

Phân tích tính toán dòng chảy trên hệ thống sông Hồng phục vụ cho bài toán điều hành cấp nước

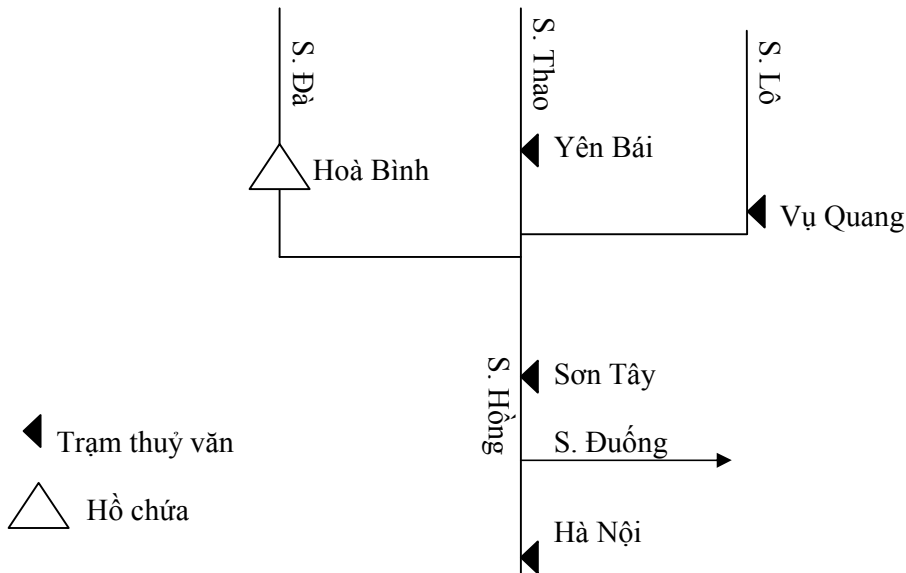
ThS. Nguyễn Thị Thu Nga
Khoa Thủy văn môi trường
Trường Đại học Thủy lợi

Tóm tắt

Trong những năm gần đây, đồng bằng châu thổ sông Hồng luôn rơi vào tình trạng khô hạn trong thời kỳ mùa kiệt. Điều đó có thể giải thích do điều kiện khắc nghiệt của thiên nhiên, nhưng cũng có thể do sự khai thác không hợp lý của con người. Để tìm hiểu vấn đề, trước hết tác giả đã sử dụng phương pháp hồi quy tuyến tính để khôi phục lại trạng thái tự nhiên của lưu lượng các trạm Hoà Bình và Sơn Tây. Sau đó kết hợp với dòng chảy đo được sau khi có quá trình điều tiết tại các trạm tương ứng để đánh giá sơ bộ về ảnh hưởng của hồ Hoà Bình đối với trạng thái dòng chảy ở hạ lưu sông Hồng. Trong quá trình tính toán cũng có xem xét đến một số năm điển hình.

1. Giới thiệu chung

Hệ thống sông Hồng gồm ba hệ thống sông nhánh là hệ thống sông Đà, sông Thao và sông Lô-Gâm, được minh hoạ sơ bộ trên hình 1. Ba hệ thống sông nhánh hợp nhất với nhau tại Việt Trì và chảy xuống hạ lưu. Thông thường trong tính toán thiết kế người ta chọn tuyến điều tiết tại trạm Sơn Tây, vì đây là trạm nằm trên sông chính và ở ngay hạ lưu của Việt Trì. Trạm Sơn Tây có số liệu tương đối đầy đủ và có quan hệ rất chặt chẽ với trạm Hà Nội.



Hình 1. Sơ đồ hệ thống sông Hồng

2. Khôi phục số liệu

a. Khôi phục số liệu trạm Hoà Bình

Trạm thủy văn Hoà Bình được xây dựng từ năm 1902. Tuy nhiên, phải từ năm 1956 cho đến nay, trạm mới có số liệu quan trắc tương đối đầy đủ. Năm 1979, hồ Hoà Bình được bắt đầu xây dựng và đến năm 1988 bắt đầu đi vào hoạt động. Khi đó trạm Hoà Bình đã được chuyển xuống hạ lưu cách đập khoảng 5km, và còn có tên gọi là trạm Bến Ngọc. Như vậy, kể từ năm 1988 trở đi, trạm Hoà Bình đo các giá trị về lưu lượng nước sau khi đã ra khỏi hồ Hoà Bình, tức là chịu sự ảnh hưởng hoàn toàn của việc vận hành hồ chứa. Để đánh giá

dòng chảy thực sự tại trạm Hoà Bình, trước hết cần phải khôi phục lại số liệu từ năm 1989 đến nay.

