

# VẤN ĐỀ DỰ BÁO DIỄN BIẾN LÒNG DẪN SÔNG HỒNG KHI XÉT ĐẾN KHAI THÁC CÁT TRÊN LÒNG SÔNG

Nguyễn Ngọc Quỳnh, Đặng Hoàng Thanh  
Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

**Tóm tắt:** *Tính toán dự báo diễn biến lòng dẫn trên hệ thống sông Hồng, sông Thái Bình trong điều kiện tự nhiên và có xét đến quá trình xói phổ biến do xây dựng các hồ chứa thượng du đã được thực hiện từ nhiều năm trước. Phương pháp cũng như kỹ năng tính toán dự báo trong các điều kiện trên không phải là vấn đề quá phức tạp, tuy nhiên việc tính toán dự báo sẽ trở nên phức tạp gấp nhiều lần trong điều kiện có các tác động của hoạt động khai thác cát với các điểm khai thác được phân bố trên phạm vi rộng, công suất và thời gian khai thác không đồng nhất.*

*Nhằm nâng cao năng lực tính toán cũng như đáp ứng được yêu cầu tính toán dự báo trong các điều kiện thực tế của công tác quản lý, khai thác dòng sông, bài báo này sẽ trình bày kết quả phân tích, tính toán thử nghiệm dự báo diễn biến lòng dẫn sông Hồng có xét đến tác động của quá trình khai thác cát theo thời gian và không gian trên lòng sông.*

**Từ khóa:** *dự báo diễn biến lòng sông; xói phổ biến; khai thác cát.*

**Summary:** *Calculating and forecasting the riverbed changes in the Red and Thai Binh river systems in natural conditions and considering the general scours due to the construction upstream reservoirs has been carried out for many years. The methodology and calculation skills under these conditions are not too complicated, but the forecasting will become much more complex in the event of the sand mining activity on the river (sand mining sites are widely distributed, capacity and time of exploitation are not uniform).*

*In order to improve the computational capacity as well as to meet the forecasting requirements under the actual conditions of river management, this article will present some analysis and testing calculation result of predicting riverbed changes for the Red river taking into account the impact of sand mining over time and space on river channel.*

**Key words:** *forcast the riverbed changes; general scour; sand mining.*

## MỞ ĐẦU

Trong công tác quản lý, khai thác dòng sông, việc theo dõi đánh giá diễn biến chế độ thủy động lực, lòng dẫn luôn được coi là một trong các nhiệm vụ trọng tâm, thường xuyên đặc biệt là các đánh giá mang tính chất dự báo. Từ đầu những năm 1980, các nghiên cứu dự báo diễn biến lòng dẫn cũng như chế độ thủy động lực của hệ thống sông Hồng đã triển khai và được

coi là nhiệm vụ đặc biệt quan trọng khi bắt đầu xây dựng các hồ chứa lớn trên thượng nguồn. Với ảnh hưởng của hệ thống hồ chứa, lòng dẫn hạ du đã có những thay đổi vừa mang tính đột biến vừa kéo dài theo thời gian và trên phạm vi không gian của toàn hệ thống sông.

Việc đánh giá quá trình cũng như dự báo diễn biến chế độ thủy động lực nói chung mà cụ thể là diễn biến lòng dẫn hạ du sông Hồng sau các hồ chứa nói riêng đã được nghiên cứu và có những kết quả giá trị, phục vụ công tác quản lý, khai thác dòng sông. Tuy nhiên kể từ đầu những năm 1990 trở lại đây, việc theo dõi và

---

Ngày nhận bài: 29/5/2017

Ngày thông qua phản biện: 03/7/2017

Ngày duyệt đăng: 25/7/2017

nghiên cứu diễn biến vùng hạ du hệ thống sông Hồng ( trừ sông Lô sau hồ Tuyên Quang) ít được quan tâm trong khi các tác động đến quá trình diễn biến dòng sông không chỉ là hồ chứa thượng nguồn mà còn là các hoạt động phát triển hạ tầng, khai thác tài nguyên đặc biệt là khai thác cát với phạm vi và quy mô ngày càng mở rộng và khó kiểm soát.

