

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH MIKE 11 VÀO TÍNH TOÁN XÁC ĐỊNH KHẢ NĂNG THOÁT LŨ SÔNG ĐÁY

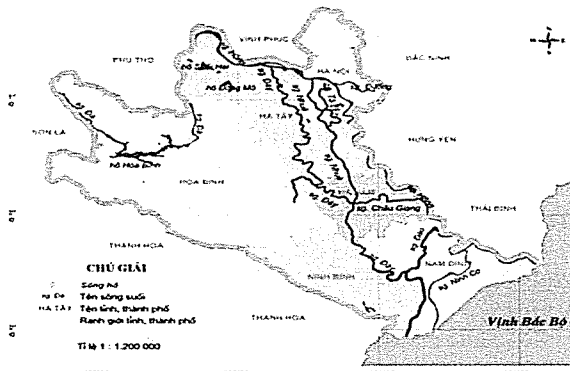
KS. **Trần Văn Tinh** - Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Lũ lụt là một trong những thiên tai xảy ra khá thường xuyên và nghiêm trọng trên thế giới. Những năm gần đây, thiệt hại do lũ lụt gây ra đã ảnh hưởng lớn đến phát triển kinh tế, xã hội ở nhiều nước trên thế giới, đặc biệt là những nước vùng nhiệt đới chịu nhiều bão và mưa lớn như nước ta. Để hạn chế và giảm thiểu những thiệt hại do lũ lụt gây ra, các quốc gia đã nghiên cứu và sử dụng nhiều giải pháp khác nhau. Một trong những giải pháp đó là áp dụng công cụ mô hình toán để tính toán nghiên cứu lũ lụt trên các lưu vực sông.

Bài báo này trình bày những nội dung nghiên cứu ban đầu ứng dụng mô hình MIKE 11 vào tính toán xác định khả năng thoát lũ của cửa sông Đáy từ đó bước đầu đưa ra những đánh giá khả năng áp dụng của mô hình vào lưu vực nghiên cứu.

1. Giới thiệu lưu vực tính toán

Sông Đáy là chi lưu lớn của sông Hồng, được tách ra tại Hát Môn, ở giữa huyện Phúc Thọ và huyện Đan Phượng của thành phố Hà Nội. Sông Đáy dài 240 km, chảy qua qua các tỉnh thành phố Hà Nội, Hòa Bình, Hà Nam, Nam Định và Ninh Bình, rồi đổ ra vịnh Bắc Bộ. Sự liên thông với sông Hồng đã chịu sự kiểm soát của con người.



Hình 1. Bản đồ lưu vực sông Đáy

Sông Đáy có hệ thống đê bao khá kiên cố. Tuy nhiên, do diễn biến mưa lũ ngày một phức tạp trong những năm gần đây, kèm theo đó là tình trạng lấn chiếm bãi sông để xây dựng nhà cửa, phát triển sản xuất, các đê bồi ngày càng lấn ra phía lòng sông làm co hẹp dòng chảy trong sông, dẫn đến khả năng thoát nước của sông bị ảnh hưởng nghiêm trọng khi có lũ lớn xảy ra trên lưu vực. Do đó rất cần xác định lại khả năng thoát lũ của sông Đáy, tìm ra những vị trí của đê gặp nguy hiểm khi có lũ lớn xảy ra trên lưu vực.

2. Phân tích lựa chọn mô hình

Tính toán nghiên cứu lũ lụt bằng công cụ mô hình toán đã và đang là hướng đi phổ biến trên thế

giới cũng như ở Việt Nam. Trong số đó, mô hình Mike 11 được lựa chọn rộng rãi với những tính năng và điểm mạnh của mô hình như:

Mike 11 là một phần mềm kỹ thuật chuyên dụng mô phỏng lưu lượng, chất lượng nước và vận chuyển bùn cát ở trên sông, hệ thống tưới, kênh dẫn và các hệ thống dẫn nước khác.

