

# ỨNG DỤNG MÔ HÌNH THUYẾT ĐỘNG LỰC HỌC MIKE 11 PHỤC VỤ CÔNG TÁC QUY HOẠCH VÀ QUẢN LÝ NGUỒN NƯỚC LƯU VỰC SÔNG HỒNG

TS. TÔ TRUNG NGHĨA<sup>1</sup>, TS. LÊ HÙNG NAM<sup>2</sup>,  
ThS. THÁI GIA KHÁNH<sup>3</sup>

*Tóm tắt:* Nghiên cứu ứng dụng mô hình MIKE 11 các module liên quan đã được tiến hành để đánh giá các phương án phát triển nguồn nước phục vụ yêu cầu cấp nước và chống lũ lưu vực sông Hồng. Kết quả mô phỏng đã định lượng được tác động từ các phương án phát triển nguồn nước đối với chế độ dòng chảy kiệt, dòng chảy lũ hệ thống sông và đưa ra khuyến cáo giúp cho công tác quy hoạch và quản lý nguồn nước. Nghiên cứu đã đề xuất hướng mở rộng nghiên cứu ứng dụng bộ mô hình MIKE, đồng thời cũng đánh giá về những điểm còn hạn chế của MIKE 11.

## 1. Giới thiệu chung

Lưu vực sông Hồng-sông Thái Bình là một trong những lưu vực sông có lượng nước dồi dào với tổng lượng nước hàng năm khoảng 130 đến 140 km<sup>3</sup> nước. Hơn 90% bề mặt của lưu vực có địa hình đồi núi, nguồn nước mặt chủ yếu phát sinh từ mưa do đó khi có mưa một lượng nước lớn tập trung nhanh thành dòng chảy mặt gây lên lũ lớn trên diện rộng. Cũng vì vậy mùa khô các sông suối thượng nguồn khô hạn, nhiều vùng thiếu nước nghiêm trọng ảnh hưởng lớn đến hoạt động phát triển kinh tế, cũng như hệ sinh thái trên lưu vực, đặc biệt tình hình thiếu nước ngày càng trở lên trầm trọng và có diễn biến bất thường như mùa khô năm 2004, 2005. Sự phát triển hệ thống các công trình thủy lợi thượng nguồn cũng ảnh hưởng đáng kể đến chế độ dòng chảy mùa kiệt. Trên địa phận Trung Quốc hiện số liệu về các công trình hồ chứa chưa được thu thập. Ở hạ lưu, công trình thủy lợi chủ yếu là công trình lấy nước, cống, trạm bơm nên điều quan trọng là lưu lượng và mực nước phải đảm bảo theo thiết kế các công trình thì mới phát huy được hết năng lực. Nếu mực nước thấp, lưu lượng nhỏ, công trình không thể hoạt động theo thiết kế và với các công trình gần biển còn phải chịu tác động của nước xâm nhập mặn gây thiếu nguồn và tác động xấu đến môi trường sinh thái.

Phát triển và ứng dụng mô hình toán trong quy hoạch và quản lý tài nguyên nước nói chung được chú ý tập trung phát triển trong suốt bốn thập kỷ qua. Nghiên cứu này tập trung ứng dụng mô hình MIKE 11 nghiên cứu bài toán dòng chảy kiệt và dòng chảy lũ phục vụ quản lý bền vững tài nguyên nước lưu vực sông Hồng-sông Thái Bình.