Chính vì vậy, một nhiệm vụ quan trọng nhất trong nghiên cứu sông ngòi tại thời điểm này không những phải đánh giá được tác động tổng hợp của các hoạt động khai thác dòng sông đến diễn biến mà còn dự báo được quá trình diễn biến chế độ thủy động lực lòng dẫn của hệ thống sông Hồng.

Việc tính toán dự báo lòng dẫn sông ngòi nói chung và sông Hồng nói riêng trong điều kiện tự nhiên cũng như chịu tác động của các hệ thống hồ chứa và phát triển hạ tầng trên lưu vực sông không quá phức tạp về phương pháp tính cũng như phân tích nhưng khi xét đến các tác động của khai thác cát đến diễn biến và tính toán dự báo diễn biến lòng dẫn lại khá phức tạp, không chỉ ở công cụ tính mà còn việc mô phỏng quá trình khai thác cát với các yếu tố không gian ( vị trí), thời gian và tổng lượng khai thác. Ở trên lưu vực sông Hồng, Thái Bình và hầu hết các lưu vực sông khác, hiện chưa có các tính toán dự báo diễn biến lòng dẫn sông ngòi có xét đến tác động của quá trình khai thác cát.

Một số đề tài nghiên cứu cũng như các nghiên cứu khác trong vài năm gần đây có đề cập đến tác động của khai thác cát nhưng thực chất chưa hề nghiên cứu được tác động liên tục của quá trình khai thác cát đến diễn biến lòng dẫn và thủy lực trong tương lai. Các nghiên cứu thực chất chỉ giả thiết quy mô của vùng khai thác cát (hay là giả thiết địa hình lòng sông sau khi sau khai thác cát) và từ đó đánh giá các đặc trưng thủy lực với lòng dẫn sau khai thác cát. Một điểm quan trọng nữa là các số liệu giả thiết quy mô vùng khai thác chưa mang tính

thực tế và vững chắc về căn cứ khoa học (thực chất chỉ là các sơ đồ mô phỏng địa hình lòng sông cuối quá trình khai thác, mặc dù có dựa trên một khu vực, đoạn sông nào đó).

Chính vì vậy, nghiên cứu dự báo diễn biến lòng dẫn sông ngòi (sông Hồng) trong điều kiện khai thác cát thực tế là một bài toán quan trọng có ý nghĩa cả về thực tiễn và khoa học.

Nội dung bài báo dưới đây sẽ đề cập đến 2 vấn đề chính

- Khái quát công cụ sử dụng sử dụng trong tính toán mô phỏng bài toán dự báo diễn biến lòng dẫn trong điều kiện chung và khả năng mô phỏng quá trình khai thác cát

- Vấn đề mô phỏng quá trình khai thác cát thực tế

Các kết quả tính toán kiểm nghiệm nêu ở mục III chỉ phục vụ đánh giá bước đầu, kết quả tính toán đầy đủ sẽ trình bày trong các nghiên cứu tiếp theo.

## 1. CÔNG CỤ SỬ DỤNG TRONG TÍNH TOÁN MÔ PHỎNG BÀI TOÁN DỰ BÁO DIỄN BIẾN LÒNG DẪN TRONG ĐIỀU KIỆN XÉT ĐẾN KHAI THÁC CÁT

Dưới đây xin giới thiệu khái quát công cụ mô phỏng tính toán dự báo diễn biến nói chung và vấn đề mô phỏng khai thác cát, không đi cụ thể vào thiết lập mô hình

### 1.1 Mô hình dự báo diễn biến lòng dẫn sông Hồng sử dụng MIKE 11 ST

#### a) Phạm vi tính toán

Dựa trên sơ đồ mạng sông tính toán đã được thiết lập sẵn cho hệ thống sông Hồng, sông Thái Bình (hình 1)

Phạm vi đoạn sông mô phỏng khai thác cát phục vụ tính toán thử nghiệm dự báo diễn biến lòng dẫn bao gồm:

- Đoạn hạ du sông Đà, Thao, Lô

- Sông Hồng từ ngã ba Thao Đà đến ngã ba Hồng Luộc



Nội dung dưới đây sẽ trình bày vấn đề này với trường hợp khai thác cát thực tế trên các đoạn sông chính của hệ thống sông Hồng.

