

GIẢI PHÁP SỬ DỤNG VẬT LIỆU XI MĂNG ĐẤT LÀM KẾT CẤU BẢO VỆ TUYẾN ĐÊ BỒI NGUYỄN HUỆ, PHƯỜNG ĐÔNG TRIỀU, TỈNH QUẢNG NINH CHO PHÉP NƯỚC TRÀN QUA

Nguyễn Hữu Thành

Viện Kỹ thuật Công trình

Nguyễn Hữu Huệ, Thân Văn Văn

Trường Đại học Thủy lợi

Tóm tắt: Hệ thống đê điều trên địa bàn tỉnh Quảng Ninh hiện có 340,68 km chiều dài đê sông, đê cửa sông và đê biển; trong đó, nhiều tuyến đê không bảo đảm an toàn chống lũ, bão theo tiêu chuẩn thiết kế hiện hành. Để đảm bảo an toàn cho nhân dân, ổn định phát triển kinh tế - xã hội trước thiên tai, biến đổi khí hậu và nước biển dâng, UBND tỉnh Quảng Ninh đã ban hành Kế hoạch số 06/KH-UBND ngày 09/01/2026 về việc nâng cao năng lực và đảm bảo an toàn hệ thống đê điều trên địa bàn tỉnh giai đoạn 2026-2030. Theo kế hoạch số 06 thì các tuyến đê xung yếu sẽ được đầu tư nâng cấp theo lộ trình đã phê duyệt. Tuy nhiên, đối với một số tuyến đê bồi đắp hình như tuyến đê bồi Nguyễn Huệ, phường Đông Triều thì chưa có giải pháp đầu tư nâng cấp cụ thể để chủ động đưa nước vào trong bồi khi có lũ từ báo động II trở lên theo quy định hiện hành. Trong nội dung nghiên cứu này, bài báo sẽ trình bày giải pháp sử dụng vật liệu xi măng đất làm kết cấu bảo vệ đê bồi Nguyễn Huệ, cho phép nước tràn qua khi xảy ra lũ lớn.

Từ khoá: Đê điều Quảng Ninh; đê cho phép nước tràn qua; đê bồi Nguyễn Huệ, xi măng đất.

Summary: The dike system in Quảng Ninh Province currently has a total length of 340.68 km, including river dikes, estuarine dikes, and sea dikes. However, a considerable number of these sections fail to meet the required safety standards for flood and storm protection under current design regulations. To enhance the safety and resilience of the system, the People's Committee of Quang Ninh Province approved the Plan for Enhancing the Capacity and Ensuring the Safety of the Dike System and Drainage Works in Adaptation to Climate Change and Sea Level Rise for the period 2026-2030 (Plan No. 06/KH-UBND dated January 9, 2026). Under this plan, vulnerable dike sections will be upgraded according to an approved implementation roadmap. Nevertheless, some levees, such as the Nguyen Hue levee in Dong Trieu Ward, still lack appropriate technical solutions to safely allow water inflow into the protected area when flood levels reach Alarm Level II or higher. To address this issue, this study proposes the use of soil-cement for overtopping protection of the Nguyen Hue levee.

Keywords: Quang Ninh dike system; overtopping-resistant dike; levee; Nguyen Hue levee, soil-cement.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hệ thống đê điều trên địa bàn tỉnh Quảng Ninh hiện có 189 tuyến đê (15 tuyến đê sông, 13 tuyến đê cửa sông và 161 tuyến đê biển) với tổng chiều dài là 340,68 km; theo phân cấp kỹ

thuật có 33,67 km đê cấp III, 126,93 km đê cấp IV và 180,08 km đê cấp V. Các tuyến đê được phân bố rộng khắp trên địa bàn 31 xã/phường và 02 đặc khu (đặc khu Vân Đồn, đặc khu Cô Tô), làm nhiệm vụ bảo vệ cho diện tích 35.300 ha và khoảng 339.000 người.

Do được đầu tư xây dựng từ lâu nên nhiều tuyến đê đã bị xuống cấp, không bảo đảm an toàn chống lũ, bão theo tiêu chuẩn thiết kế mới

Ngày nhận bài: 22/02/2026

Ngày thông qua phản biện: 19/3/2026

Ngày duyệt đăng: 26/3/2026

và kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng đến năm 2050. Qua rà soát cho thấy [1]: có tới 48,30 km đê sông, đê cửa sông xung yếu, chiếm 14,2%, đã bị sự cô (mái, chân đê bị sạt trượt, thân đê bị thấm mạnh, đỉnh đê phải đắp bao tải đất để chống tràn) khi xảy ra mưa lũ lớn trên địa bàn tỉnh trong thời gian qua; khoảng 44,07 km đê (chiếm 12,9%) có nhiệm vụ bảo vệ các khu vực trọng yếu (khu đô thị, khu dân cư nông thôn tập trung, khu công nghiệp, cụm công nghiệp và các công trình kết cấu hạ tầng quan trọng) không đảm bảo chống lũ, bảo theo tiêu chuẩn hiện hành; và khoảng 27,04 km đê (chiếm 9,5%) có cao trình thấp, mái đê chưa ổn định, chưa đáp ứng được kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng đến năm 2050 cần hiện đại hóa, kiên cố hóa phục vụ đa mục tiêu.

