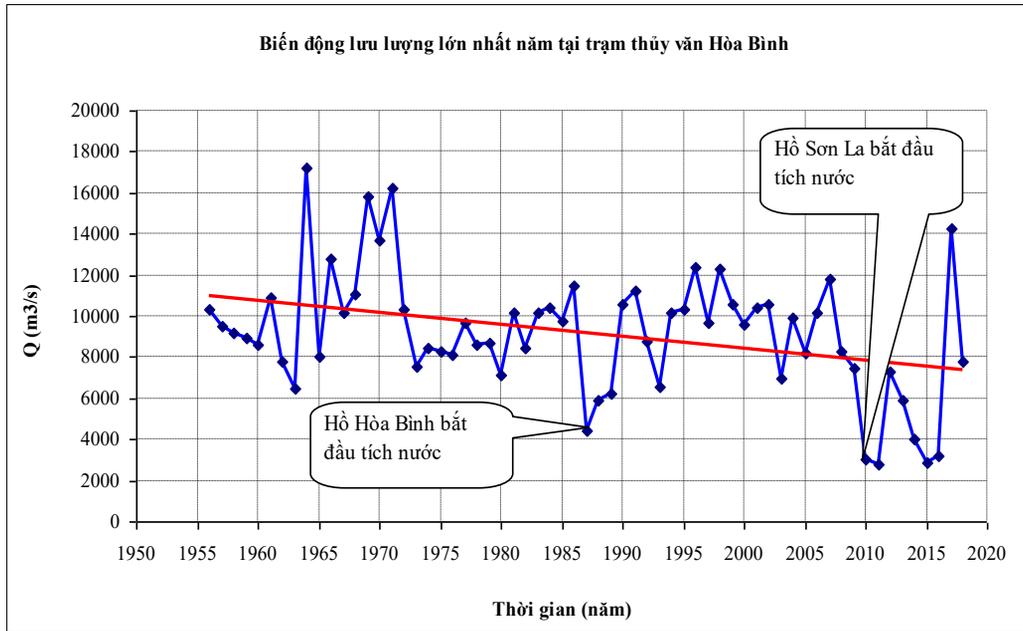
những con lũ dồn dập đổ về hạ lưu, tạo nên những quá trình nước lũ có dạng răng cưa, nhiều đỉnh và nâng cao dần. Lưu lượng đỉnh lũ lớn nhất trên sông Đà tại khu vực dự án hiện nay đang có xu hướng giảm mạnh, do ảnh hưởng của vận hành các hồ thủy điện. Các hồ đã thể hiện rõ khả năng cắt giảm lũ.



Hình 6: Biến động mực nước cao nhất năm trạm thủy văn Hòa Bình



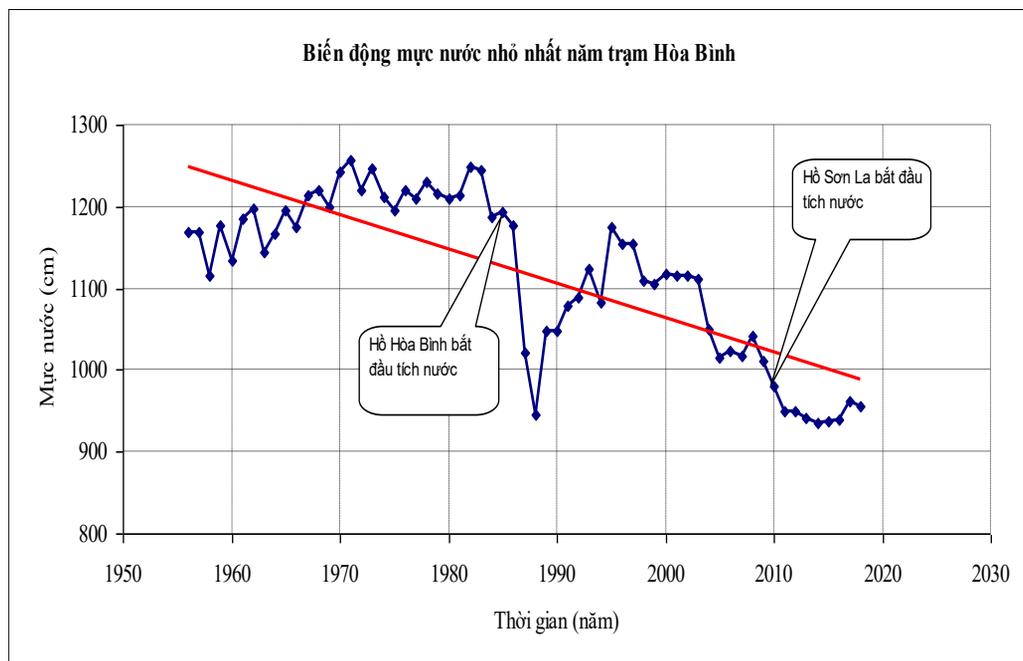
Hình 7: Biến động mực nước cao nhất năm trạm thủy văn Trung Hà