Do mục đích của nghiên cứu là tính toán phục vụ cấp nước cho đồng bằng châu thổ sông Hồng nên thời đoạn tính toán được lựa chọn là 10 ngày.

Căn cứ vào kết quả tính toán thì mức độ tương quan giữa lưu lượng hai trạm Tạ Bú và Hoà Bình là rất tốt. Vì vậy có thể sử dụng quan hệ này để khôi phục lưu lượng dòng chảy tại trạm Hoà Bình kể từ sau khi có hồ (từ năm 1989 đến năm 2004).

Nếu viết phương trình tính lưu lượng bình quân 10 ngày cho Hoà Bình theo giá trị tương ứng của Tạ Bú như sau:

$$Q_{\text{Hoà Bình}}(i) = a + b \cdot Q_{\text{Tạ Bú}}(i)$$

Trong đó i là thời đoạn tính toán

Khi đó hệ số tương quan và các hệ số của phương trình đường thẳng hồi quy được trình bày trong bảng sau:

Bảng 1. Hệ số tương quan của phương trình hồi quy lưu lượng bình quân thời đoạn 10 ngày giữa hai trạm Tạ Bú và Hoà Bình

Thời đoạn	R	Thời đoạn	R	Thời đoạn	R	Thời đoạn	R
1	0.93	19	0.95	10	0.91	28	0.84
2	0.87	20	0.96	11	0.95	29	0.96
3	0.94	21	0.98	12	0.92	30	0.97
4	0.91	22	0.97	13	0.95	31	0.99
5	0.89	23	0.99	14	0.92	32	0.99
6	0.91	24	0.97	15	0.98	33	0.98
7	0.87	25	0.94	16	0.98	34	0.98
8	0.87	26	0.96	17	0.98	35	0.99
9	0.82	27	0.82	18	0.98	36	0.96

b. Khôi phục số liệu trạm Sơn Tây

Trạm Sơn Tây trên sông Hồng nằm ở phía hạ lưu so với Hoà Bình nên chắc chắn cũng bị ảnh hưởng bởi quá trình điều tiết của hồ Hoà Bình. Ngoài ra, lưu lượng tại Sơn Tây còn được đóng góp bởi lưu lượng dòng chảy từ Yên Bái (sông Thao), Vụ Quang (sông Lô) và khu giữa. Để khôi phục số liệu cho trạm Sơn Tây từ năm 1989 đến nay, sử dụng quan hệ tương quan đa biến.

Nếu mô tả phương trình tính toán lưu lượng dòng chảy bình quân 10 ngày tại Sơn Tây như sau:

$$Q_{\text{Sơn Tây}}(i) = a + b_1 Q_{\text{Hoà Bình}}(i) + b_2 Q_{\text{Yên Bái}}(i) + b_3 Q_{\text{Vụ Quang}}(i)$$

Trong đó i là chỉ số thời đoạn tính toán.

Có thể nhận thấy hệ số tương quan đa biến là tương đối lớn, điều đó chứng tỏ mối quan hệ chặt chẽ giữa lưu lượng bình quân 10 ngày tại Sơn Tây và lưu lượng tương ứng tại các trạm Hoà Bình, Yên Bái và Vụ Quang. Trên cơ sở số liệu thực đo lưu lượng ngày từ năm 1989-2004 của hai trạm Yên Bái và Vụ Quang, kết hợp với lưu lượng bình quân 10 ngày vừa khôi phục cho trạm Hoà Bình, đã tính toán được lưu lượng tự nhiên tại Sơn Tây theo phương trình hồi quy nói trên.