Trước thực trạng nêu trên, để chủ động trong công tác phòng chống thiên tai, nâng cao mức an toàn chống lũ, bảo cho các tuyến đê, góp phần đảm bảo an toàn cho nhân dân, ổn định phát triển kinh tế - xã hội trước thiên tai, biến đổi khí hậu và nước biển dâng, Ủy ban nhân dân (UBND) tỉnh đã phê duyệt Kế hoạch số 06/KH-UBND ngày 09/01/2026 nâng cao năng lực và đảm bảo an toàn hệ thống đê điều, công trình tiêu thoát nước trên địa bàn tỉnh Quảng Ninh, thích ứng với biến đổi khí hậu và nước biển dâng, giai đoạn 2026-2030. Theo kế hoạch số 06 thì các tuyến đê xung yếu từ cấp V đến cấp III sẽ được đầu tư nâng cấp theo lộ trình đã phê duyệt, đảm bảo kết hợp hiệu quả nhiệm vụ phòng, chống thiên tai với phát triển kết cấu hạ tầng, kinh tế - xã hội. Tuy nhiên, đối với các tuyến đê bồi hiện chưa có giải pháp cụ thể để gia cố, bảo vệ đê cho phép nước tràn qua, diễn hình như tuyến đê bồi Nguyễn Huệ, phường Đông Triều. Theo quy định của Luật số 146/2025/QH15 của Quốc hội quy định “Không nâng cao các tuyến đê bồi hiện có, không xây dựng đê bồi mới và phải có giải pháp chủ động đưa nước vào trong bồi khi có lũ từ báo động II trở lên”. Hầu hết các tuyến đê bồi hiện nay đều chưa có giải pháp chống xói lở trong trường hợp nước tràn qua, giải pháp vẫn là trồng cỏ. Cỏ bảo vệ mái đê có chất

lượng không đồng đều, ít được chăm sóc, bảo vệ; đồng thời khả năng chống xói thấp nên khi có nước lũ tràn qua, đê thường bị xói lở rất nhanh và dẫn tới vỡ đê.

Sự kiện lũ lụt tháng 09/2024 do ảnh hưởng của cơn bão Yagi, tuyến đê bồi Nguyễn Huệ, phường Đông Triều có chiều dài khoảng 1,40 km đã bị nước lũ tràn qua gây sạt lở nghiêm trọng. Chính quyền địa phương đã phải huy động lực lượng tại chỗ đóng cừ tràm gia cố chân đê; đắp bao tải đất và trải bạt để chống xói mái đê mới có thể giữ cho tuyến đê không bị vỡ đột ngột.



Hình 1: Đê bồi Nguyễn Huệ bị sạt lở nghiêm trọng do lũ lụt tháng 09/2024

Giải pháp sử dụng vật liệu xi măng đất làm kết cấu bảo vệ đê bồi cho phép nước tràn qua được xem là phù hợp, đem lại hiệu quả về mặt kinh tế, kỹ thuật. Ưu điểm nổi bật của giải pháp này là tận dụng được đất tại chỗ, giảm chi phí vận chuyển vật liệu và giảm giá thành xây dựng, giảm nhu cầu sử dụng các loại vật liệu cao cấp khác như cát, sỏi, đá, bê tông,... [2], [3], [4]. Trong nội dung nghiên cứu này, tác giả sẽ nghiên cứu đề xuất giải pháp sử dụng vật liệu xi măng đất làm kết cấu bảo vệ tuyến đê bồi Nguyễn Huệ, phường Đông Triều, tỉnh Quảng Ninh, cho phép nước tràn qua.

2. GIỚI THIỆU VỀ VÙNG NGHIÊN CỨU

Vùng Đông Triều hiện có 15 tuyến đê sông với chiều dài là 46,63 km đê cấp IV, đê cấp V (trong đó, có 34,52 km đê cấp IV và 12,11 km đê cấp V) và 01 tuyến đê bồi là đê Nguyễn Huệ có chiều dài 1,40 km.

Tuyến đê bồi Nguyễn Huệ nằm trên địa bàn

[illegible]

3. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

- Phương pháp kế thừa: Nghiên cứu kế thừa một cách có chọn lọc các nghiên cứu đã có trước đây trong các bài báo, đề tài, dự án, nghiên cứu trong nước và ngoài nước có liên quan đến giải pháp bảo vệ đê bằng vật liệu xi măng đất cho phép nước tràn qua.



Theo kết quả nghiên cứu của tác giả Nguyễn Hữu Huệ và cộng sự [2], vật liệu xi măng đất cấu thành từ đất đê Hữu Bùi (*đê chống lũ rừng ngang từ phía tỉnh Phú Thọ (trước kia là tỉnh Hòa Bình) đổ về Hà Nội*) phối trộn với tro bay Cẩm Phả và xi măng Hoàng Thạch PCB 40 theo tỷ lệ: 90% hỗn hợp đất tro bay (80% đất + 20% tro bay) và 10% xi măng phù hợp làm kết cấu bảo vệ đê cho phép nước tràn qua với vận tốc dòng chảy cho phép là 6,15 m/s ($[V]=6,15$ m/s). Vật liệu xi măng đất được tạo thành từ đất chứa nhiều thành phần hạt thô sẽ tạo ra vật liệu có khả năng chống xói cao hơn so với đất có ít hạt thô hơn [3], [4]. Trên biểu đồ Hình 3, thành phần hạt đất đê bồi Nguyễn Huệ, phường Đông Triều có nhiều thành phần hạt thô hơn so với đê Hữu Bùi, thành phố Hà Nội; điều này cũng đồng nghĩa với việc vật liệu xi măng đất tạo thành từ đất đê bồi Nguyễn Huệ sẽ có khả năng chống xói cao hơn so với vật liệu xi măng đất tạo thành từ đất đê Hữu Bùi. Trong giới hạn điều kiện và phạm vi nghiên cứu, bài báo sẽ không đi chi tiết vào các thí nghiệm về xác định tỷ lệ phối trộn giữa đất đê bồi Nguyễn Huệ với tro bay Cẩm Phả và xi măng Hoàng Thạch PCB 40 mà xem như khả năng chống xói cho phép sẽ là $[V]=6,15$ m/s để tính toán thiết kế giải pháp sử dụng vật liệu xi măng đất làm kết cấu bảo vệ đê, cho phép nước tràn qua.

