

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ NÔNG NGHIỆP
VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN

VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI VIỆT NAM

TÔ VĨNH CƯỜNG

**NGHIÊN CỨU TÁC ĐỘNG
CỦA BỐ TRÍ KHÔNG GIAN HỆ THỐNG MỎ HÀN ĐẾN
ĐOẠN SÔNG VÙNG ẢNH HƯỞNG TRIỀU**

Ngành:

KỸ THUẬT XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH THỦY

Mã số:

9 58 02 02

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

HÀ NỘI - 2022

Công trình được hoàn thành tại **Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam**

Người hướng dẫn khoa học 1: PGS.TS. Nguyễn Thanh Hùng

Người hướng dẫn khoa học 2: GS.TS. Vũ Thanh Te

Phản biện 1: PGS. TS. Trần Ngọc Anh – Trường Đại học Khoa học tự nhiên

Phản biện 2: PGS. TS. Nguyễn Việt Thanh – Trường Đại học Giao thông vận tải

Phản biện 3: PGS. TS. Lê Hải Trung – Trường Đại học Thủy lợi

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án cấp Viện
hợp tại: Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam (VAWR)
vào hồi.....giờ.....ngày.....tháng.....năm 2023

Có thể tìm hiểu luận án tại:

- Thư viện Quốc gia;
- Thư viện Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.

MỞ ĐẦU

1. TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI

Vùng cửa sông ven biển là vùng đất bằng phẳng, dân cư đông đúc, giao thông thủy – bộ tập nập, là cửa ngõ giao lưu đối ngoại quan trọng. Vì vậy, chỉnh trị và khai thác vùng cửa sông có ý nghĩa quan trọng, được quan tâm ngày càng lớn trong hoạt động khoa học và công nghệ.

Tại Việt Nam, hệ thống mỏ hàn (MH) được sử dụng phổ biến trong công trình chỉnh trị sông vùng không ảnh hưởng triều. Tuy nhiên, trên sông ảnh hưởng triều việc ứng dụng hệ thống mỏ hàn vẫn còn khá khiêm tốn, nguyên nhân chủ yếu do thiếu cơ sở lý luận, thiếu các tiêu chuẩn, hướng dẫn kỹ thuật công trình chỉnh trị dạng mỏ hàn, dẫn đến khi quy hoạch hay thiết kế công trình mỏ hàn ở sông vùng ảnh hưởng triều gặp rất nhiều khó khăn.

Một ví dụ điển hình về khó khăn khi áp dụng thực tiễn hệ thống mỏ hàn trên sông vùng ảnh hưởng triều, có thể nhắc đến dự án “Xây dựng công trình chỉnh trị luồng sông Cấm” mặc dù quy mô và khối lượng công trình của dự án không lớn, nhưng do thiếu cơ sở khoa học và kinh nghiệm chỉnh trị trên sông ảnh hưởng triều nên Chủ đầu tư (Bộ GTVT) đã phải quyết định triển khai xây dựng theo 03 bước trong thời gian dài 06 năm (1991-1996) mới đạt mục tiêu chỉnh trị. Điều này nói lên, công trình mỏ hàn còn gặp nhiều khó khăn khi áp dụng thực tiễn trên sông vùng ảnh hưởng triều ở nước ta.

Đó chính là lý do nghiên cứu sinh lựa chọn đề tài luận án: **“Nghiên cứu tác động của bố trí không gian hệ thống mỏ hàn đến đoạn sông vùng ảnh hưởng triều”**.

2. MỤC TIÊU CỦA LUẬN ÁN

- Làm rõ được cấu trúc dòng chảy và biến động lòng dẫn khi bố trí mỏ hàn chỉnh trị trong điều kiện có sự tương tác của dòng chảy thuận nghịch ở đoạn sông vùng ảnh hưởng triều.
- Đề xuất được bố trí không gian hệ thống mỏ hàn chỉnh trị phù hợp cho đoạn sông vùng ảnh hưởng triều, nhằm hạn chế bồi lấp và gia tăng hiệu quả xói sâu lòng dẫn, phục vụ giao thông thủy.

3. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU

3.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của luận án là cấu trúc dòng chảy và biến động lòng dẫn khu vực lân cận hệ thống mỏ hàn chỉnh trị ở sông vùng ảnh hưởng triều.

3.2. Phạm vi nghiên cứu

- Luận án nghiên cứu ảnh hưởng của hệ thống mỏ hàn chỉnh trị ở sông vùng ảnh hưởng triều, chế độ nhật triều với hình dạng triều đều, không đề cập đến tác động của hình dạng triều ngẫu nhiên.
- Luận án không xét đến ảnh hưởng của sóng mà chỉ đề cập đến dòng chảy ảnh hưởng triều có hướng thuận nghịch.
- Hệ thống mỏ hàn nghiên cứu bao gồm 05 mỏ hàn, bố trí ở đoạn sông có lòng dẫn thẳng phía trong cửa sông. Các mỏ hàn có kết cấu đặc, hoạt động ở trạng thái chảy không ngập với mục đích hạn chế bồi lấp và gia tăng xói sâu lòng dẫn.

4. CÁCH TIẾP CẬN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Để giải quyết mục tiêu và nhiệm vụ đã nêu ở trên, luận án đã sử dụng các phương pháp nghiên cứu như sau: phương pháp nghiên cứu tổng quan; phương pháp mô hình toán; phương pháp chuyên gia.

5. Ý NGHĨA KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN CỦA LUẬN ÁN

5.1. Ý nghĩa khoa học

Ý nghĩa khoa học của luận án là đã làm sáng tỏ cấu trúc dòng chảy lân cận mỏ hàn và hệ thống mỏ hàn trên sông vùng ảnh hưởng triều, từ đó đưa ra các đề xuất mang tính khoa học về bố trí không gian hệ thống mỏ hàn phù hợp, tăng hiệu quả chỉnh trị của hệ thống mỏ hàn trên đoạn sông vùng ảnh hưởng triều.

5.2. Ý nghĩa thực tiễn

Thực tế khai thác các luồng lạch hiện nay đang gặp rất nhiều hạn chế về độ sâu do hiện tượng sa bồi. Vì vậy, việc lựa chọn giải pháp bố trí hệ thống mỏ hàn nhằm mục tiêu chống bồi lắng duy trì chiều sâu lòng dẫn, tiết kiệm chi phí nạo vét duy tu hàng năm là giải pháp có tính khả thi cao, phù hợp với điều kiện kinh tế hiện nay của nước ta. Kết quả nghiên cứu của luận án có thể tham khảo trong thiết kế hệ thống mỏ hàn chống bồi lắng lòng dẫn, phục vụ giao thông thủy trên các đoạn sông vùng ảnh hưởng triều.

6. NHỮNG ĐÓNG GÓP MỚI CỦA LUẬN ÁN

- (1) Mô tả chi tiết được cấu trúc dòng chảy (đường mặt nước, vận tốc dòng chảy, ứng suất tiếp đáy và cường độ rối) và cơ chế tương tác giữa dòng chảy với công trình mỏ hàn đơn trong đoạn sông vùng ảnh hưởng triều có dòng chảy thuận nghịch.
- (2) Luận án đã đề xuất được giải pháp bố trí không gian hệ thống mỏ hàn lõm LOM với các mỏ hàn có chiều dài không bằng nhau đã tạo ra tác dụng xói sâu lòng dẫn, duy trì giao thông thủy.

7. CẤU TRÚC VÀ NỘI DUNG CỦA LUẬN ÁN

Ngoài phần mở đầu và kết luận, luận án được trình bày 04 chương:

Chương 1: Tổng quan tình hình nghiên cứu về công trình mỏ hàn.

Chương 2: Cơ sở khoa học và phương pháp nghiên cứu.

Chương 3: Kết quả nghiên cứu về đặc tính thủy lực và hiệu quả của hệ thống mỏ hàn trong chính trị đoạn sông vùng ảnh hưởng triều.

Chương 4: Ứng dụng kết quả nghiên cứu vào công trình thực tế.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU VỀ CÔNG TRÌNH MỎ HÀN – ĐỊNH HƯỚNG CÁC VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU CỦA LUẬN ÁN

1.1. GIỚI THIỆU CHUNG

1.1.1. Khái niệm vùng sông ảnh hưởng triều

Vùng sông ảnh hưởng triều là đoạn sông có cửa thông ra biển chịu ảnh hưởng mạnh của thủy triều, xuất hiện dòng chảy ra vào theo 2 hướng thuận nghịch một cách có chu kỳ: lúc triều dâng, dòng chảy đi ngược về thượng lưu sông; lúc triều hạ, dòng chảy từ sông đổ ra biển.

1.1.2. Dòng chảy, diễn biến lòng sông vùng ảnh hưởng triều

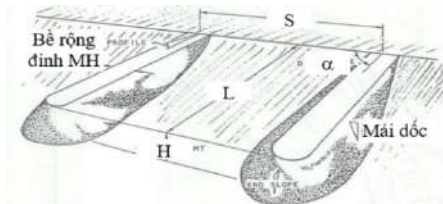
Dòng chảy trong sông vùng ảnh hưởng triều thuộc loại dòng chảy thuận nghịch, có tính chu kỳ. Quá trình thay đổi mực nước và lưu tốc thể hiện qua 4 giai đoạn dòng triều: (a) Dòng nước chảy xuôi lúc triều dâng; (b) Dòng nước chảy ngược lúc triều dâng; (c) Dòng nước chảy ngược lúc triều rút; (d) Dòng nước chảy xuôi lúc triều rút.

1.1.3. Phân loại công trình mỏ hàn

Công trình mỏ hàn có thể phân loại như sau: (a) Theo tính thấm; (b) Theo mức độ ngập nước; (c) Theo góc lệch so với phương dòng chảy; (d) Theo hình dạng công trình.