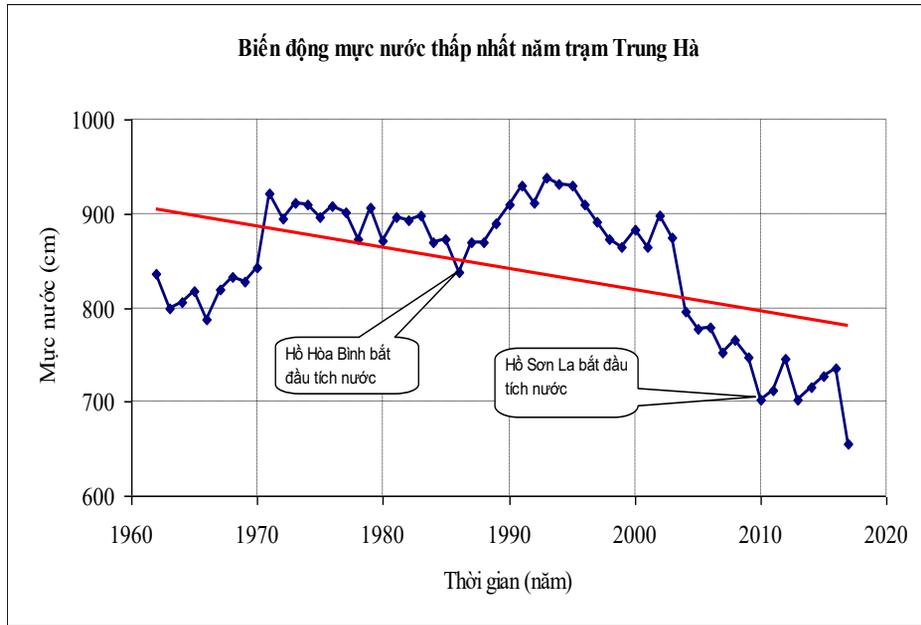
Hình 8: Biến động lưu lượng lớn nhất năm tại trạm thủy văn Hòa Bình

- *Dòng chảy kiệt*: Tùy thuộc vào điều kiện mặt đệm và tình hình mưa mà lượng dòng chảy nhỏ nhất trên sông Đà có sự thay đổi từ nơi này qua nơi khác. Cũng như dòng chảy lũ, do ảnh hưởng của các hồ chứa bậc thang thủy