## 2. PHÂN TÍCH VÀ MÔ PHỎNG KHAI THÁC CÁT PHỤC TÍNH TOÁN DỰ BÁO ĐIỂN BIẾN LÒNG DẪN SÔNG HỒNG

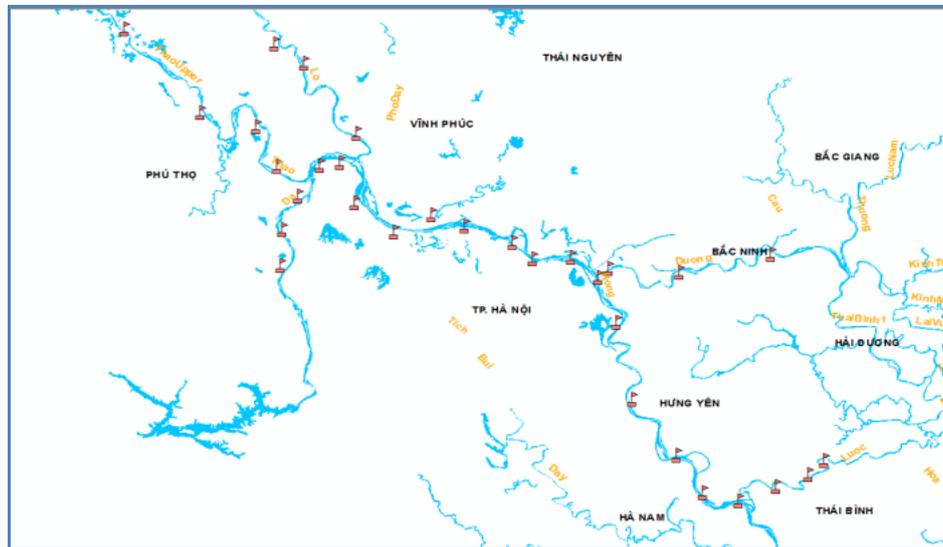
### 2.1 Tình hình khai thác thực tế và dự kiến khai thác cát trên sông Hồng

Dựa vào kết quả phân tích, tổng hợp các quy hoạch khai thác cũng như đề xuất khả năng khai thác cát thực tế được thực hiện trong đề tài cấp Nhà nước do PGS Phạm Đình làm chủ nhiệm, kết hợp với các thông tin mới nhất về

điều chỉnh quy hoạch khai thác cát tại các địa phương, dưới đây các các thông tin liên qua về dự báo khai thác cát trên một số sông chính hệ thống sông Hồng, sông Thái Bình.

- Tổng số các vị trí khai thác cát trên sông được cấp phép: 31 vị trí

- Dự kiến khai thác cát giai đoạn (2015 - 2020): 22,34 triệu m<sup>3</sup>/năm. Trong phân tích dưới đây chỉ giới hạn tính toán cho một số sông chính: hạ du sông Đà, Thao, Lô, sông Hồng từ ngã ba Thao Đà đến cửa Luộc, sông Đuống và sông Luộc. Số liệu dự kiến khai thác nêu trên cũng giới hạn trong phạm vi các đoạn sông này.



Hình 3: Sơ đồ mô tả vị trí các khu vực khai thác cát trên một số sông chính hệ thống sông Hồng