1.1.4. Các tham số bố trí không gian hệ thống mỏ hàn

Bố trí hệ thống mỏ hàn có liên quan đến các tham số như: chiều dài mỏ hàn, khoảng cách giữa các mỏ hàn, góc xiên giữa mỏ hàn và dòng chảy (Hình 1.4).



Hình 1.4: Sơ họa bố trí hệ thống mỏ hàn.

1.2. TỔNG QUAN CÁC NGHIÊN CỨU TRÊN THẾ GIỚI VỀ CÔNG TRÌNH MỎ HÀN

1.2.1. Các nghiên cứu về mỏ hàn trên sông, dòng đơn hướng

Trên thế giới đã có rất nhiều nghiên cứu về hiệu quả chỉnh trị của hệ thống mỏ hàn, xu hướng gần đây chuyển sang mục tiêu chỉnh trị tổng hợp nhằm phát huy công năng của dạng công trình này. Tác giả Zhang và nnk đã kết hợp mỏ hàn cọc và mỏ hàn đặc trong một liên kết mỏ hàn. Các nghiên cứu tiếp theo về hệ thống mỏ hàn kết hợp của Mohammed Alauddin và nnk trong phòng thí nghiệm để quan sát chế độ thủy động lực dòng chảy. Kết quả, mỏ hàn kết hợp có tác dụng làm giảm dòng nước vật, giảm xói cục bộ và gây bồi gần bờ tốt hơn so với mỏ hàn đặc truyền thống. Nhìn chung các kết quả nghiên cứu trên thế giới về hệ thống mỏ hàn trên sông dòng chảy đơn hướng đã đạt được nhiều thành tựu

đáng kể.

1.2.2. Các nghiên cứu về mỏ hàn trên sông vùng ảnh hưởng triều, dòng chảy thuận nghịch

Có thể nói, các nghiên cứu trước đây trên thế giới chủ yếu tập trung nghiên cứu về hệ thống mỏ hàn trên sông có dòng đơn hướng, nhưng còn rất hạn chế các nghiên cứu về hệ thống mỏ hàn trên sông vùng ảnh hưởng triều có dòng chảy thuận nghịch. Các nghiên cứu bước đầu đề cập đến tác động dòng triều thuận nghịch có sự khác biệt với dòng đơn hướng về vấn đề xói cục bộ đầu mũi mỏ hàn đơn mà hầu như chưa có các nghiên cứu đề cập đến cấu trúc dòng chảy thuận nghịch và chiều sâu xói lòng dẫn xung quanh hệ thống mỏ hàn.

1.3. TỔNG QUAN CÁC NGHIÊN CỨU Ở VIỆT NAM VỀ CÔNG TRÌNH MỎ HÀN

1.3.1. Các nghiên cứu về mỏ hàn trên sông, dòng đơn hướng

Hệ thống mỏ hàn được ứng dụng trên các sông Việt Nam khá sớm, từ những năm đầu thập kỷ 70 của thế kỷ 20. Những nghiên cứu trong lĩnh vực này có thể kể đến các công trình nghiên cứu của Hoàng Hữu Văn, Nguyễn Ngọc Cẩn, Lương Phương Hậu, Trần Xuân Thái, Trịnh Việt An, Trần Đình Hợi, Lê Mạnh Hùng, Đinh Cộng Sản, Nguyễn Ngọc Quỳnh, Nguyễn Văn Phúc, Nguyễn Bá Quý, Trần Văn Sung, Nguyễn Đăng Giáp, Nguyễn Kiên Quyết, Phạm Thành Nam, Nguyễn Thanh Hùng.v.v...

Các nghiên cứu trong nước đạt những thành tựu nổi bật, thể hiện qua các nghiên cứu chuyên sâu về công trình mỏ hàn của luận

án tiến sĩ Nguyễn Đăng Giáp, Nguyễn Kiên Quyết, Phạm Thành Nam. Tuy nhiên, các nghiên cứu đều thực hiện trên sông với dòng đơn hướng, bố trí hệ thống mỏ hàn có tham số chiều dài mỏ hàn bằng nhau mà chưa xét đến tham số chiều dài mỏ hàn không bằng nhau, ngoài ra các luận án đều chỉ ra tồn tại và đi đến định hướng “***cần tiếp tục nghiên cứu công trình mỏ hàn trên sông vùng ảnh hưởng triều***”.

1.3.2. Các nghiên cứu về mỏ hàn trên sông vùng ảnh hưởng triều, dòng chảy thuận nghịch

Ở trong nước, các nghiên cứu về công trình mỏ hàn trên sông vùng ảnh hưởng triều cũng giống xu thế của thế giới với số lượng các nghiên cứu còn rất hạn chế và kết quả vẫn còn khá khiêm tốn. Hầu hết các nghiên cứu đều thông qua các đề tài, dự án gắn với một điều kiện thiết kế cụ thể của một khu vực dự án mà thiếu đi tính khái quát. Cho đến nay vẫn chưa có một nghiên cứu chuyên sâu nào đưa ra được giải pháp bố trí hệ thống mỏ hàn làm gia tăng hiệu quả xói sâu lòng dẫn cho đoạn sông ảnh hưởng triều của nước ta.

1.4. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Hiện tại, các nghiên cứu chuyên sâu về công trình chỉnh trị thường sử dụng 2 phương pháp cơ bản, đó là:

- Phương pháp thực nghiệm trên mô hình vật lý;
- Phương pháp mô phỏng số trị (mô hình toán).

1.4.1. Phương pháp nghiên cứu trên mô hình vật lý

1.4.1.1. Thí nghiệm trong máng dòng chảy

Thí nghiệm trên máng dòng chảy chủ yếu dùng cho các nghiên cứu vấn đề lý thuyết chuyên sâu, từ đó đưa ra công thức, phát hiện ra các trạng thái chảy.v.v.. cho đến nay vẫn thường được sử dụng.

1.4.1.2. Thí nghiệm mô hình tổng thể

Thí nghiệm trên mô hình tổng thể chủ yếu dùng cho các nghiên cứu ứng dụng, thường tiến hành trên các mô hình của một đoạn sông thực tế, với các điều kiện đoạn sông cụ thể cần chỉnh trị.

1.4.2. Phương pháp nghiên cứu trên mô hình toán

Các mô hình toán 3D hiện nay đã được phát triển tương đối đầy đủ cho phép nghiên cứu chi tiết các trường động lực, điều chỉnh và thay đổi phương án linh hoạt phục vụ cho việc lựa chọn tối ưu các phương án thiết kế, các kết quả được trình diễn đa dạng, hiệu quả.

1.5. NHỮNG VẤN ĐỀ TỒN TẠI VÀ ĐỊNH HƯỚNG NGHIÊN CỨU

Từ kết quả phân tích nghiên cứu tổng quan cho thấy, các kết quả nghiên

cứu công trình mở hàn trên thế giới và ở Việt Nam chủ yếu tập trung nghiên cứu về bố trí hệ thống mở hàn trên sông có dòng chảy đơn hướng, mà hầu như chưa có các nghiên cứu về bố trí không gian hệ thống mở hàn trong đoạn sông vùng ảnh hưởng triều có dòng chảy thuận nghịch. Do đó, việc nghiên cứu tác động bố trí không gian hệ thống mở hàn đến dòng chảy, lòng dẫn sông vùng ảnh hưởng triều là hết sức cần thiết. Trong phạm vi thời gian, điều kiện của một luận án Tiến sĩ kỹ thuật, tác giả đi sâu vào nghiên cứu và giải quyết:

- Làm rõ cơ sở lý thuyết về cấu trúc dòng chảy xung quanh công trình mở hàn trên sông vùng ảnh hưởng triều.
- Đề xuất và lựa chọn được giải pháp bố trí không gian hệ thống mở hàn (với chiều dài mở hàn không bằng nhau) có tác dụng xói sâu lòng dẫn, duy trì giao thông thủy trên sông vùng ảnh hưởng triều.

1.6. KẾT LUẬN CHƯƠNG I

Các nghiên cứu trên thế giới, về tác động bố trí không gian hệ thống mở hàn đến cấu trúc dòng chảy và hiệu quả xói sâu lòng dẫn đã có một bề dày lịch sử lâu dài và đã đạt được nhiều thành tựu. Các nghiên cứu về bố trí không gian hệ thống mở hàn đã nhận dạng một cách khá đầy đủ các tham số bố trí ảnh hưởng cơ bản đến cấu trúc dòng chảy và hiệu quả xói sâu lòng dẫn (chiều dài mở hàn và khoảng cách giữa các mở hàn). Tuy nhiên, các nghiên cứu bố trí không gian hệ thống mở hàn hầu hết thực hiện ở điều kiện dòng chảy đơn hướng trên sông, nhưng còn rất hạn chế các nghiên cứu về bố trí không gian hệ thống mở hàn trong điều kiện dòng chảy thuận nghịch trên sông vùng ảnh hưởng triều.

Còn đối với các nghiên cứu trong nước, về tác động bố trí không gian hệ thống mở hàn đến cấu trúc dòng chảy và hiệu quả xói sâu lòng dẫn cũng giống xu thế của thế giới, đạt được những thành tựu lớn trên sông, nhưng còn rất hạn chế và kết quả còn khá khiêm tốn của các nghiên cứu trên sông ảnh hưởng triều. Hầu hết các nghiên cứu đều thông qua các đề tài, dự án gắn với một điều kiện thiết kế cụ thể của một khu vực dự án mà thiếu đi tính khái quát.

Như vậy phân tích tổng quan ở Chương 1 cho thấy, hiện tại trên thế giới và Việt Nam thì các nghiên cứu chủ yếu tập trung về nghiên cứu bố trí hệ thống mở hàn trên sông có dòng chảy đơn hướng mà hầu như chưa có một nghiên cứu cụ thể nào đưa ra được phương pháp xác định các tham số bố trí hệ thống mở hàn trên sông vùng ảnh hưởng triều có dòng chảy thuận nghịch. Chính vì vậy, việc nghiên cứu bố trí không gian hệ thống mở hàn có chiều dài mở hàn không bằng nhau là cần thiết.