Bảng 2. Hệ số tương quan của phương trình hồi quy của lưu lượng bình quân thời đoạn 10 ngày trạm Sơn Tây

Thời đoạn	R	Thời đoạn	R	Thời đoạn	R	Thời đoạn	R
1	0.96	19	0.97	10	0.95	28	0.96
2	0.95	20	0.96	11	0.96	29	0.97
3	0.89	21	0.99	12	0.96	30	0.98
4	0.89	22	0.95	13	0.99	31	0.98
5	0.90	23	0.98	14	0.98	32	0.98
6	0.89	24	0.98	15	0.98	33	0.98
7	0.90	25	0.98	16	0.99	34	0.97
8	0.96	26	0.97	17	0.98	35	0.91
9	0.90	27	0.96	18	0.97	36	0.91

3. Phân tích ảnh hưởng của hồ Hoà Bình đến chế độ dòng chảy tại Hoà Bình và Sơn Tây

Để xem xét ảnh hưởng của hồ Hoà Bình đến chế độ dòng chảy tại Hoà Bình và Sơn Tây, có thể đánh giá cả về lượng và đường quá trình. Trong đó đặc biệt lưu ý đến thời kỳ mùa kiệt.

a) So sánh dòng chảy đến và dòng chảy ra khỏi hồ Hoà Bình trong thời gian từ năm 1989-2004

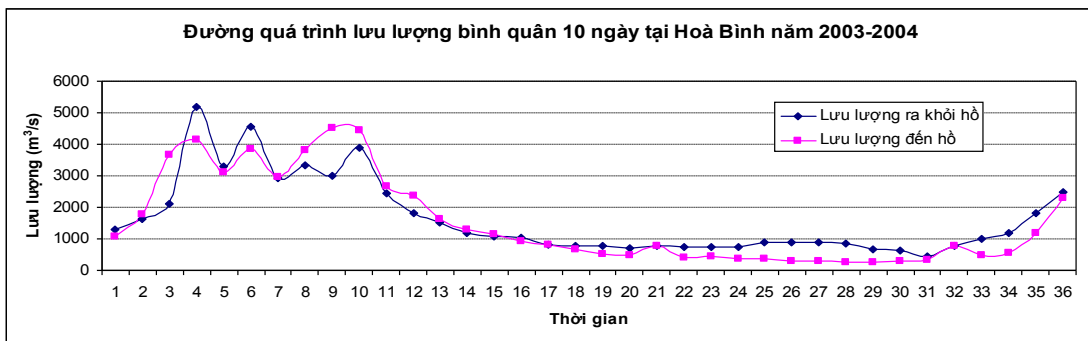
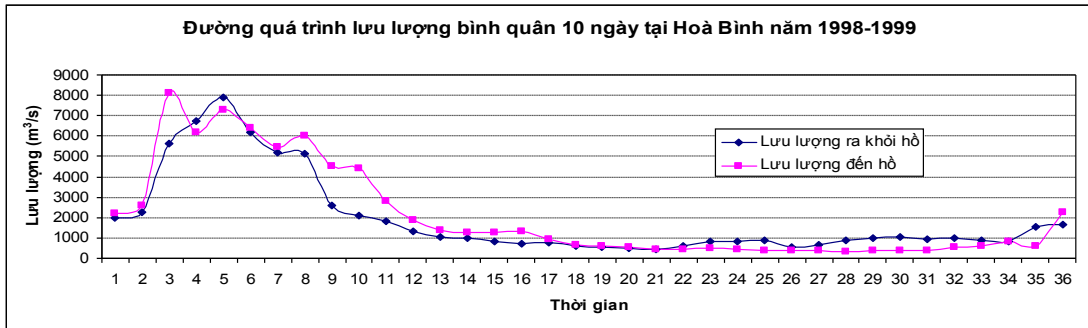
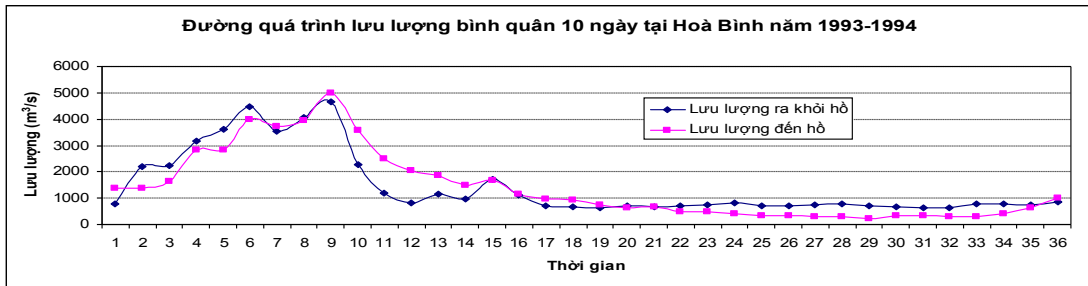
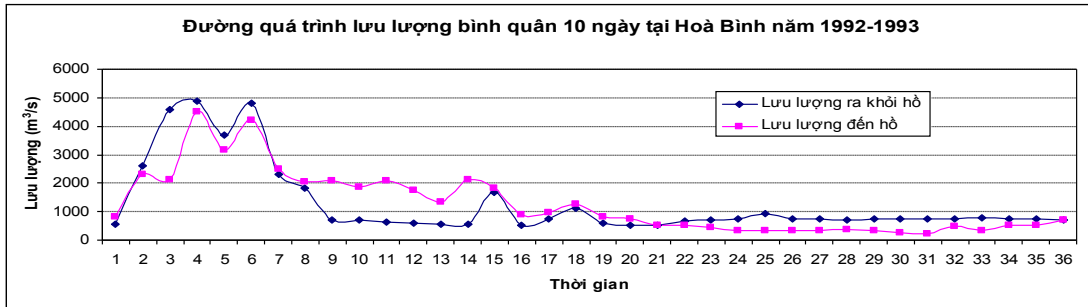
Các kết quả tính toán về lượng dòng chảy năm và lượng dòng chảy kiệt tại Hoà Bình trong những năm sau khi có hồ được trình bày trong Bảng 3.

