

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH TOÁN MIKE21FM ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ CÔNG TRÌNH BẢO VỆ BỜ ỔN ĐỊNH LÒNG DẪN SAU KHI XÂY DỰNG CỐNG NGẮN TRIỀU KINH LỘ THUỘC HỆ THỐNG CÔNG TRÌNH CHỐNG NGẬP CHO KHU VỰC THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

PGS.TS. Phạm Thị Hương Lan
TS. Trần Thanh Tùng
Đại học Thủy lợi

Tóm tắt: Sau khi xây dựng các công ngăn triều chống ngập cho khu vực Thành phố Hồ Chí Minh theo quy hoạch thủy lợi chống ngập ứng cho khu vực THPCM đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt tại quyết định số 1547/QĐ-TTg sẽ ít nhiều ảnh hưởng đến diễn biến lòng dẫn. Bài báo đi sâu giới thiệu về việc ứng dụng mô hình toán MIKE21FM để đánh giá hiệu quả công trình bảo vệ bờ ổn định lòng dẫn sau khi xây dựng công ngăn triều Kinh Lộ, là một trong 12 hệ thống công lớn chống ngập cho khu vực TP HCM.

1. Mở đầu

Theo quyết định 1547/QĐ-TTg về quy hoạch thủy lợi đã được Thủ tướng phê duyệt ngày 28/10/2008 đề xuất các giải pháp thủy lợi nhằm giải quyết tình trạng ngập úng ở Thành phố Hồ Chí Minh triển khai giai đoạn 1 cho các dự án khu vực bờ hữu sông Sài Gòn – Nhà Bè bao gồm:

Đợt 1: Xây dựng 6 công lớn tại các cửa rạch Phú Xuân, Mương Chuối, Sông Kinh, Kinh Lộ, Thủ Bộ, kênh Hàng và các công nhỏ tại các rạch khác; xây dựng tuyến đê bao nổi các công; nạo vét các kênh trục tiêu thoát nước trung tâm thành phố về phía Nam.

Đợt 2: Xây dựng 2 công lớn Rạch Tra, Vàm Thuật và các công nhỏ khác liên hoàn với các tiểu dự án hệ thống thủy lợi bờ hữu sông Sài Gòn; nạo vét tuyến trục Rạch Tra – An Hạ - Nam Sài Gòn; Vàm Thuật – Tham Lương – Bến Cát – rạch Nước Lên.

Đợt 3: Xây dựng 4 công hai đầu kênh Đồi – Tè - Chợ Đệm tại Bến Nghé, Tân Thuận, Bến Lức, kênh Xáng Lớn, mở thông công An Hạ hiện hữu; xây dựng hoàn chỉnh tuyến đê bao và các công nhỏ dưới đê khác.

Khi xây dựng các công ngăn triều này sẽ ít nhiều ảnh hưởng đến diễn biến lòng dẫn trên hệ thống sông Đồng Nai – Sài Gòn. Nhìn

chung, ảnh hưởng của việc xây dựng các công trình trên sông như hệ thống các công ngăn triều thường được xem xét trên 2 mặt: ảnh hưởng cục bộ và ảnh hưởng mang tính tổng thể.

- Ảnh hưởng cục bộ thường được sự quan tâm hơn của các nhà thiết kế trong việc tính toán dự báo xói sâu cục bộ, thiết kế trụ công và các biện pháp bảo vệ công.

- Ảnh hưởng mang tính tổng thể, phổ biến thường được sự quan tâm của các nhà thủy lợi, quản lý đê điều trong nghiên cứu xây dựng công trình phòng chống sạt lở, mất ổn định lòng dẫn và bờ sông.

Bài báo sẽ trích dẫn kết quả nghiên cứu ứng dụng mô hình toán MIKE21FM đánh giá hiệu quả công trình bảo vệ bờ ổn định lòng dẫn sau khi xây dựng công ngăn triều Kinh Lộ thuộc hệ thống công trình chống ngập cho khu vực Thành phố Hồ Chí Minh. Các trường hợp tính toán được đề cập đến bao gồm:

- Tính toán diễn biến lòng dẫn sông Kinh Lộ (giai đoạn xây dựng công, chưa gia cố bảo vệ công trình công (trụ và bản đáy) và gia cố bảo vệ bờ đoạn sông bị xói lở lòng dẫn.

- Tính toán diễn biến lòng dẫn sông Kinh Lộ sau khi đã gia cố bảo vệ trụ công, bản đáy, bảo vệ bờ chống xói lòng dẫn.