Vì tính phức tạp của vấn đề nghiên cứu nên luận án này giới hạn phạm vi nghiên cứu chỉ đối với đoạn sông ở vùng sông ảnh hưởng triều khu vực Bắc Bộ, nơi đang tồn tại những điểm nóng về sa bồi ảnh hưởng đến giao thông thủy, còn về chế độ chảy và kết cấu mô hàn nghiên cứu chỉ giới hạn ở ở trạng thái chảy không ngập, kết cấu mô hàn đặc không thấm nước.

CHƯƠNG 2. CƠ SỞ KHOA HỌC VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. CƠ KHOA HỌC ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ CHỈNH TRỊ ĐOẠN SÔNG VÙNG ẢNH HƯỞNG TRIỀU

2.1.1. Phương trình truyền triều

Trong nghiên cứu của luận án sẽ quan tâm đến phương trình truyền triều (2-10) sử dụng làm cơ sở để mô tả biến đổi đường mực nước và vận tốc triều theo thời gian.

$$\eta = \hat{\eta} \cos \left(\omega \left(t - \frac{x}{c} \right) \right) = \hat{\eta} \cos(\omega t - kx) \quad (2-10)$$

2.1.2. Sự khởi động của bùn cát - vận tốc khởi động

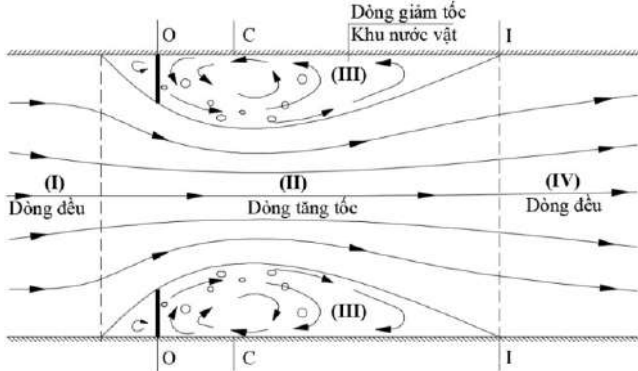
Để xác định khởi động của bùn cát sử dụng hai khái niệm: ứng suất tiếp đáy khởi động và vận tốc khởi động.

2.1.3. Ảnh hưởng của đường kính bùn cát đến chiều sâu xói.

Các nghiên cứu trước đây của Gill, Ettima, Wong, Escarameia đều khẳng định mức độ ảnh hưởng của tham số đường kính bùn cát đồng nhất d_{50} là không đáng kể đến kết quả nghiên cứu chiều sâu xói cho cả dòng đơn hướng và dòng triều thuận nghịch, đặc biệt nghiên cứu Escarameia lựa chọn đường kính bùn cát đồng nhất hạt thô ($d_{50}=0.75\text{mm}$) sử dụng nghiên cứu chiều sâu xói xung quanh công trình trên sông ảnh hưởng triều có dòng chảy thuận nghịch. Kết luận này là cơ sở khoa học để luận án tham khảo sử dụng bùn cát đồng nhất hạt rời thô để nghiên cứu xác định chiều sâu xói xung quanh công trình trên sông vùng ảnh hưởng triều.

2.1.4. Các quá trình vật lý ảnh hưởng tới hiệu quả chỉnh trị mô hàn

Dưới tác dụng của công trình mô hàn, trạng thái dòng chảy và quá trình xói xung quanh công trình mô hàn đều là những vấn đề 3D, nổi bật như (Hình 2.6): dòng chảy tăng tốc/ giảm tốc là nguyên nhân gây ra dòng rối, dòng xoáy trực đứng (dòng xoáy trực đứng còn gọi là khu nước vật).



Hình 2.6: Phân vùng dòng chảy.

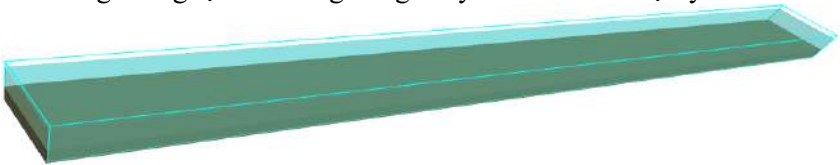
Hệ số điều chỉnh lưu tốc K_v được định nghĩa như sau:

$$K_v = \frac{\bar{u}_{cu}}{\bar{u}_{cs}} = \frac{1+3r_{cs}}{1+3r_{cu}} \quad (2-17)$$

Có thể tóm lại rằng hiệu quả xói lòng dẫn của hệ thống mở hàn được đánh giá thông qua mối liên hệ với các tham số bố trí, như: chiều dài mở hàn, khoảng cách giữa các mở hàn và tính chất tương tác tác giữa dòng giảm tốc của khu nước vật và dòng tăng tốc của vùng chủ lưu. Do tác động qua lại giữa khu nước vật với dòng chủ lưu, ảnh hưởng sẽ xảy ra mạnh mẽ khi khu nước vật lớn làm thu hẹp bề rộng dòng chủ lưu, làm tăng vận tốc dòng chảy, dẫn đến xói sâu lòng dẫn. Vì vậy, có thể cho rằng khu nước vật là quá trình vật lý chi phối quan trọng khi xem xét hiệu quả gia tăng xói lòng dẫn của hệ thống mở hàn.

2.2. PHƯƠNG PHÁP MÔ HÌNH TOÁN PHỤC VỤ NGHIÊN CỨU

Luận án lựa chọn mô hình họ RANS (máng dòng chảy số tạo bởi Flow 3D) có khả năng mô phỏng tốt các quá trình vật lý dòng chảy tăng tốc và dòng giảm tốc vùng lân cận công trình mở hàn, trong đó nổi bật là dòng chảy có cấu trúc 3D (dòng rối, dòng xoáy trực đứng) và có các tính năng tương tự như máng dòng chảy trên mô hình vật lý.



Hình 2.7: Máng dòng chảy số - thiết lập bằng Flow-3D

(1) Mô hình thủy động lực học

Flow3D sử dụng phương trình Navier-Stoke làm phương trình

chủ đạo.

$$V_F \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} (\rho u A_x) + R \frac{\partial}{\partial y} (\rho v A_y) + \frac{\partial}{\partial z} (\rho w A_z) = R_{SOR} \quad (2-18)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{1}{V_F} (u A_x \frac{\partial u}{\partial x} + v A_y R \frac{\partial u}{\partial y} + w A_z \frac{\partial u}{\partial z}) - \xi \frac{A_y v^2}{x V_F} \\ = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial x} + G_x + f_x \end{aligned} \quad (2-19)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{1}{V_F} (u A_x \frac{\partial v}{\partial x} + v A_y R \frac{\partial v}{\partial y} + w A_z \frac{\partial v}{\partial z}) - \xi \frac{A_y u v}{x V_F} \\ = -\frac{R}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial y} + G_y + f_y \end{aligned} \quad (2-20)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial w}{\partial t} + \frac{1}{V_F} (u A_x \frac{\partial w}{\partial x} + v A_y R \frac{\partial w}{\partial y} + w A_z \frac{\partial w}{\partial z}) \\ = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial z} + G_z + f_z \end{aligned} \quad (2-21)$$

(2) Mô hình vận chuyển bùn cát

Bùn cát lơ lửng và bùn cát đáy được tính độc lập trong tính toán bùn cát. Vận chuyển bùn cát lơ lửng được xác định theo phương trình phân tán đối lưu.

$$\frac{\partial c}{\partial t} + U_i \frac{\partial c}{\partial x_i} + W \frac{\partial c}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\Gamma \frac{\partial c}{\partial x_i} \right) \quad (2-22)$$

Để tính chuyển động bùn cát lơ lửng và chuyển động đáy, mô hình sử dụng 03 công thức: Van Rijn, Nielsen và Meyer-Peter & Muller.

$$\Phi_i = \beta_{VR,i} d_{*,i}^{-0.3} \left(\frac{\theta_i}{\theta_{cr,i}} - 1 \right)^{2.1} c_{b,i} \quad (2-23)$$

$$\Phi_i = \beta_{MPM,i} (\theta_i - \theta_{cr,i})^{1.5} c_{b,i} \quad (2-24)$$

$$\Phi_i = \beta_{Nie,i} \theta_i^{0.5} (\theta_i - \theta_{cr,i}) c_{b,i} \quad (2-25)$$

$$q_{b,i} = \Phi_i \left[\|g\| \left(\frac{\rho_i - \rho_f}{\rho_f} \right) d_i^3 \right]^{1/2} \quad (2-26)$$

2.3. THIẾT LẬP BÀI TOÁN NGHIÊN CỨU

Luận án thiết lập một máng dòng chảy số bằng Flow 3D để thực hiện mục tiêu nghiên cứu về cấu trúc dòng chảy và hiệu quả xói sâu lòng dẫn giữa các phương án bố trí không gian hệ thống mở hàn. Máng dòng chảy số được hiệu chỉnh và kiểm định với số liệu đo đạc thí nghiệm của Karami và nnk.

2.3.1. Nghiên cứu thí nghiệm trên mô hình vật lý của Karami và nnk

Mục tiêu của thí nghiệm Karami và nnk nghiên cứu cấu trúc dòng chảy và chiều sâu xói xung quanh khu vực hệ thống mở hàn. Thí nghiệm đã được thực hiện trên máng dòng chảy hình chữ nhật, với 03 mở hàn đặc có chiều dài 0.25m và khoảng cách là 0.5m ($S=2L$). Độ sâu dòng chảy là 0.15m; đường kính bùn cát đồng nhất $d_{50}=0.91\text{mm}$, trọng lượng $S=2.65$.