Bảng 3: So sánh về lượng dòng chảy năm và dòng chảy kiệt đến và ra khỏi hồ Hoà Bình

Năm	Dòng chảy đến hồ Hoà Bình				Dòng chảy ra khỏi hồ Hoà Bình				ΔW_n $10^6 m^3$	ΔW_k $10^6 m^3$
	W_n	Q_n	W_k	Q_k	W_n	Q_n	W_k	Q_k		
	$10^6 m^3$	m^3/s	$10^6 m^3$	m^3/s	$10^6 m^3$	m^3/s	$10^6 m^3$	m^3/s		
1989	42286	1341	4108	317	42924	1361	4371	337	638	263
1990	42027	1333	5973	461	42509	1348	6936	535	482	962
1991	56381	1788	5063	391	57931	1837	7063	545	1550	2000
1992	60989	1934	7886	608	57064	1809	7813	603	-3925	-73
1993	40297	1278	5497	424	40392	1281	9234	713	95	3737
1994	44743	1419	5319	410	45968	1458	9217	711	1225	3897
1995	56670	1797	7578	585	58243	1847	11795	910	1573	4217
1996	62716	1989	6372	492	61371	1946	9668	746	-1344	3296
1997	65495	2077	9275	716	67817	2150	12701	980	2321	3426
1998	63512	2014	8919	688	59607	1890	12045	929	-3905	3125
1999	65957	2091	5842	451	60900	1931	10037	774	-5057	4195
2000	75924	2408	9206	710	73291	2324	13718	1058	-2634	4511
2001	60943	1932	7846	605	57056	1809	11157	861	-3887	3311
2002	64104	2033	7182	554	67942	2154	12535	967	3839	5353
2003	62869	1994	9520	735	68969	2187	14593	1126	6099	5073
2004	48429	1536	5477	423	51584	1636	9940	767	3155	4464

Ghi chú: Mùa kiệt ở đây tính từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau.

Trong hầu hết các năm hồ Hoà Bình đã hoạt động thì lượng nước bổ sung trong mùa kiệt đều khá lớn. Ngoại trừ năm 1992 là năm nhiều nước, tất cả các năm còn lại hồ Hoà Bình đều đã điều tiết khá hiệu quả. Đường quá trình lưu lượng đến và ra khỏi hồ Hoà Bình cho một số năm thiếu nước điển hình được trình bày trong Hình 2.