**Bảng 1: Mô tả số lượng khu vực tổng lượng dự kiến khai thác cát tại từng khu vực**

| Tên sông    | Số khu vực khai thác | Địa phận            | Khai thác (triệu m <sup>3</sup> /năm) |       |
|-------------|----------------------|---------------------|---------------------------------------|-------|
| Sông Đà     | 3                    | Phú Thọ, Hà Nội     | 2.580                                 |       |
| Sông Thao   | 4                    | Phú Thọ             | 4.338                                 |       |
| Sông Lô     | 3                    | Phú Thọ Vĩnh Phúc   | 0.784                                 |       |
| Sông Hồng   | Thao Đà-Lô Hồng      | 2                   | Hà Nội                                | 0.810 |
|             | Lô Hồng-Son Tây      | 2                   | Hà Nội                                | 1.006 |
|             | Son Tây-Cửa Đuống    | 5                   | Vĩnh Phúc, Hà Nội                     | 7.128 |
|             | Cửa Đuống-Cửa Luộc   | 6                   | Hà Nội, Hưng Yên, Hà Nam              | 4.664 |
| Sông Luộc   | 3                    | Thái Bình, Hưng Yên | 0.472                                 |       |
| Sông Đuống  | 3                    | Hà Nội, Bắc Ninh    | 0.560                                 |       |
| <b>Tổng</b> | <b>31</b>            |                     | <b>22.342</b>                         |       |

## 2.2 Thiết lập kịch bản mô phỏng việc khai thác cát

Cùng với việc xác định cụ thể các khu vực khai thác cát, tổng lượng khai thác cát trung bình năm ở từng khu vực, cần phải mô phỏng quá trình khai thác cát để đưa vào mô hình tính. Các phân tích để mô phỏng quá trình khai thác cát dựa trên các điều kiện và tình hình khai thác cát thực tế trên sông Hồng những năm qua.

a) *Thiết lập quá trình khai thác cát thực tế để đưa vào mô hình dự báo:*

Số liệu bùn cát đến vùng nghiên cứu được xác định tại các biên đầu vào tại Hòa Bình, Yên Bái và Vụ Quang dưới dạng lưu lượng bùn cát lơ lửng. Do đó khi mô phỏng quá trình khai thác cát, ta có thể mô phỏng bằng lưu lượng bùn cát mất đi ra khỏi mô hình theo thời gian tại một số điểm dọc các sông trong vùng nghiên cứu. Khi mô phỏng quá trình khai thác cát, ta chỉ cho phép lượng cát mất đi, lượng

nước chảy trong mô hình tại vị trí đó vẫn được giữ nguyên. Ở mỗi khu vực trên đoạn sông có khai thác cát được thiết lập nhiều điểm Pointsource gần nhau, làm như vậy để tránh quá trình xói cục bộ ở khu vực đó. Trong thực tế, việc khai thác cát chỉ diễn ra trong mùa kiệt, mùa nước trung (tháng chuyển tiếp) còn về mùa lũ hầu như không hoặc rất ít khai thác. Do đó, trong nghiên cứu này nhóm tác giả đã giả thiết:

- Trong 4 tháng kiệt nhất (từ tháng 12 đến tháng 3 năm sau): mỗi tháng khai thác 15% tổng lượng bùn cát cả năm;
- Các tháng chuyển tiếp mùa kiệt và mùa lũ: mỗi tháng khai thác từ 5% - 10% (từ tháng 9-11 và từ tháng 5-6 năm sau);
- Các tháng mùa lũ (tháng 7,8) lũ chính vụ không khai thác.

Mô tả cụ thể như bảng 2 dưới đây:

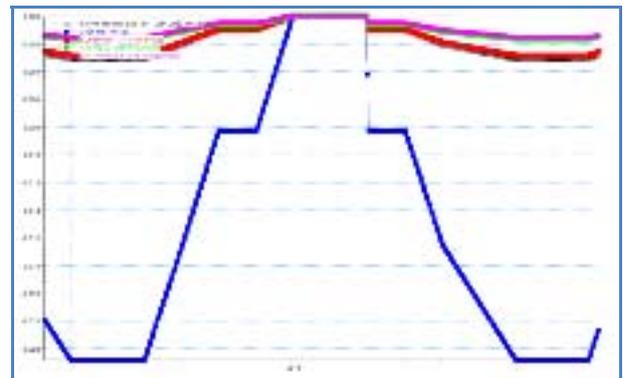
**Bảng 2: Phân bố tỷ lệ khai thác cát các tháng trong năm dự kiến**