Theo quy định của Luật số 146/2025/QH15 của Quốc hội quy định *“không nâng cao các tuyến đê bồi hiện có, không xây dựng đê bồi mới và phải có giải pháp chủ động đưa nước vào trong bồi khi có lũ từ báo động II trở lên; đê sông phải có giải pháp để bảo đảm an toàn đê khi xảy ra lũ lịch sử”*. Sự kiện lũ lụt tháng 09/2024 do ảnh hưởng của cơn bão Yagi khiến cho đê bồi Nguyễn Huệ bị tràn là trận lũ lịch sử. Như vậy, để xác định được mực nước lũ lịch sử tại đê bồi Nguyễn Huệ xảy ra 09/2024, bài báo sẽ tiến hành xây dựng mô hình thủy lực hệ thống sông khu vực nghiên cứu để diễn toán lại trận lũ và xác định mực nước lũ lịch sử.



Hình 4: Phạm vi mô phỏng, tính toán mô hình thủy lực 1 chiều hệ thống sông vùng nghiên cứu

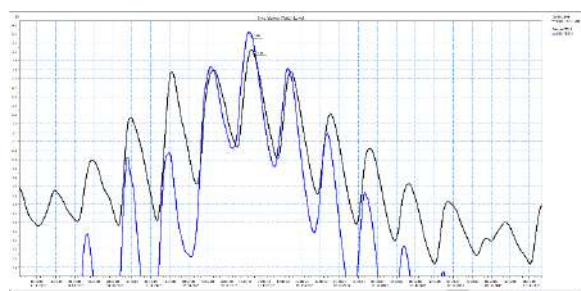
+ Xây dựng mô hình thủy lực 1 chiều trên toàn hệ thống lưu vực sông Hồng - Thái Bình, có cập nhật đầy đủ hệ thống sông (sông Đông Mai, sông Đạm Thủy, sông Cẩm, sông Kinh Thầy, sông Đá Vách, sông Đá Bạc) vùng Đông Triều, vùng Uông Bí, tỉnh Quảng Ninh được

đo đạc năm 2025 từ đề án “Nâng cao an toàn hệ thống đê điều trên địa bàn tỉnh Quảng Ninh, thích ứng với biến đổi khí hậu giai đoạn 2025-2030, tầm nhìn đến năm 2050” [1]. Trong đó, sông Đông Mai là sông chảy qua tuyến đê bồi Nguyễn Huệ.

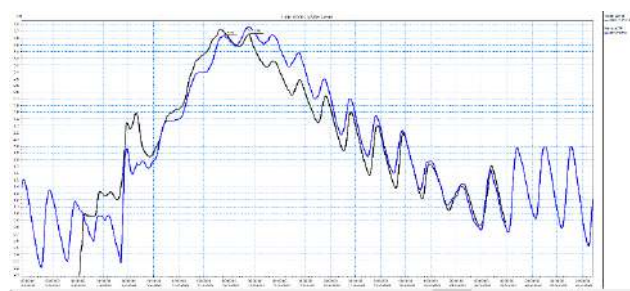
+ Mô hình thủy lực 1 chiều được hiệu chỉnh, kiểm định với 2 trận lũ lớn đã xảy ra gần đây là trận lũ tháng 10/2017 và trận lũ tháng 9/2024 (bão Yagi). Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình được đánh giá thông qua các chỉ tiêu về sai số NASH và đánh giá theo chênh lệch đỉnh lũ giữa giá trị tính toán và thực đo. Các kết quả đánh giá cho thấy mô hình đáp ứng tốt cho tính toán phục vụ tính toán mô phỏng dòng chảy lũ trên hệ thống sông vùng Đông Triều, vùng Uông Bí tỉnh Quảng Ninh nói chung và sông Đông Mai chảy qua tuyến đê bồi Nguyễn Huệ nói riêng.

Bảng 1: Kết quả hiệu chỉnh với trận lũ tháng 10/2017 và kiểm định với trận lũ tháng 9/2024 (bão Yagi)

TT	Trạm thủy văn Bến Triều	Sai số đỉnh lũ			Chỉ số NASH
		Thực đo (m)	Tính toán (m)	Sai số ΔH (m)	
1	Hiệu chỉnh	2,66	2,56	-0,10	0,76
2	Kiểm định	3,76	3,73	-0,03	0,99



Hình 5: Đường mực nước thực đo và tính toán trận lũ tháng 10/2017



Hình 6: Đường mực nước thực đo và tính toán trận lũ tháng 09/2024

- Phương pháp điều tra, khảo sát thực địa: Khảo sát hiện trường tuyến đê bồi Nguyễn Huệ để nắm bắt chi tiết hiện trạng, điều kiện địa hình, địa chất, thủy văn và các dạng hư hỏng khi xảy ra sự cố nước tràn qua, phục vụ đánh giá yêu cầu kỹ thuật của kết cấu bảo vệ.