2. Ứng dụng mô hình MIKE21FM tính toán diễn biến lòng dẫn sông Kinh Lộ sau khi xây dựng Công Kinh Lộ

MIKE 21FM là phần mềm thương mại để tính toán dòng chảy, sóng, vận chuyển trầm tích và sinh thái học trong sông, hồ, cửa sông, vịnh, các vùng biển ven bờ và biển ngoài khơi. MIKE 21FM cung cấp môi trường thiết kế hoàn chỉnh và có hiệu quả cho các ứng dụng kỹ thuật, quản lý tổng hợp vùng bờ và lập kế hoạch. Sự kết hợp giữa giao diện đồ họa dễ sử dụng với kỹ thuật tính toán có hiệu quả đã tạo ra một công cụ hữu ích cho các nhà quản lý cũng như nhà thiết kế công trình trên toàn thế giới. Mô hình dòng chảy này được xây dựng dựa trên phương pháp lưới phần tử hữu hạn. Mô hình này được phát triển bằng việc tìm nghiệm số của hệ các phương trình Navier-Stokes hai chiều trung bình Reynolds cho chất lỏng không nén, kết hợp với giả thiết Boussinesq và giả thiết về áp suất thủy tĩnh. Do đó, mô hình bao gồm các phương trình: phương trình liên tục, phương trình động lượng, phương trình truyền nhiệt, phương trình bảo toàn muối và mật độ. Hệ các phương trình này được khép kín bởi sơ đồ khép kín rồi.

Công trình “Công Kinh Lộ” nằm trên rạch Kinh Lộ, một nhánh của sông Soài Rạp TP Hồ Chí Minh. Vị trí dự kiến xây dựng công trình cách sông Soài Rạp về phía trong rạch Kinh Lộ khoảng 550m. Về mặt tổng thể, khu vực nghiên cứu nằm trên vùng hạ lưu của lưu vực sông Đồng Nai và sông Vàm Cỏ. Đây là vùng chuyển tiếp từ vùng gò đồi Đông Nam Bộ. Cao độ địa hình biến thiên từ cao trình +30,00m (vùng phía Bắc Củ Chi, Thủ Đức) đến +0,5m (phía Nam quận 7, huyện Nhà Bè, Cần Đức, Cần Giuộc). Độ dốc địa hình thấp dần từ Bắc Đông Bắc đến Tây Tây Nam. Xã Hiệp Phước – Huyện Nhà Bè, nơi dự kiến xây dựng công trình là một khu vực đang được đô thị hóa, tương lai là một khu vực đô thị cảng hiện đại. Hiện nay cơ sở hạ tầng gồm đường sá, cầu và những khu dân cư, khu công nghiệp lớn đang được đầu tư xây dựng với

tốc độ khá nhanh. Địa hình huyện Nhà Bè được thành tạo do đầm lầy của và các quá trình khác gồm các dải trũng tích tụ đầm lầy ven sông Sài Gòn, sông Nhà Bè, sông Lòng Tàu... Đây là vùng thấp, trũng, độ cao trung bình từ +0,50m ÷ +1,20m.

Công Kinh Lộ được đầu tư xây dựng nhằm đạt các mục tiêu:

- *Mục tiêu quan trọng nhất là cùng với các công trình kiểm soát triều khác và hệ thống đê bao kiểm soát thủy triều để giữ cho mực nước trên các kênh rạch trong khu vực không vượt quá mức cho phép +1,00m, bảo đảm cho thành phố không bị ngập do triều trong mùa khô và hỗ trợ tăng cường khả năng tiêu thoát nước mưa cùng với thủy triều trong mùa mưa, phục vụ phát triển kinh tế xã hội.*

- *Thứ hai là vận hành phối hợp với các công trình khác góp phần cải tạo môi trường nước tạo nên dòng chảy một chiều trong thời gian nhất định, tiếp nước sạch từ sông Sài Gòn và tiêu thoát về phía Nam, ra sông Soài Rạp.*

- *Thứ ba là cải thiện điều kiện giao thông bộ trong vùng và hạn chế sự ảnh hưởng đến giao thông liên vùng trong đó có các tuyến đường thủy quốc gia.*

Nhiệm vụ của công Kinh Lộ

Căn cứ theo mục tiêu trong quy hoạch dự án tổng thể, công trình công Kinh Lộ dự kiến đảm nhiệm các nhiệm vụ gồm:

- *Kiểm soát mực nước triều trong sông không vượt quá +1.00m.*

- *Đảm bảo giao thông thủy qua lại với cấp đường sông là cấp 4.*

- *Kết hợp giao thông bộ phục vụ phát triển kinh tế với cầu giao thông đảm bảo tải trọng HL93.*

- *Kết hợp vận hành với các công trình khác để thau rửa nước cải tạo môi trường thành phố.*