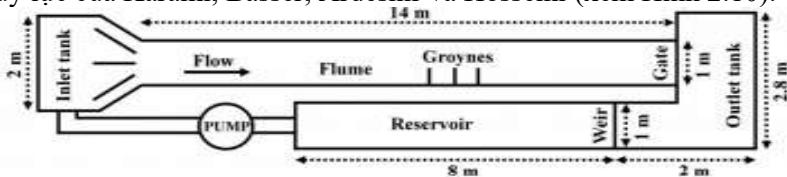
Bảng 2-1: Kết quả của thí nghiệm Karami

TT	Q (m^3/s)	Y (m)	U_{tb} (m/s)	U_{cr} (m/s)	U/U_{cr}	d_{s1} (m)	d_{s2} (m)	d_{s3} (m)
Q ₁	0.035	0.150	0.233	0.358	0.650	0.156	0.000	0.026
Q ₂	0.046	0.150	0.307	0.358	0.850	0.225	0.029	0.072

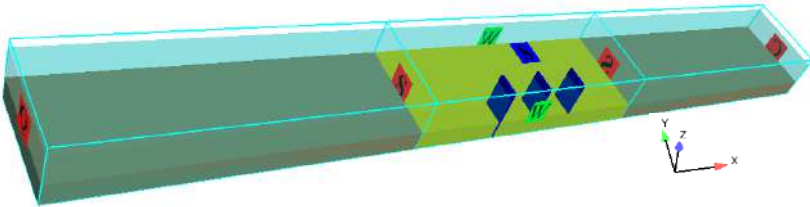
2.3.2. Xây dựng và hiệu chỉnh, kiểm định mô hình Flow 3D với số liệu thí nghiệm mô hình vật lý của Karami và nnk.

(1) Xây dựng mô hình toán FLOW 3D

Luận án xây dựng một máng dòng chảy số trên MHT bằng phần mềm Flow-3D thiết lập tương tự như trong MHVL máng dòng chảy thủy lực của Karami, Basser, Ardeshir và Hosseini (xem Hình 2.10).



a) Mô hình vật lý

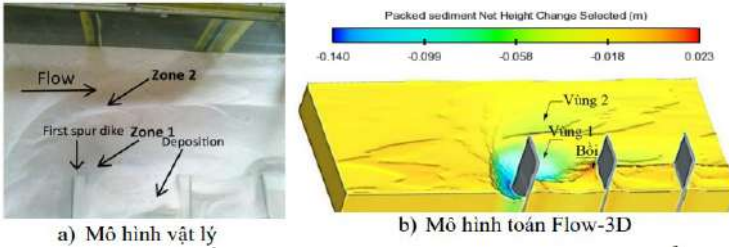


b) Mô hình toán

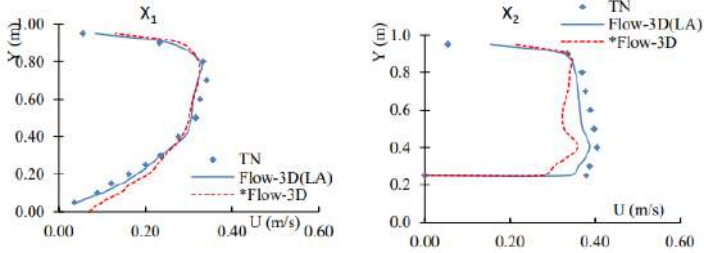
Hình 2.10: Mô hình vật lý và mô hình toán.

(1) Hiệu chỉnh mô hình:

Hiệu chỉnh mô hình với cấp lưu lượng $Q_1=0.035\text{m}^3/\text{s}$.

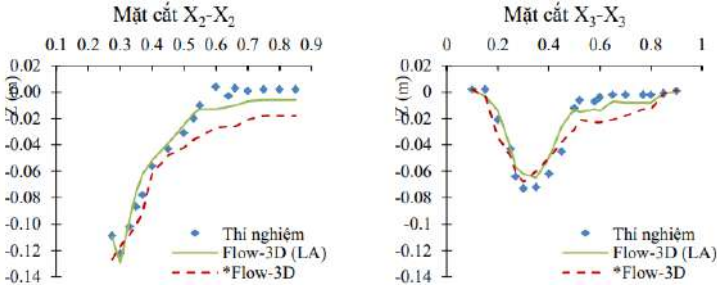


- So sánh vận tốc dòng chảy:



Hình 2.15: Vận tốc đáy tại các mặt cắt ngang X_1 , X_2 ($Q_1=0.035\text{m}^3/\text{s}$)

- So sánh chiều sâu xói lòng dẫn:



Hình 2.18: Biến động lòng dẫn giữa kết quả thí nghiệm ($Q_1=0.035\text{m}^3/\text{s}$) với Flow-3D (LA) của luận án và *Flow-3D của Hanif

(2) Kiểm định mô hình:

Kiểm định với cấp lưu lượng $Q_2=0.046\text{m}^3/\text{s}$ (Bảng 2-1) của thí nghiệm Krami và nnk.

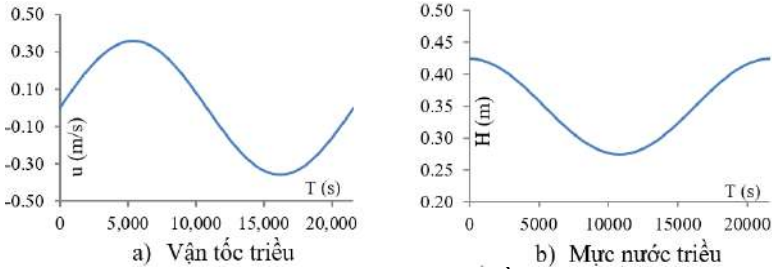
Nhận xét, mô hình Flow 3D thể thể hiện dự báo khá tin cậy về chiều sâu xói xung quanh hệ thống mỏ hàn so với các số liệu thí nghiệm của Krami, với độ hồi quy $R^2 = 0.891$, sai số tuyệt đối trung bình MAE chỉ là 0.002, độ lệch chuẩn RMSE là 0.022. Như vậy, máng dòng chảy số thiết lập bằng Flow 3D đảm bảo độ tin cậy sử dụng trong bài toán luận án.

2.3.3. Thiết lập các bài toán mô phỏng trên máng dòng chảy số

Dựa vào phương trình truyền triều, luận án lựa chọn vận tốc và mực nước triều đều (điều kiện lý tưởng) biến đổi hình Sin theo thời gian, tính tổng quát được biểu thị như sau:

$$u = U_{\max} \sin(2\pi t/T) \quad (2-30)$$

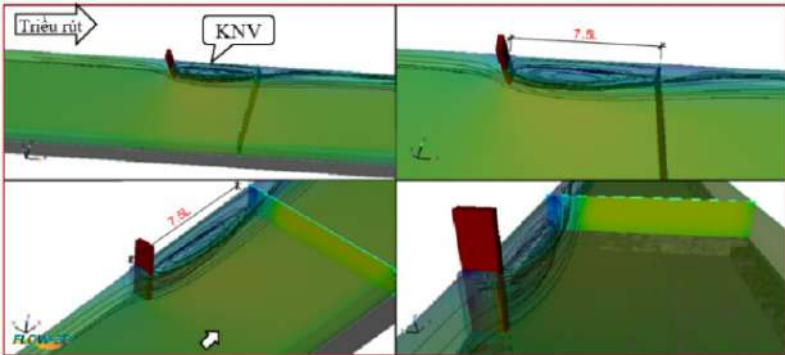
$$H = H_0 + \frac{A}{2} \sin(2\pi t/T + \pi/2) \quad (2-31)$$



Hình 2.21: Hình dạng dòng triều nghiên cứu.

2.3.3.1. Thiết lập bài toán trên máng dòng chảy số lòng cứng

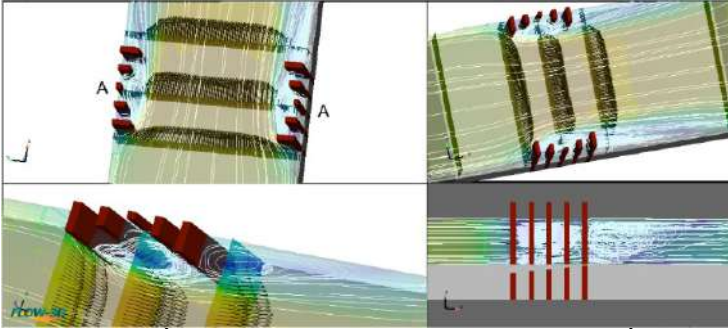
- Trường hợp nghiên cứu với mô hàn đơn: nhằm phân tích cấu trúc dòng chảy, phân bố vận tốc và cơ chế tương tác giữa dòng chảy và công trình mô hàn đơn, từ đó làm cơ sở cho việc đề xuất tham số bố trí không gian hệ thống mô hàn phù hợp với mục tiêu chính trị.



Hình 2.22: Cấu trúc dòng chảy 3D xung quanh mô hàn đơn.

- T/hợp nghiên cứu hệ thống mô hàn có chiều dài không bằng nhau: nhằm phân tích cấu trúc dòng chảy và cơ chế hình thành khu nước vật (KNV) bao trùm toàn bộ hệ thống mô hàn và chứng minh được tính ưu việt của khu nước vật bao trùm so với khu nước vật cục bộ giữa hai mô hàn thông qua việc đi sâu phân tích ảnh hưởng các tham số bố trí

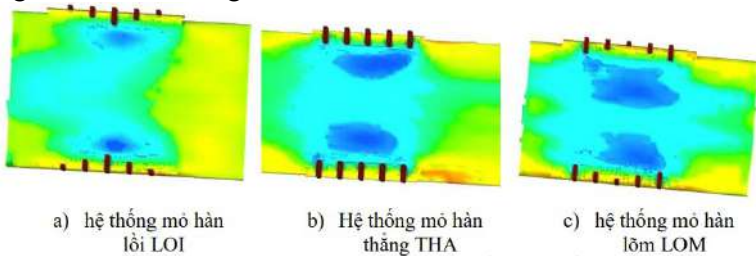
(hướng góc, chiều dài mỏ hàn không bằng nhau, khoảng cách giữa các mỏ hàn).