| Tháng         | T1  | T2  | T3  | T4  | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | T11 | T12 |
|---------------|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| % (Tháng/Năm) | 15% | 15% | 15% | 10% | 5% | 5% | 0  | 0  | 5% | 5%  | 10% | 15% |

b) *Mô phỏng trên mô hình quá trình lấy bùn cát ra khỏi lòng dẫn*

Trong mô hình việc lấy bùn cát ra dưới dạng lưu lượng bùn cát vận chuyển theo thời gian (đơn vị  $m^3/s$ ), trong khi số liệu bùn cát khai thác thực tế theo bảng 1 là  $m^3/năm$ . Do vậy cần chia lượng bùn cát khai thác của cả năm từng khu vực theo các tháng, các ngày trong tháng theo tỷ lệ phân bố ở bảng 2.

- Quá trình khai thác cát được mô phỏng theo thời gian và được chia theo tỷ lệ % theo các tháng trong năm, các ngày đều nhau trong một tháng, giữa các tháng có sự chênh lệch nhiều có thể nội suy để lượng cát khai thác có xu thế tăng dần hoặc giảm dần sao cho mô hình không quá sốc. Đường quá trình khai thác cát tại một vị trí mô tả như hình vẽ 4 dưới đây



*Hình 4: Mô phỏng quá trình lượng cát mất đi theo thời gian tại một số vị trí*

## 3. THỬ NGHIỆM TÍNH TOÁN DỰ BÁO DIỄN BIẾN LÒNG DẪN SÔNG HỒNG CÓ XÉT ĐẾN KHAI THÁC CÁT

### 3.1 Kịch bản tính toán dự báo

## a) Kịch bản thủy văn

Dựa trên phân tích chuỗi số liệu thủy văn gồm lưu lượng nước và nồng độ bùn cát lơ lửng của các trạm chính trên hệ thống sông Hồng gồm Hòa Bình, Yên Bái, Vụ Quang, Sơn Tây, Hà Nội và Thượng Cát, nhóm nghiên cứu lựa chọn chế độ dòng chảy và bùn cát năm 2005 là năm điển hình để phục vụ tính toán dự báo (kết quả phân tích đã thực hiện trong báo cáo chuyên đề riêng)

## b) Kịch bản tính toán dự báo

-  $KB_{TN}$ : Dự báo diễn biến lòng dẫn trong trường hợp lòng dẫn tự nhiên

-  $KB_{KTC}$ : Dự báo diễn biến lòng dẫn trong trường hợp có khai thác cát (theo kịch bản khai thác cát đã phân tích ở trên)

## 3.2 Thời gian và đoạn sông tính toán dự báo

## a) Thời gian, phạm vi và vị trí dự báo:

- Thời gian dự báo: dự báo sau 5 năm;

- Đoạn sông dự báo thử nghiệm: sông Hồng từ Sơn Tây đến cống Xuân Quan. (Lý do chọn đoạn sông này do hiện trạng có sự biến động lớn và trữ lượng khai thác cát hàng năm tương đối lớn;

- Dự báo diễn biến lòng dẫn dọc sông với tham số cao trình đáy sông thấp nhất, trong đó xét đến các vị trí công trình thủy lợi, kè hiện có trên đoạn sông