Với môi trường đặc biệt cao thân thiện với người sử dụng, linh hoạt và tốc độ, Mike 11 cung cấp một môi trường thiết kế hữu hiệu về kỹ thuật công trình, tài nguyên nước, quản lý chất lượng nước và các ứng dụng quy hoạch.

Các ứng dụng liên quan đến Mike 11 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 hệ thống kênh dẫn; Nghiên cứu sóng triều và dòng chảy.

Với những ưu thế và điểm mạnh trên kết hợp với số liệu thủy văn, số liệu địa hình, địa chất, tình hình dân sinh, kinh tế - xã hội của lưu vực sông Đáy, bài báo đã lựa chọn mô hình Mike 11 tính toán nghiên cứu khả năng thoát lũ của cửa sông Đáy.

3. Tính toán xác định bộ thông của mô hình

a. Thiết lập mô hình tính toán

* Số liệu đầu vào

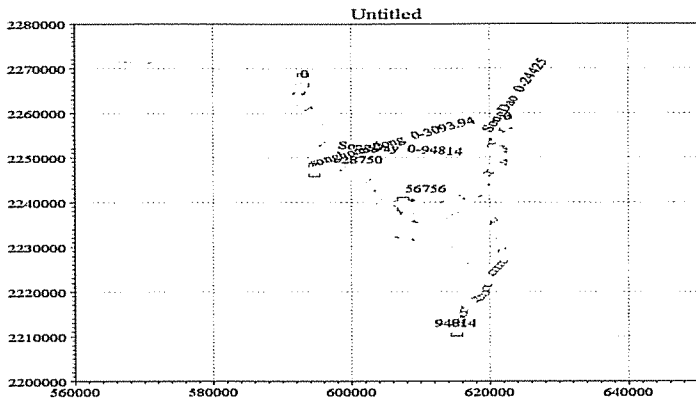
Mạng lưới sông: các mặt cắt dọc và ngang

- Sông Đào có 11 mặt cắt

- Sông Đáy đoạn từ trạm thủy văn Phú Lý đến trạm thủy văn Như Tân có 43 mặt cắt.

- Sông Hoàng Long đoạn từ trạm thủy văn Gián Khẩu đến ngã ba Gián Khẩu có 3 mặt cắt.

Người đọc phản biện: **Đặng Thanh Mai**



Hình 2. Mạng lưới sông

- Số liệu biên trên và biên dưới theo thời gian
- Số liệu mực nước tại các trạm kiểm tra (dùng trong hiệu chỉnh và kiểm định mô hình).

Boundary Description	Boundary Type	Branch Name	Chainage	Chainage	Gate ID	Boundary ID
Open	Water Level	songkay	0	0	0	nam dinh
Open	Inflow	songkay	0	0	0	phay
Open	Inflow	songkay	0	0	0	phan khau
Open	Water Level	songkay	9481.4	9481.4	0	thuan
Point Source	Inflow	songkay	41352	41352	0	nam bay

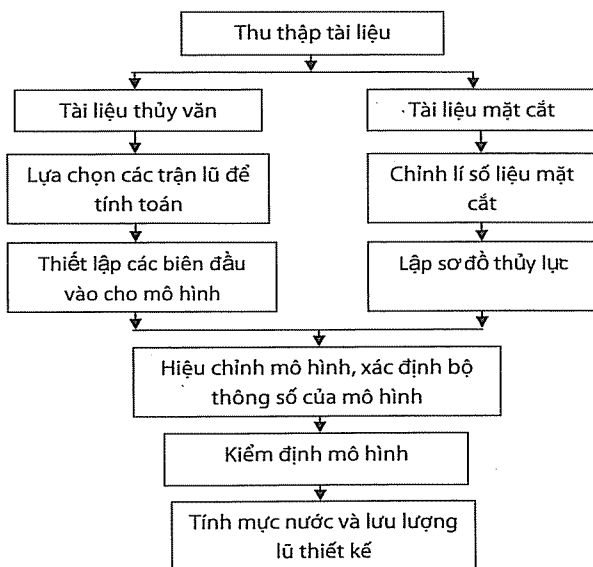
Hình 3. Các biên trong mạng lưới

- * Thông số của mô hình.
- Thông số của mô hình là các thông số nhóm của các đoạn sông.

