

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO**

**BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT**

**VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI VIỆT NAM**

**PHẠM ĐỨC THẮNG**

**ỨNG DỤNG MÔ HÌNH SỐ TRỊ 3 CHIỀU  
NGHIÊN CỨU VỊ TRÍ VÀ CẤU TRÚC CÔNG TRÌNH  
CHẪN CÁT CỬA LẤY NƯỚC BÊN SÔNG**

**TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT**

**Hà nội - 2010**

## MỞ ĐẦU

**Tính cấp thiết của đề tài:** Hiện nay, mức độ ảnh hưởng nghiêm trọng của bùn cát bồi lắng cửa lấy nước tới công tác quản lý, vận hành các công trình lấy nước bên sông đòi hỏi công việc nghiên cứu nguyên nhân và đề xuất các giải pháp giảm bồi lắng cửa lấy nước bên sông cần được tiếp tục thực hiện.

**Mục tiêu của luận án:** Nghiên cứu vị trí và cấu trúc của công trình chắn cát cho cửa lấy nước bên sông nhằm hạn chế tối đa bùn cát xâm nhập bồi lắng kênh dẫn nước vào các công trình lấy nước dưới đê.

**Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án:** Vấn đề bồi lắng cửa lấy nước ở nước ta đã được quan tâm nghiên cứu từ những năm 1960 nhưng cho đến nay vẫn chưa giải quyết được đạt yêu cầu, vẫn đang là tồn tại gây bức xúc. Mặt khác, hiện tượng bồi lắng cửa lấy nước liên quan đến cơ chế thủy lực, trao đổi bùn cát giữa sông và kênh trong mùa lũ, là một bài toán rất phức tạp khó lượng hoá. Do vậy việc nghiên cứu nguyên nhân, lượng hoá được diễn biến bồi lắng và giải pháp chống bồi cho cửa lấy nước không chỉ có tính thời sự mà còn có tính khoa học cao.

**Phạm vi nghiên cứu của luận án:** Đối tượng nghiên cứu là các cửa lấy nước vào cống tự chảy nằm dọc theo sông Hồng. Khu vực nghiên cứu ít chịu ảnh hưởng của thủy triều. Thời gian nghiên cứu vào mùa lũ, khi đóng cống không lấy nước.

**Phương pháp nghiên cứu:**

- + Kế thừa các nghiên cứu (lý thuyết, mô hình vật lý, dự án) trước đây;
- + Thu thập, đo đạc khảo sát và phân tích số liệu. Ứng dụng công nghệ hiện đại đo đạc thủy văn và mặt cắt địa hình khu vực nghiên cứu;
- + Ứng dụng các kỹ năng chia lưới và xử lý biên hiện đại để giải thành công bài toán phức tạp của luận án bằng mô hình số trị 3 chiều.
- + Ứng dụng mô hình toán và phương pháp số trị 3 chiều nghiên cứu cơ chế thủy lực, vận chuyển và bồi lắng bùn cát tại cửa lấy nước bên sông;

**Bố cục của luận án:** gồm phần mở đầu, 4 chương và kết luận.

**Những đóng góp mới của luận án:**

1. Tổng quan, hệ thống được tình hình bồi lắng cửa lấy nước ở trong nước và trên thế giới. Hệ thống lý thuyết MH 3D để NC bồi lắng bùn cát ở cửa lấy nước bên sông.
  2. Ứng dụng thành công mô hình số trị 3 chiều mô phỏng chế độ thủy lực, cơ chế diễn biến bồi lắng và các kịch bản công trình chắn cát cho cửa lấy nước bên sông.
  3. Đã xác định được vị trí, hướng, tuyến và cấu trúc của công trình chắn cát đáp ứng được 2 yêu cầu cơ bản là chắn tối đa bùn cát từ sông vào kênh và cung cấp đủ lưu lượng qua cống lấy nước.
  4. Luận án đã đề xuất được sơ đồ chống bồi lắng bùn cát hiệu quả cao cho cửa lấy nước Xuân Quan.
- 
-

**CHƯƠNG 1:**  
**TỔNG QUAN VỀ TÌNH HÌNH BỒI LẮNG, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU,**  
**NGUYÊN NHÂN VÀ GIẢI PHÁP CHỐNG BỒI LẮNG Bùn CÁT CỬA LẤY**  
**NƯỚC BÊN SÔNG**

**1.1. Tình hình bồi lắng trước công trình lấy nước bên sông:**

Khối lượng phù sa lắng đọng hàng năm tại một số cống lấy nước và trạm bơm ở miền Bắc Việt nam được trình bày ở Bảng 1.1

**Bảng 1.1: Lượng bùn cát bồi lắng bình quân hàng năm tại một số cửa lấy nước.**

Tên cửa lấy nước	Sông	Khối lượng (m <sup>3</sup> )
Trạm bơm áp Bắc - Hà nội	Hồng	30.000
Trạm bơm Đan Hoài - Hà Tây	Hồng	150.000
Trạm bơm Thanh Điền - Vĩnh Phúc	Hồng	30.000
Cống lấy nước Xuân Quan - Hưng Yên	Hồng	300.000
Cống lấy nước An Thổ - Hưng Yên	Luộc	100.000
Cống lấy nước Lân - Thái Bình	Hồng	100.000
Trạm bơm Hữu Bị - Như trác, Nam Định	Hồng	100.000
Cống lấy nước Liên Mạc - Hà Tây	Hồng	150.000
Trạm bơm Hồng Vân - Hà Tây	Hồng	150.000
Trạm bơm La Khê - Hà Tây	Đáy	150.000
Cống lấy nước Long Từu - Hà nội	Đuống	40.000
Trạm bơm Kiều Hợp - Vĩnh Phúc	Hồng	10.000
Trạm bơm Bạch Hạc - Vĩnh Phúc	Phó Đáy	10.000
Cống lấy nước Trung Trang - Hải Phòng	Thái Bình	45.000
Cống lấy nước Rỗ - Hải Phòng	Thái Bình	80.000
Trạm bơm Hoàng Khánh	Mã	56.000

*Nguồn: Tạp chí NN & PTNT số 49 năm 2004*

Trên thế giới, nhiều hệ thống tưới cũng gặp phải các vấn đề bồi lắng kênh dẫn. Trong nhiều thập kỷ qua, 4 đến 5 triệu m<sup>3</sup> bùn cát đã được nạo vét từ những kênh lấy nước. Các số liệu đã có cho thấy tổng lượng bùn cát vận chuyển trong các sông đang tăng lên, trung bình khoảng 50 % trong thập kỷ vừa qua và

điều đó phản ánh nhu cầu chống bồi lắng cửa lấy nước bên sông của nhiều hệ thống tưới trên thế giới đang ngày càng cấp thiết.

### **1.2. Các phương pháp nghiên cứu bồi lắng cửa lấy nước bên sông:**

Gồm có 3 nhóm: (i) Đo đạc, thu thập và phân tích số liệu; (ii) Thí nghiệm mô hình vật lý; (iii) Mô hình toán và phương pháp số trị. Phương pháp (i) đòi hỏi đầu tư thời gian và kinh phí lớn, nhiều khi không thực hiện được đặc biệt ở những nước còn nghèo như nước ta. Phương pháp (ii) tuy đã giảm đáng kể yêu cầu về thời gian và kinh phí, nhưng gặp khó khăn về tương tự vật liệu bùn cát. Các nghiên cứu bằng phương pháp này ở nước ta mới dừng ở mức mô phỏng xu thế và xác định vị trí bồi lắng, chưa xác định được lượng bồi lắng cũng như chưa lượng hoá được diễn biến vận chuyển và diễn biến bồi lắng. Phương pháp mô hình hoá bằng mô hình số trị gần đây đã được phát triển cho bài toán bồi lắng. Các nghiên cứu gần đây trên thế giới tuy chưa nhiều song cho thấy mô hình số trị 3 chiều có nhiều hứa hẹn là phương pháp hữu hiệu đối với nghiên cứu bài toán bồi lắng cửa lấy nước bên sông. Tuy nhiên, chưa có nghiên cứu nào ở Việt Nam sử dụng mô hình số trị 3 chiều cho bài toán này, nên cần đầu tư nghiên cứu theo hướng này.

### **1.3. Các công trình nghiên cứu bồi lắng cửa lấy nước bên sông.**

Từ những năm 1968 đến năm 1972, Tại Viện Khoa Học Thủy Lợi GS Nguyễn Thanh Ngà, PGS Lưu Như Phú và các NCV đã thí nghiệm trên mô hình các cửa lấy nước: Xuân Quan, Liên Mạc, ... trên hệ thống thí nghiệm nước đục được xây dựng từ năm 1970. Kết quả nghiên cứu đã tìm ra một số nguyên nhân dẫn đến bồi lắng tại các cửa lấy nước, trên cơ sở đó nhóm nghiên cứu đề xuất giải pháp đập chắn cát dạng tường chắn mũi hắt đã được áp dụng ở cửa lấy nước Xuân Quan trong 3 năm 1970 - 1972, ở cửa lấy nước trạm bơm Cốc Thành, ở cửa lấy nước Hành Chũ, ở cửa cống Trịnh Xuyên.