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

4.1. Xác định cột nước tràn và vận tốc dòng chảy tràn thiết kế

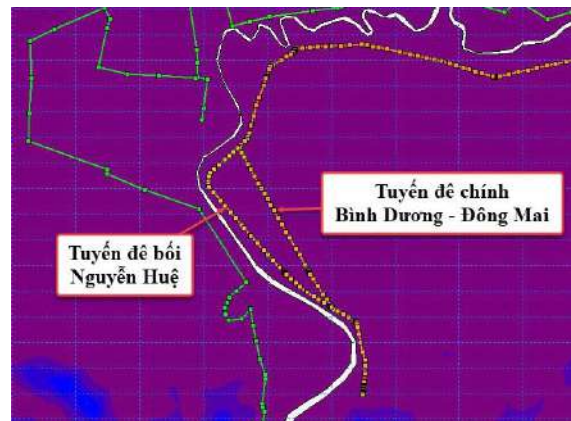
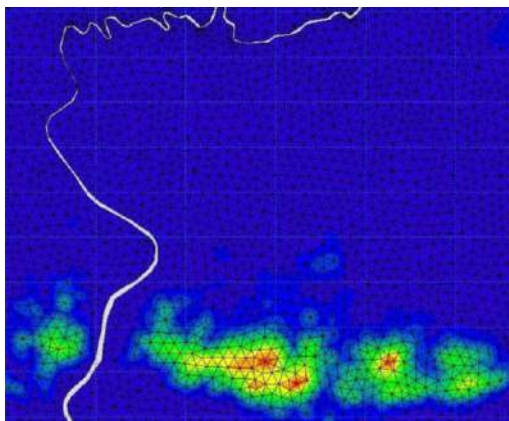
Trong quá trình tính toán giải pháp gia cố đê cho phép tràn, cao trình và phạm vi phân chiều

dài tuyến đê được lựa chọn để gia cố là hai thông số đầu vào quan trọng cần phải xác định vì sẽ liên quan chặt chẽ đến cột nước tràn thiết kế. Việc tính toán thường phải sử dụng các phần mềm tính toán thủy lực và thông thường sẽ ưu tiên sử dụng đồng thời cả mô hình 1 chiều (1D) và mô hình 2 chiều (2D) để diễn toán đầy đủ quá trình truyền lũ trong sông, lũ tràn từ sông qua đê vào vùng ngập. Việc tính toán bằng mô hình thủy lực cũng rất hữu ích để nghiên cứu hậu quả của việc tràn nước và xây dựng phương án sơ tán dân cư khi xảy ra tình huống khẩn cấp.

Đối với tuyến đê bồi Nguyễn Huệ, theo quy định hiện hành thì không được phép nâng cao trình đê. Vì vậy, cao trình đỉnh đê sẽ được giữ nguyên theo hiện trạng dao động từ +3,60 đến +4,00 m. Phạm vi phân chiều dài tuyến đê được lựa chọn để gia cố là toàn bộ tuyến dài 1,40 km. Việc đề xuất gia cố toàn bộ chiều dài tuyến nhằm đảm bảo khi xảy ra trận lũ lịch sử

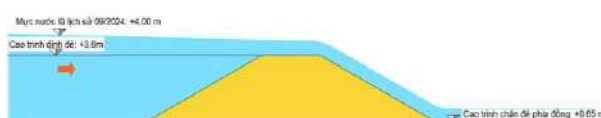
tương tự như trận lũ 9/2024 thì các yếu tố như mực nước lũ, phạm vi, mức độ ngập lụt, thời gian ngập,... sẽ tương đồng với kịch bản lũ lịch sử đã xảy ra sẽ giúp địa phương ứng phó kịp thời, hiệu quả, đặc biệt là phương án sơ tán dân.

Để xác định được mực nước lũ lịch sử tháng 09/2024 trên sông Đông Mai, tại tuyến đê bồi Nguyễn Huệ, tiến hành xây dựng mô hình Mike Flood chi tiết kết hợp mô hình 1D và 2D được thiết lập. Phạm vi của mô hình được thể hiện chi tiết như Hình 7. Dữ liệu về cao độ miền tính là cơ sở để mô hình mô phỏng các hướng chuyển động của dòng chảy cũng như các tương tác thủy lực của toàn bộ hệ thống, được khai thác từ cơ sở dữ liệu nền địa lý và bản đồ địa hình các tỷ lệ 1/2.000 (cập nhật theo quy hoạch chung thị xã Đông Triều, tỉnh Quảng Ninh đến năm 2040 [5]), 1/5.000 và 1/10.000 bao gồm đường đồng mức và điểm độ cao.



Hình 7: Mô hình thủy lực Mike Flood chi tiết cho khu vực nghiên cứu

- Cột nước tràn thiết kế:



Hình 8: Cột nước tràn qua đê bồi Nguyễn Huệ ứng với trận lũ lịch sử 9/2024

Kết quả tính toán cho thấy mực nước lũ lớn nhất tháng 9/2024 trên sông Đông Mai phía trước tuyến đê bồi Nguyễn Huệ là +4,00 m. Với cao trình đê hiện trạng (đoạn có cao trình

thấp nhất) là +3,60 m thì cột nước tràn thiết kế tương ứng sẽ là: 0,40 m.