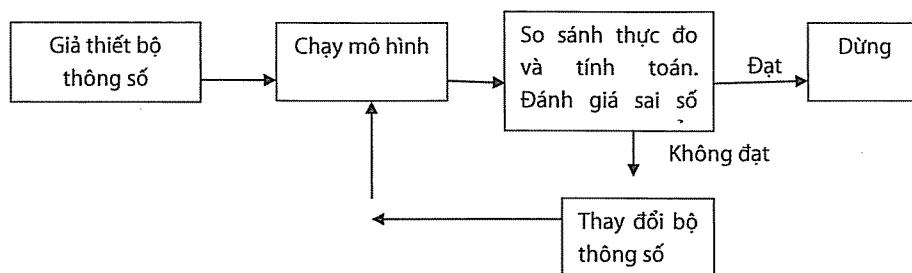
Group Name	Chainage	Group ID
10	0.000000	0.000000
11	217.230000	0.002000
12	2182.000000	0.002000
13	24425.000000	0.002000
14	4100.000000	0.002000
15	2380.000000	0.002000
16	5436.000000	0.002000
17	2380.000000	0.002000
18	10017.000000	0.002000
19	1700.000000	0.002000

Hình 4. Hệ số nhóm của các đoạn sông

b. Các bước tính toán



Hình 5. Sơ đồ các bước áp dụng mô hình Mike 11

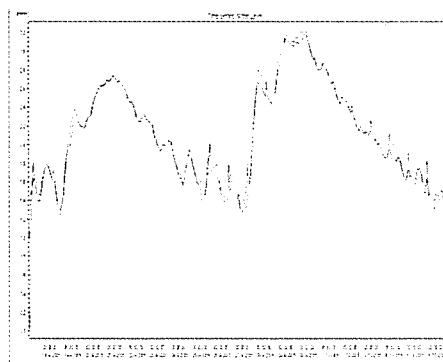


Hình 6. Sơ đồ quá trình hiệu chỉnh bộ thông số mô hình

c. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

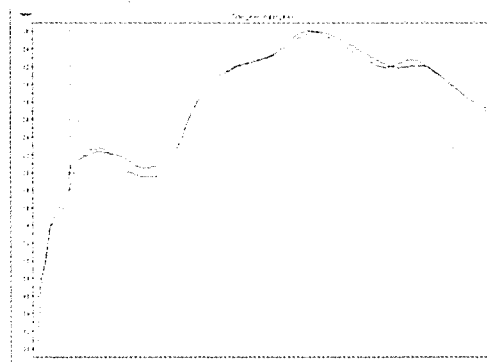
Sử dụng trận lũ từ 17/09/2005 đến 06/10/2005 để hiệu chỉnh và trận lũ từ 04/10/2007 đến

08/10/2007 để kiểm định mô hình MIKE 11. Kết quả hiệu chỉnh mô hình và kiểm định mô hình như sau:



— Đường quá trình mực nước thực đo
- - - Đường quá trình mực nước tính toán

Hình 7. Đường quá trình thực đo và tính toán tại trạm Ninh Bình trong quá trình hiệu chỉnh mô hình



— Đường quá trình mực nước thực đo
- - - Đường quá trình mực nước tính toán

Hình 8. Đường quá trình thực đo và tính toán tại trạm Ninh Bình trong quá trình kiểm định mô hình

Bảng 1. Đánh giá chất lượng hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Chỉ số đánh giá	Hiệu chỉnh	Kiểm định
NASH	0,97	0,98
Sai số giá trị đỉnh lũ (%)	1,82	1,86
Sai số thời điểm xuất hiện đỉnh lũ (giờ)	1	1