Trên tập san Thủy lợi tháng 3 - 4/1968, GS Vũ Tất Uyên và GS Nguyễn Thanh Ngà đã có bài viết: "*Bàn về hiện tượng bồi lấp ở cửa cống lấy nước trong mùa lũ*".

Năm 1988 GS Vũ Tất Uyên và TS Đào Xuân Sơn đã nghiên cứu trên mô hình thí nghiệm vật lý hiện tượng bồi lấp cửa lấy nước trạm bơm Hoàng Khánh - Thanh Hoá.

Năm 1992, tại Viện KHTL, vấn đề nghiên cứu chống bồi lắng kết hợp lấy nước phù sa tưới cho vụ mùa đối với các công trình lấy nước ven sông lại được tiếp tục dưới sự chủ trì của GS Nguyễn Thanh Ngà, PGS Trần Xuân Thái, NCV Lê Duy Hàm, kết quả nghiên cứu đã cho thấy tác dụng của đập chắn cát tại cửa lấy nước.

Năm 1997, nhóm nghiên cứu gồm GS Trần Đình Hợi, NCVC Lê Duy Hàm đã có báo cáo về một số kết quả bước đầu trong việc nghiên cứu chống bồi cho cửa lấy nước Xuân Quan sau khi xây dựng nhà máy Thủy điện Hoà Bình.

Năm 2000, Nhóm nghiên cứu gồm: GS Nguyễn Thanh Ngà, Th.S Nguyễn Thu Hương, NCVC Lê Duy Hàm cùng các cộng sự ở phòng thí nghiệm Thủy lực - Viện KHTL đã thực hiện đề tài: “*Nghiên cứu các giải pháp Thủy lợi tiên tiến để khai thác nước phù sa nâng cao độ phì của đất đồng bằng sông Hồng*”.

Năm 2001, tại Trung tâm Thủy công - Viện KHTL nhóm nghiên cứu dưới sự chủ trì của PGS Vũ Đình Hùng đã tiếp tục nghiên cứu giải pháp công trình chống bồi lắng bùn cát cho cống lấy nước Xuân Quan.

Năm 2002, luận văn thạc sỹ kỹ thuật: “**Nghiên cứu giải pháp công trình chống bồi lắng cống lấy nước Xuân Quan**” đã được hoàn thành tại trường Đại học Thủy lợi.

#### **1.4. Những kết quả và tồn tại cơ bản của các nghiên cứu trước đây.**

Các kết quả nghiên cứu đã thực hiện đã mô tả được chế độ thủy lực và vận chuyển bùn cát tại khu cửa lấy nước, từ đó xác định được nguyên nhân và cơ chế bồi lắng cửa lấy nước.

Hạn chế cơ bản là chưa định lượng được diễn biến vận chuyển, diễn biến bồi lắng bùn cát cũng như chưa lượng hoá được lượng bồi lắng tại cửa lấy nước.

### **1.5. Những giải pháp chống bồi lắng cửa lấy nước bên sông đã được đề xuất hoặc áp dụng.**

Trên thế giới cũng như ở Việt Nam, giải pháp khắc phục bồi lắng phổ biến là nạo vét. Về chống hay giảm bồi lắng, bên cạnh chọn vị trí cửa lấy nước phù hợp, các nước tiên tiến trên thế giới phát triển các công nghệ kiểm soát dòng bùn cát bằng các công trình đặt trên sông lái dòng bùn cát đặc biệt bùn cát đáy ra xa cửa lấy nước, đồng thời bố trí các bãi hay bể lắng để lắng giữ bùn cát tương đối mịn không đi xa được tránh không cho chúng bồi lắng trên kênh dẫn. Xây dựng các công trình lái dòng bùn cát trên sông đòi hỏi đầu tư lớn và trình độ công nghệ xây dựng cao, ở Việt Nam chưa có điều kiện áp dụng. Do vậy, các nghiên cứu ở nước ta tập trung vào công trình chắn cát tại cửa lấy nước như chắn cát kiểu phao nổi, chắn cát dạng tường chắn mũi hắt, chắn cát kiểu màn che di động. Các giải pháp này đã được ứng dụng ở Xuân Quan và một vài cửa lấy nước nhỏ ở Đồng Bằng sông Hồng. Thực tế vận hành cho thấy các giải pháp mang tính chất tạm thời, vận hành thủ công, hiệu quả chống bồi không cao nên không nhân rộng được.

### **1.6. Kết luận chương:**

1. Ở Việt Nam, hầu hết các cửa lấy nước bên sông đều bị bồi lấp phù sa sau mỗi mùa lũ, khối lượng bồi lắng phụ thuộc vào quy mô và nhiệm vụ công trình, hình dạng, vị trí cửa lấy nước, hướng tuyến kênh dẫn, chiều dài kênh dẫn vào các công trình lấy nước, chế độ dòng chảy và bùn cát trong sông.

2. Các công trình nghiên cứu bồi lắng cửa lấy nước ở Việt Nam trước đây chủ yếu sử dụng các phương pháp: Đo đạc, thu thập và phân tích số liệu; Thí nghiệm mô hình vật lý. Các phương pháp này có những ưu điểm riêng, nhưng đều còn nhiều hạn chế trong nghiên cứu bồi lắng cửa lấy nước bên sông, đặc biệt là chưa định lượng được các thông số đặc tính dòng bùn cát, quá trình trao đổi, biến đổi (lơ lửng, lắng đọng, di đẩy, tái lơ lửng,...) của bùn cát trong dòng chảy.

3. Một số giải pháp chống bồi đã được đề xuất và sử dụng tại Việt Nam, đó là: Giải pháp tường chắn cát kiểu phao nổi; Giải pháp chắn cát dạng tường chắn mũi hắt; Giải pháp chắn cát kiểu màn che di động,... nhưng vẫn chưa đạt hiệu quả mong muốn, hiện tượng bồi lắng vẫn diễn ra ở các cửa lấy nước và hàng năm nhà nước phải đầu tư một khoản kinh phí rất lớn cho việc nạo vét và di dời bùn cát bồi lắng bằng tàu hút bùn.

4. Để khắc phục hiện tượng bồi lắng cửa lấy nước ở nước ta hiện nay, cần tiếp tục nghiên cứu nguyên nhân và giải pháp giảm bồi cho các cửa lấy nước. Tác giả định hướng nghiên cứu với những nhiệm vụ sau:

+ Nghiên cứu ứng dụng mô hình toán và phương pháp số trị 3 chiều để phân tích chế độ thủy lực và định lượng quá trình vận chuyển, bồi lắng bùn cát tại cửa lấy nước vào mùa lũ, khi đóng cống không lấy nước.

+ Từ kết quả nghiên cứu định lượng quá trình vận chuyển và bồi lắng bùn cát tại cửa lấy nước, nghiên cứu các giải pháp chống bồi lắng có hiệu quả, trong đó quan tâm nghiên cứu vị trí và cấu trúc công trình chắn cát kiên cố, có tuổi thọ cao, quản lý vận hành thuận lợi.

+ Nghiên cứu đề xuất sơ đồ bố trí, hình thức, cấu trúc của cụm công trình lấy nước và chống bồi lắng cho cửa lấy nước bên sông đạt được hiệu quả chống bồi cao nhất trong mùa lũ cũng như mùa kiệt mà không ảnh hưởng đến lưu lượng dòng chảy qua cống lấy nước.

---

## **CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT CỦA MÔ HÌNH TOÁN VÀ PHƯƠNG PHÁP SỐ TRỊ - ỨNG DỤNG NGHIÊN CỨU BÀI TOÁN BỒI LẮNG CỬA LẤY NƯỚC BÊN SÔNG**

### **2.1. Cơ sở lý thuyết của mô hình toán và phương pháp số.**

#### **2.1.1. Hệ tọa độ:**

Sử dụng hệ tọa độ thích ứng địa hình theo phương thẳng đứng (2.1)

$$s = s \left( \frac{z - \zeta(x, y, t)}{H(x, y) + \zeta(x, y, t)} \right) \quad \text{với } -1 \leq s \leq 0 \quad (2.1)$$

Và hệ tọa độ cong trục giao theo phương ngang:  $(\xi, \eta)$



## 2.1.2. Hệ phương trình và điều kiện biên:

### 2.1.2.1. Mô hình dòng chảy:

#### 1. Phương trình cơ bản:

$$\frac{\partial}{\partial t} \left( \frac{H_z u}{mn} \right) + \frac{\partial}{\partial \xi} \left( \frac{H_z u^2}{n} \right) + \frac{\partial}{\partial \eta} \left( \frac{H_z uv}{m} \right) + \frac{\partial}{\partial s} \left( \frac{H_z u \Omega}{mn} \right) \quad (2.2)$$

$$- \left\{ \left( \frac{f}{mn} \right) + v \frac{\partial}{\partial \xi} \left( \frac{1}{n} \right) - u \frac{\partial}{\partial \eta} \left( \frac{1}{m} \right) \right\} H_z v = - \frac{H_z}{n} \left( \frac{\partial P}{\partial \xi} + \frac{g \rho}{\rho_0} \frac{\partial z}{\partial \xi} + g \frac{\partial \zeta}{\partial \xi} \right) + \frac{H_z}{mn} (F_v + D_v)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \left( \frac{H_z v}{mn} \right) + \frac{\partial}{\partial \xi} \left( \frac{H_z uv}{n} \right) + \frac{\partial}{\partial \eta} \left( \frac{H_z v^2}{m} \right) + \frac{\partial}{\partial s} \left( \frac{H_z v \Omega}{mn} \right) \quad (2.3)$$

$$+ \left\{ \left( \frac{f}{mn} \right) + v \frac{\partial}{\partial \xi} \left( \frac{1}{n} \right) - u \frac{\partial}{\partial \eta} \left( \frac{1}{m} \right) \right\} H_z u = - \frac{H_z}{m} \left( \frac{\partial P}{\partial \eta} + \frac{g \rho}{\rho_0} \frac{\partial z}{\partial \eta} + g \frac{\partial \zeta}{\partial \eta} \right) + \frac{H_z}{mn} (F_u + D_u)$$

$$\rho = \rho(T, S, P) \quad \text{và} \quad \frac{\partial \phi}{\partial s} = \left( \frac{-g H_z \rho}{\rho_0} \right) \quad (2.4)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \left( \frac{\zeta}{mn} \right) + \frac{\partial}{\partial \xi} \left( \frac{H_z u}{n} \right) + \frac{\partial}{\partial \eta} \left( \frac{H_z v}{m} \right) + \frac{\partial}{\partial s} \left( \frac{H_z \Omega}{mn} \right) = 0 \quad (2.5)$$