Sử dụng kết quả tính toán của Viện khoa học thủy lợi Việt Nam về quy mô các công trình chính công Kinh Lộ, chúng tôi tiến hành thiết lập lưới tính toán, địa hình tính toán cho khu vực sông Kinh Lộ, giai đoạn khi xây

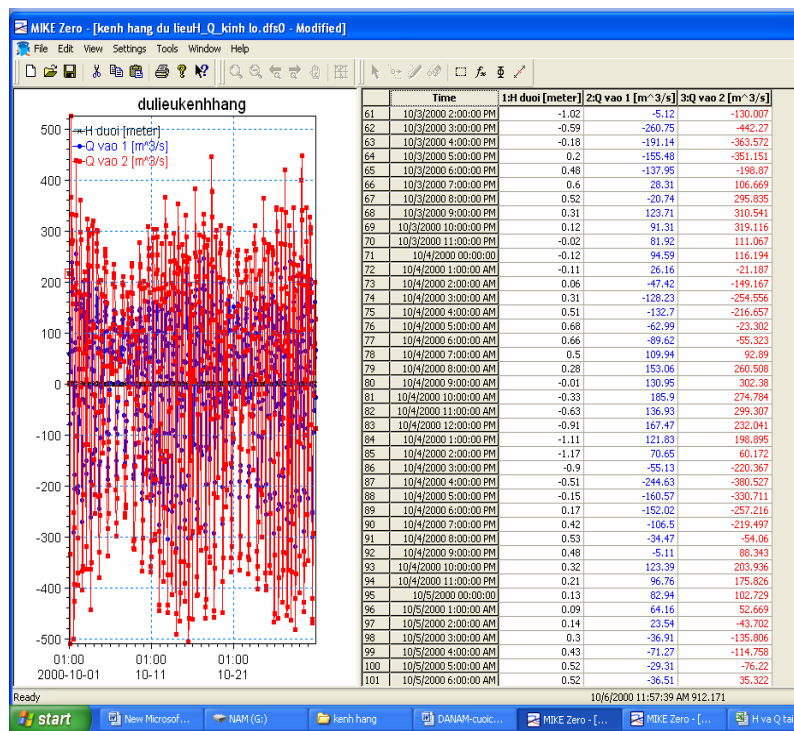
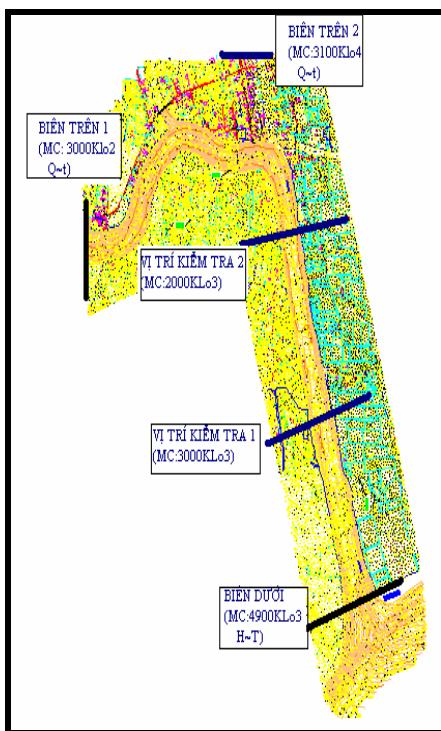
dựng công bằng mô hình MIKE21FM. Phạm vi nghiên cứu của mô hình là đoạn sông Kinh Lộ thượng lưu là bến đò Hiệp Phước, hạ lưu sông đổ ra sông Soài Rạp. Trên khu vực nghiên cứu có nhiều rạch lớn nhỏ gồm Rạch số Hai, Rạch số Năm, Rạch Già và Rạch Tắc Lầu. Công trình trên sông là cầu Bà Le thuộc sông nhánh. Vị trí các biên tính toán được chỉ ra trên hình vẽ 1, trong đó biên trên là quá trình lưu lượng và biên dưới là quá trình mực nước được trích xuất từ mô phỏng thủy lực 1 chiều hệ thống từ ngày 1/10/2000 đến ngày 30/10/2000. Miền tính toán của mô hình được không chế bởi tuyến địa hình đo bên trái và bên phải bao gồm các tuyến đê bao và giới hạn biên trên và biên dưới của mô hình như sau:

- Biên cứng: là hệ thống đê bao bờ tả và bờ hữu dọc đoạn sông nghiên cứu
- Giới hạn biên trên (biên bờ thượng

lưu): Cửa vào của mô hình đặt tại vị trí gần bến đò Hiệp Phước, biên này được biểu diễn dưới dạng quá trình đường lưu lượng theo thời gian $Q \sim t$,