- Vận tốc dòng chảy thiết kế:

Từ kết quả tính toán về mối tương quan giữa vận tốc dòng chảy lớn nhất tại chân đê ứng với cột nước tràn và hệ số mái đê phía đồng khi sử dụng vật liệu xi măng đất gia cố đê của tác giả Nguyễn Hữu Huệ và cộng sự [2], tuyến đê bồi Nguyễn Huệ có chiều cao trung bình là 3,00 m, cột nước tràn là 0,4 m; hệ số mái đê phía đồng $m=2$, vận tốc dòng chảy lớn nhất tại chân

đề tương ứng là $6,03 \text{ m/s} < [V] = 6,15 \text{ m/s}$. Như vậy với giải pháp sử dụng vật liệu xi măng đất để gia cố đề bồi Nguyễn Huệ với hệ số mái đề phía đồng $m=2$ hoàn toàn đáp ứng được yêu cầu về vận tốc dòng chảy lớn nhất cho phép.

4.2. Mặt cắt ngang thiết kế điển hình tuyến đề bồi Nguyễn Huệ

1- Đối với phần đỉnh đề

Phần đỉnh đề được thiết kế để thực hiện hai chức năng quan trọng, đó là: ngăn chặn sự xâm nhập của nước (*nước có thể xâm nhập bên dưới mặt đề do thấm, từ đó phá hủy công trình*), và đóng vai trò là một kết cấu neo giữ liên tục để chống lại lực kéo phát sinh do dòng chảy tràn tạo ra. Tuyến đề bồi Nguyễn Huệ do không có chức năng kết hợp làm đường giao thông nên mặt đề sẽ sử dụng vật liệu xi măng đất để gia cố, chống xói khi nước tràn qua. Đỉnh đề bố trí rãnh khóa bằng xi măng đất để neo giữ, tăng độ ổn định cho lớp bảo vệ.

2- Đối với phần mái đề phía đồng

Phần mái đề là phần tiếp giáp với phần đỉnh đề và phần chân đề nên khi thiết kế phải đảm bảo dòng chảy tràn được phân bố đều và đồng nhất, tránh độ dốc không liên tục. Các vấn đề cần xem xét khi thiết kế lớp gia cố mái đề đó là: hệ số mái, hình thức kết cấu lớp gia cố, độ ổn định công trình trong quá trình làm việc và yêu cầu thoát nước do dòng thấm trong thân đề.

- Hệ số mái đề phía đồng: hệ số mái đề phía đồng được lựa chọn $m=2$, vận tốc dòng chảy lớn nhất tại chân đề là $6,03 \text{ m/s} < [V] = 6,15 \text{ m/s}$ hoàn toàn đáp ứng yêu cầu về vận tốc dòng chảy lớn nhất cho phép.

- Hình thức kết cấu lớp gia cố: lớp xi măng đất gia cố mái đề có thể lựa chọn theo hình thức kết cấu dạng bậc thang hoặc dạng phẳng áp mái. Dạng phẳng áp mái thường được sử dụng khi hệ số mái $m \geq 2,5$ [3]. Đối với tuyến đề bồi Nguyễn Huệ, hệ số mái phía đồng $m=2$ nên hình thức kết cấu lớp gia cố được lựa chọn là dạng bậc thang.

- Kích thước lớp gia cố: hình thức kết cấu lớp gia cố là dạng bậc thang nên khi thi công xi

măng đất thường được đổ thành các lớp ngang, mỗi lớp có chiều dày trung bình là 30cm (*2 lớp đầm, mỗi lớp đầm dày 15 cm*); chiều rộng bằng chiều rộng của các thiết bị đổ vật liệu, bao gồm xe tải tự đổ, máy rải và máy đầm nén [3]. Đối với tuyến đề bồi Nguyễn Huệ, chiều rộng mỗi lớp đổ được chọn là 2,40 m để phù hợp với chiều rộng của các thiết bị thi công.

- Giải pháp tiêu thoát nước trong thân đề: Có ba giải pháp để giảm áp lực đẩy nổi, ngăn ngừa các hư hại có thể xảy ra đối với lớp kết cấu xi măng đất [3]. Giải pháp đầu tiên là thiết kế một tường chống thấm đủ sâu ở phía thượng lưu để kéo đường bão hòa thấm trong thân đề xuống sát chân đề phía đồng. Giải pháp tiếp theo là lựa chọn chiều dày lớp xi măng đất đủ lớn để trọng lượng có thể thắng được áp lực đẩy nổi. Giải pháp cuối cùng là bố trí hệ thống thoát nước xuyên qua hoặc đi bên dưới lớp xi măng đất để triệt tiêu áp lực đẩy nổi. Đối với tuyến đề bồi Nguyễn Huệ, đề xuất bố trí các lỗ tiêu thoát nước dọc theo chiều dài mái hạ lưu đề. Tại các vị trí lỗ thoát nước bố trí các lớp lọc ngược.

3- Đối với phần chân đề

Phần chân đề là phần kết thúc của kết cấu bảo vệ mái đề nên đây là hạng mục rất quan trọng. Việc lựa chọn giải pháp kết cấu để kết thúc mái đề sẽ phụ thuộc phần lớn vào điều kiện của thiết kế mực nước hạ lưu.

- Đối với các tuyến đề được xác định là hiếm khi xảy ra hiện tượng nước tràn qua đỉnh đề thì có thể cho phép thiết kế phần chân của kết cấu sâu hơn chiều sâu hố xói lớn nhất với điều kiện mái đề đảm bảo ổn định chống trượt kể cả khi xuất hiện hố xói.

- Đối với các tuyến đề được xác định là thường xuyên bị tràn thì nên kết thúc kết cấu bảo vệ bằng cách kéo dài kết cấu bảo vệ thêm một đoạn hoặc làm một bể tiêu năng để tạo ra một bước nhảy thủy lực ổn định.