Hình 2.23: Cấu trúc dòng chảy 3D xung quanh hệ thống mỏ hàn.

2.3.3.2. Thiết lập bài toán trên máng dòng chảy số lòng động

Máng dòng chảy số lòng động (vật liệu đáy lòng dẫn thiết lập là sỏi) sử dụng nghiên cứu hiệu quả gia tăng chiều sâu xói lòng dẫn giữa các phương án bố trí hệ thống mỏ hàn khác nhau.



Hình 2.29: Biến động lòng dẫn theo các phương án bố trí.

Như vậy, luận án đã thiết lập được máng dòng chảy số lòng cứng (cố định) để thực hiện mục tiêu nghiên cứu cấu trúc dòng chảy và máng dòng chảy số lòng động (biến dạng) để nghiên cứu chiều sâu xói lòng dẫn của các giải pháp bố trí không gian hệ thống mỏ hàn dưới tác động dòng triều có dòng chảy thuận nghịch.

2.4. KẾT LUẬN CHƯƠNG 2

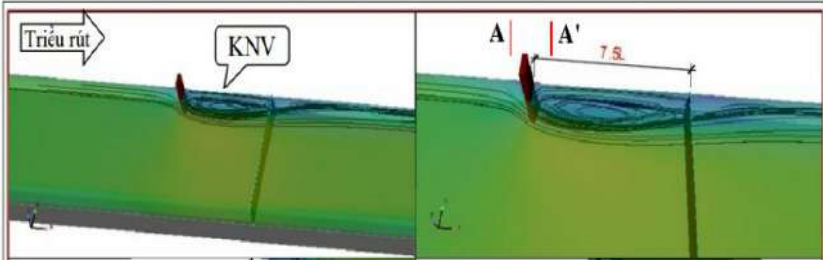
1) Về cơ sở khoa học: luận án đề cập chi tiết về phương trình truyền triều và các quá trình vật lý ảnh hưởng đến hiệu quả chinh trị của công trình mỏ hàn. Về điều kiện khởi động bùn cát xác định theo đồ thị Shields và tính toán theo công thức Hanco. Từ kết quả các nghiên cứu trước đây với điều kiện dòng chảy đơn hướng và dòng chảy thuận nghịch cho thấy, về mức độ ảnh hưởng của tham số đường kính hạt bùn cát đồng nhất d_{50} đến kết quả chiều sâu xói là không đáng kể.

2) Về phương pháp nghiên cứu: luận án đã đi vào nghiên cứu các quá trình vật lý cơ bản ảnh hưởng đến hiệu quả chỉnh trị của hệ thống mở hàn, từ đó làm cơ sở lựa chọn sử dụng máng dòng chảy số họ RANS bằng mô hình Flow-3D được hiệu chỉnh, kiểm định với các số liệu thí nghiệm mô hình vật lý của Karami. Máng dòng chảy số lòng cứng được sử dụng để mô phỏng cấu trúc dòng chảy và máng dòng chảy số lòng động được sử dụng để mô phỏng xói lòng dẫn theo các giải pháp bố trí không gian hệ thống mở hàn.

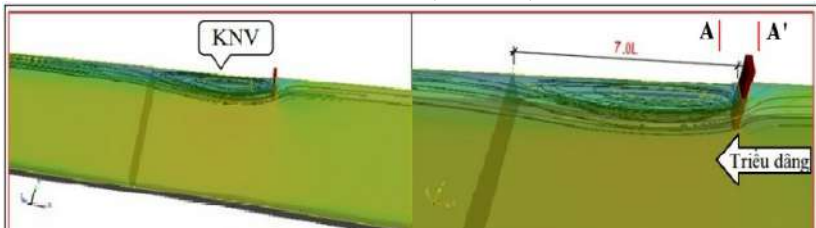
CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VỀ ĐẶC TÍNH THỦY LỰC VÀ HIỆU QUẢ CỦA HỆ THỐNG MỞ HÀN TRONG CHỈNH TRỊ ĐOẠN SÔNG VÙNG ẢNH HƯỞNG TRIỀU

3.1. NGHIÊN CỨU ĐẶC TÍNH THỦY LỰC KHU VỰC CÔNG TRÌNH MỞ HÀN TRONG ĐOẠN SÔNG THẲNG CHỊU ẢNH HƯỞNG TRIỀU CÓ DÒNG CHẢY THUẬN NGHỊCH

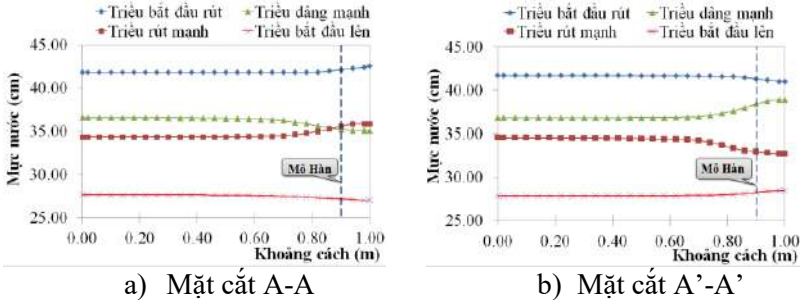
Luận án này đã tham khảo các kết quả nghiên cứu đã có, tiến hành nghiên cứu đặc tính thủy lực xung quanh một mở hàn (mở hàn đơn) dưới tác dụng của dòng chảy hai chiều thuận nghịch.



Hình 3.4: Cấu trúc dòng chảy 3D của khu nước vật (KNV) tạo ra bởi mở hàn đơn (triều rút).



Hình 3.6: Cấu trúc dòng chảy 3D của khu nước vật (KNV) tạo ra bởi mở hàn đơn (triều dâng).



Hình 3.7: Độ dốc mặt nước phương ngang tại Mặt cắt A-A và A'-A'

Nhận xét về đặc tính thủy lực khu vực mở hàn đơn:

Như vậy, kết quả nghiên cứu đã mô tả chi tiết được cấu trúc dòng chảy, cơ chế tương tác giữa dòng chảy và công trình mở hàn đơn trong đoạn sông vùng triều có dòng chảy thuận nghịch.

3.2. NGHIÊN CỨU TÁC ĐỘNG CỦA BỐ TRÍ KHÔNG GIAN HỆ THỐNG MỞ HÀN ĐẾN CẤU TRÚC DÒNG CHẢY

3.2.1. Các trường hợp nghiên cứu

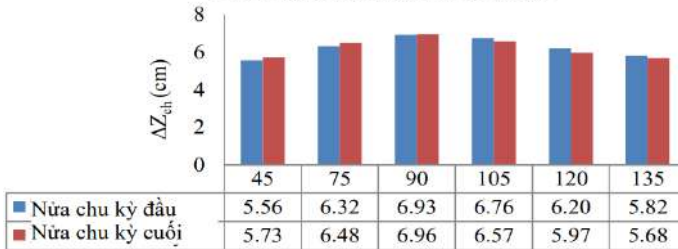
Trường hợp nghiên cứu: bố trí ở 1 bên bờ (1B) và cả 2 bên bờ (2B)

Các phương án bố trí không gian hệ thống mở hàn như sau: (1) Bố trí theo hướng góc mở hàn; (2) Bố trí theo chiều dài mở hàn không bằng nhau; (3) Bố trí theo tỷ lệ thu hẹp chiều rộng dòng chảy.

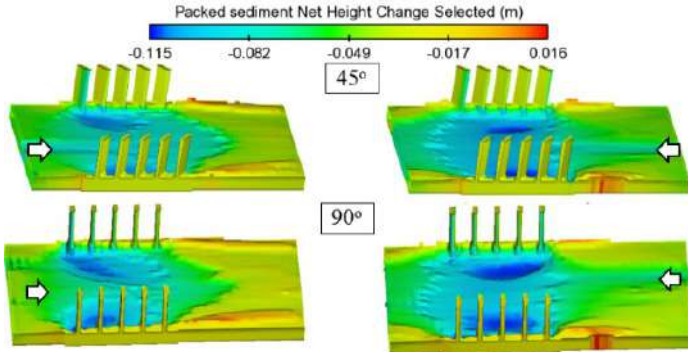
3.2.2. Nghiên cứu tác động của hướng góc mở hàn đến xói lòng dẫn

Theo biểu đồ Hình 3.16 và 3.18 thể hiện, chiều sâu trung bình trong lòng dẫn tăng theo hướng góc từ (0⁰~90⁰) nhưng giảm xuống khi hướng góc tiếp tục tăng từ (90⁰~135⁰), tức là hướng góc 90⁰ tạo ra chiều sâu xói trung bình lòng dẫn lớn nhất ứng với giá trị là 6.96cm.