Hình 2. So sánh đường quá trình lưu lượng bình quân 10 ngày đến và ra khỏi hồ Hoà Bình trong một số năm điển hình

Nhìn chung trong các năm này, vào mùa kiệt, hồ Hoà Bình đã có tác dụng duy trì lưu lượng ra khỏi hồ tương đối ổn định. Điều này chắc chắn sẽ có đóng góp tích cực vào quá trình cấp nước cho đồng bằng sông Hồng.

b) So sánh dòng chảy tự nhiên và dòng chảy bị ảnh hưởng bởi điều tiết đối với lưu lượng trạm Sơn Tây

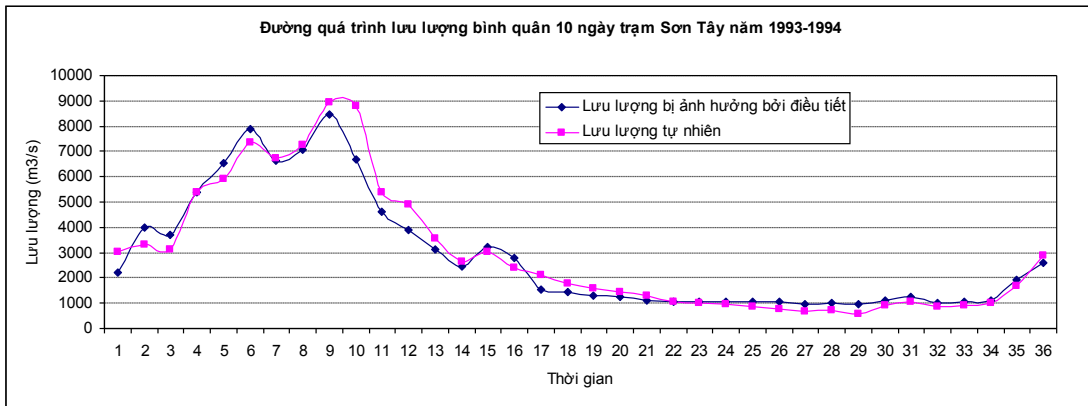
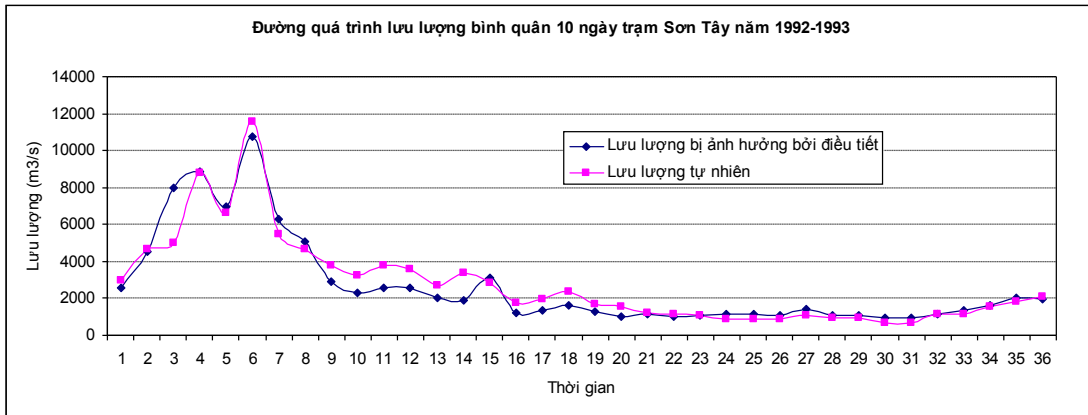
Với cách làm hoàn toàn tương tự, việc so sánh về lượng dòng chảy tự nhiên và dòng chảy đã bị ảnh hưởng bởi điều tiết của trạm Sơn Tây được trình bày trong Bảng 4.