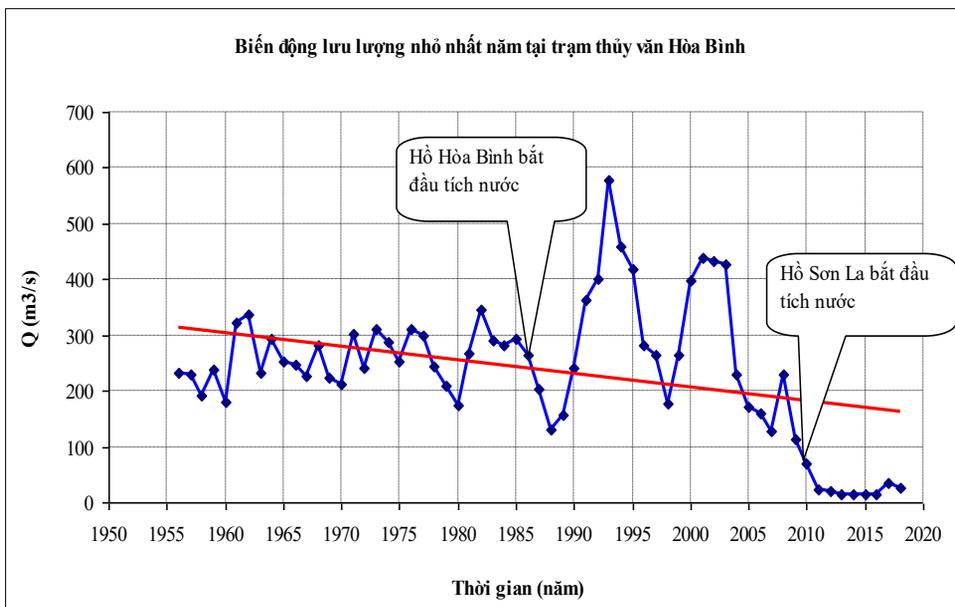
điện trên sông Đà, mực nước và lưu lượng nhỏ nhất cũng thay đổi, đặc biệt là từ khi thủy điện Sơn La đi vào vận hành, điều này thấy rõ trong các hình sau đây:



Hình 9: Biến động mực nước thấp nhất năm tại trạm thủy văn Hòa Bình



Hình 10: Biến động mực nước thấp nhất năm tại trạm thủy văn Trung Hà



Hình 11: Biến động lưu lượng nhỏ nhất năm tại trạm thủy văn Hòa Bình

### 3. PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN

#### 3.1. Cơ sở của phương pháp

Sử dụng phương pháp phân tích thống kê thủy văn để tính toán các đặc trưng thủy văn thiết kế là mực nước thấp nhất, cao nhất, lưu lượng nhỏ nhất, lớn nhất tại vị trí công trình. Hiện nay do có nhiều hồ chứa vận hành phía thượng nguồn sông Đà nên dòng chảy tại các trạm

quan trắc không còn mang tính tự nhiên nữa. Do đó, kết quả tính toán các đặc trưng thiết kế dựa trên cơ sở phân tích thống kê số liệu quan trắc những năm gần đây chỉ tương thích với điều kiện dòng chảy bị ảnh hưởng bởi chế độ vận hành hồ thủy điện Hòa Bình.

*Số liệu thủy văn sử dụng:* Từ việc phân tích, đánh giá hiện trạng công trình và số liệu khí tượng - thủy văn thực tế thu thập được, tác giả

lựa chọn chuỗi số liệu thực đo của trạm thủy văn Hòa Bình và Trung Hà tương ứng từ năm 1986 đến năm 2018 để tính toán.

*Cơ sở lý thuyết để tính toán:* Phương pháp tính toán đường tần suất lý luận Kritski- Menken, sử dụng phân phối Pearson loại III để mô tả sự biến động của các giá trị mực nước, lưu lượng với 3 tham số chính giá trị trung bình của chuỗi số liệu sử dụng tính toán, CV (hệ số biến thiên), CS (hệ số lệch).

### 3.2. Phương pháp tính toán

- *Mực nước thấp nhất và cao nhất tức thời:*

Dựa vào chuỗi số liệu mực nước thấp nhất và cao nhất tức thời của trạm thủy văn Hòa Bình và Trung Hà, tiến hành phân tích tần suất đối với chuỗi dài 33 năm (1986-2018): từ khi hồ Hòa Bình bắt đầu tích nước) và 25 năm (1994-2018: từ khi khánh thành thủy điện Hòa Bình, hồ chứa vận hành ổn định). Khi phân tích tần suất các chuỗi mực nước có một thực tế là giá trị số bình quân Ho và hệ số biến động của mực nước ( $C_v$ ) phụ thuộc vào độ cao mặt quy chiếu của mực nước tại trạm đo.