Chiều sâu xói trung bình lòng dẫn



Hình 3.16: Chiều sâu xói trung bình lòng dẫn theo các hướng góc



Hình 3.18: Biến động lòng dẫn khu vực bố trí hệ thống mỏ hàn

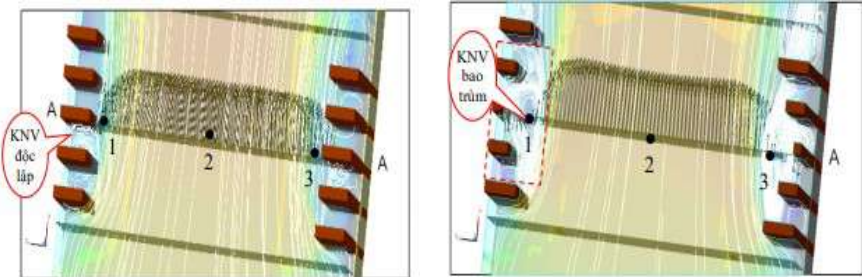
Như vậy, với phương án bố trí hướng góc 90^0 (G90) đã làm gia tăng hiệu quả xói sâu lòng dẫn có lợi cho chỉnh trị sông phục vụ giao thông thủy. Sau đây, luận án tiếp tục nghiên cứu bố trí không gian hệ thống mỏ hàn theo chiều dài mỏ hàn không bằng nhau và cố định hướng góc là 90^0 .

3.2.3. Nghiên cứu giải pháp bố trí hệ thống mỏ hàn với chiều dài mỏ hàn không bằng nhau đến cấu trúc dòng chảy và xói lòng dẫn.

Luận án tập nghiên cứu theo 03 cách bố trí hệ thống mỏ hàn (hệ thống mỏ hàn lồi LOI, hệ thống mỏ hàn thẳng THA và hệ thống mỏ hàn lõm LOM) nhằm xem xét mức độ tác động của các cửa các tham số bố trí (chiều dài mỏ hàn không bằng nhau, khoảng cách giữa các mỏ hàn).

3.2.3.1. Kết quả mô phỏng cấu trúc dòng chảy

(1) Ảnh hưởng của chiều dài mỏ hàn.



a) Hệ thống thẳng THA

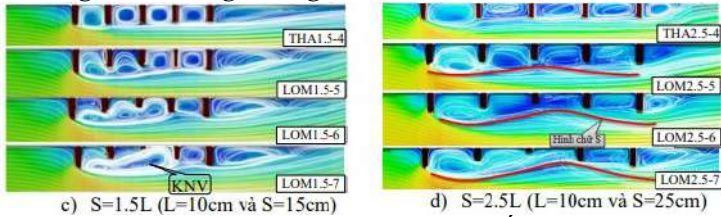
b) Hệ thống lõm LOM

Hình 3.19: Cấu trúc khu nước vật (KNV) giữa các hệ thống mỏ hàn.

Từ Hình 3.19 có thể nhận xét rằng tham số bố trí chiều dài mỏ hàn không bằng nhau của hệ thống mỏ hàn lõm LOM đã tạo ra cấu trúc khu nước vật bao trùm, làm tăng vận tốc dòng chủ lưu, có ảnh hưởng quan

trọng đến hiệu quả xói sâu lòng dẫn.

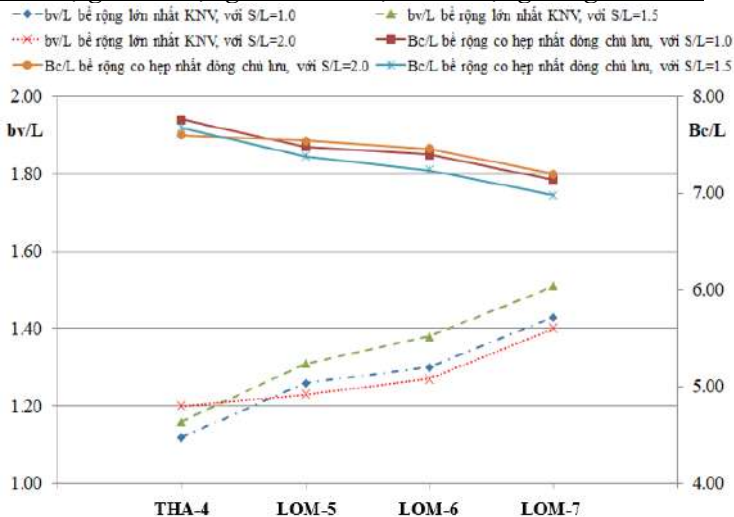
(2) Anh hưởng của khoảng cách giữa các mỏ hàn.



Hình 3.22: Khu nước vật (KNV) tạo ra bởi hệ thống mỏ hàn lồi LOM

Từ Hình 3.22 cho thấy, tham số khoảng cách giữa các mỏ hàn S khi bố trí gần nhau thì tạo ra cấu trúc khu nước vật lớn. Điều này khẳng định, có sự khác biệt khá rõ về khu nước vật lớn bao trùm được phát triển đầy đủ khi khoảng cách gần nhau ($S \leq 2.0L$) so với khu nước vật nhỏ không được phát triển đầy đủ khi khoảng cách xa nhau ($S \geq 2.5L$). Như vậy, tham số khoảng cách S , có ảnh hưởng đến cấu trúc khu nước vật, làm thay đổi vận tốc dòng chủ lưu, tác động đến hiệu quả xói sâu lòng dẫn.

(3) Quan hệ giữa bề rộng khu nước vật và bề rộng dòng chủ lưu.

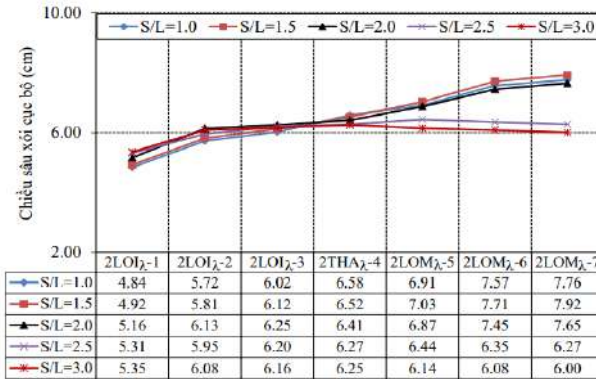


Hình 3.24: Quan hệ giữa bề rộng khu nước vật (KNV) và bề rộng dòng chủ lưu của hệ thống mỏ hàn lồi LOM.

Từ Hình 3.24 mối quan hệ giữa bề rộng KNV và bề rộng dòng chủ lưu tương đối ($bv/L \sim Bc/L$) tỷ lệ nghịch với nhau, phản ánh sự tăng lên bề rộng KNV làm thu hẹp lại bề rộng dòng chủ lưu và ngược lại.

3.2.3.2. Kết quả mô phỏng biến động lòng dẫn

So với cách bố trí hệ thống mở hàn thẳng thì cách bố trí hệ thống mở hàn lồi và hệ thống mở hàn lõm có sự khác biệt về biến động lòng dẫn.



Hình 3.29: Chiều sâu xói trung bình lòng dẫn, bố trí cả 2 bên bờ (2B)

Nhận xét, giá trị chiều sâu xói trung bình lòng dẫn giảm theo cách bố trí hệ thống mở hàn lồi, nhưng lại tăng lên với hệ thống mở hàn lõm khi khoảng cách bố trí giữa các mở hàn gần nhau $S \leq 2.0L$ và lớn nhất ở trường hợp $S=1.5L$ (LOM1.5-7).

3.2.4. Nghiên cứu ảnh hưởng mức độ thu hẹp chiều rộng lòng sông của mở hàn

Bảng 3-10: So sánh chiều sâu trung bình xói lòng dẫn

Chiều sâu xói	Hệ thống mở hàn lõm LOM	Mức độ thu hẹp dòng chảy L/B (%)			
		15%	20%	25%	30%
Xói lòng dẫn (trung bình)	2LOM1.0-7	6.58	7.76	8.87	9.95
	2LOM1.5-7	6.71	7.92	8.45	9.63
	2LOM2.0-7	6.51	7.65	8.14	9.12

Theo số liệu Bảng 3-10, với $L/B \leq 20\%$ thì phương án bố trí $S=1.5L$ (2LOM1.5-7) cho kết quả chiều sâu xói lòng dẫn tốt hơn. Nhưng khi tăng $L/B \geq 25\%$, thì có sự chuyển dịch sang phương án bố trí mở hàn gần nhau hơn $S=1.0L$ (2LOM1.0-7) cho chiều sâu xói lòng dẫn tốt hơn.

3.2.5. Nghiên cứu tính toán tác động của hệ thống mở hàn đến xói sâu lòng dẫn

3.2.5.1. Chỉ tiêu về hiệu quả gây xói

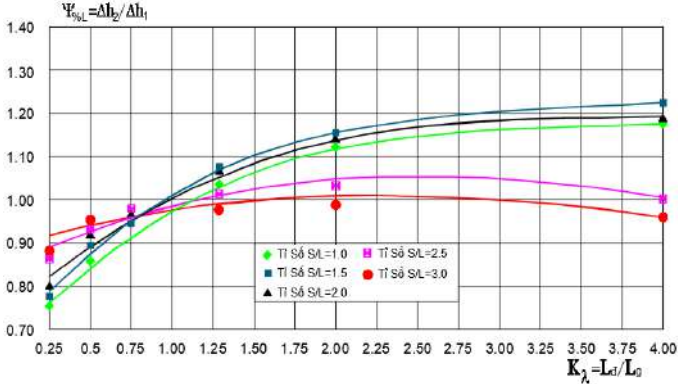
Hiệu quả gây xói của mỗi giải pháp công trình được đánh giá bằng hệ số $\Psi_{\%L}$ là hệ số điều chỉnh độ sâu sau khi bố trí hệ thống mở hàn.

$$\Psi_{\%L} = \Delta h_2 / \Delta h_1. \quad (3-1)$$

Hệ số biến đổi chiều dài mở hàn K_λ :

$$K_\lambda = \frac{L_d}{L_g} \quad (3-2)$$

3.2.5.2. Hiệu quả gây xói sâu lòng dẫn của hệ thống mở hàn



Hình 3.35: Quan hệ xác định hệ số điều chỉnh độ sâu tính toán ($\Psi_{\%L} \sim K_\lambda$) với các phương án bố trí hệ thống mở hàn khác nhau.