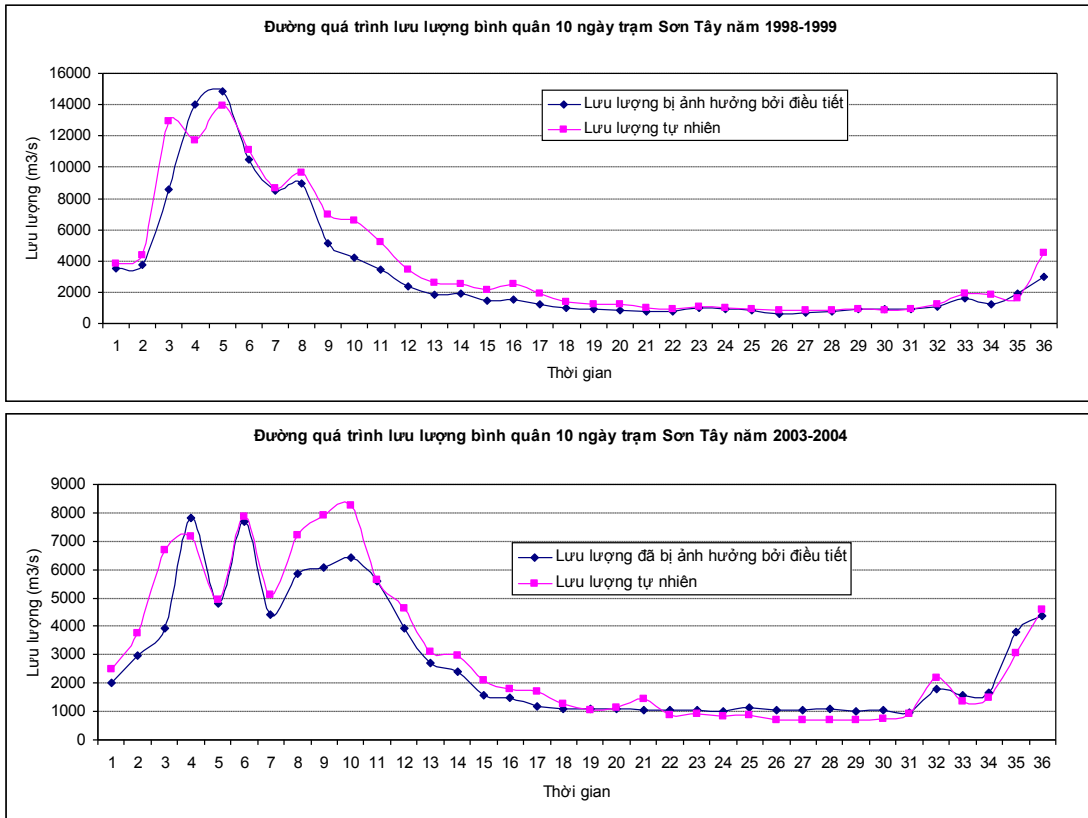
Bảng 4: So sánh lượng dòng chảy tự nhiên và dòng chảy bị ảnh hưởng bởi điều tiết tại Sơn Tây trong giai đoạn từ 1989-2004

Năm	Dòng chảy tự nhiên				Dòng chảy ảnh hưởng bởi điều tiết				ΔW_n $10^6 m^3$	ΔW_k $10^6 m^3$
	W_n $10^6 m^3$	Q_n m^3/s	W_k $10^6 m^3$	Q_k m^3/s	W_n $10^6 m^3$	Q_n m^3/s	W_k $10^6 m^3$	Q_k m^3/s		
1989	88174	2796	11817	912	87270	2767	10499	810	-904	-1318
1990	101134	3207	19393	1496	112940	3581	22620	1745	11807	3227
1991	119054	3775	14351	1107	123678	3922	15427	1190	4624	1076
1992	116323	3689	18155	1401	107464	3408	14605	1127	-8859	-3550
1993	88103	2794	13835	1068	85010	2696	14542	1122	-3093	707
1994	92759	2941	12700	980	90718	2877	14044	1084	-2041	1344
1995	124448	3946	18929	1461	125322	3974	26516	2046	874	7587
1996	128465	4074	16175	1248	125086	3966	26140	2017	-3380	9965
1997	137247	4352	23423	1807	117801	3735	19175	1480	-19447	-4248
1998	128131	4063	19920	1537	117366	3722	25281	1951	-10765	5361
1999	118308	3752	13562	1046	102047	3236	11672	901	-16261	-1890
2000	139468	4422	20776	1603	113963	3614	18112	1398	-25504	-2665
2001	115606	3666	18405	1420	91888	2914	16139	1245	-23718	-2267
2002	132248	4194	17150	1323	118709	3764	15911	1228	-13539	-1239
2003	126790	4020	20621	1591	114638	3635	17969	1387	-12152	-2652
2004	95406	3025	13036	1006	86623	2747	14754	1138	-8783	1717

Kết quả tính toán cho thấy chênh lệch giữa lượng dòng chảy kiệt tự nhiên và sau khi có tác động của việc điều tiết dao động rất nhiều. Có những năm tác dụng điều tiết cho kết quả tốt, nhưng cũng có nhiều năm hoàn toàn ngược lại. Tuy nhiên ở đây sự điều tiết ảnh hưởng đến lưu lượng tại Sơn Tây không chỉ do hồ Hoà Bình.