#### 2. Điều kiện biên:

+ Theo phương thẳng đứng:

$$\text{Tại đỉnh (s = 0):} \quad \left( \frac{K_m}{H_z} \right) \frac{\partial u}{\partial s} = \tau_s^x(x, y, t), \quad \left( \frac{K_m}{H_z} \right) \frac{\partial v}{\partial s} = \tau_s^y(x, y, t), \quad \Omega = 0$$

$$\text{Và tại đáy (s = -1):} \quad \left( \frac{K_m}{H_z} \right) \frac{\partial u}{\partial s} = \tau_b^x(x, y, t), \quad \left( \frac{K_m}{H_z} \right) \frac{\partial v}{\partial s} = \tau_b^y(x, y, t), \quad \Omega = 0$$

+ Theo phương ngang: Sử dụng điều kiện biên trượt.

### 2.1.2.2. Mô hình bùn cát:

#### 1. Phương trình cơ bản:

$$\frac{\partial C_k}{\partial t} + \frac{\partial u C_k}{\partial x} + \frac{\partial v C_k}{\partial y} + \frac{\partial (w - w_{s,k}) C_k}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \varepsilon_{s,x} \frac{\partial C_k}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \varepsilon_{s,y} \frac{\partial C_k}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \varepsilon_{s,z} \frac{\partial C_k}{\partial z} \right) \quad (2.51)$$

#### 2. Điều kiện biên:

$$+ \text{Theo phương đứng:} \quad \text{Tại bề mặt tự do:} \quad \varepsilon_{s,z} \frac{\partial C_k}{\partial z} = 0 \quad \text{khi } z \rightarrow \eta$$

$$\text{Tại lớp sét đáy:} \quad \varepsilon_{s,z} \frac{\partial C_k}{\partial z} = E_k - D_k \quad \text{khi } z \rightarrow H$$

$$+ \text{Theo phương ngang:} \quad \text{Tại biên cứng:} \quad \frac{\partial C}{\partial n} = 0 \quad \text{Tại biên hở:} \quad \frac{\partial}{\partial n} \left( \frac{\partial C}{\partial n} \right) = 0$$

### 2.1.3. Các đặc trưng vật lý của mô hình bùn cát:

Các đặc trưng vật lý của bùn cát được xét đến trong mô hình gồm: Ứng suất tiếp đáy. Cơ chế tái lơ lửng của bùn cát kết dính. Cơ chế lắng đọng của bùn cát kết dính. Mô hình bùn cát kết dính đáy. Cơ chế tái lơ lửng của bùn cát không dính. Cơ chế lắng đọng của bùn cát không dính. Bùn cát không dính bọc cứng đáy.

#### **2.1.4. Phương pháp tính:**

##### **2.1.4.1. Sai phân**

- + Theo không gian: Sai phân trung tâm bậc hai trên lưới Arakawa
- + Theo thời gian: Giải phương trình chuyển động để tính vận tốc ngang sau đó tích phân phương trình liên tục từ mặt tới đáy để tính thành phần vận tốc thẳng đứng.

**2.1.4.2. Tham số hoá:** Hệ số khuếch tán rối và hệ số xáo trộn rối.

### **2.2. Ứng dụng nghiên cứu bài toán bồi lắng cửa lấy nước bên sông**

#### **2.2.1. Mô hình số trị 3 chiều:**

Sau nhiều thử nghiệm, đã chọn được mô hình cho nghiên cứu luận án là mô hình có mã nguồn mở ROMS chạy trên hệ điều hành Linux. ROMS được phát triển từ SCRUM, là mô hình đa ứng dụng trong đó có các modun tính toán dòng chảy và vận chuyển bùn cát được phát triển trên cơ sở lý thuyết trình bày ở 2.1.

#### **2.2.2. Kiểm định mô hình:**

Một số kiểm định cơ bản đã được thực hiện trong luận văn: Kiểm tra dao động mực nước truyền vào kênh khi không có ma sát đáy và kiểm tra sự phù hợp về phân bố vận tốc dòng chảy theo phương phẳng đứng của một kênh dưới tác động của ứng suất gió  $0.1 \text{ N/m}^2$ .

#### **2.2.3. Xây dựng bài toán nghiên cứu trên sơ đồ giả định:**

##### **2.2.3.1. Miền tính:**

Miền tính được xây dựng là 1 đoạn sông giả định dài 2500 m, rộng 500 m, cửa lấy nước dài 1000 m, rộng 100 m tạo với dòng chảy ngoài sông các góc  $135^\circ$ ,  $90^\circ$  và  $45^\circ$ . Lưới tính được chia  $120 \times 80$  ô lưới theo phương ngang ( $20 \times 18 \text{ m}$ ) và 6 lớp theo chiều thẳng đứng (0,8 - 1 m).

### **2.2.3.2. Điều kiện ban đầu và điều kiện biên:**

Mặt nước ban đầu nằm ngang ở mức +5,8 m. Thành phần vận tốc vuông góc với biên trên tăng từ 0 đến 1,5 m/s trong 6 giờ đầu và ổn định trong các giờ tiếp theo. Kích thước hạt bùn cát  $d_{50}$  chọn bằng 0,01 mm. Nồng độ bùn cát ban đầu dao động từ 200 ÷ 220 mg/l.

### **2.2.2.3. Kết quả tính**

#### **a. Thủy lực:**

Trong trường hợp không lấy nước, luôn xuất hiện khu nước vật tại cửa lấy nước, chiều rộng khu nước vật bằng chiều rộng lòng kênh, chiều dài phụ thuộc góc lấy nước, lớn nhất khi góc lấy nước bằng  $45^0$  và nhỏ nhất khi góc lấy nước bằng  $135^0$  (Hình 2.19).

**b. Bùn cát:** Các cửa lấy nước tạo với dòng chảy ngoài sông các góc khác nhau thì dòng bùn cát xâm nhập và lắng đọng tại cửa khu vực cửa lấy nước cũng khác nhau. Kết quả tính toán và so sánh đối với 3 trường hợp giả định cửa lấy nước tạo với dòng chảy ngoài sông các góc  $90^0$ ,  $135^0$  và  $45^0$  cho thấy với cùng các điều kiện ban đầu, điều kiện biên và miền địa hình thì trong trường hợp góc lấy nước  $45^0$  cường độ và phạm vi xâm nhập của dòng bùn cát vào cửa lấy nước mạnh nhất, quá trình này giảm xuống đối với trường hợp góc lấy nước  $90^0$ , và ít nhất trong trường hợp góc lấy nước bằng  $45^0$  (Hình 2.20). Với xu thế xâm nhập của dòng bùn cát khác nhau, chiều dày lắng đọng của bùn cát lớp đáy cũng khác nhau, nhỏ nhất đối với trường hợp góc lấy nước bằng  $135^0$  và lớn nhất trong trường hợp góc lấy nước bằng  $45^0$  (Hình 2.21).

#### **c. Nhận xét:**

Kết quả tính toán phù hợp với phân tích lý thuyết, các kết quả thí nghiệm hay đo đạc thực tế đã có ở các trường hợp tương ứng. Điểm trội hơn là đã mô tả chi tiết và tính toán định lượng được dòng bùn cát xâm nhập cửa lấy nước.