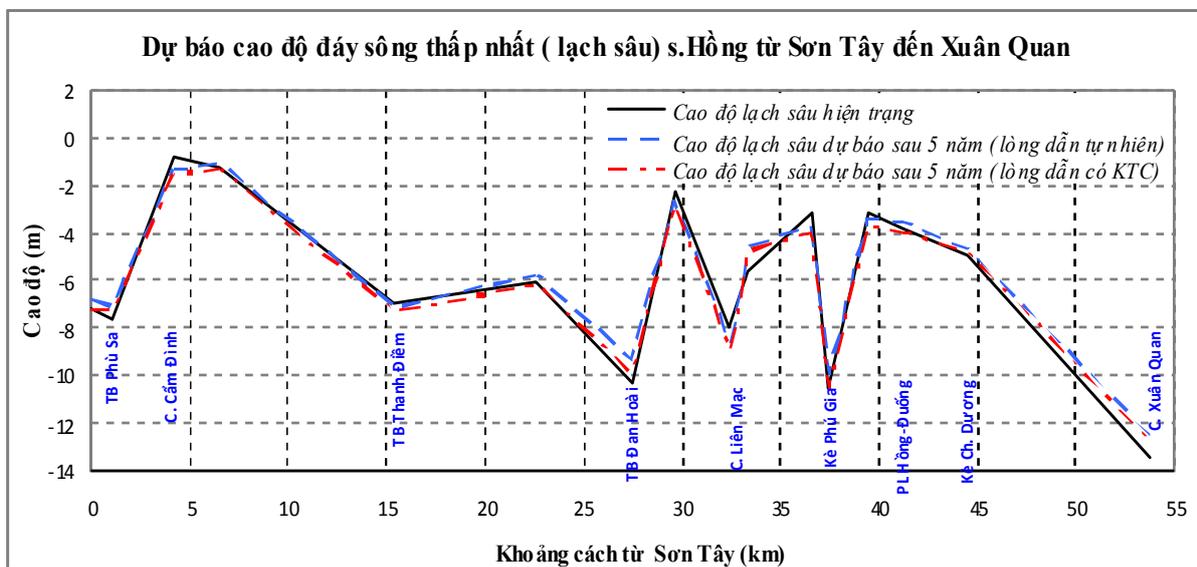
## 3.3 Kết quả dự báo thử nghiệm diễn biến cao độ lòng sông thấp nhất (lạch sâu)

Kết quả tính toán dự báo thử nghiệm sau 5 năm (tính từ năm 2016) diễn biến cao độ đáy sông thấp nhất (lạch sâu) trên đoạn sông Hồng từ Sơn Tây đến cống Xuân Quan theo 2 kịch bản tính toán dự báo thể hiện trong bảng 3 dưới đây.

**Bảng 3: Kết quả tính toán dự báo diễn biến cao độ lòng sông thấp nhất/lạch sâu (thử nghiệm với 2 kịch bản tính toán dự báo)**

| TT  | KCCD (km) | Cao độ lòng sông thấp nhất / hiện trạng (m) | Cao độ lòng sông thấp nhất / dự báo sau 5 năm (m) |            | Ghi chú         |
|---|-----------|---|---|------------|-----------------|
|   |           |   | $KB_{TN}$   | $KB_{KTC}$ |                 |
| <b>Sông Hồng từ Sơn Tây đến cửa Đuống</b> |           |   |   |            |                 |
|   | 0         |   |   |            | TV Sơn Tây      |
|   | 1.12      | -7.66                                       | -7.05   | -7.24      | TB Phù Sa       |
|   | 4.24      | -0.81                                       | -1.35   | -1.56      | Cống Cẩm Đình   |
|   | 6.64      | -1.32                                       | -1.13   | -1.37      | Cống Vân Cốc    |
|   | 15.43     | -7.01                                       | -7.16   | -7.33      | TB Thanh Điểm   |
|   | 22.61     | -6.07                                       | -5.73   | -6.16      | Cống Bá Giang   |
|   | 27.40     | -10.34                                      | -9.37   | -9.96      | TB Đan Hoài     |
|   | 29.66     | -2.28                                       | -2.65   | -2.81      | Cống Thượng Cát |
|   | 32.48     | -8.01                                       | -8.66   | -9.00      | Cống Liên Mạc   |
|   | 33.39     | -5.60                                       | -4.63   | -4.81      | TB Áp Bắc       |
|   | 36.55     | -3.16                                       | -3.76   | -4.01      | Kè Phú Gia      |
|   | 37.48     | -10.50                                      | -9.92   | -10.58     | Cầu Nhật Tân    |

| TT   | KCCD (km) | Cao độ lòng sông thấp nhất / hiện trạng (m) | Cao độ lòng sông thấp nhất / dự báo sau 5 năm (m) |                   | Ghi chú         |
|--|-----------|---|---|-------------------|-----------------|
|  |           |   | KB <sub>TN</sub>                                  | KB <sub>KTC</sub> |                 |
| <b>Sông Hồng từ Sơn Tây đến cửa Đuống</b>        |           |   |   |                   |                 |
|  | 39.43     | -3.13                                       | -3.38   | -3.74             | Kè Tầm Xá       |
| <b>Sông Hồng từ cửa Đuống đến cống Xuân Quan</b> |           |   |   |                   |                 |
|  | 41.18     | -3.85                                       | -3.57   | -3.98             | Cửa Đuống       |
|  | 46.19     | -4.94                                       | -4.64   | -4.78             | Kè Chương Dương |
|  | 60.63     | -13.40                                      | -12.59  | -12.88            | Cống Xuân Quan  |