- Giới hạn biên dưới (biên bờ hạ lưu) của mô hình là tại ngã ba sông Kinh Lộ - Soài Rạp, biên này cũng được biểu diễn dưới dạng quá trình đường mực nước theo thời toán $H \sim t$,

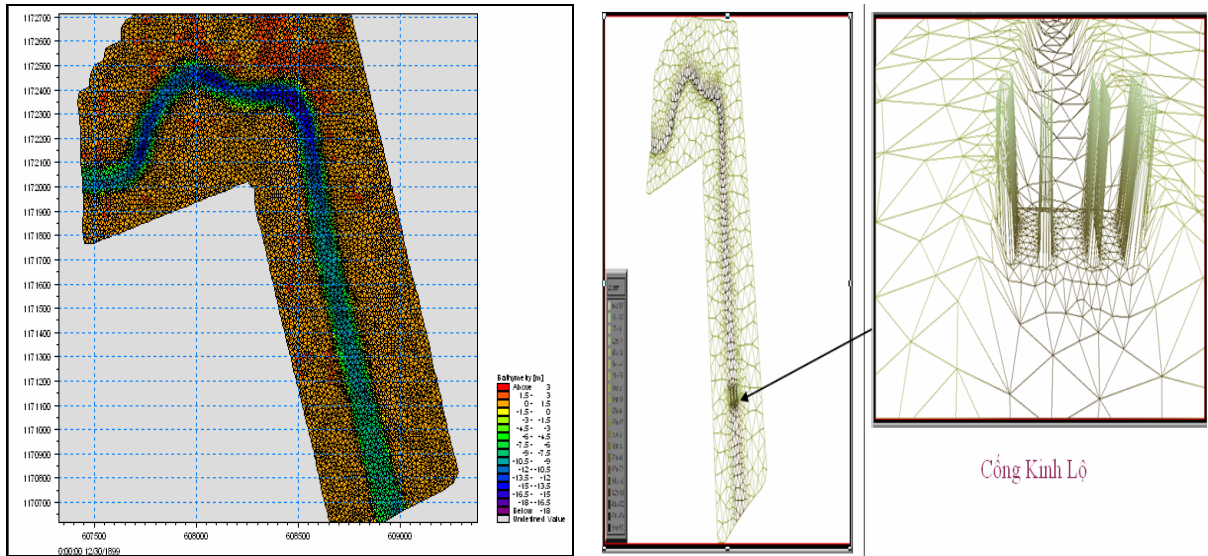
Chúng tôi sử dụng kết quả tính toán từ mô hình một chiều MIKE11ST (trích dẫn từ kết quả nghiên cứu của đề tài cấp nhà nước) để làm số liệu đầu vào cho bài toán 2 chiều và dùng để hiệu chỉnh kiểm định mô hình theo các vị trí kiểm tra 1,2,3 như trên hình vẽ 1. Các yếu tố kiểm tra bao gồm mực nước và lưu tốc dòng chảy. Kết quả tính toán cho hệ số NASH đạt 81%. Do đó có thể dùng bộ thông số của mô hình để tính toán mô phỏng diễn biến lòng dẫn sau khi xây dựng công.



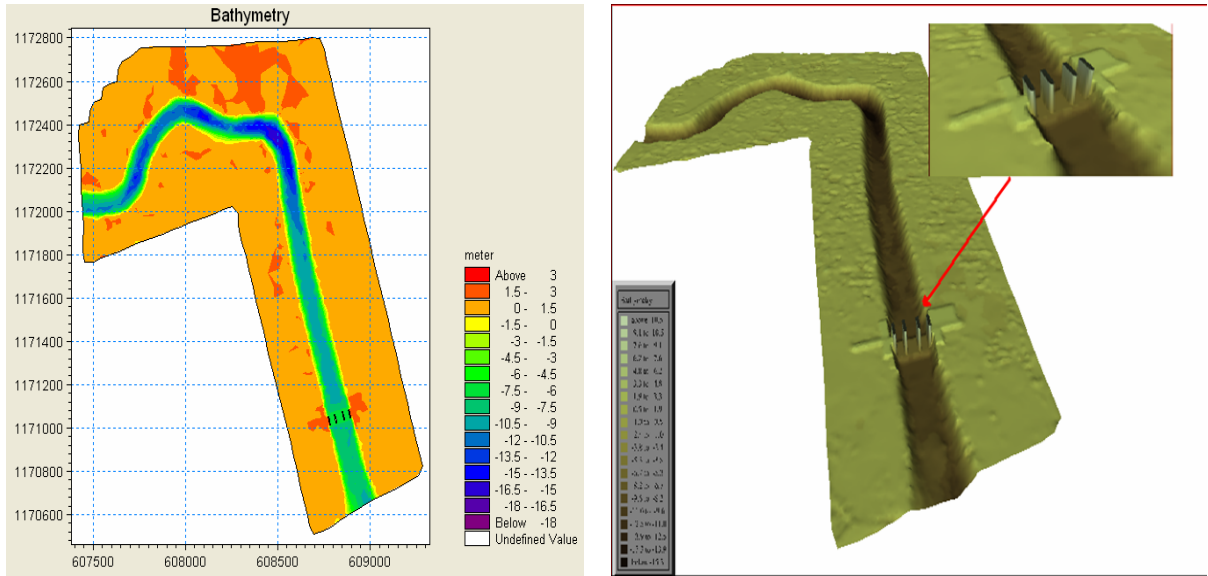
Hình 1: Biên lưu lượng và bùn cát dùng cho tính toán trong mô hình khu vực dự kiến xây dựng công Kinh Lộ