Để xem xét kỹ hơn, các đường quá trình dòng chảy một số năm điển hình được so sánh giữa trường hợp tự nhiên (là số liệu tính toán khôi phục) và có điều tiết (là số liệu thực đo tại trạm Sơn Tây) (xem hình 3).





Hình 3. So sánh đường quá trình lưu lượng bình quân 10 ngày tự nhiên và đã bị ảnh hưởng bởi điều tiết tại trạm Sơn Tây

Nhìn chung các đường quá trình lưu lượng tự nhiên và có điều tiết tại Sơn Tây trong các năm điển hình không có sự khác biệt rõ ràng lắm, nhất là vào mùa kiệt. Tuy nhiên vì Sơn Tây là trạm trên sông Hồng chịu sự tác động của ba nhánh sông nên cần phải phân tích kỹ hơn cho từng năm.

Cụ thể bảng 5 thống kê tần suất xuất hiện dòng chảy năm tại các trạm Sơn Tây, Hoà Bình, Yên Bái và Vụ Quang trong một số năm điển hình.

Như vậy, trong số các năm điển hình thì dòng chảy tại Hoà Bình thường có tần suất xuất hiện nhỏ hơn so với Sơn Tây. Nghĩa là lượng dòng chảy đến Hoà Bình đều lớn hơn so với yêu cầu thiết kế. Ngược lại dòng chảy tại Yên Bái thì thường có tần suất xuất hiện rất lớn, đặc biệt là năm 1998-1999 là 99%, có nghĩa là lưu lượng tại Yên Bái thiên bé so với yêu cầu thiết kế. Điều này có thể lý giải một phần tại sao Hoà Bình đã điều tiết rất tốt mà hiệu quả tại Sơn Tây vẫn chưa cao.

Bảng 5: Tần suất xuất hiện dòng chảy năm tại các trạm (đơn vị: %)

Trạm	1992-1993	1993-1994	1998-1999	2003-2004
Sơn Tây	75	80	87	84
Hoà Bình	75	67	80	75
Yên Bái	91	90	99	82
Vụ Quang	51	85	65	84

Kết luận

Từ những tính toán phân tích trên đây có một số nhận xét như sau:

1. Thời kỳ mùa kiệt, lưu lượng xả tại hồ Hoà bình nói chung lớn hơn lưu lượng tự nhiên (khi chưa có hồ) và bổ sung một lưu lượng đáng kể cho hạ du.
2. Tại tuyến Sơn tây, vào những năm kiệt (tần suất $P \geq 75\% - 85\%$) lưu lượng nước so với điều kiện tự nhiên không được cải thiện nhiều và hầu như chỉ tương đương hoặc lớn hơn không nhiều so với điều kiện tự nhiên. Đó là nguyên nhân dẫn đến sự thiếu đầu nước tưới về mùa kiệt trong khi yêu cầu nước ở ở hạ du tăng so với trước đây.
3. Do sự phức tạp của hệ thống sông với các tổ hợp hình thành dòng chảy khác nhau, cần có những nghiên cứu chi tiết hơn về các phương án tổ hợp hình thành dòng chảy. Từ đó mới có thể đề ra các kịch bản phục vụ cho bài toán cấp nước.

Tài liệu tham khảo

1. Hydrologic Frequency Analysis, EM 1110-2-1415, U.S. Army Corps of Engineers, 3/1993.

Abstract

In recent years, the Red river delta is usually facing with the situation of lack of water in the dry season. It could be caused by the natural condition or the human's exploitation. In order to understand this issue, the author has used the linear regression method to recover the natural flows at Hoa Binh and Son Tay. Then these natural flows were compared with the regulated ones to find out some impacts of Hoa Binh reservoir operation. Some hydrographs of typical year were also be considered.