Hình 5: Đường lạch sâu dự báo (thử nghiệm) đoạn sông Hồng từ Sơn Tây đến Xuân Quan

**Nhận xét:**

Từ kết quả tính thử nghiệm có nhận xét sau:

- Kết quả dự báo với kịch bản lòng dẫn tự nhiên:

+ Đoạn Sơn Tây - cửa Đuống: lạch sâu có xu thế nâng cao và hạ thấp xen kẽ, không có xu thế chung; lạch sâu có xu thế nâng cao tại những khu vực tương đương với các vị trí công trình: TB Phù sa, cống Vân Cốc, cống Bá Giang, TB Đan Hoài, TB Áp Bắc; Lạch sâu có xu thế hạ thấp nhẹ tại những khu vực tương đương với các vị trí công trình: cống Cẩm Đình, TB Thanh Diêm, cống Thượng Cát,

cống Liên Mạc, kè Phú Gia, kè Tầm Xá.

+ Đoạn cửa Đuống - Xuân Quan: lạch sâu có xu thế nâng cao trên toàn đoạn, trong đó tại vị trí cống Xuân Quan nâng cao khoảng 70 - 80 cm.

- Kết quả dự báo với kịch bản lòng dẫn có xét đến khai thác cát:

+ Đoạn Sơn Tây - cửa Đuống: Xu thế hạ thấp lạch sâu có ưu thế hơn và đáng kể ở nhiều khu vực trừ những khu vực tương đương với các vị trí công trình: TB Đan Hoài, TB Áp Bắc;

+ Đoạn cửa Đuống - Xuân Quan: xu thế cao độ lạch sâu nâng lên là chủ đạo, tuy nhiên mức độ không lớn.

- Sự chênh lệch kết quả giữa 2 kịch bản tính:  
 + Kết quả tính về cơ bản phù hợp và logic với thực tế, với kịch bản tính khi có xét khai thác cát trên lòng dẫn thì cao độ lạch sâu có xu thế thấp hơn so với kịch bản tính với lòng dẫn tự nhiên (không khai thác cát), tuy nhiên sự chênh lệch không quá lớn.

+ Tại một số khu vực/đoạn sông dù có xét kịch bản tính với lòng dẫn có khai thác cát thì cao độ lạch sâu vẫn có xu thế nâng lên.

#### 4. TRAO ĐỔI VÀ THẢO LUẬN

- Đây là lần đầu tiên trong nghiên cứu sông Hồng, việc tính toán dự báo diễn biến lòng dẫn có xét đến hiện tượng khai thác cát, do vậy các kết quả dự báo diễn biến lòng dẫn sẽ sát thực tế hơn trong điều kiện các hoạt động khai thác cát hiện đang phổ biến trên lưu vực sông;

- Trong mô hình MIKE 11ST, việc tích hợp công cụ mô tả việc lấy cát ra khỏi mô hình cũng là điểm ưu việt và hỗ trợ khá tốt cho việc tính toán dự báo trong trường hợp có khai thác cát trên nhiều vị trí.

- Điểm quan trọng nữa nâng cao chất lượng và khả năng tính toán là đã mô phỏng gần như sát thực tế hiện trạng các khu vực dự kiến khai thác cát cũng như tổng lượng khai thác trong năm. Đây là sự kế thừa từ các kết quả nghiên cứu mới nhất từ đề tài cấp Nhà nước do PGS Phạm Đình làm chủ nhiệm và đã được nhóm nghiên cứu phân tích chi tiết, bổ xung thêm các thông tin mới

- Việc mô phỏng quá trình khai thác cát theo mùa, tháng, ngày... như đề xuất của nhóm nghiên cứu là ý tưởng mang tính thực tế và sẽ được sử dụng trong các tính toán dự báo thực hiện năm 2016 và 2017 và sẽ được hoàn thiện dần trong giai đoạn nghiên cứu tiếp theo.