Tiến hành tính toán mô phỏng diễn biến lòng dẫn, chỉ ra vị trí sạt lở, phạm vi sạt lở phía thượng và hạ lưu công, trên cơ sở đó đề xuất

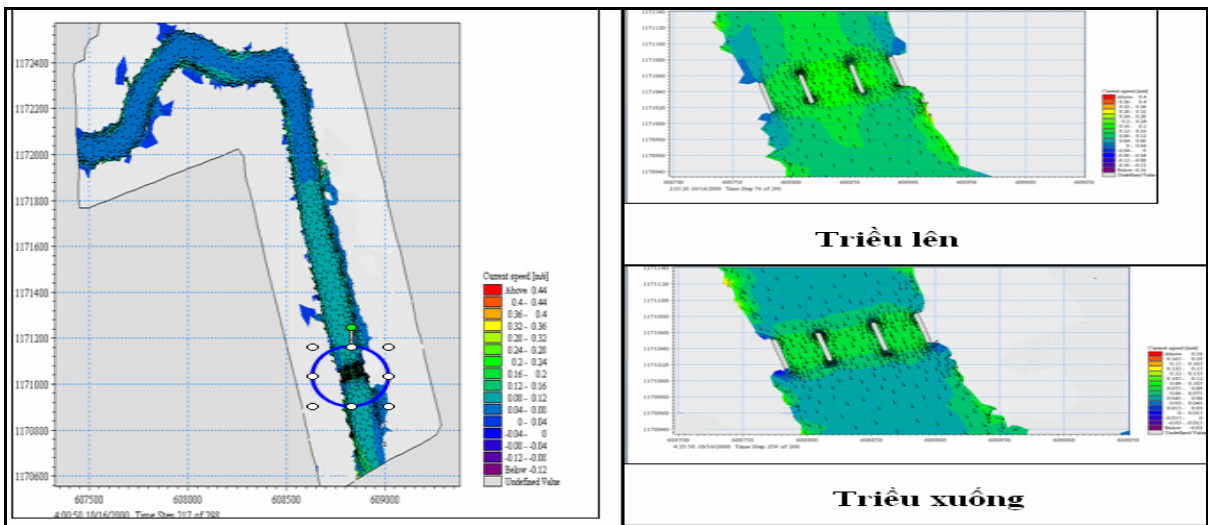
giải pháp bảo vệ công trình và bảo vệ bờ, ổn định lòng dẫn. Kết quả thể hiện trên các hình vẽ sau:



Hình 2: Thiết lập lưới tính toán khu vực nghiên cứu cống Kinh Lộ trường hợp có cống