Tuyến đề bồi Nguyễn Huệ được xác định là hiếm khi xảy ra hiện tượng nước tràn qua đỉnh đề nên giải pháp thiết kế lựa chọn là kết thúc phần chân công trình ở vị trí sâu hơn hố xói

lớn nhất; đồng thời đảm bảo điều kiện đề ổn định ngay cả khi xuất hiện hồ xói.

Cơ chế gây ra hồ xói của dòng chảy đi qua đập tràn cũng tương tự như cơ chế gây xói chân đê khi nước tràn qua đỉnh đê. Do đó, việc tính toán chiều sâu hồ xói tại chân đê phía đồng khi nước tràn đỉnh hoàn toàn có thể áp dụng công thức tính toán chiều sâu hồ xói lớn nhất đối với đập tràn. Chiều sâu hồ xói lớn nhất phụ thuộc vào điều kiện dòng chảy, hình dạng công trình, thành phần hạt đất ở chân đê. Hiện nay có nhiều phương pháp tính toán chiều sâu hồ xói, một trong các phương pháp được sử dụng phổ biến là của tác giả Marion và cộng sự (2006) [6] bởi phù hợp với nhiều điều kiện dòng chảy và xem xét tới kích thước hạt của đất ở chân đê.

Chiều sâu hồ xói được xác định theo công thức sau [6]:

$$\frac{d_s}{H_s} = 3,0 \left(\frac{\alpha_1}{H_s} \right)^{0,60} SI^{-0,19} \left(1 - e^{-0,25 \frac{L}{H_s}} \right)^{0,60} \quad (1)$$

Trong đó:

- d_s : chiều sâu hồ xói lớn nhất (m);

$$c = \frac{h}{H} \sqrt{\frac{h}{3 \cdot H - 2h}} = \frac{0,4}{0,42} \sqrt{\frac{0,4}{3 \cdot 0,42 - 2 \cdot 0,4}} = 0,88 \quad (4)$$

Khi đó, lưu lượng đơn vị sẽ là: $q = 0,385 \cdot 0,88 \sqrt{2 \cdot 9,81} (0,42)^{3/2} = 0,41 \text{ (m}^3/\text{s/m)}$.

Công thức (2) tính toán năng lượng đơn vị được viết thành:

$$H_s = 1,5(q^2 / g)^{1/3} = 1,5 \cdot \left(\frac{(0,41)^2}{9,81} \right)^{1/3} = 0,387$$

- SI: chỉ số thành phần hạt đất, được xác định bằng công thức:

$$SI = \frac{1}{2} \left(\frac{d_{84}}{d_{50}} + \frac{d_{50}}{d_{16}} \right) \quad (5)$$

Đối với tuyến đê Nguyễn Huệ, đất đắp đê được lấy từ các khu vực xung quanh nên thành phần hạt đất tại chân đê được lấy tương tự như

- H_s : năng lượng đơn vị tại mặt cắt, được xác định theo công thức:

$$H_s = 1,5(q^2 / g)^{1/3} \quad (2)$$

- q : lưu lượng đơn vị ($\text{m}^3/\text{s/m}$). Các đoạn đê cho phép nước tràn qua sẽ làm việc giống như một đập tràn bên. Khi dòng chảy là dòng chảy tự do thì lưu lượng đơn vị (q) được xác định theo công thức sau [7]:

$$q = \mu \cdot c \sqrt{2g} H^{3/2} \quad (3)$$

- μ : hệ số lưu lượng phụ thuộc vào hình thức của đỉnh đê; giá trị μ dao động từ 0,33 đến 0,50. Chọn $\mu = 0,385$.

- H : tổng cột nước, bằng tổng cột nước tràn ($h=0,40 \text{ m}$) và cột nước tới gần $\frac{V_0^2}{2g}$ ở đỉnh đê

(m). Theo kết quả tính toán thủy lực (Mike 21) thì vận tốc dòng chảy tới gần đạt $V_0 = 0,65 \text{ m/s}$, khi đó tổng cột nước $H = 0,4 + \frac{(0,65)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,42 \text{ (m)}$;

- c : hệ số hiệu chỉnh, được xác định bằng công thức:

đất đắp đê (Hình 3). Khi đó, công thức (5) tính SI được viết thành:

$$SI = \frac{1}{2} \left(\frac{d_{84}}{d_{50}} + \frac{d_{50}}{d_{16}} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{0,105}{0,03} + \frac{0,03}{0,005} \right) = 4,70$$

- α_1 : bước thay đổi hình thái địa hình sau chân đê, được xác định bằng công thức:

$$\alpha_1 = (S_0 - S_{eq}) \cdot L \quad (6)$$

- L: khoảng cách giữa 2 công trình, chọn $L = 250$ m;

- S_0 : độ dốc địa hình đất ở sau chân đê lúc ban đầu, chọn $S_0=0,002$.

- S_{eq} : độ dốc địa hình đất ở sau chân đê khi xói, chọn $S_{eq}=0,001$.