- *Mực nước thấp nhất tại cửa lấy nước:* Vị trí cửa lấy nước cách trạm thủy văn Hòa Bình 12.45 km về phía hạ lưu và cách trạm thủy văn Trung Hà 38.6 km về phía thượng lưu. Để tính

toán mực nước thấp nhất tại cửa lấy nước cần xác định độ dốc trung bình, lớn nhất, nhỏ nhất giữa cửa lấy nước và trạm thủy văn Hòa Bình dựa vào số liệu mực nước trung bình ngày, lớn nhất và nhỏ nhất của hai trạm Hòa Bình và Trung Hà, từ đó xác định được chênh cao mực nước từ trạm thủy văn Hòa Bình đến cửa lấy nước. Từ chuỗi số liệu mực nước trung bình ngày mùa kiệt (1994-2018) của trạm thủy văn Hòa Bình, tính được duy trì mực nước trung bình ngày mùa kiệt (từ tháng 11- tháng 5) và chênh cao mực nước giữa cửa lấy nước với trạm thủy văn xác định được mực nước thấp nhất tại cửa lấy nước ứng với các tần suất.

- *Lưu lượng lớn nhất và nhỏ nhất:* Đập Hòa Bình bắt đầu chặn dòng tích nước từ năm 1986, nhà máy thủy điện Hòa Bình khánh thành năm 1994. Cũng từ năm này trở đi hồ chứa được vận hành ổn định, tính đến năm 2018 đã được 25 năm. Vì vậy, tác giả chọn chuỗi số liệu lưu lượng lớn nhất năm tại trạm Hòa Bình thời kỳ 1994-2018 để phân tích tần suất nhằm xác định các đặc trưng dòng chảy lớn nhất, nhỏ nhất sau khi hồ Hòa Bình làm việc ổn định.

## 4. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VÀ THẢO LUẬN

**Bảng 2: Kết quả tính đường tần suất mực nước thấp nhất tức thời ( $H_{\min}$ ) các thời đoạn tại các trạm thủy văn**

Trạm	$H_{\min}$ (cm) Thời đoạn	$C_v$	$C_s$	$H_p$ (cm)				
				50%	75	80%	90%	95%
Hòa Bình	1986-2018	0.58	0.58	1036	979	968	941	925
	1994-2018	0.59	0.59	1029	974	964	938	922
Trung Hà	1986-2018	0.32	-0.8	833.5	781	768	728	692

**Bảng 3: Kết quả tính đường tần suất mực nước cao nhất tức thời ( $H_{\max}$ ) các thời đoạn tại trạm thủy văn**

Trạm	$H_{\max}$ (cm) Thời đoạn	$C_v$	$C_s$	$H_p$ (cm)				
				0.1%	0.5%	1%	2%	5%
Hòa Bình	1986-2018	0.45	-1.5	2280.1	2275.1	2269.0	2260.0	2235.8
	1994-2018	0.49	-1.2	2334.9	2320.8	2306.0	2285.0	2250.4

**Bảng 4: Kết quả tính đường tần suất lưu lượng nhỏ nhất tức thời ( $Q_{\min}$ ) tại trạm thủy văn Hòa Bình**

Trạm	$Q_{\min}$ (m <sup>3</sup> /s) Thời đoạn	$C_v$	$C_s$	$Q_p$ (m <sup>3</sup> /s)				
				50%	75%	85%	90%	95%
Hòa Bình	1994-2018	0.82	1.22	154	70.0	41.4	26.4	13.7

**Bảng 5: Kết quả tính đường tần suất lưu lượng nước lớn nhất tức thời ( $Q_{\max}$ ) tại trạm thủy văn hòa Bình**

Trạm	$Q_{\max}$ (m <sup>3</sup> /s) Thời đoạn	$C_v$	$C_s$	$Q_p$ (m <sup>3</sup> /s)				
				0.1%	0.5%	1%	2%	5%
Hòa Bình	1994-2018	0.39	0.39	19787	17811	16828	15929	14138