Hình 3: Địa hình tính toán khu vực xây dựng cống Kinh Lộ

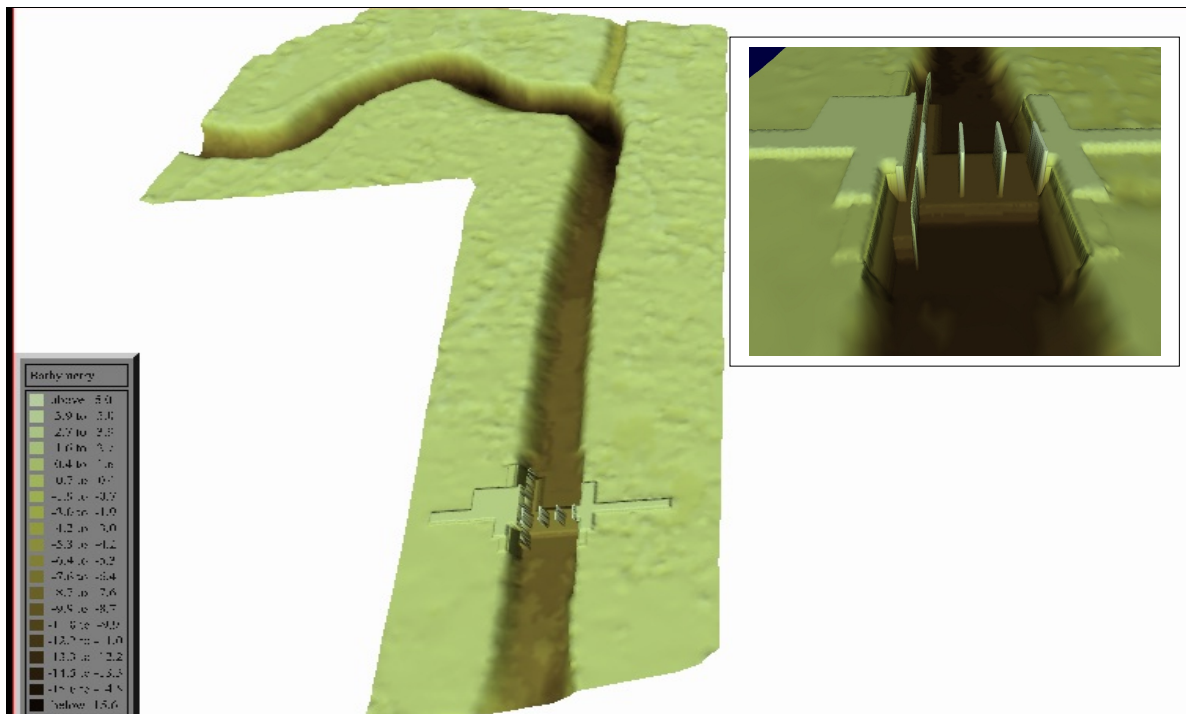


Hình 4: Phân bố lưu tốc khu vực cống Kinh Lộ

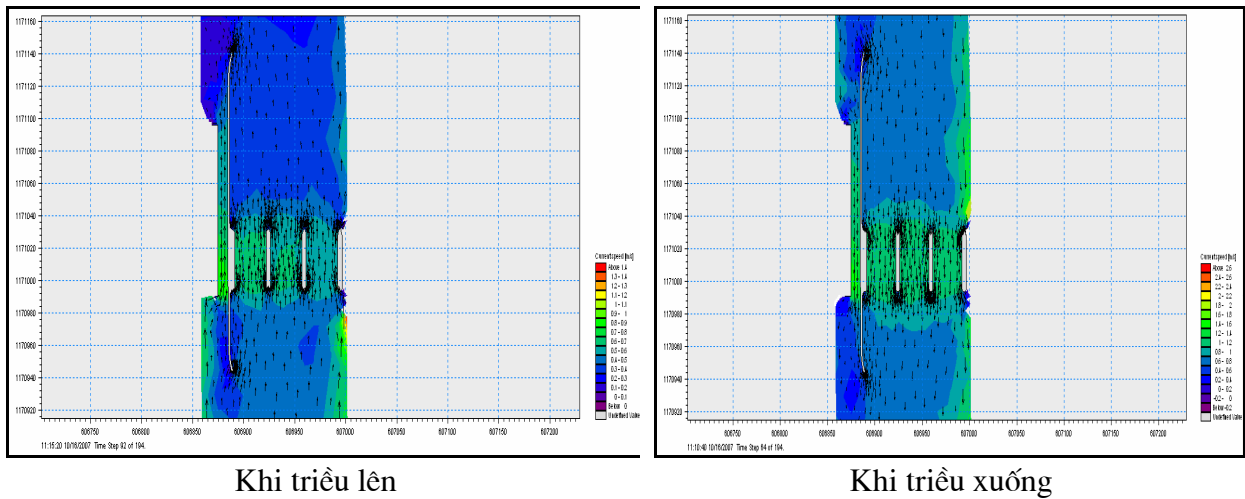
Kết quả tính toán cho thấy mực nước trước cống dâng nhỏ, mực nước tại thời điểm 5h ngày 16/10/2000 khi chưa có cống là 1.13m; khi có cống là 1.25m. Lưu tốc dòng chảy nhỏ, lưu tốc lớn nhất tại vị trí cống vào thời điểm 1h ngày 16/10/2000 đạt 0.45m/s, nhỏ hơn lưu tốc xói cho phép của bùn cát khu vực này, chứng tỏ khi cống xây dựng trên sông không ảnh hưởng lớn đến chế độ dòng chảy khu vực. Vận chuyển bùn cát đáy khu vực cống là 0.00002m³/s/m, trong khi hàm lượng bùn cát lơ lửng biến thiên trong khoảng 40-55g/m³. Nhìn chung lòng sông bị bồi nhưng tốc độ bồi không lớn; bùn cát dọc hai bờ sông bị sạt xuống đáy lòng dẫn do mực nước dao động lớn kết hợp với địa chất yếu làm hai bờ sông mất ổn định. Xói lở tại các vị trí trước cửa vào và cửa ra của cống dao động trong khoảng 0.4 đến 0.5m (tính cho trường hợp dòng triều lên và dòng triều xuống). Phạm vi ảnh hưởng diễn biến lòng dẫn phía thượng và hạ lưu cống dao động trong khoảng khoảng 200m. Chiều sâu xói cục bộ tại mô trụ cống trung bình dao động trong khoảng 2-3m, với lũ P=1% lên đến khoảng 5-6m.