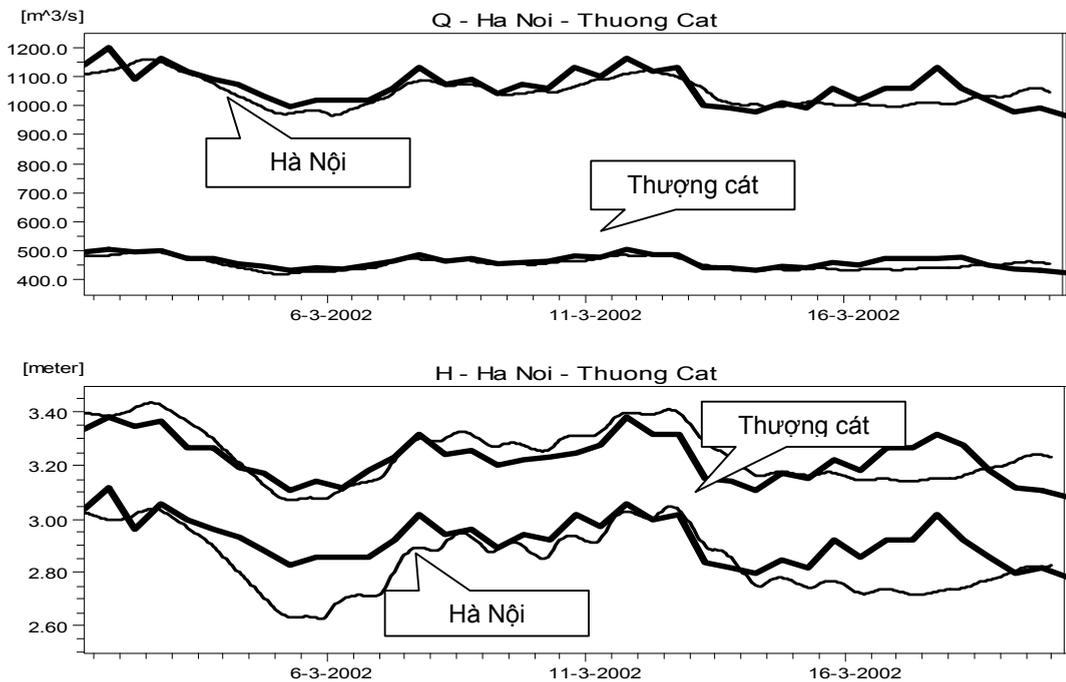
## 2. Phương pháp nghiên cứu

Sơ đồ hệ thống lưu vực sông Hồng-sông Thái Bình được số hoá trên cơ sở ảnh vệ tinh lưu vực sông Hồng theo hệ toạ độ UTM WGS84 vùng 48N. Đầu vào mô hình là các số liệu về đặc tính hệ thống cùng với số liệu của nguồn nước vào ra trên toàn hệ thống. Địa hình các mặt cắt ngang sông được thu thập từ nhiều nguồn số liệu đo đạc khác nhau. Tổng số nhánh sông sử dụng trong mô hình là 38 sông, với 33 nhánh có số liệu mặt cắt đo năm 2000. Hệ thống biên mô hình gồm có biên trên sông Đà, Thao, Lô, biên nhập lưu khu giữa, biên triều tại 9 cửa sông. Biên lấy nước cho mô hình dòng chảy kiệt được lấy theo số liệu điều tra trên toàn hệ thống tháng 3-2002 do Viện Quy hoạch Thủy lợi điều tra thu thập.

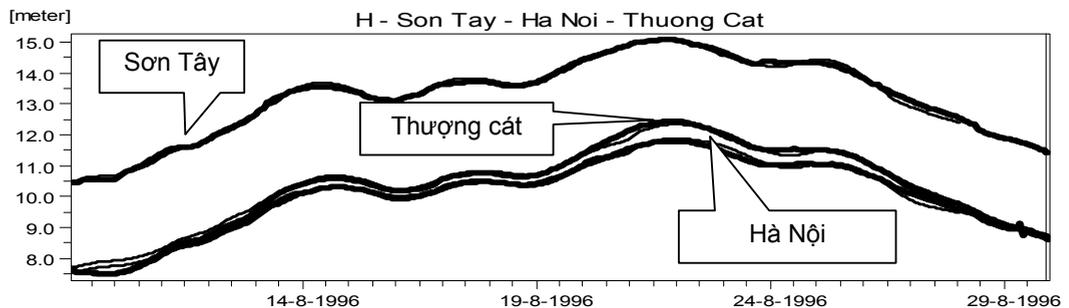
## 3. Hiệu chỉnh thông số mô hình

Phương pháp thử dần thông thường được sử dụng trong hiệu chỉnh thông số. Hiệu chỉnh mô hình được tiến hành cho giai đoạn dòng chảy kiệt 1-20-3-2002 và trận lũ lớn ngày 9-28-8-1996. Số liệu đo đạc lưu lượng, mực nước tại các trạm trên trong thời gian này được sử dụng để hiệu chỉnh mô hình kiệt và mô hình lũ. Đầu tiên trong quá trình hiệu chỉnh là xem xét việc cân bằng tổng lượng giữa thực đo và tính toán, tiếp theo của việc hiệu chỉnh mô hình là hiệu chỉnh mực nước. Do giới hạn độ dài nội dung bài viết nên chỉ một số kết quả mô phỏng hiệu chỉnh được trình bày trong Hình 1, 2.