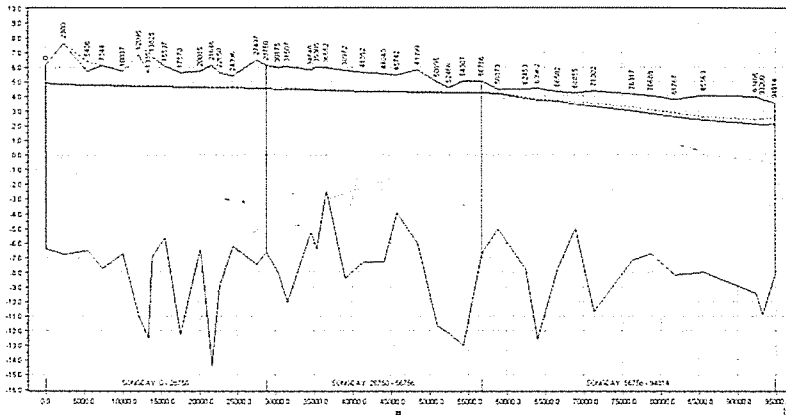
Kết luận: Dựa trên chỉ tiêu về chỉ số NASH và sự chênh lệch giữa đỉnh lũ thực đo và tính toán trong quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình, bài báo đã chọn được bộ thông số thủy lực để tính toán mô phỏng cho các trận lũ thiết kế khác nhau.

4. Kết quả tính toán mô phỏng các trận lũ với các tần suất khác nhau

Để mô phỏng các trận lũ với các tần suất khác nhau khi có lũ trên sông Hồng và lũ từ sông Hồng phân qua sông Đào, bài báo đã sử dụng tài liệu đỉnh

lũ lớn nhất các năm từ năm 1971 đến năm 2007 tại trạm thủy văn Nam Định để vẽ đường tần suất, từ đó xác định được lũ từ sông Hồng chảy vào sông Đào với các tần suất thiết kế khác nhau (vì lũ lớn trên sông Đáy chủ yếu nguyên nhân là do nước từ sông Đào chảy vào nên ở đây chúng tôi chỉ mô phỏng đường quá trình các trận lũ ứng với các tần suất khác nhau tại trạm thủy văn Nam Định, còn các biên khác chúng tôi vẫn dùng số liệu trận lũ năm 2005).

a. Tính toán mô phỏng trận lũ với tần suất $P= 1\%$ (100 năm)



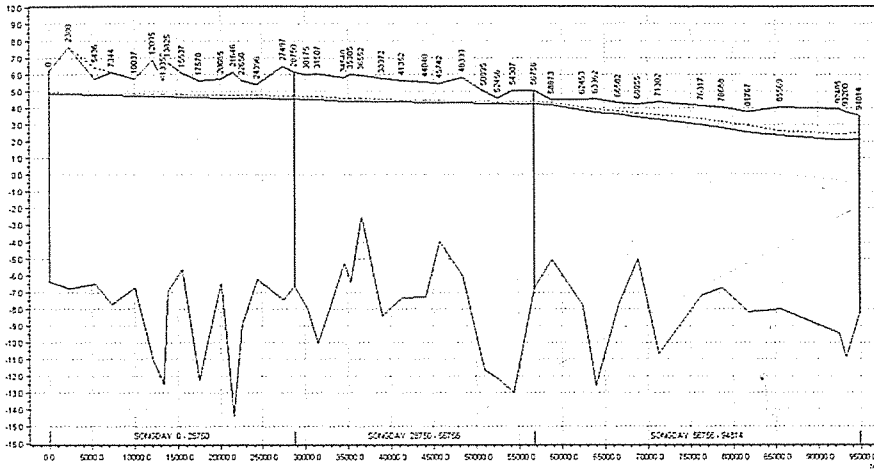
Hình 9. Kết quả mô phỏng đường mực nước lũ thiết kế trên sông Đáy với chu kỳ 100 năm