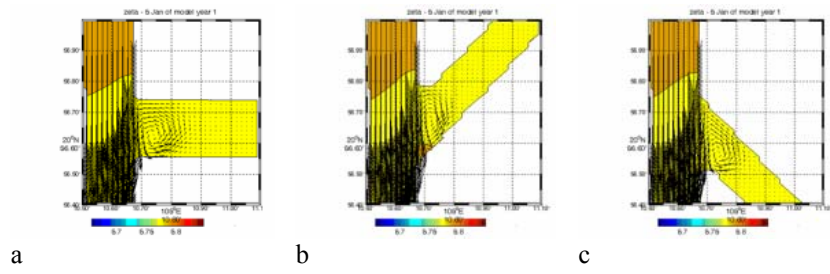
### **2.3. Kết luận chương:**

1. Cơ sở lý thuyết của mô hình toán và phương pháp số trị 3 chiều - 3 D tập hợp trong chương cho thấy mô hình 3D có khả năng mô tả chi tiết và sát với

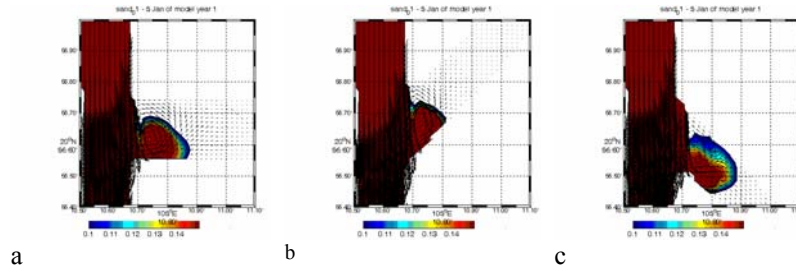
thực tế hiện tượng bồi lắng cửa lấy nước - một bài toán có tính cục bộ và rất phức tạp.

2. Kết quả nghiên cứu lý thuyết, ứng dụng thành công mô hình trên sơ đồ giả định 3 loại cửa lấy nước cho thấy rõ mô hình 3D là một công cụ nghiên cứu định lượng hiệu quả bài toán bồi lắng cửa lấy nước bên sông, từ đó đề xuất các giải pháp công trình chống bồi lắng.

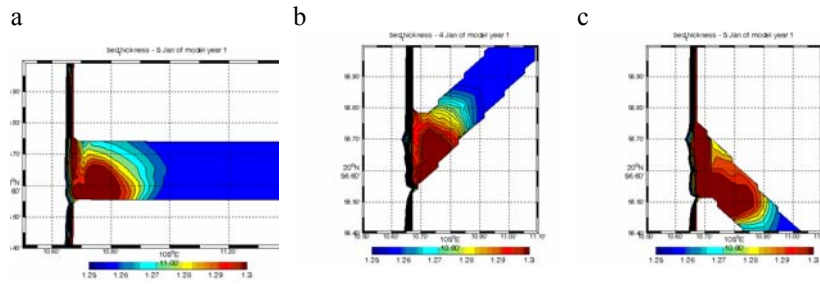
3. Tính toán thử nghiệm trên các sơ đồ giả định thấy rằng yêu cầu bước lưới phải rất nhỏ để xấp xỉ tốt miền tính, sai số thường vượt quá phạm vi cho phép tại những nơi có độ dốc đáy sông lớn, nghiệm số trị của hệ phương trình áp suất thủy tĩnh thường có sai số so với thực tế tại những vùng có gia tốc thẳng đứng lớn, để có kết quả chính xác thì thời gian tính toán cho mỗi trường hợp là khá lớn, yêu cầu hệ thống máy tính để tính toán phải có tốc độ cao.



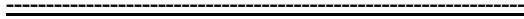
Hình 2.19: Khu nước vật ứng với các trường hợp góc lấy nước khác nhau  $90^{\circ}$  [a], góc lấy nước  $135^{\circ}$  [b] và góc lấy nước  $45^{\circ}$  [c].



Hình 2.20: Sự xâm nhập của dòng bùn cát vào cửa lấy nước theo phương ngang với các trường hợp góc lấy nước khác nhau.



Hình 2.21: Sự thay đổi của chiều dày bùn cát đáy tại cửa lấy nước với các trường hợp góc lấy nước khác nhau.



**CHƯƠNG 3: ỨNG DỤNG MÔ HÌNH NGHIÊN CỨU VỊ TRÍ VÀ CẤU TRÚC CÔNG TRÌNH CHẮN CÁT CỬA LẤY NƯỚC BÊN SÔNG**

**3.1. Vị trí và nhiệm vụ của cửa lấy nước được chọn để nghiên cứu.**

+ Xuân Quan là một cụm công trình đầu mối lấy nước từ sông Hồng cung cấp nước tưới cho hệ thống thủy nông Bắc - Hưng - Hải.

+ Vị trí cửa lấy nước Xuân Quan đặt tại đỉnh bờ lôm của đoạn sông cong (Hình 3.1), phía thượng lưu giáp làng Bát Tràng.

**3.2. Đo đạc, thu thập số liệu phục vụ mô hình.**

**3.2.1. Số liệu thu thập:** Bình đồ khu vực cửa lấy nước Xuân Quan. Mục nước đo tại cửa lấy nước Xuân Quan. Cấp phối hạt lơ lửng trên mặt cắt ngang và biến đổi theo thời gian tại trạm thủy văn Hà Nội.

**3.2.2. Đo đạc, khảo sát số liệu:**

Sau khi đo đạc, khảo sát, tính toán, xử lý thu được bộ số liệu gồm:

- Số liệu và biểu đồ đo vẽ mặt cắt ngang. (Hình 3.4, 3.5).

- Biểu đồ phân bố tốc độ theo mặt ngang tại các mặt cắt đo lưu lượng (Hình 3.6, 3.7)

- Số liệu hàm lượng chất lơ lửng thực đo và biểu tính lưu lượng chất lơ lửng mặt ngang.

**3.3. Ứng dụng mô hình.**

**3.3.1 Miền tính:** Sau nhiều lần thử nghiệm với các lưới tính có độ phân giải khác nhau, kết quả của luận án được phân tích dựa trên miền tính (Hình 3.8) có độ phân giải theo phương ngang: 5 - 17 m với 80 x 120 ô lưới, chia thành 10 lớp theo phương thẳng đứng (0,5 - 3m)

**3.3.2 Các phương án tính toán:** Tính toán các kịch bản không đặt tường chắn và đặt tường chắn có khẩu độ, vị trí khác nhau tại cửa lấy nước Xuân Quan để phân tích bản chất của chế độ thủy lực, vận chuyển và lắng đọng bùn cát tại khu vực cửa lấy nước trong các trường hợp có đặt và không đặt tường chắn tại cửa lấy nước.

**3.3.3 Điều kiện ban đầu và điều kiện biên:** Mặt nước ban đầu được giả thiết là nằm ngang ở mức +5,8 m. Các thành phần vận tốc bằng 0. Thành phần vận tốc vuông góc với biên trên tăng từ 0 lên tới 1,5 m/s trong 6 giờ đầu và ổn định trong các giờ tiếp theo. Nồng độ bùn cát ban đầu được lấy bằng nồng độ thực vào mùa lũ, trong khoảng 200 ÷ 220 mg/l. Căn cứ vào các kết quả đo đạc, kích thước hạt  $d_{50}$  trong nghiên cứu này được chọn bằng 0,01 mm.

**3.3.4 Kết quả tính toán:**

- + Trường lưu tốc theo phương ngang tại khu vực cửa lấy nước Xuân quan với các phương án tính toán có tường chắn khác nhau.
- + Trường lưu tốc theo phương thẳng đứng tại khu vực cửa lấy nước Xuân quan với các phương án tính toán khác nhau.
- + Phân bố nồng độ bùn cát theo phương ngang và thẳng đứng trong trường hợp chưa có tường chắn tại cửa lấy nước.
- + Diễn biến xâm nhập của bùn cát vào cửa lấy nước với các phương án tính khác nhau.
- + Thay đổi chiều dày bùn cát tại lớp đáy của các phương án tính.

**3.3.5 Một số nhận xét:**

**3.3.5.1 Chế độ thủy lực:**

*Từ kết quả tính toán thủy lực trên mô hình số trị 3 chiều, kết hợp với số liệu thực đo và kết quả thí nghiệm trên mô hình vật lý cho thấy:*

- + Vào mùa lũ, khi đóng cống Xuân Quan không lấy nước thì trong kênh ngoài Xuân Quan hình thành một khối nước tĩnh có dung tích lớn. Dòng chảy ngoài sông trong mùa lũ có trị số lưu tốc lớn ép vào cửa lấy nước phía bờ hạ lưu kênh và phải khối nước tĩnh trong kênh tạo nên khu nước vật có cường độ lớn tại đầu kênh (Hình 3.11).
- + Vị trí của khu nước vật có cường độ hoạt động mạnh xuất hiện ở đầu kênh, nơi xuất hiện bãi bồi sau mỗi mùa lũ. Chiều dài khu nước vật tính được trong mô hình (Hình 3.12) tương tự với chiều dài khu nước vật đã đo

đặc đầu mùa lũ và chiều dài bãi bồi xuất hiện tại cửa lấy nước sau mùa lũ (từ 150 đến 200 m). Phía sau khu nước vật này, do hoàn lưu của dòng chảy có một vùng nước vật có cường độ và phạm vi hoạt động yếu hơn.

+ Theo kết quả tính toán thủy lực, việc đặt một tường chắn vuông góc với trục kênh, sát mép sông và chiếm 1/3 hoặc 2/3 chiều rộng lòng kênh sẽ có tác dụng rất lớn trong việc khử bỏ khu nước vật xuất hiện đầu kênh vào mùa lũ, khi đóng cống không lấy nước.