Nhìn chung trên toàn hệ thống, kết quả mô phỏng thể hiện được xu thế biến đổi của cả đặc trưng lưu lượng và mực nước giai đoạn dòng chảy kiệt. Đặc biệt tại các trạm khống chế phía thượng lưu như Hà Nội, Thượng Cát phía sông Hồng và phía sông Thái Bình là Cát Khê và Bến Bính, kết quả mô phỏng thể hiện được hầu hết các biến đổi của số liệu thực đo cả về lưu lượng và mực nước. Tuy vậy tại một số vị trí kết quả mô phỏng hiện chưa tốt, chưa thể hiện được hết các biến đổi của chuỗi số liệu thực đo. Đặc biệt là ở trạm Độc Bộ trên lưu vực sông Đáy, đây cũng là trạm chịu ảnh hưởng của dòng chảy hai sông, sông Đáy và sông Hồng, đồng thời cũng là khu vực chịu ảnh hưởng của tác động của hai chế độ thủy triều khá khác biệt từ cửa sông Đáy và cửa sông Hồng. Nhìn chung bộ thông số đã mô phỏng khá tốt biến đổi của đặc trưng mực nước và lưu lượng trên hầu hết các nhánh sông-tại các vị trí có số liệu đo đạc. Do vậy việc sử dụng bộ số liệu cho các bước tính phương án tiếp theo là hoàn toàn có thể chấp nhận được.



**Hình 1. Kết quả hiệu chỉnh dòng chảy kiệt 3-2002 tại trạm Hà Nội (sông Hồng), Thượng Cát (sông Đuống), nét mảnh=tính toán, nét đậm=thực đo.**



**Hình 2. Kết quả hiệu chỉnh mực nước lũ 8-1996 tại trạm Sơn Tây, Hà Nội (sông Hồng), và Thượng Cát (sông Đuống), nét mảnh=tính toán, nét đậm=thực đo.**

Kết quả hiệu chỉnh trận lũ tháng 8-1996 là trận lũ khá lớn trong đó có sự kết hợp giữa lũ lớn từ thượng nguồn đổ về kết hợp với thủy triều lên cao từ phía dưới hạ lưu do ảnh hưởng của bão tới cấp 11 ở vùng ven biển Bắc Bộ. Lưu lượng lớn nhất đo đạc được tại Sơn Tây là  $22030 m^3/s$ . Trường hợp hồ Hoà Bình không vận hành thì lưu lượng lớn nhất tại Sơn Tây sẽ vào khoảng  $27200 m^3/s$ . Kết quả mô phỏng lưu lượng tại hai trạm Hà Nội và Thượng Cát khá tốt. Đường quá trình lưu lượng giữa thực đo và tính toán tại 2 trạm này gần như trùng khít. Tổng lượng dòng chảy của tất cả các biên phía trên Sơn Tây và tổng lượng dòng chảy tại Hà Nội + Thượng Cát là xấp xỉ như nhau.

Ngoài việc so sánh về lưu lượng, mực nước thực đo và tính toán tại 24 trạm trong hệ thống sông Hồng cũng được đánh giá. Nhìn chung, kết quả thu được khá tốt.

#### 4. Tính toán phương án

Mô hình dòng chảy kiệt: Phương án tính toán được xây dựng khi xem xét tổ hợp các trường hợp gia tăng yêu cầu dùng nước với khả năng bổ sung dung tích điều tiết của hệ thống hồ chứa cùng với thay đổi trong lượng nước đến trên toàn hệ thống ứng với tần suất đảm bảo 85%. Lượng dùng nước được tính toán dựa trên số liệu điều tra dùng nước năm 2002 với tốc độ gia tăng ở các năm 2010, 2020 và 2040 lấy theo tỷ lệ gia tăng xác định trong nghiên cứu Tổng quan sử dụng nguồn nước lưu vực sông Hồng-sông Thái Bình. Yêu cầu nước cho sinh hoạt và công nghiệp trên toàn hệ thống ước đoán bằng 15% tổng lượng nước dùng có xem xét đến lượng nước tái sử dụng ở các năm 2010, 2020 và 2040 tương ứng là 7,5%, 10% và 12,5%. Nguồn nước bổ sung trong tương lai chủ yếu lấy từ hệ thống hồ chứa cấp nước trên lưu vực sông Hồng-sông Thái Bình, như Tuyên Quang, Bắc Mê, Sơn La, Thác Lai, Nậm Nhùn, Nậm Pồ, Ké Giao, Pa Há, Huội Quảng, Bản Trác (Bảng 1).