Bảng 2. Tình trạng các đoạn đê ứng với lũ 1%

Khoảng cách từ đầu sông (m)	Tên sông	Mực nước lũ H_{Max} (m) ứng với $p = 1\%$	Cao trình đê (m)	ΔZ (m)	Tình trạng
500	Sông Đào	5,34	6,44	1,10	đạt
3089	Sông Đào	5,27	6,31	1,04	đạt
9913	Sông Đào	4,99	5,55	0,56	đạt
13079	Sông Đào	4,90	6,50	1,60	đạt
19037	Sông Đào	4,54	4,88	0,34	Nguy hiểm
23925	Sông Đào	4,34	4,91	0,57	đạt
10037	Sông Đáy	4,82	5,70	0,88	đạt
21646	Sông Đáy	4,75	6,11	1,36	đạt
31507	Sông Đáy	4,63	6,03	1,40	đạt
41352	Sông Đáy	4,43	5,64	1,21	đạt
52466	Sông Đáy	4,33	4,57	0,24	Nguy hiểm
54307	Sông Đáy	4,32	5,02	0,70	đạt
56756	Sông Đáy	4,33	5,04	0,71	đạt
62453	Sông Đáy	4,01	4,72	0,71	Đạt
71302	Sông Đáy	3,53	4,34	0,81	đạt
81767	Sông Đáy	2,91	3,79	0,88	đạt
93200	Sông Đáy	2,46	3,79	1,33	đạt

Ghi chú: Giá trị $Z = Z_{đê} - Z_{mực\ nước\ lớn\ nhất}$ (chênh lệch = cao độ đỉnh đê - cao độ mực nước lớn nhất). Đạt: vị trí có $Z > 0,5$ m (với giả thiết khi cao trình đê lớn hơn mực nước lũ lớn nhất 0,5 m thì tại vị trí đê đó là an toàn).

b. Tính toán mô phỏng trận lũ với tần suất $P = 0,5\%$ (200 năm)



Hình 10. Kết quả mô phỏng đường mực nước lũ thiết kế trên sông Đáy với chu kỳ 200 năm

Bảng 3. Tình trạng các đoạn đê ứng với lũ 0,5%

Khoảng cách từ đầu sông (m)	Tên sông	Mực nước lũ H_{Max} (m) ứng với $p = 0,5\%$	Cao trình đê (m)	ΔZ (m)	Tình trạng
500	Sông Đào	5,50	6,44	0,94	đạt
3089	Sông Đào	5,41	6,31	0,90	đạt
9913	Sông Đào	5,14	5,55	0,41	Nguy hiểm
13079	Sông Đào	5,04	6,50	1,46	đạt
19037	Sông Đào	4,73	4,88	0,15	Nguy hiểm
23925	Sông Đào	4,45	4,91	0,46	đạt
10037	Sông Đáy	4,89	5,70	0,81	đạt
21646	Sông Đáy	4,81	6,11	1,30	đạt
31507	Sông Đáy	4,72	6,03	1,31	đạt
41352	Sông Đáy	4,53	5,64	1,11	đạt
52466	Sông Đáy	4,44	4,57	0,13	Nguy hiểm
54307	Sông Đáy	4,43	5,02	0,59	đạt
56756	Sông Đáy	4,44	5,04	0,60	đạt
62453	Sông Đáy	4,12	4,72	0,60	Đạt
71302	Sông Đáy	3,64	4,34	0,70	đạt
81767	Sông Đáy	2,97	3,79	0,82	đạt
93200	Sông Đáy	2,46	3,79	1,33	đạt

Ghi chú: Giá trị $Z = Z_{đê} - Z_{mực nước max}$ (chênh lệch = cao độ đỉnh đê - cao độ mực nước lớn nhất). Đạt: vị trí có $Z > 0,5$ m (với giả thiết khi cao trình đê lớn hơn mực nước lũ lớn nhất 0,5 m thì tại vị trí đê đó là an toàn).

Từ các kết quả tính toán ở các bảng trên nhận thấy. Khi nước lũ ở sông Đào chảy vào sông Đáy tại vị trí 56756 m (tính từ đầu sông) thì xảy ra hiện tượng nước chảy ngược trên sông Đáy do khi có lũ từ sông Đào chảy vào sông Đáy nhưng lòng sông Đáy ở phía hạ lưu ngả ba sông hẹp không có khả năng thoát kịp hết nước do sông Đào chảy sang nên xảy ra hiện tượng nước chảy ngược từ ngả ba sông nên phía thượng lưu của sông Đáy.