Khi đó, công thức (6) tính α_1 được viết thành:

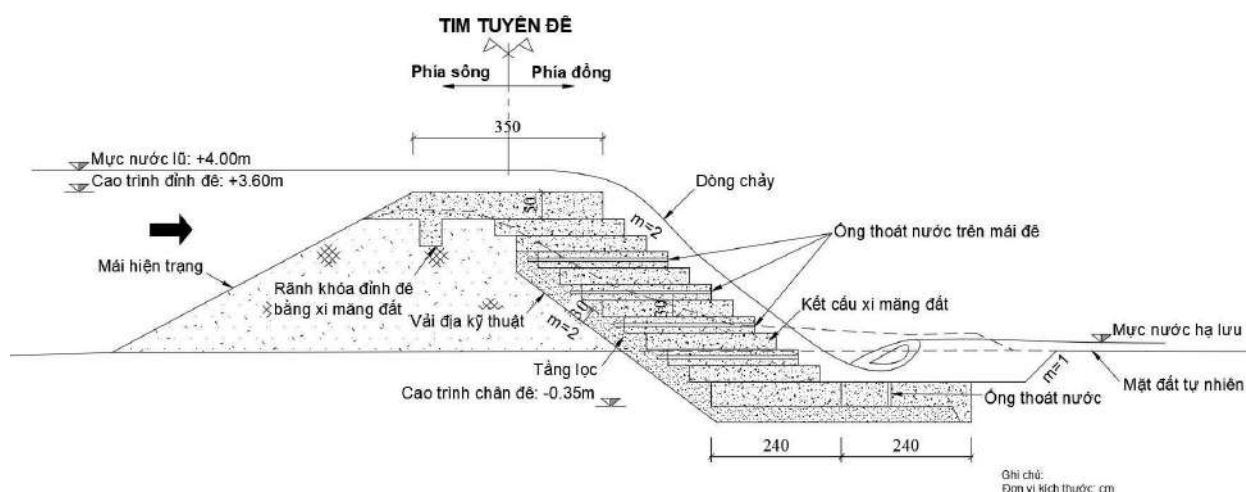
$$\alpha_1 = (S_0 - S_{eq}) \cdot L = (0,002 - 0,001) \cdot 250 = 0,25$$

Với tất cả các biến đã được xác định ở trên,

công thức (1) tính toán chiều sâu hố xói d_s được viết thành:

$$\frac{d_s}{0,387} = 3,0 \left(\frac{0,25}{0,387} \right)^{0,60} (4,7)^{-0,19} \left(1 - e^{-\frac{0,25 \cdot 250}{0,387}} \right)^{0,60}$$

Kết quả tính toán xác định được chiều sâu hố xói lớn nhất: $d_s = 0,67$ m. Lựa chọn chiều sâu phần chân công trình chôn sâu xuống mặt đất tự nhiên là 1,0 m.



Hình 9: Mặt cắt ngang thiết kế điển hình đê bồi Nguyễn Huệ sử dụng vật liệu xi măng đất làm lớp kết cấu bảo vệ cho phép nước tràn qua

4.3. Kiểm tra ổn định của công trình theo giải pháp đề xuất

- Trường hợp tính toán: đê làm việc trong điều kiện nước lũ tràn qua, chịu tải trọng đặc biệt. Mực nước lũ là +4,00m, vượt cao trình đỉnh đê +3,60m.

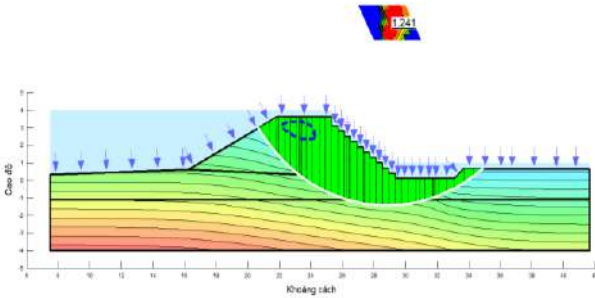
- Hệ số an toàn ổn định công trình: Hệ số an toàn ổn định chống trượt K của đê bồi (đê cấp V) không được nhỏ hơn hệ số ổn định yêu cầu là 1,05 (Tiêu chuẩn TCVN 9902:2025).

Bảng 2: Chỉ tiêu cơ lý của các lớp đất thân và nền đê

STT	Lớp đất	γ (g/cm ³)	ϕ (độ)	C (KG/cm ²)	K (cm/s)
1	Lớp đất đắp đê	1,89	17°57'	0,203	2,81.10 ⁻⁵
2	Lớp 1	1,80	6°41'	0,087	2,89.10 ⁻⁵
3	Lớp 2	1,67	4°25'	0,066	3,25.10 ⁻⁵
4	Tầng lọc	1,2	10	0,15	1.10 ⁻⁴

Sử dụng module SEEP/W và SLOPE/W trong bộ phần mềm Geostudio bản 2023 của Canada để tính toán ổn định công trình. Kết quả tính

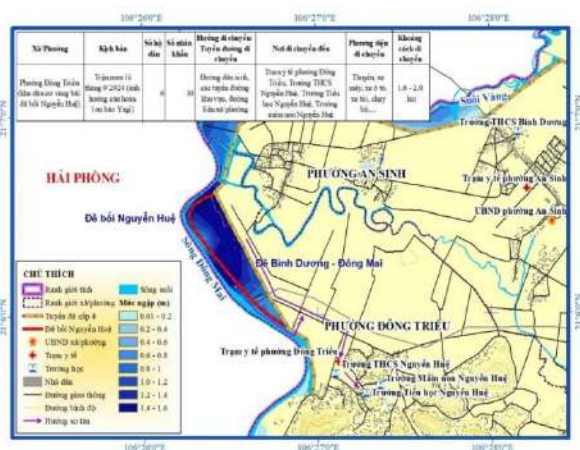
toán cho kết quả hệ số ổn định của đê $K_{min} = 1,241 > 1,05$. Tuyến đê đảm bảo ổn định với giải pháp thiết kế khi nước tràn qua.