### 3.3.5.2. Bùn cát:

*Phương án không có công trình tường chắn tại cửa lấy nước:*

+ Bùn cát từ ngoài sông chủ yếu xâm nhập vào cửa lấy nước từ phía bờ hạ lưu của kênh dẫn theo dòng chảy vào cửa khu nước vật thứ nhất (Hình 3.18, 3.19, 3.20, 3.21) tại đây sức tải bùn cát giảm nhiều dẫn đến bùn cát lắng đọng mạnh, đến vị trí cuối của khu nước vật này một phần bùn cát theo dòng hoàn lưu của khu nước vật đi ra sông, phần còn lại tiếp tục xâm nhập vào sâu phía trong kênh theo dòng chảy vào cửa khu nước vật thứ hai (sát bờ kênh phía thượng lưu - theo chiều dòng chảy của sông). Tại đây hàm lượng bùn cát đã nhỏ đi rất nhiều nên lượng bồi lắng ít hơn ở khu vật phía ngoài.

+ Kết quả tính toán thấy rằng mặc dù vào mùa lũ lưu lượng dòng chảy và hàm lượng bùn cát trong sông trước cửa lấy nước rất lớn nhưng khi không mở cống lấy nước thì bùn cát cũng không thể vào sâu trong kênh mà chủ yếu chỉ tập trung ở khu vực cửa lấy nước, tại vị trí xuất hiện những khu nước vật còn ở phía sâu trong kênh khối nước có hàm lượng bùn cát rất thấp, so với phía gần bờ hạ lưu kênh thì lòng kênh gần bờ thượng lưu kênh dòng chảy có hàm lượng bùn cát lớn vào xa hơn. (Hình 3.22, 3.23, 3.24).

+ Kết quả tính toán của mô hình tương đối phù hợp với số liệu đo đạc nồng độ bùn cát trên 3 thủy trực tại cửa lấy nước Xuân Quan vào mùa lũ khi đóng cống không lấy nước (Hình 3.25).

+ Kết quả tính toán thay đổi chiều dày bùn cát đáy (Hình 3.26) cho thấy đầu mùa lũ khi đóng cống không lấy nước, dòng bùn cát từ ngoài sông vào



kênh theo dòng chảy vào của khu nước vật thứ nhất và lắng đọng xuống đáy kênh gần phía bờ hạ lưu. Phạm vi lắng đọng tại đây tăng lên theo thời gian tính toán, khi đáy kênh tại đây bị bồi cao lên cộng với mực nước và lưu lượng dòng chảy sông tăng lên ở giữa mùa lũ sẽ làm cho lưu tốc dòng vật vào kênh tăng lên và xói lở bùn cát đã bồi tại đây lên, dòng bùn cát này sẽ theo dòng hoàn lưu của khu nước vật chuyển sang bồi ở phía bờ thượng lưu kênh. Khi bùn cát đã bồi bị xói đi, gần phía bờ hạ lưu cao độ đáy kênh và lưu tốc dòng chảy vào giảm xuống, tuy nhiên lúc này đã là cuối mùa lũ dòng chảy sông có hàm lượng bùn cát nhỏ và quá trình bồi không thể xảy ra ở phía bờ hạ lưu cửa lấy nước nữa, chỉ còn bùn cát bồi lấp phía thượng lưu kênh.

*So sánh sự xâm nhập của dòng bùn cát và mức độ bồi lắng tại khu vực cửa lấy nước giữa các kịch bản tính toán khác nhau. Trên cơ sở đó lựa chọn tuyến, vị trí và cấu trúc công trình chắn cát:*

Với xu thế xâm nhập của bùn cát vào cửa lấy nước như đã trình bày ở trên tác giả đã thực hiện tính toán các phương án công trình giả định (đặt tường chắn ở bờ hạ lưu của cửa lấy nước) để xác định hiệu quả ngăn chặn bùn cát xâm nhập vào cửa lấy nước trong mùa lũ nhằm xác định tuyến, vị trí và cấu trúc hợp lý của công trình chắn cát.

+ So sánh sự xâm nhập của bùn cát vào cửa lấy nước giữa trường hợp không có tường chắn và trường hợp có tường chắn vuông góc với trục lòng kênh, đặt sát mép sông và chiếm 1/3 chiều rộng lòng kênh phía bờ hạ lưu (Hình 3.32) thì khi có tường chắn phần lớn bùn cát xâm nhập vào cửa lấy nước phía bờ hạ lưu đã bị chặn lại, chỉ còn một phần nhỏ bùn cát vào cửa lấy nước phía bờ thượng lưu của kênh. Như vậy việc đặt một công trình ngăn dòng vật từ sông ép vào phía bờ hạ lưu cửa lấy nước sẽ có tác dụng tích cực trong việc ngăn bùn cát xâm nhập

+ Khi tính toán và so sánh quá trình vận chuyển của bùn cát vào cửa lấy nước giữa trường hợp tường chắn vuông góc với trục kênh, chiếm 1/3 chiều

rộng lòng kênh phía bờ hạ lưu và trường hợp tường chắn xiên góc có kích thước và vị trí tương tự (Hình 3.34) thì thấy rằng chiều dài xâm nhập của bùn cát vào kênh trường hợp tường chắn vuông góc nhỏ hơn trường hợp tường chắn xiên góc. Như vậy nếu lựa chọn tuyến công trình nhằm ngăn chặn bùn cát xâm nhập cửa lấy nước thì nên ưu tiên lựa chọn những phương án tường chắn vuông góc với trục lòng kênh.

+ Kết quả tính toán và so sánh ảnh hưởng của vị trí đặt tường chắn tới quá trình xâm nhập và bồi lắng bùn cát tại cửa lấy nước cho thấy vị trí đặt sát mép sông là hiệu quả nhất.

+ Kết quả tính toán cho thấy, khẩu độ tường chắn cát càng lớn so với mặt cắt ngang cửa lấy nước thì hiệu quả chắn cát càng cao, với phương án tường chắn  $2/3$  chiều rộng lòng kênh phía bờ hạ lưu cửa lấy nước thì cơ bản đã ngăn được dòng bùn cát có hàm lượng lớn xâm nhập vào kênh trong mùa lũ (*trích* Hình 3.36). Như vậy đối với cửa lấy nước Xuân Quan nếu lựa chọn cấu trúc của chắn cát là một công trình có 3 khoang cửa, mỗi khoang có chiều rộng  $1/3$  lòng kênh thì sẽ rất thuận lợi cho việc thiết kế, thi công công trình chắn cát và quy trình quản lý vận hành công trình đáp ứng tốt yêu cầu của công lấy nước.

+ So sánh sự thay đổi chiều dày bùn cát lớp đáy khi đặt một tường chắn vuông góc, chiếm  $1/3$  chiều rộng lòng kênh với các điều kiện tính toán tương tự như trường hợp không có tường chắn thì khi có tường chắn (*trích* Hình 3.37) không thấy xuất hiện các bãi bồi tại cửa lấy nước phía sau tường chắn. Như vậy nếu đặt một tường chắn  $1/3$  tại cửa lấy nước thì hiệu quả chống bồi vào mùa lũ đã là rất lớn còn nếu đặt tường chắn  $2/3$  vuông góc (*trích* Hình 3.38) sẽ có hiệu quả chống bồi sẽ còn tốt hơn nhiều, kể cả đối với lượng bùn cát hạt mịn từ ngoài sông khuếch tán vào kênh.

Kết quả tính toán cho thấy nồng độ bùn cát giữa các lớp nước có sự khác nhau, tập trung nhiều từ lớp đáy cho đến lớp giữa và ít dần đi ở lớp nước trên mặt. Qua phân tích kết quả tính toán trên mô hình số trị 3 chiều kết hợp với

kết quả thí nghiệm trên mô hình vật lý được thực hiện tại Viện KHTL (KC-ĐL-94-15-6) tác giả luận án nhận thấy cấu trúc hợp lý theo phương thẳng đứng tại cửa lấy nước Xuân Quan có thể chia ra làm 4 tầng cửa có kích thước bằng nhau hoặc 3 tầng cửa với các kích thước không đều nhau. Khi đó, nhằm hạn chế đến mức tối đa lượng bùn cát lắng đọng vào kênh, chế độ vận hành đóng mở các khoang và tầng cửa chắn cát giữ một vai trò hết sức quan trọng, đảm bảo chỉ mở các cửa đủ để cung cấp lưu lượng qua cống Xuân Quan theo yêu cầu và sẽ được ưu tiên mở theo thứ tự từ tầng cao xuống tầng thấp và từ thượng lưu xuống phía hạ lưu cửa lấy nước, khi đóng thì theo quy trình ngược lại.

#### **3.4. Kết luận chương:**

1. Kết quả đo đạc tại kênh ngoài Xuân Quan cho thấy vào mùa lũ, khi đóng cống không lấy nước thì khối nước trong kênh gần như ở trạng thái tĩnh, chỉ có khu nước vật có cường độ mạnh hoạt động ở đầu cửa lấy nước. Hàm lượng bùn cát phân bố trên thủy trực đo gần bờ hạ lưu lớn hơn phía gần bờ thượng lưu kênh và giảm dần từ ngoài vào trong kênh. Địa hình cửa lấy nước thay đổi đáng kể sau mùa lũ, bùn cát bồi lắng chủ yếu tập trung ở đoạn kênh sát sông tại nơi xuất hiện khu nước vật.