#### KẾT LUẬN

1. Kết quả tính toán thử nghiệm nêu trong bài

báo mới chỉ xét đến 1 kịch bản thủy năm của 1 năm điển hình (năm 2005) trong giai đoạn 2000 - 2015, do vậy chưa thể đại diện và mô tả đầy đủ các kết quả tính toán dự báo diễn biến lòng dẫn trong từng thời kỳ;

2. Điểm mới nổi bật về nghiên cứu dự báo diễn biến lòng dẫn là đã xét đến quá trình khai thác cát trên lòng sông và đã mô phỏng tương đối phù hợp với thực tế khai thác cát trong thực tế, tuy nhiên cũng còn một số điểm cần suy nghĩ tiếp như đã nêu trong mục III ở trên;

3. Mặc dù mới là tính thử nghiệm nhưng kết quả khá phù hợp về mặt định tính và phần nào là kết quả định lượng về sự biến động của cao độ lạch sâu tại một số khu vực sông gần vị trí các công trình lấy nước và kè lớn ở sông Hồng;

4. Kết quả tính toán đầy đủ sẽ được hoàn thiện trong thời gian tới, tuy nhiên phải khẳng định rằng, mô tả quá trình lòng dẫn sông ngòi dù trong bất kỳ điều kiện nào đều là vấn đề rất khó và đặc biệt khó khi lại xét đến cả quá trình phát triển tự nhiên cùng với quá trình tác động liên tục vào lòng dẫn không theo một quy luật tự nhiên;

5. Việc khai thác cát dù ở khu vực, phạm vi, khối lượng, mức độ nào trên bề mặt lòng dẫn của 1 con sông sẽ có tác động cục bộ đối với ổn định lòng dẫn tại khu vực đó nhưng xét về mặt hệ thống, tác động của quá trình khai thác cát đối với quá trình diễn biến lòng dẫn không phải là bài toán số học mà là một quá trình tương tác giữa quy luật phát triển tự nhiên của một con sông với các diễn biến cục bộ, không tự nhiên (tác động trực tiếp vào lòng dẫn trên một số khu vực);

6. Trong thời gian tiếp theo, việc tính toán dự báo diễn biến lòng dẫn sẽ được tiếp tục thực hiện với các kịch bản năm thủy văn lớn nhất và nhỏ nhất trong chu kỳ 2000 -2015.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1] Nguyễn Ngọc Quỳnh - Phòng TNTĐ Quốc gia về động lực học sông biển – Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam: Các báo cáo chuyên đề phân tích diễn biến lòng dẫn thuộc đề tài cấp Bộ: “*Nghiên cứu dự báo xu thế biến đổi hạ thấp lòng dẫn và đề xuất giải pháp khắc phục, khai thác hiệu quả công trình thủy lợi trên hệ thống sông Hồng*”, 2016;
- [2] Phạm Đình - Phòng TNTĐ Quốc gia về động lực học sông biển – Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam: “*Nghiên cứu ảnh hưởng của việc khai thác cát đến chế độ dòng chảy, diễn biến lòng dẫn và đề xuất các giải pháp khoa học công nghệ phục vụ công tác quản lý, quy hoạch khai thác cát hợp lý trên hệ thống sông Hồng và sông Thái Bình*”, Đề tài độc lập cấp NN, mã số: ĐTĐL.2012-T/27;
- [3] Nguyễn Ngọc Quỳnh & NNK: Kết quả nghiên cứu dự báo diễn biến lòng dẫn và chế độ thủy văn, thủy lực hạ du sông Lô - Gâm do ảnh hưởng của thủy điện Tuyên Quang, Tạp chí KHCN Thủy lợi, năm 2013.