Nhìn chung quan hệ ($\Psi_{\%L} \sim K_\lambda$) có xu hướng phi tuyến, đồng biến với trường hợp khoảng cách bố trí gần nhau ($S/L \leq 2,0$) và xu hướng phi tuyến, nghịch biến với trường hợp khoảng cách bố trí xa nhau ($S/L \geq 2,5$), quan hệ nghịch biến rõ nét nhất khi chiều dài ($\frac{L_d}{L_g} \geq 1,33$).

3.3. KẾT LUẬN CHƯƠNG 3

(1) Kết quả nghiên cứu mở hàn đơn:

Luận án đã mô tả chi tiết được cấu trúc dòng chảy, cơ chế tương tác giữa dòng chảy và công trình mở hàn đơn trong đoạn sông vùng triều có dòng chảy thuận nghịch, thể hiện qua các kết quả sau:

- Trường dòng chảy: Với trường hợp triều rút, ở hạ lưu mở hàn vận tốc dòng chảy giảm đã hình thành khu nước vật lớn với chiều dài bằng 7,5L (L là chiều dài mở hàn) và ngắn hơn chiều dài khu nước vật trong điều kiện dòng chảy vùng sông không ảnh hưởng triều bằng 8,2L. Còn trường hợp triều dâng, ở thượng lưu mở hàn xuất hiện khu nước vật với chiều dài bằng 7L.

- Biến đổi của ứng suất tiếp đáy: Biến đổi của ứng suất tiếp đáy khá lớn lân cận khu vực mở hàn, có giá trị cực đại vào thời kỳ triều dâng mạnh hoặc rút mạnh, độ chênh tăng cực đại là $0,1 \div 0,15 \text{ kg/(m.s}^2\text{)}$.

- Cường độ dòng rối: Xác định được hệ số điều chỉnh lưu tốc dòng rối K_v gia tăng sau khi bố trí mở hàn, $K_v = \frac{\bar{u}_{cu}}{\bar{u}_{cs}} = \frac{1+3r_{cs}}{1+3r_{cu}} = 1,23 > 1,0$

(2) Kết quả nghiên cứu hệ thống mở hàn:

a) Xác định được các tham số bố không gian hệ thống mở hàn

- Hướng góc: xác định được hướng góc bằng 90^0 đã làm gia tăng hiệu quả xói sâu lòng dẫn có lợi cho chính trị sông phục vụ giao thông thủy.

- Chiều dài mở hàn không bằng nhau: xác định được cách hệ thống mở hàn lõm LOM tạo ra tuyến chính trị có hình dạng đường cong lõm có tác dụng xói sâu lòng dẫn.

- Khoảng cách giữa các mở hàn: xác định được khoảng cách bố trí của hệ thống mở hàn lõm LOM khi đặt gần nhau ($S \leq 2.0L$) đã tạo ra cấu trúc khu nước vật bao trùm toàn bộ hệ thống mở hàn (khác biệt với khu nước vật cục bộ giữa các mở hàn bằng nhau) làm thay đổi vận tốc dòng chủ lưu, tác động gia tăng hiệu quả xói sâu lòng dẫn phục vụ giao thông thủy.

Với tỷ lệ thu hẹp $L/B \leq 20\%$ thì cách bố trí khoảng cách ($S=1.5L$) có tác dụng xói sâu lòng dẫn tốt nhất.

Với trường hợp $L/B \geq 25\%$, thì cần cách bố trí khoảng cách gần hơn ($S=L$) cho hiệu quả xói sâu lòng dẫn tốt nhất.

b) Chỉ tiêu hiệu quả gây xói:

Xây dựng được chỉ tiêu về hiệu quả gây xói thông qua mức độ thay đổi chiều dài mở hàn khác nhau dẫn đến hiệu quả xói sâu lòng dẫn của các hệ thống mở hàn cũng khác nhau. Nếu gọi chiều dài mở hàn là L , thì các mức độ thay đổi chiều dài mở hàn tương ứng là $25\%L$; $50\%L$ và $75\%L$ được phản ánh qua hệ số K_λ theo các phương án bố trí khác nhau, thể hiện qua công thức (3-2):
$$K_\lambda = \frac{L_d}{L_g}$$

Trong đó: K_λ - là hệ số biến đổi chiều dài MH; L_d - là chiều dài MH đầu tiên của hệ thống; L_g - là chiều dài MH ở giữa của hệ thống.

c) Hiệu quả gây xói:

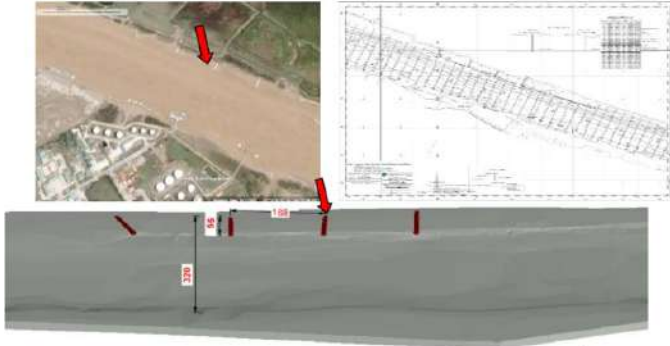
Thiết lập được đường quan hệ ($\Psi_{\%L} \sim K_\lambda$) cho thấy, hệ thống mở hàn lõm sẽ cho hiệu quả xói lòng dẫn tốt nhất khi hệ số biến đổi chiều dài mở hàn ($K_\lambda = \frac{L_d}{L_g} = 4$). Có thể áp dụng kết quả nghiên cứu này khi thiết kế hệ thống MH có chiều dài không bằng nhau ở khu vực lòng dẫn thẳng trên sông vùng ảnh hưởng triều có dòng chảy thuận nghịch.

CHƯƠNG 4. ỨNG DỤNG CÁC KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀO BỐ TRÍ HỆ THỐNG MỞ HÀN TRÊN ĐOẠN SÔNG CẨM

4.1. GIỚI THIỆU VỀ ĐOẠN SÔNG CẨM

Khu vực nghiên cứu là đoạn luồng sông Cẩm từ KM 34+000 đến

KM 35+200 dài 1200m. Đây là đoạn sông thẳng tương đối ổn định, hiện trạng lòng dẫn là thường xuyên xuất hiện những đoạn cạn.



Hình 4.4: Vị trí các mỏ hàn K5, K6, K7, K8 trên sông Cấm từ KM 34+000 đến KM 35+400

4.2. THIẾT LẬP MÔ HÌNH VÀ CÁC GIẢI PHÁP BỐ TRÍ HỆ THỐNG MỎ HẠN TRÊN ĐOẠN SÔNG CẤM

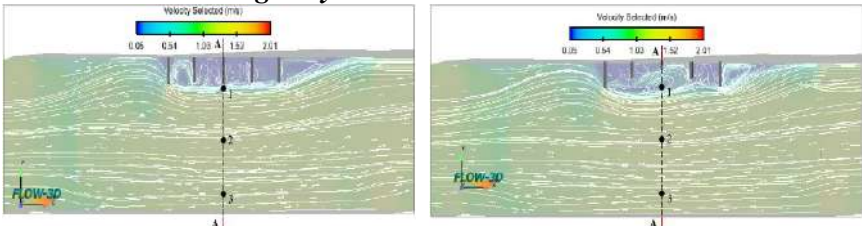
Luận án chỉ tập trung xem xét đề xuất các phương án bố trí khoảng cách bố trí giữa các mỏ hàn là $(S=1.5L)$, kết quả này đã được khẳng định ở Chương 3 là hợp lý theo tỷ lệ $(L/B \leq 20\%)$ để áp dụng vào đoạn sông Cấm. Các giải pháp bố trí cụ thể như sau:

- Bố trí hệ thống mỏ hàn thẳng (THA1.5).
- Bố trí hệ thống mỏ hàn lồi (LOM1.5).
- Bố trí hệ thống mỏ hàn lõm (LOI1.5).

4.3. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG MỘT SỐ GIẢI PHÁP BỐ TRÍ HỆ THỐNG MỎ HẠN TRÊN ĐOẠN SÔNG CẤM

4.3.1. Kết quả mô phỏng trường dòng chảy

4.3.1.1. Cấu trúc dòng chảy



Hệ thống mỏ hàn thẳng THA

Hệ thống mỏ hàn lồi LOM

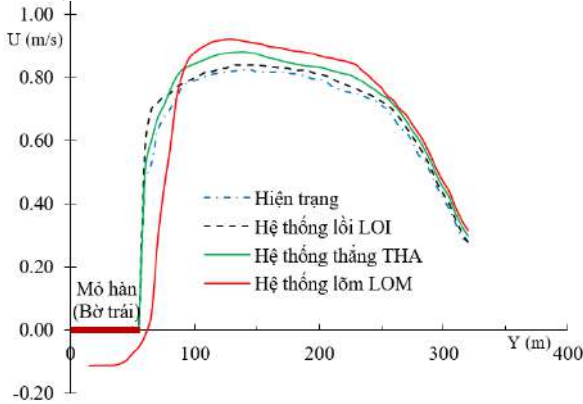
Hình 4.11: Trường dòng chảy khu vực bố trí hệ thống mỏ hàn

Từ phân tích cấu trúc dòng chảy Hình 4.11 cho thấy, theo cách bố trí hệ thống mỏ hàn lồi LOM đã hình thành khu nước vật bao trùm toàn

bộ khu vực mở hàn rộng hơn so với kiểu bố trí hệ thống mở hàn thẳng THA. Khi độ rộng khu nước vật bao trùm lớn, đã tác động làm thu hẹp bề rộng mặt cắt ngang dòng chủ lưu dẫn đến tăng vận tốc trong lòng dẫn tốt hơn so với các giải pháp khác. Do đó, dự đoán tốc độ xói lòng dẫn lớn nhất xuất hiện tại hệ thống mở hàn lõm LOM.