2. Mô phỏng diễn biến lòng dẫn sông Kinh Lộ sau khi sử dụng biện pháp công trình bảo vệ bản đáy cống và kè bảo vệ bờ

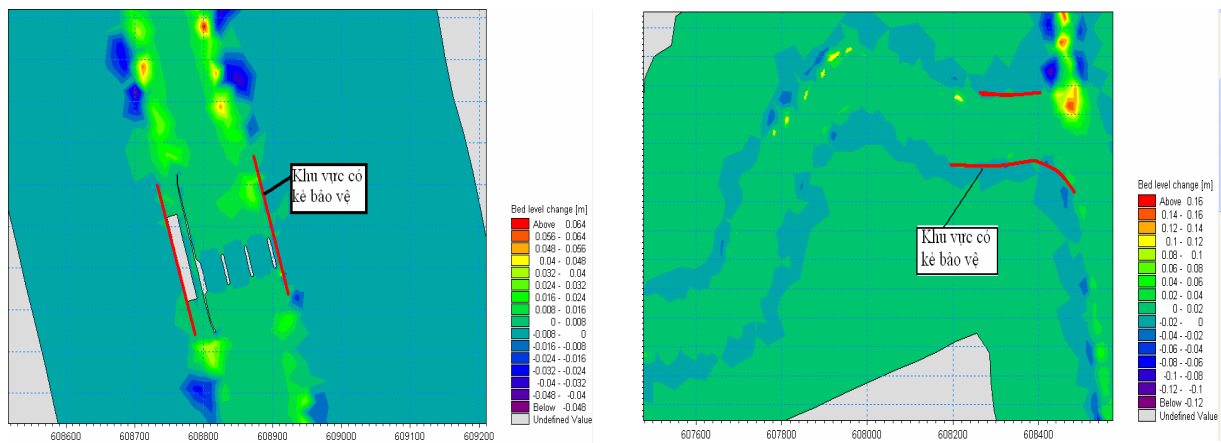
Với kết quả tính toán nêu trên cho thấy, sau khi xây dựng cống Kinh Lộ đã xảy ra xói cục bộ tại vị trí công trình và xói lòng dẫn phía thượng và hạ lưu cống. Do đó, cần có giải pháp gia cố bảo vệ bờ, ổn định lòng dẫn. Giải pháp được chọn là kè lát mái bảo vệ bờ. Tại vị trí công trình gia cố đổ bê tông, đáy cống thượng và hạ lưu được gia cố bằng tấm BTCT M200 liên kết bằng neo thép không gỉ, phạm vi gia cố 200m về mỗi phía thượng và hạ lưu, Bờ kènh được gia cố bằng cừ BTCT dự ứng lực cho kết cấu tường đứng và rọ đá và tấm bê tông tự chèn trên nền gia cố cọc tràm cho kết cấu mái nghiêng. Với giải pháp đề nghị nêu trên, chúng tôi tiến hành tính toán mô phỏng diễn biến lòng dẫn sau khi có giải pháp công trình bằng mô hình MIKE21FM. Kết quả mô phỏng địa hình và tính toán diễn biến lòng dẫn sau khi có giải pháp bảo vệ cống và bờ được thể hiện trên các hình vẽ sau:



Hình 5: Cống Kinh Lộ với giải pháp bảo vệ gia cố đáy và bảo vệ bờ mô phỏng trong mô hình MIKE 21 FM.