**Bảng 1. Phương án dung tích điều tiết bổ sung**

Năm	Phương án	Dung tích bổ sung (Tỷ m <sup>3</sup> )	Lưu lượng điều tiết (Tỷ m <sup>3</sup> )
2010	PA2010-I	1	900
	PA2010-II	4	1000
2020	PA2020-I	7	1100
	PA2020-II	10	1200
	PA2020-III	13	1300
2040	PA2040-I	7	1100
	PA2040-II	10	1200
	PA2040-III	13	1300

**Bảng 2. Kết quả tính phương án tại trạm Hà Nội**

Đặc trưng	Hiện trạng	Phương án							
		2010 I	2010 II	2020 I	2020 II	2020 III	2040 I	2040 II	2040 III
Hmax (m)	3,07	3,08	3,24	3,35	3,50	3,65	3,31	3,47	3,61
Hmin (m)	2,77	2,87	3,04	3,15	3,31	3,44	3,09	3,25	3,40
Have (m)	2,88	2,98	3,14	3,26	3,41	3,56	3,21	3,37	3,52
Hstd (m)	0,09	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07
Qmax (m <sup>3</sup> /s)	1110	1121	1188	1245	1312	1380	1235	1302	1370
Qmin (m <sup>3</sup> /s)	986	1038	1107	1159	1227	1289	1142	1210	1276
Qave (m <sup>3</sup> /s)	1033	1079	1147	1203	1270	1337	1191	1258	1325
Qstd (m <sup>3</sup> /s)	37,53	24,72	24,58	26,61	27,23	28,05	28,58	29,11	29,88

Tại trạm Hà Nội, các phương án bổ sung nguồn nước các năm 2010, 2020 và 2040 đều góp phần làm tăng mực nước so với hiện trạng (Bảng 2). Tại trạm Hà Nội, kết quả tính toán các phương án cũng cho thấy càng về sau, khi dung tích điều tiết bổ sung tăng, sẽ góp phần điều hoà các biến đổi bất thường của dòng chảy. Đỉnh và chân dòng chảy đều có dạng thoải hơn so với hiện trạng. Nhìn chung ảnh hưởng của các phương án bổ sung nguồn nước lên đặc trưng lưu lượng tương tự với đặc trưng mực nước nhưng có phần rõ nét hơn. Phương án bổ sung dung tích đảm bảo yêu cầu lưu lượng dòng chảy cho giao thông thuỷ (600 m<sup>3</sup>/s đến 700 m<sup>3</sup>/s), dòng chảy duy trì sông cho hạ du (672 m<sup>3</sup>/s), yêu cầu cho tưới động lực (mực nước tại Hà Nội phải đạt trên 2,5 m). Tuy vậy yêu cầu cho tưới tự chảy (mực nước Hà Nội là 3,0m) đôi khi còn bị vi phạm.

Đối với dòng chảy lũ: Trên cơ sở mô hình thuỷ lực lũ sông Hồng – sông Thái Bình tính toán kiểm tra hiệu quả cắt lũ của các hồ chứa thượng nguồn và công trình phân chặm lũ. Lấy tiêu chuẩn trận lũ lịch sử tháng 8 năm 1971, tương ứng với tần suất 0,8% tại Sơn Tây, có lưu lượng đỉnh lũ tại Sơn Tây là 37.800m<sup>3</sup>/s. Chọn dạng lũ năm 1996 là năm có dạng lũ bất lợi trên sông Đà để tính toán. Hiện tại có 2 hồ chứa lớn nằm ở thượng du, tham gia điều tiết lũ cho vùng đồng bằng sông Hồng. Đó là hồ chứa Hoà Bình trên sông Đà với dung tích phòng lũ là 4,9 tỷ m<sup>3</sup>. Hồ Thác Bà trên sông Chảy với dung tích phòng lũ 450 triệu m<sup>3</sup>. Như vậy hồ Hoà Bình giữ vai trò quyết định và chủ đạo cho việc điều tiết lũ ở hạ du. Các trường hợp được đưa vào để tính toán trong báo cáo này tập trung đánh giá khả năng cắt lũ của hồ chứa Hoà Bình và khả năng phân lũ của sông Đáy, trường hợp được đưa vào tính toán như sau: (i) PA1: Không có hồ Hoà Bình, không phân lũ sông Đáy, (ii) PA2: Có hồ Hoà Bình cắt lũ, không phân lũ sông Đáy, (iii) PA3: Không có hồ Hoà Bình, phân lũ sông Đáy. Hồ Sơn La và Tuyên Quang chưa được xem xét trong nghiên cứu này. Biên trên là quy mô trận lũ năm 1971 với dạng lũ năm 1996 với lưu lượng thiết kế tại Sơn Tây là 37.800m<sup>3</sup>/s. Biên dưới là mực nước triều ứng với tần suất 5% (tháng 8-1996). Để đánh giá khả năng gây lũ do bão mực nước triều được cộng thêm 1,5m vào các ngày 2 và 3 tháng 8-1996 là những ngày có mực nước triều cao nhất. Kết quả tính toán các phương án cho thấy khả năng cắt lũ cho Hà Nội ứng với lũ năm 1971 của hồ Hoà Bình là 2,10m, khả năng cắt lũ cho Hà Nội của hệ thống phân lũ sông Đáy là 0,65m (Bảng 3).