Hình 10: Kết quả tính toán ổn định tuyến đề bồi Nguyễn Huệ theo giải pháp đề xuất

4.4. Kế hoạch ứng phó khẩn cấp khi nước lũ tràn qua đê

Song song với giải pháp kỹ thuật gia cố đê đảm bảo an toàn, cần thiết phải xây dựng kế hoạch ứng phó khẩn cấp khi nước lũ tràn qua. Kế hoạch ứng phó khẩn cấp là bản kế hoạch khung làm cơ sở cho cơ quan phòng chống lụt bão địa phương chỉ đạo các cấp chính quyền, các cơ quan đơn vị liên quan và nhân dân ở khu vực bị ảnh hưởng thực hiện công tác chuẩn bị sẵn sàng về các mặt tổ chức, lực lượng, phương tiện, cơ sở vật chất và biện pháp tiến hành nhằm: chuẩn bị sẵn sàng để phát hiện, ứng phó với tình huống khẩn cấp khi nước lũ tràn qua đê; thực hiện các hành động kịp thời để sơ tán người dân đến nơi an toàn.



Hình 11: Bản đồ phương án sơ tán dân cho vùng phía trong đê bồi Nguyễn Huệ

Kế hoạch ứng phó tập trung vào các yếu tố: tổng diện tích bị ngập của khu vực, số lượng dân cư cần phải sơ tán, mạng lưới giao thông được sử dụng để làm đường di chuyển và một thông tin quan trọng khác là thời gian cần thiết để đưa tất cả dân cư đến nơi an toàn sau khi cảnh báo được đưa ra.

Trong nội dung nghiên cứu này, từ kết quả tính toán bằng mô hình thủy lực 2D đã xây dựng được bản đồ sơ tán dân cho vùng trong đê bồi Nguyễn Huệ. Kết quả tính toán cho thấy toàn bộ phạm vi trong đê bồi Nguyễn Huệ bị ngập sâu từ 0,5m đến 2,0m. Do đó, toàn bộ các công trình, dân cư sinh sống tại khu vực này đều bị ảnh hưởng, cần phải sơ tán đến nơi an toàn. Số hộ dân sinh sống trong khu vực này là 06 hộ, được bố trí sơ tán tới các trụ sở cơ quan hành chính, trường học, trạm y tế trên địa bàn.

5. KẾT LUẬN

Trong nội dung nghiên cứu này, báo cáo đã trình bày sơ lược về hiện trạng đê điều trên địa bàn tỉnh Quảng Ninh, hiện trạng đê điều vùng Đông Triều và hiện trạng tuyến đê bồi Nguyễn Huệ. Thông qua đánh giá về vai trò, chức năng, nhiệm vụ của tuyến đê bồi, bài báo đã đề xuất giải pháp sử dụng vật liệu xi măng đất làm kết cấu bảo vệ đê cho phép nước tràn qua. Các chi tiết cho kết cấu phân đỉnh, mái và chân đê đã được xem xét, tính toán và đưa ra được mặt cắt ngang thiết kế điển hình cho tuyến đê bồi Nguyễn Huệ.

Song song với giải pháp kỹ thuật gia cố đê đảm bảo an toàn, cần thiết phải xây dựng kế hoạch ứng phó khẩn cấp khi nước lũ tràn qua. Bài báo cũng đã xây dựng bản đồ phương án sơ tán dân khi nước lũ tràn qua đê bồi Nguyễn Huệ để chính quyền địa phương chủ động phương án ứng phó kịp thời và hiệu quả.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Hữu Huê và nnk. (2025). *Báo cáo tổng hợp kết quả Đề án nâng cao an toàn hệ thống đê điều trên địa bàn tỉnh Quảng Ninh, thích ứng với biến đổi khí hậu, giai đoạn 2025-2030, tầm nhìn đến năm 2050*. Viện Kỹ thuật Công trình. Hà Nội.
- [2] Huu-Thanh Nguyen, Huu-Hue Nguyen, Thi-Thu-Huong Nguyen, Quoc-Hung Vu. (2025). *Experimental Study on Fly Ash-Cemented Soil for River Levee Overtopping Protection*. Geotechnical and Geological Engineering, vol. 43, no. 109.
- [3] Dennis L. Richards, Hans R. Hadley. (2006). *Soil-Cement Guide for Water Resources Applications*. USA: Portland Cement Association.
- [4] Korey J. Kadrmas, Robert J. Huzjak. (2016). *Soil-Cement for High-Velocity Spillway Flow Applications*. Proceedings of the 2nd International Seminar on Dam Protection Against Overtopping, Ft. Collins, Colorado, USA.
- [5] Ủy ban nhân dân Thị xã Đông Triều. (2022). *Nhiệm vụ: Điều chỉnh quy hoạch chung thị xã Đông Triều, tỉnh Quảng Ninh*. Quảng Ninh.
- [6] Marion, A., Tregnaghi, M., Tait, S. (2006). *Sediment supply and local scouring at bed sills in high-gradient streams*. Water Resources Research, 42, W06416.
- [7] G. Degoutte, R. Tourment. (2021). *Spillways on River Levees*. Versailles, Ed. Quæ: Éditions Quæ.
- [8] Quốc hội nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam khóa XV. (2025). *Luật số 146/2025/QH15 của Quốc hội: Luật sửa đổi, bổ sung một số điều của 15 luật trong lĩnh vực nông nghiệp và môi trường*. Hà Nội.