2. Ứng dụng mô hình 3D đã thử nghiệm trên các sơ đồ giả định để nghiên cứu khu vực cửa lấy nước Xuân Quan với các điều kiện địa hình đo đạc khảo sát được và các phương án tính khác nhau đã cho thấy tính đúng đắn của những kết luận rút ra từ nghiên cứu về lý thuyết và mô hình vật lý đã trình bày trong chương 1 cũng như kết luận sau khi phân tích kết quả đo đạc khảo sát đã trình bày ở trên, cụ thể như sau:

+ Mùa lũ, khi cống Xuân Quan không lấy nước thì mặc dù dòng chảy ngoài sông có trường lưu tốc và hàm lượng bùn cát lớn nhưng khối nước trong kênh gần như ở trạng thái tĩnh, hiện tượng trao đổi nước giữa sông và kênh chỉ diễn ra ở đầu kênh, vị trí xuất hiện khu nước vật và quá trình bồi lắng chỉ xuất hiện tại đây.

+ Việc đặt tường chắn tại bờ hạ lưu có tác dụng tích cực trong việc ngăn chặn dòng bùn cát xâm nhập vào cửa lấy nước trong mùa lũ và hạn chế phạm vi hoạt động của khu nước vật do vậy đã làm giảm đáng kể lượng bồi tại đây.

+ Vị trí của công trình chắn cát nên đặt sát mép sông. Hướng, tuyến hiệu quả là vuông góc với trục lòng kênh. Như vậy công trình chắn cát (tường chắn cát) sẽ xuất phát từ điểm giao giữa mép sông và bờ hạ lưu của kênh và nhô ra vuông góc với trục lòng kênh.

+ Khẩu độ tường chắn càng lớn so với khẩu độ kênh thì hiệu quả chắn cát càng cao. Qua tính toán cho thấy nếu chọn khẩu độ tường chắn 2/3 kênh và đặt sát mép sông thì đã giảm gần hết bùn cát vào bồi lắng trong kênh.

+ Trong trường hợp công trình chắn cát Xuân Quan, kết quả tính toán cho thấy cần đặt vị trí công trình chắn cát ở sát mép sông và chia công trình ra làm 3 khoang với 4 tầng cửa đều nhau hoặc 3 tầng cửa có kích thước không đều nhau với quy trình vận hành lấy nước theo các khoang và từng tầng cửa theo nguyên tắc mở từ trên xuống và từ phía bờ thượng lưu về phía bờ hạ lưu tùy thuộc vào mực nước ngoài sông trước cửa lấy nước (khi đóng thì ngược lại) thì sẽ giải quyết được tốt vấn đề bồi lắng tại đây.

3. Khi ứng dụng mô hình 3D đối với cửa lấy nước Xuân Quan, tác giả luận án đã xử lý thành công một số vấn đề sau:

+ Trong quá trình xây dựng miền tính phải tiến hành nội suy, là tron địa hình đáy dựa trên một số phần mềm chuyên dụng khác.

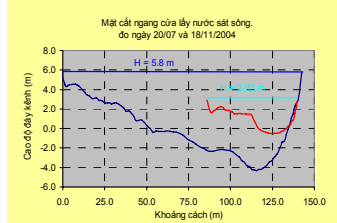
+ Thời gian tính toán cho mỗi kịch bản khá lâu do điều kiện ổn định của mô hình, yêu cầu hệ thống máy tính kết nối để tính toán phải có tốc độ cao.

4. Do mô hình sử dụng trong nghiên cứu này là mô hình tựa ba chiều với giả thiết áp suất thủy tĩnh nên chưa xét được ảnh hưởng trực tiếp của công trình chắn cát tới chế độ thủy lực và vận chuyển bùn cát tại cửa lấy nước theo phương thẳng đứng (khi tường chắn thấp hơn mực nước).

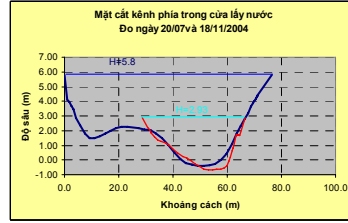
---



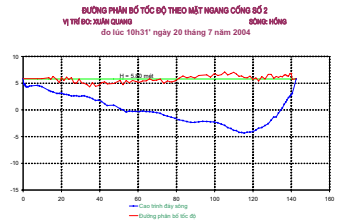
**Hình 3.1: Cửa lấy nước Xuân Quan chụp từ vệ tinh**



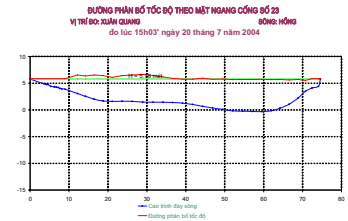
**Hình 3.4: Mặt cắt kênh số 2 đo lúc đầu lũ và cuối mùa lũ.**



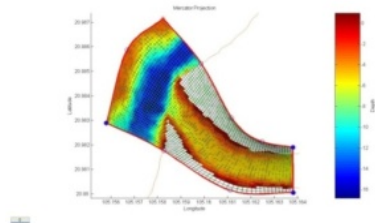
**Hình 3.5: Mặt cắt kênh số 21 đo lúc đầu lũ và cuối mùa lũ.**



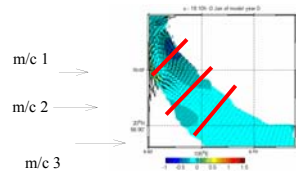
**Hình 3.6: Lưu tốc dòng chảy trung bình theo độ sâu đo tại mặt cắt 2**



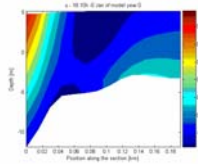
**Hình 3.7: Lưu tốc dòng chảy trung bình theo độ sâu đo tại mặt cắt 23.**



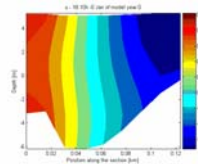
**Hình 3.8: Miền tính khu vực cửa lấy nước Xuân Quan**



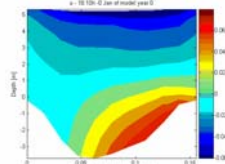
Hình 3.11: Trường lưu tốc theo phương ngang tại khu vực cửa lấy nước Xuân Quan.



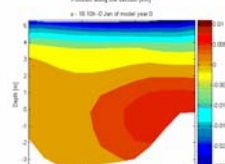
Hình 3.12: Chiều dài khu nước vật thứ nhất tại cửa lấy nước.



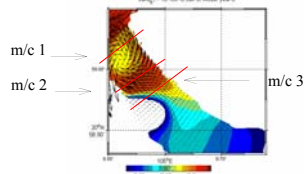
Hình 3.13: Trường lưu tốc theo phương thẳng đứng tại mặt cắt 1.



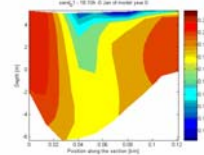
Hình 3.14: Trường lưu tốc theo phương thẳng đứng tại mặt cắt 2.



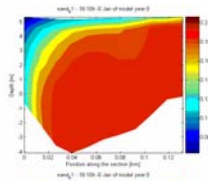
Hình 3.15: Trường lưu tốc theo phương thẳng đứng tại mặt cắt 3.



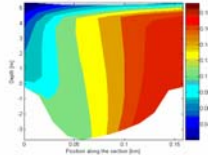
Hình 3.18: Bùn cát từ ngoài sông xâm nhập vào cửa lấy nước Xuân Quan.



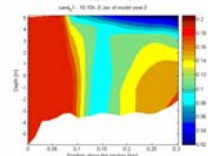
Hình 3.19: Phân bố nồng độ bùn cát trên mặt cắt 1 vuông góc với trục kênh.



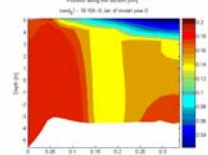
Hình 3.20: Phân bố nồng độ bùn cát trên mặt cắt 2 vuông góc với trục kênh.



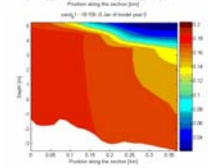
Hình 3.21: Phân bố nồng độ bùn cát trên mặt cắt 3 vuông góc với trục kênh.



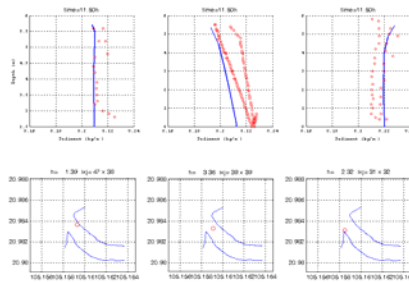
Hình 3.22: Phân bố nồng độ bùn cát trên mặt cắt thẳng đứng, song song với trục lòng kênh và gần phía bờ hạ lưu.



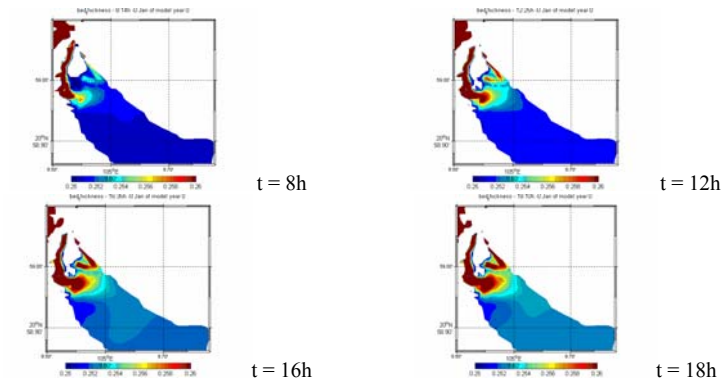
Hình 3.23: Phân bố nồng độ bùn cát trên mặt cắt thẳng đứng trùng với trục kênh.