4.3.1.2. Vận tốc dòng chảy

Kết quả trích xuất số liệu phân bố vận tốc trên mặt cắt ngang (A-A) cho thấy, giải pháp hệ thống mở hàn lõm LOM là lớn hơn các giải pháp khác (Hình 4.12).



Hình 4.12: Phân bố vận tốc theo mặt cắt ngang A-A.

Như vậy, ứng dụng khu nước vật bao trùm của giải pháp hệ thống lõm LOM mà luận án đề xuất vào đoạn sông Cẩm đã làm tăng vận tốc lớn nhất lên khoảng 15% so với hệ thống mở hàn hiện trạng.

4.3.2. Đánh giá hiệu quả tương đối giữa các giải pháp bố trí

Bảng 4-2: Biến động đáy lòng dẫn giữa các phương án bố trí (m)

Giải pháp bố trí	Hệ thống mở hàn hiện trạng (làm cơ sở)	Giải pháp của luận án		
		Hệ thống mở hàn lõm LOM	Hệ thống mở hàn thẳng THA	Hệ thống mở hàn lồi LOI
Cao trình đáy lòng dẫn (m)	-5.23	-5.87	-5.61	-5.45

Từ Bảng 4-2 cho thấy, theo phương án đề xuất của kết quả nghiên cứu thì độ sâu xói lòng dẫn của hệ thống mở hàn lõm lớn hơn 64cm so với hệ thống mở hàn hiện trạng.

Như vậy, từ kết quả so sánh trường vận tốc, biến động lòng dẫn theo các giải pháp bố trí hệ thống mở hàn ứng dụng vào sông Cẩm, luận án

xác định được hệ thống mỏ hàn lõm LOM cho hiệu quả tăng khả năng xói lòng dẫn chống sa bồi lòng dẫn tốt hơn so với giải pháp khác.

4.4. KẾT LUẬN CHƯƠNG 4

Trong Chương 4, luận án trình bày việc áp dụng các kết quả nghiên cứu của luận án trong Chương 3 vào đoạn sông thực tế. Bài toán thực tế lấy đoạn sông thẳng trên đoạn sông Cẩm thuộc tuyến luồng hàng hải Hải Phòng, để sử dụng số liệu địa hình, thủy hải văn và kích thước công trình mỏ hàn hiện trạng. Dựa trên cơ sở hệ thống mỏ hàn hiện trạng để phân tích cấu trúc dòng chảy và đánh giá hiệu quả xói sâu lòng dẫn so với các giải pháp bố trí hệ thống mỏ hàn của luận án đề xuất.

Luận án đã so sánh các giải pháp bố trí hệ thống mỏ hàn trên đoạn sông Cẩm, từ đó xác định được hệ thống mỏ hàn lõm LOM cho hiệu quả chống sa bồi lòng dẫn tốt nhất.

KẾT LUẬN VÀ TỒN TẠI

A/. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU CỦA LUẬN ÁN

(1) Luận án đã tổng quan và lựa chọn được phương pháp tiếp cận nghiên cứu sử dụng mô hình toán 3D (Flow 3D) và thí nghiệm mô hình vật lý của Krami để xây dựng được máng dòng chảy số họ RANS bằng mô hình Flow-3D làm công cụ nghiên cứu cấu trúc dòng chảy, biến đổi lòng dẫn xung quanh công trình mỏ hàn.

(2) Trên cơ sở mô phỏng số bằng mô hình toán 3D. Luận án đã phát hiện và mô tả chi tiết được cấu trúc dòng chảy, cơ chế tương tác giữa dòng chảy và công trình mỏ hàn đơn trong đoạn sông vùng ảnh hưởng triều có dòng chảy thuận nghịch, từ đó làm cơ sở cho việc đề xuất tham số bố trí không gian hệ thống mỏ hàn phù hợp với mục tiêu hạn chế bồi lấp và ổn định lòng dẫn trên sông vùng ảnh hưởng triều có dòng chảy thuận nghịch.

(3) Với mục tiêu chỉnh trị sông phục vụ giao thông thủy thì phương án bố trí hướng góc 90^0 (G90) cho hiệu quả gia tăng chiều sâu xói lòng dẫn tốt nhất. Việc bố trí mỏ hàn theo các hướng góc từ 45^0 đến 135^0 (G45~G135) tạo ra biến động lòng dẫn khác nhau dưới tác động của dòng chảy thuận nghịch, trong đó chiều sâu xói trung bình lòng dẫn lớn nhất xuất hiện khi bố trí hệ thống mỏ hàn với hướng góc 90^0 so với phương dòng chảy (khi bố trí góc mỏ hàn 90^0 đã tạo ra mặt cắt dòng chảy thu hẹp nhất dẫn đến vận tốc lớn hơn so với các góc khác).

(4) Trên cơ sở phân tích về cấu trúc dòng chảy và sự biến hình lòng dẫn của 03 cách bố trí hệ thống mỏ hàn (hệ thống mỏ hàn lồi LOI,

hệ thống mỏ hàn thẳng THA và hệ thống mỏ hàn lõm LOM), luận án đã xác định được cách bố trí hệ thống mỏ hàn lõm LOM với khoảng cách giữa các mỏ hàn $S \leq 2.0L$ làm gia tăng chiều sâu xói lòng dẫn lớn hơn so với các cách bố trí khác (hệ thống mỏ hàn lồi và thẳng). Như vậy, cách bố trí hệ thống mỏ hàn lõm LOM là cách được luận án đề xuất do tính hiệu quả của việc chống sa bồi lòng dẫn, duy trì giao thông thủy.

(5) Khi lựa chọn giải pháp hệ thống mỏ hàn lõm với các mức độ thu hẹp lòng sông $L/B = 15\%$, 20% , 25% và 30% thì cách bố trí không gian hợp lý giữa các mỏ hàn có ảnh hưởng đến hiệu quả gia tăng chiều sâu xói lòng dẫn. Trường hợp ($L/B \leq 20\%$) thì khoảng cách bố trí $S=1.5L$ là hợp lý, còn khi ($L/B \geq 25\%$) thì khoảng cách bố trí $S= 1.0L$ là hợp lý.

(6) Luận án đã thiết lập được đường quan hệ ($\Psi_{\%L} \sim K_{\lambda}$) để xác định các tham số bố trí hệ thống mỏ hàn có chiều dài mỏ hàn không bằng nhau trong điều kiện mặt cắt đoạn sông thu hẹp ($L/B = 20\%$).

(7) Luận án đã áp dụng cách bố trí hệ thống mỏ hàn đề xuất từ kết quả nghiên cứu vào đoạn sông Cẩm – TP Hải Phòng với mục đích cải thiện độ sâu lòng dẫn, duy trì giao thông hàng hải.

B/. HƯỚNG NGHIÊN CỨU TIẾP

1) Tiếp tục nghiên cứu hệ thống mỏ hàn ở trạng thái chảy ngập, chịu tác động của sóng đối với vùng cửa sông.

2) Tiếp tục nghiên cứu hình dạng đầu mũi mỏ hàn, hệ thống mỏ hàn cho nước xuyên qua (mỏ hàn cọc)... trên đoạn sông vùng triều.

3) Tiếp tục nghiên cứu hệ thống mỏ hàn bằng MHVL có hệ thống tạo triều.

4) Tiến hành ứng dụng thử nghiệm các giải pháp đã được đề xuất của tác giả luận án vào đoạn sông thực tế, nhằm tăng hiệu quả xói sâu lòng dẫn trên các tuyến luồng Hàng hải thuộc vùng cửa sông ĐBBB.

C/. HẠN CHẾ VÀ TỒN TẠI

1) Mô hình Flow 3D bị hạn chế mô phỏng thời gian lớn với điều kiện máy tính hiện tại nên được chạy trên máy tính có cấu hình cao.

2) Do điều kiện xây dựng mô hình còn hạn chế về chế tạo chính xác vật liệu bùn cát cho mô hình lòng động, nên cần có các nghiên cứu thí nghiệm trên MHVL.

3) Bài toán của luận án chỉ dừng lại ở nghiên cứu tác động hình dạng triều đều mà chưa xét đến tác động của hình dạng triều ngẫu nhiên nên kết quả tính toán trong nghiên cứu có thể sai khác so với thực tế.

CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN

1. **Tô Vĩnh Cường**, (2021). Nghiên cứu đặc tính thủy lực khu vực công trình mở hàn trong đoạn cửa sông có dòng chảy thuận nghịch. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi số 66 năm 2021.

2. **T. Vinh Cuong**, N. T. Hung., V. Thanh Te, P. Anh Tuan (2019). Analysis of spur dikes sBtial layout to river bed degradation under reversing tidal flow. International Conference on Asian and Bcific Coasts Hanoi, Vietnam, September 25-28, 2019 (APAC 2019).

3. **T. Vinh Cuong**, N. T. Hung., V. Thanh Te, P. Anh Tuan (2018). Effects of spur dikes sBtial layout to river bed evolution in tidal river. International Symposium on Lowland Technology Sept. 26 – 28, 2018, Hanoi, Vietnam (ISLT 2018).

4. Nguyen Ngoc Quynh, B.H. Hieu, N.N. Dang, N.H. Quang, **To Vinh Cuong**, (2020). Variation in morphology of the Red river and Duong river near Hanoi from 2000 to 2018. Vietnam Journal of Science, Technology Engineering.

5. Nguyen Thanh Hung, Vu Dinh Cuong, Yoshimitsu Tajima, **To Vinh Cuong** (2014). Numerical modeling of Hydrodynamics and sediment transport processes in Ma river estuary, Vietnam, Proceedings of the 19th IAHR-APD Congress 2014, Hanoi, Vietnam.