Khi có lũ 0.5% (200 năm) xảy ra thì trên sông Đào cần phải chú ý tới các vị trí sau: cách trạm thủy văn Nam Định dưới hạ lưu 9913 m và 19037 m, và khi có lũ 1% (100 năm) xảy ra thì trên sông Đào cần phải chú ý tới vị trí cách trạm thủy văn Nam Định dưới hạ lưu 19037 m vì tại các vị trí này mực nước lũ cao gần bằng mặt đê nên gây nguy hiểm cho đê. Do $Z < 0,5$ m không đáp ứng được yêu cầu phòng lũ của đê.

Khi có lũ 0,5% (200 năm) và lũ 1%(100 năm) xảy ra thì trên sông Đáy cần phải chú ý tới vị trí cách trạm thủy văn Phủ Lý dưới hạ lưu từ vị trí 52466 m vì tại các vị trí này mực nước lũ cao gần bằng mặt đê nên gây nguy hiểm cho đê. Do $Z < 0,5$ m không đáp ứng được yêu cầu phòng lũ của đê.

5. Nhận xét

Bài báo này bước đầu đã nghiên cứu ứng dụng mô hình Mike 11 để tính toán mô phỏng dòng chảy trên lưu vực sông, cụ thể là hạ lưu sông Đáy đoạn từ trạm thủy văn Phủ Lý đến cửa biển và trên sông Đào. Số liệu tính toán sử dụng là tài liệu đỉnh lũ lớn nhất các năm từ năm 1971 đến năm 2007 tại trạm thủy văn Nam Định để vẽ đường tần suất, từ đó xác định được lũ từ sông Hồng chảy vào sông Đào với các tần suất thiết kế khác nhau là 1% và 0.5%. theo phương pháp thu phóng lũ thiết kế theo lũ điển hình năm 1971.

Nhìn chung, bước đầu đã xác định được tại một số vị trí tại đó thì tuyến đê hiện tại đã có thể đáp ứng được mức đảm bảo phòng lũ của khu vực, và cũng xác định được tại một số vị trí chúng ta cần phải nâng cấp, tu bổ hệ thống đê điều (những vị trí có $Z < 0,5$ m khi có lũ ứng với tần suất 0,5% và 1% xảy ra) để đáp ứng yêu cầu phòng lũ của khu vực, để dân sinh tại khu vực có thể an tâm sinh sống và làm ăn nhằm phát triển kinh tế - xã hội một cách bền vững.

Tài liệu tham khảo

1. PGS.TS Lê Văn Nghinh, PGS TS Bùi Công Quang, ThS Hoàng Thanh Tùng. Bài Giảng mô hình toán Thủy Văn. Bộ môn Tính toán Thủy văn Trường Đại học Thủy lợi. 2005.
2. PGS.TS Trần Thanh Xuân. Đặc điểm thủy Văn và nguồn nước sông Việt Nam. NXB Nông Nghiệp. 2007.
3. Bộ kế hoạch và đầu tư. Báo cáo quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế xã hội đồng bằng sông Hồng đến năm 2020.
4. Nguyễn Văn Hùng. Nghiên cứu diễn biến cửa sông Hồng – sông Thái Bình ảnh hưởng đến thoát lũ và giải pháp khoa học công nghệ tăng khả năng thoát lũ của Ba Lạt. Luận văn thạc sĩ. 1999.
5. PGS.TS Nguyễn Văn Lai. Hải Dương Học. NXB Xây Dựng. 2006.
6. Đề tài KTO3 – 14. Báo cáo Viện cơ chương trình biển.
7. Phạm Văn Giáp, Lương Phương Hậu: Chính Trị cửa sông ven Biển. NXB Xây Dựng. 1996.