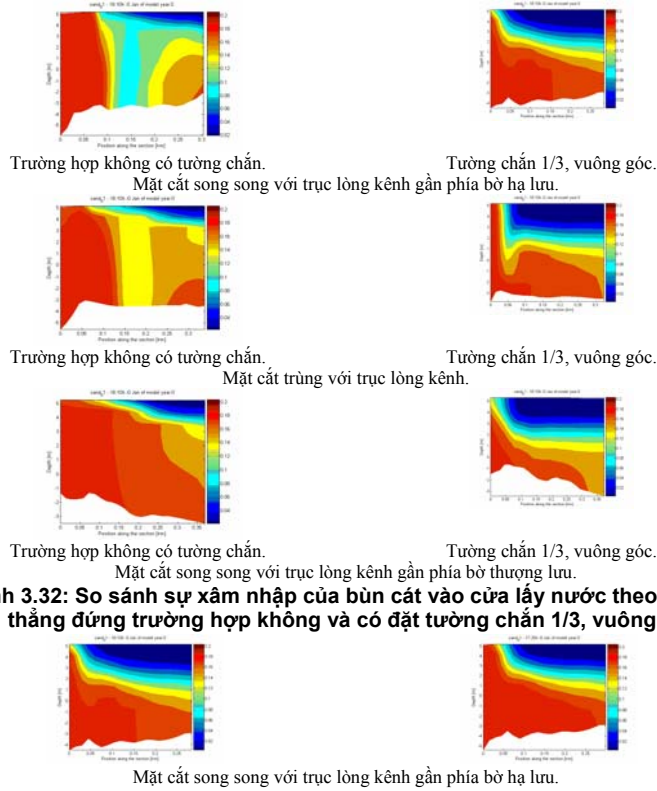
Hình 3.24: Phân bố nồng độ bùn cát trên mặt cắt thẳng đứng, song song với trục lòng kênh và gần phía bờ thượng lưu.



Hình 3.25: So sánh kết quả tính toán và đo đạc sự phân bố nồng độ bùn cát trên 3 thủy trục tại cửa lấy nước.

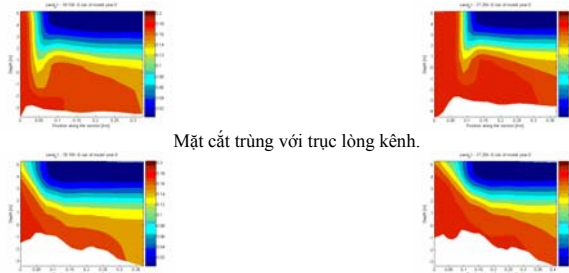


**Hình 3.26: Sự thay đổi chiều dày lớp đáy trong trường hợp không có tường chắn.**



**Hình 3.32: So sánh sự xâm nhập của bùn cát vào cửa lấy nước theo phương thẳng đứng trường hợp không và có đặt tường chắn 1/3, vuông góc.**





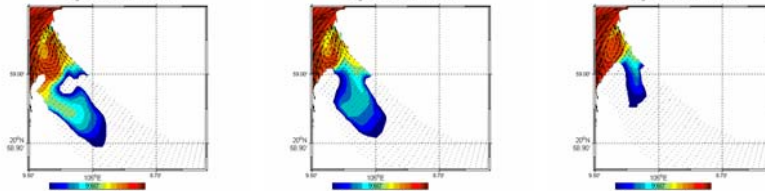
Mặt cắt trùng với trục lòng kênh.

Tường chắn 1/3, vuông góc.

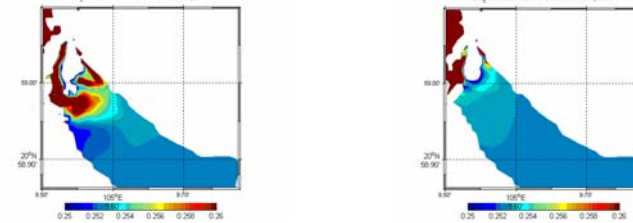
Tường chắn 1/3, xiên góc.

Mặt cắt song song với trục lòng kênh gần phía bờ thượng lưu.

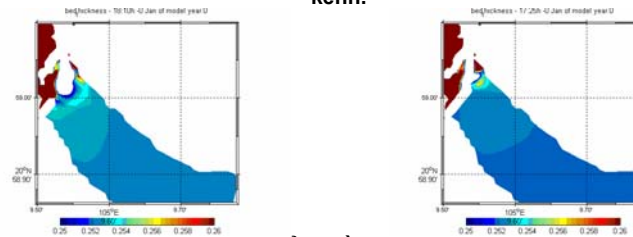
**Hình 3.34: So sánh sự xâm nhập của bùn cát vào cửa lấy nước theo phương thẳng đứng giữa trường hợp đặt tường chắn 1/3, vuông góc và xiên góc.**



**Trích Hình 3.36: So sánh sự xâm nhập của bùn cát vào cửa lấy nước giữa các trường hợp tường chắn 1/3, 1/2, 2/3 vuông góc đặt sát mép sông.**



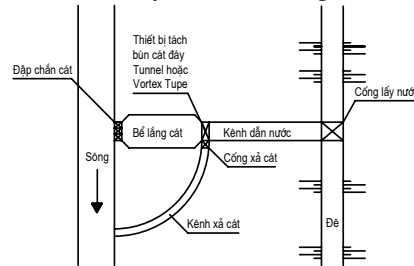
**Trích Hình 3.37: So sánh sự thay đổi chiều dày lớp đáy giữa trường hợp không có tường chắn và trường hợp tường chắn vuông góc chiếm 1/3 chiều rộng lòng kênh.**



**Trích Hình 3.38: So sánh sự thay đổi chiều dày lớp đáy giữa trường hợp tường chắn vuông góc chiếm 1/3 chiều rộng lòng kênh và trường hợp tường chắn vuông góc chiếm 2/3 chiều rộng lòng kênh.**

#### **CHƯƠNG 4: THIẾT KẾ ĐẬP CHẮN CÁT CHO CỬA LẤY NƯỚC XUÂN QUAN**

Trên cơ sở phân tích ưu nhược điểm của các giải pháp đã sử dụng trong và ngoài nước, kết quả của các công trình nghiên cứu trước đây và kết quả ứng dụng mô hình 3D tính toán chế độ thủy lực, vận chuyển và lắng đọng bùn cát tại cửa lấy nước, chúng tôi kiến nghị sử dụng sơ đồ hình 4.1 với hệ thống các công trình chắn cát, lấy nước vào cống Xuân Quan.



**Hình 4.1: Sơ đồ hệ thống công trình chắn cát và lấy nước**

Trong sơ đồ này, đập chắn cát đặt tại đầu cửa lấy nước giữ vai trò chủ yếu trong việc ngăn bùn cát từ ngoài sông xâm nhập và bồi lắng tại cửa lấy nước do vậy việc tính toán thiết kế sơ bộ được thực hiện đối với đập chắn cát, những công trình khác sẽ được nghiên cứu sâu hơn ở những đề tài nghiên cứu sau.

**4.1. Các thông số cần thiết cho việc tính toán:** Mực nước sông Hồng tương ứng với các thời kỳ lấy nước. Lượng ngậm cát từ mặt xuống đáy. Lưu lượng nước cần tưới theo yêu cầu của từng thời vụ.

**4.2. Hình thức kết cấu và đặc điểm công trình đập chắn cát:**

Đập chắn cả kênh, chiều rộng mỗi khoang bằng 1/3 chiều rộng lòng kênh và có nhiều tầng cửa. Cao trình, kích thước, vị trí và quy trình vận hành các khoang cửa sao cho đảm bảo hạn chế nhiều nhất bùn cát vào trong kênh mà vẫn không ảnh hưởng đến lưu lượng dòng chảy vào kênh.

**4.3. Bố trí kết cấu công trình đập chắn cát (Hình 4.2):**

**4.3.1. Tính chọn vị trí cho từng tầng cửa:** Căn cứ vào mực nước sông, sự phân bố bùn cát và kích thước cửa van thuận lợi cho việc chế tạo và lắp đặt,

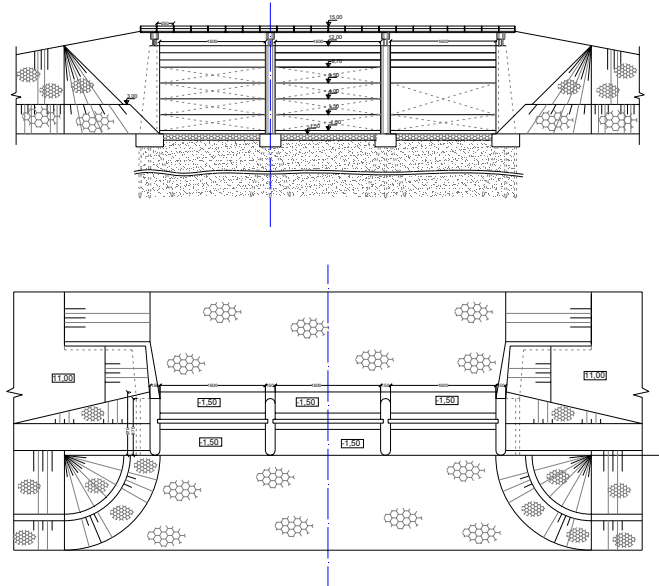
sơ bộ chọn cao trình ngưỡng của các khoang cửa khi mở như sau: Tầng I:  $\nabla = -1,00$  m; Tầng II:  $\nabla = +1,50$  m; Tầng III:  $\nabla = +4,00$  m; Tầng IV:  $\nabla = +6,50$  m.