**Bảng 3. Kết quả tính toán các phương án**

Phương án	Sơn Tây		Hà Nội		Thượng Cát		Hưng Yên
	Q <sub>max</sub>	H <sub>max</sub>	Q <sub>max</sub>	H <sub>max</sub>	Q <sub>max</sub>	H <sub>max</sub>	H <sub>max</sub>
PA1	37 641	17,37	26 300	14,95	10 383	15,11	9,9
PA2	24 945	15,61	17 428	12,85	7 185	12,89	8,24
PA3	38 011	17,35	24 400	14,4	9 156	14,48	9,44

## 5. Kết luận

Nghiên cứu đã định lượng hiệu quả của các phương án phát triển nguồn nước đến các đặc trưng (i) mực nước và (ii) lưu lượng trên toàn hệ thống sông Hồng-sông Thái Bình đáp ứng nhu cầu dùng nước ngày càng tăng cũng như các phương án chống lũ phục vụ hoạt động phát triển

kinh tế - xã hội vùng nghiên cứu. Kết quả tính toán cho thấy hầu hết các phương án đưa vào xem xét đảm bảo đáp ứng nhu cầu dùng nước cho các giai đoạn phát triển 2010, 2020 và 2040. Tuy vậy kết quả tính toán mực nước và lưu lượng tại Hà Nội cho thấy các phương án bổ sung dung tích điều tiết nước cũng chỉ “vừa đủ” đáp ứng yêu cầu của tương lai, vì vậy các biện pháp phi công trình cần được đặc biệt chú ý trong thời gian tới trong tình hình khả năng phát triển hệ thống hồ chứa thượng lưu ngày càng khó khăn. Các phương án tính toán được đưa ra nhằm đánh giá lại khả năng cắt lũ của hồ chứa Hoà Bình và hệ thống phân lũ sông Đáy. Kết quả cho thấy rằng hồ chứa Hoà Bình đóng một vai trò hết sức quan trọng trong việc chống lũ cho đồng bằng sông Hồng. Qua nghiên cứu, nhìn chung kết quả hiệu chỉnh mô hình cho vùng hạ lưu sông Thái Bình tốt hơn so với vùng hạ lưu phía sông Hồng, sông Đáy cho cả hai mô hình dòng chảy kiệt và lũ.

Qua nghiên cứu, mô hình MIKE 11 đã thể hiện nhiều tính năng ưu việt như: (i) có tính đồng bộ cao thể hiện qua việc kết nối với các mô hình thành phần khác của MIKE cũng như các ứng dụng liên quan, (ii) hệ thống file số liệu được tổ chức có tính khoa học cao, tiện lợi khi giải quyết những bài toán lớn, phức tạp, (iii) độ ổn định cao trong tính toán với hệ thống mã báo lỗi chi tiết thuận tiện cho người sử dụng. Tuy vậy một số điểm cần tiếp tục được cải tiến thêm như: (i) cần cải tiến hệ thống giao diện MIKE theo hướng đơn giản và thân thiện với người sử dụng hơn nữa, (ii) cần chi tiết hơn nữa nội dung hướng dẫn thiết lập/vận hành hệ thống công trình trên sông.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] DHI Water & Environment: MIKE 11-A Modelling System for Rivers and Channels. Reference Manual, 2000.

[2] Viện Quy hoạch Thủy lợi: Báo cáo chuyên đề tính toán thủy lực mùa lũ hệ thống sông Hồng-sông Thái Bình-Dự án Quy hoạch phòng chống lũ đồng bằng sông Hồng, 1999.

[3] Viện Quy hoạch Thủy lợi: Quy hoạch phòng chống lũ đồng bằng sông Hồng, 1999.

[4] Viện Quy hoạch Thủy lợi: Tổng quan sử dụng nguồn nước lưu vực sông Hồng-sông Thái Bình, 2001.

## Summary

An attempt had been made to examine different water resources development alternatives on water use and flood control management for Red river basin by using DHI - hydrodynamic mathematical commercial software - MIKE 11 model. Analysis of results quantified the impact of development alternatives on flow pattern in flood season and dry season, which is helpful for the formulation of water resources management strategy of Red river basin. Research also pointed out further research topics relating to application of MIKE 11 and MIKE. Discussion on strength/weakness of MIKE 11 commercial software was provided.