**Bảng 6: Mục nước thấp nhất năm, duy trì trung bình ngày mùa kiệt tại cửa lấy nước ứng với tần suất 95%**

Cửa lấy nước	95%
$H_{\min}$ năm (cm)	855
H duy trì ngày mùa kiệt (cm)	980

Mục nước thấp nhất (ứng với tần suất 95%) tại trạm thủy văn Hòa Bình: 9,22m và tại cửa thu nước là 8,55m. Khi mục nước xuống mức thấp này, công trình thu nước có nguy cơ gián đoạn, gây ảnh hưởng đến hệ thống cấp nước cho nhà máy. Nếu tình trạng này kéo dài, có thể dẫn đến thiếu hụt nguồn nước và yêu cầu điều chỉnh chế độ vận hành thủy điện Hòa Bình.

Mục nước cao nhất tại trạm thủy văn Hòa Bình: 22,8m và tại cửa thu nước: 21,7m. Mục nước cao nhất cho thấy nguy cơ xói lở bờ sông, đặc biệt là vào mùa lũ. Khi mực nước lên cao, áp lực dòng chảy tăng, có thể gây xói lở lòng sông và làm mất ổn định khu vực cửa thu nước.

Dòng chảy lớn nhất xảy ra vào mùa lũ, gây tác động mạnh lên lòng sông, khu vực cửa thu nước và công trình xung quanh. Điều này có thể dẫn đến xói mòn mạnh, làm thay đổi hình thái dòng chảy và ảnh hưởng đến hoạt động của công trình. Lưu lượng lớn nhất tại trạm

thủy văn Hòa Bình: 19,787 m<sup>3</sup>/s, tại cửa thu nước: 18,834 m<sup>3</sup>/s. Lưu lượng nhỏ nhất tại trạm thủy văn Hòa Bình: 13,7 m<sup>3</sup>/s và tại cửa thu nước: 12,3 m<sup>3</sup>/s, khi lưu lượng dòng chảy xuống mức thấp nhất, nguy cơ thiếu hụt nước cấp cho nhà máy trở nên rõ rệt. Nếu lưu lượng tiếp tục giảm do điều tiết hồ chứa, hệ thống cấp nước sẽ gặp khó khăn, ảnh hưởng đến sinh hoạt và sản xuất.

## 5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Tính toán các đặc trưng thủy văn thiết kế giúp dự báo xu hướng biến đổi dòng chảy, xói lở, bồi lắng tại cửa thu nước. Kết quả tính toán giúp cảnh báo sớm về nguy cơ suy giảm nguồn nước, hỗ trợ quy hoạch vận hành hồ chứa và đề xuất giải pháp bảo vệ công trình. Kết quả tính toán cho thấy mực nước, lưu lượng biến động mạnh theo chế độ vận hành hồ chứa, có ảnh hưởng đến cấp nước cho nhà máy. Xói lở lòng sông là hệ quả của việc điều tiết dòng chảy từ các hồ chứa thượng nguồn (Hòa Bình, Sơn La, Lai Châu). Khi lượng phù sa giảm

97%, tốc độ xói mòn tăng nhanh, gây hạ thấp lòng sông và thay đổi chế độ thủy lực tại cửa thu nước.

- Các giải pháp đề xuất: Điều chỉnh chế độ vận hành thủy điện, xây dựng kè bảo vệ khu

vực thu nước và cải tạo hệ thống kênh dẫn.

**LỜI CẢM ƠN:** Bài báo là kết quả nghiên cứu của đề tài cấp cơ sở T25-13, tác giả xin trân trọng gửi lời cảm ơn đến Trường Đại học Mở Địa chất đã hỗ trợ hoàn thành nghiên cứu này.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Báo cáo Dự án Hệ thống cấp nước chuỗi đô thị Sơn Tây - Hòa Lạc - Xuân Mai - Miêu Môn - Hà Nội - Hà Đông, giai đoạn II nâng công suất lên 600,000 m<sup>3</sup>/ngđ, năm 2019.
- [2] Bộ số liệu quan trắc thủy văn trạm thủy văn Hòa Bình và Trung Hà;
- [3] TCVN 13615:2022. Tiêu chuẩn quốc gia về tính toán các đặc trưng thủy văn thiết kế.