#### 4.3.2. Tính khẩu diện cho các tầng cửa:

a. *Trường hợp tính toán:* Khẩu diện cống được tính toán với trường hợp bất lợi nhất về nhu cầu dùng nước, đó là thời kỳ lấy nước trong mùa kiệt khi chênh lệch mực nước thượng hạ lưu nhỏ và lưu lượng lấy nước tương đối lớn. Trong trường hợp này ta tính với mực nước  $\nabla_{\min}^s$  và  $\nabla_{\max}^k$  tương ứng với  $Q_{\max}$ .

b. *Tính bề rộng cống:* Khi lấy nước với lưu lượng  $Q_{\max} = 103,50$  m<sup>3</sup>/s, mực nước  $\nabla_{\min}^s = +2,4$  m và  $\nabla_{\max}^k = +2,34$  m thì việc lấy nước được thực hiện ở tầng cửa I và II. Kết quả tính được  $B_d = 48,00$  m.

**4.4. Vận hành đập chắn cát:** Mở các khoang và tầng cửa theo quy trình từ thượng lưu về hạ lưu kênh và từ trên xuống dưới (khi đóng ngược lại thì có thể hạn chế đến mức tối thiểu lượng bùn cát bồi lắng tại đây)



**Hình 4.2: Chính diện và mặt bằng đập chắn cát.**

#### 4.5. Tính toán sơ bộ hiệu quả chống bồi của công trình chắn cát

4.5.1. Thời gian tính: Tháng 7

4.5.2. Cơ sở tính toán: Thời gian lấy nước. Lưu lượng nước cần lấy vào cống dưới đê. Lưu lượng dòng chảy trao đổi giữa sông và kênh khi chưa có công trình chắn cát. Cao trình và khẩu độ mở cửa đập chắn cát. Mực nước ngoài sông trước cửa lấy nước. Phân bố nồng độ bùn cát tại các thủy trực.

4.5.3. Kết quả tính toán sơ bộ hiệu quả chống bồi:

**Bảng 4.1: Tính toán sơ bộ hiệu quả chống bồi khi có công trình chắn cát**

Chưa có công trình chắn cát	Có công trình chắn cát
Lưu lượng nước trao đổi: 69,2 m <sup>3</sup> /s	Lưu lượng nước cần lấy: 34,38 m <sup>3</sup> /s
Thời gian: 30 ngày	Thời gian: 307 giờ (12,79 ngày)
Mực nước: + 5,8 m	Mực nước: +5,8 m; ∇ <sub>mở</sub> : + 4 m
Lượng ngậm cát: ρ <sub>1</sub> = 0,215 kg/m <sup>3</sup> ρ <sub>2</sub> = 0,149 kg/m <sup>3</sup> Mật độ bùn cát lắng đọng gây bồi: Δ <sub>p</sub> = 0,0657 kg/m <sup>3</sup>	Lượng ngậm cát: ρ <sub>1</sub> = 0,186 kg/m <sup>3</sup> ρ <sub>2</sub> = 0,131 kg/m <sup>3</sup> Mật độ bùn cát lắng đọng gây bồi: Δ <sub>p</sub> = 0,055 kg/m <sup>3</sup>
Lượng bồi: $W = \frac{V}{\gamma} \Delta p = \frac{179,366 \times 10^6}{1,8 \times 10^3} \times 0,0657 = 6546,86 \text{ m}^3$	Lượng bồi: $W = \frac{V}{\gamma} \Delta p = \frac{37,996 \times 10^6}{1,8 \times 10^3} \times 0,055 = 1160,1 \text{ m}^3$

Kết quả tính toán sơ bộ cho thấy khi sử dụng công trình chắn cát hiệu quả giảm bồi đạt được: 82,28%.

#### 4.6. Kết luận chương:

1. Sau khi so sánh các phương án công trình một cách toàn diện về mặt kỹ thuật, kinh tế, tính khả thi trong thi công và quản lý vận hành, tác giả luận văn kiến nghị chọn phương án sử dụng sơ đồ hệ thống lấy nước, ngăn bùn cát gồm các công trình: đập chắn cát, bể lắng, thiết bị tách bùn cát vào kênh xả cát ra sông làm giải pháp công trình giảm bồi lắng cho cửa lấy nước bên sông. Trong đó, đập chắn cát là công trình chủ đạo, các công trình khác là bổ trợ.

2. Đối với đập chắn cát, cấu trúc nhiều khoang, nhiều tầng với cao trình, kích thước khoang tầng phù hợp và quy trình đóng mở các khoang tầng hợp lý có thể hạn chế đến tối thiểu lượng bùn cát vào bồi lắng phía trong, đồng thời vẫn đảm bảo lấy nước về mùa kiệt cũng như lấy sa trong mùa lũ.

3. Kết quả tính toán cho thấy sơ đồ hệ thống công trình chống bồi lắng đề xuất có hiệu quả chống bồi lắng rất cao. Riêng đập chắn cát ở cửa đã có thể giảm hơn 80% bùn cát vào bồi lắng trong kênh dẫn sau đập.

### **KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ**

Kế thừa các kết quả nghiên cứu đã có, sau nhiều năm nỗ lực nghiên cứu, luận án đã đạt được một số kết quả như sau:

1. Luận án đã tổng quan được tình hình bồi lắng cửa lấy nước; các phương pháp nghiên cứu bồi lắng cửa lấy nước; các công trình nghiên cứu bồi lắng cửa lấy nước; nguyên nhân và các giải pháp chống bồi lắng cửa lấy nước bên sông ở trong nước và trên thế giới. Đã phân tích được các tồn tại của các nghiên cứu trong nước trước đây mà quan trọng nhất là tính định lượng thấp và nguyên nhân cơ bản ở hạn chế của các phương pháp hay công cụ nghiên cứu. Từ đó, xác định hướng nghiên cứu cho luận án.

2. Luận án đã hệ thống lý thuyết mô hình toán và nghiên cứu ứng dụng mô hình số trị 3 chiều phù hợp để mô phỏng và tính toán định lượng chế độ thủy lực và quá trình vận chuyển, bồi lắng bùn cát tại cửa lấy nước bên sông.

3. Nghiên cứu ứng dụng mô hình số trị 3 chiều cho bài toán bồi lắng cửa lấy nước bên sông. Đã nghiên cứu thử nghiệm trên các sơ đồ cửa lấy nước giả định được xác lập trên cơ sở tổng kết các sơ đồ thực tế. Kết quả tính toán chế độ thủy lực; vận chuyển và bồi lắng bùn cát trên các sơ đồ giả định phù hợp với những kết luận rút ra từ phân tích lý thuyết. Điều này cho thấy mô hình số trị 3 chiều là công cụ nghiên cứu định lượng hữu hiệu đối với bài toán phức tạp này.

4. Đã tiến hành đo đạc thực tế trước và sau lũ, sử dụng số liệu đo và kết quả thí nghiệm mô hình vật lý đã thực hiện trước đây hiệu chỉnh mô hình số trị 3 chiều để ứng dụng nghiên cứu đối với cửa lấy nước Xuân Quan.

5. Ứng dụng thành công mô hình số trị 3 chiều đã kiểm nghiệm trên các sơ đồ cửa lấy nước giả định nghiên cứu định lượng cơ chế, diễn biến bồi lắng và giải pháp giảm bồi lắng cho cửa lấy nước Xuân Quan. Kết quả tính toán phù hợp với kết luận rút ra từ những nghiên cứu lý thuyết, thí nghiệm trên mô hình vật lý trước đây và kết quả đo đạc thực tế.

6. Kết quả nghiên cứu của luận án cho thấy muốn giảm bồi lắng cần thiết phải có 1 công trình kiểm soát quá trình vận chuyển và lắng đọng bùn cát đặt tại cửa lấy nước. Tại Xuân Quan, theo đề xuất của tác giả nếu sử dụng sơ đồ hệ thống lấy nước, chắn cát với công trình chủ đạo là 1 đập chắn cát 3 khoang 4 tầng cửa đặt sát mép sông cùng với các công trình phụ trợ khác như bể lắng, kênh xả cát,... thì hiệu quả chống bồi lắng sẽ rất cao.

*Từ những kết quả đã đạt được của luận án, tác giả kiến nghị một số nội dung sau:*

1. Đề nghị các cơ quan có thẩm quyền và cơ quan hữu quan quan tâm cho phép ứng dụng kết quả nghiên cứu của Luận án vào thực tiễn sản xuất.

2. Xây dựng và phát triển công nghệ lưới lồng (Nesting). Tiếp tục ứng dụng mô hình để nghiên cứu và kiểm chứng đối với một số cửa lấy nước khác đã có số liệu thu thập và đo đạc.