Hình 6: Trường lưu tốc tại vị trí công trình



Hình 7: Diễn biến lòng dẫn cuối thời gian mô phỏng

Kết quả tính toán diễn biến lòng dẫn cho thấy tại đoạn sông gần ngã ba giao giữa Rạch Giồng và Kinh Lộ, khu vực có kè bảo vệ bờ, diễn biến lòng dẫn diễn ra rất ít, mức độ thay đổi đáy sông không đáng kể, dao động trong khoảng $\pm 0,081-0,097\text{m/năm}$, lượng ngậm cát lơ lửng khoảng 120 g/m^3 , tốc độ sạt lở bờ tại đoạn cong vào khoảng 0.8m/năm , lượng ngậm cát lơ lửng tại vị trí này khoảng 650 g/m^3 . Tại vị trí công trình, do gia cố bản đáy phía thượng và hạ lưu công trình là 200m , trong phạm vi này lòng dẫn ổn định, tuy nhiên về phía thượng và hạ lưu công trình trong phạm vi $200-300\text{m}$, có sự biến động diễn biến lòng dẫn, tuy không lớn, do dòng chảy sau khi ra khỏi công đoạn sau khu vực ra cố bản đáy có trường vận tốc có xu hướng song song với đường trục động lực, lưu

tốc dòng chảy không lớn, khoảng $0,6-0,7\text{m/s}$. Sự biến động lòng dẫn chủ yếu xảy ra tại vị trí khu vực cửa vào âu thuyền. Tại các vị trí đầu và cuối của tường hướng dòng đối với âu thuyền và phía trước và phía sau trụ cổng chịu ảnh hưởng lớn của dòng nước sẽ xảy ra xói, bồi khi triều lên hoặc xuống, đặc biệt là hiện tượng xói sâu, do vậy cần gia cố các vị trí này tốt hơn.

Sau khi gia cố đáy và bờ bảo vệ ổn định lòng dẫn, khi vận hành công cần chú ý đến quy trình vận hành công sao cho mức độ ảnh hưởng đến xói lở cục bộ là nhỏ nhất. Khi triều lên, công vận hành ở trạng thái đóng cổng, lưu tốc phía thượng lưu lại giảm hơn so với trước khi xây dựng công, xuất hiện bồi lắng phía thượng lưu công. Khi triều rút, công vận hành ở trạng thái mở cổng, lưu tốc phía hạ lưu công tăng lên

nhiều, trong khi đó lưu tốc phía thượng lưu lại giảm hơn so với trước khi xây dựng cống dẫn đến hiện tượng xói lở phía hạ lưu cống khi vận hành đóng mở cống, Chênh lệch lưu tốc lớn nhất tại thời điểm mực nước lớn nhất thời điểm vận hành đóng và mở cống trong phạm vi 0,22m/s - 0,45m/s, do đó phía hạ lưu cống, mức độ gia cố cần cao hơn so với phía thượng lưu cống.

3. Kết luận

Việc ứng dụng mô hình MIKE21FM để đánh

giá diễn biến lòng dẫn, đặc biệt sau khi có biện pháp công trình bảo vệ bờ và công trình công ngăn triều đã giúp cho những nhà thiết kế xác định phạm vi cần gia cố công trình bảo vệ trụ cống, bảo vệ bản đáy, xác định phạm vi cần bảo vệ bờ cũng như đánh giá hiệu quả của công trình bảo vệ bờ. Với cách làm này cũng có thể áp dụng tương tự cho việc tính toán mô phỏng diễn biến lòng dẫn của các cống còn lại trong hệ thống 12 cống lớn chống ngập cho khu vực Thành phố Hồ Chí Minh.

Tài liệu tham khảo

- a. Báo cáo tóm tắt dự án đầu tư cống Kinh Lộ do Viện Khoa học thủy lợi Việt Nam thực hiện
- b. Trích các báo cáo chuyên đề đề tài độc lập cấp nhà nước “*Nghiên cứu dự báo diễn biến bồi lắng, xói lở lòng dẫn sông Đồng Nai - Sài Gòn dưới tác động của hệ thống công trình chống ngập úng và cải tạo môi trường cho khu vực Thành phố Hồ Chí Minh*”.
- c. E.D. Andrews (1982), “Bank stability and channel width adjustment, East Fork River, Wyoming”, *Water Resource Research* 18 (4), pp1184-1192.

Abstract

APPLIED NUMERICAL MODEL MIKE21FM TO EVALUATE EFFECTIVENESS OF BANK PROTECTION WORKS AFTER CONSTRUCTION OF THE KINH LO SLUICE TO PREVENT FLOODING IN THE AREA OF HO CHI MINH CITY

The morphology of the Dong Nai Sai Gon river system will be changed after the construction of the Kinh Lo sluice to prevent flooding for Ho Chi Minh city by the Prime Minister in Decision No. 1547/QD-TTg. The paper will introduce an application of using numerical model MIKE21FM to evaluate effectiveness of bank protection works after the construction of the sluice on the Dong Nai Sai Gon river system.