

TÁC ĐỘNG CỦA MẤT CÂN BẰNG BÙN CÁT ĐẾN DỰ BÁO DIỄN BIẾN HÌNH THÁI VÀ ĐẶC TRƯNG THỦY VĂN TRÊN SÔNG HỒNG, SÔNG ĐUỐNG

Nguyễn Mạnh Linh, Nguyễn Thị Ngọc Nhân

Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về Động lực học sông biển

Tóm tắt: Sông Hồng là một trong những sông lớn của hệ thống sông Hồng - Thái Bình, sông Đuống là con sông chuyển nước chủ yếu từ sông Hồng sang sông Thái Bình. Sự thay đổi hình thái trên sông Hồng, sông Đuống có tác động không nhỏ đến khả năng lấy nước của các công trình trên sông và khả năng chuyển nước của con sông. Khi xảy ra các vấn đề mất cân bằng bùn cát bao gồm lượng bùn cát từ thượng lưu về giảm do các hồ chứa thượng nguồn giữ lại và khai thác cát ở vùng hạ lưu. Các quá trình mất cân bằng bùn cát này có tác động đến thay đổi diễn biến lòng dẫn cũng như các đặc trưng thủy văn của đoạn sông. Trong bài báo này, trình bày những tác động khi mất cân bằng bùn cát đến việc dự báo diễn biến lòng dẫn và đặc trưng thủy văn trên sông Hồng, sông Đuống.

Từ khóa: Mất cân bằng bùn cát, khai thác cát, hình thái, thủy văn, sông Hồng, sông Đuống

Summary: The Red River is one of the major river of the Red River - Thai Binh system, Duong river is the river that transfers water mainly from the Red River to Thai Binh River. The morphological change of the Hong and Duong river causes a significant impact on the ability of structures on the river to take water and on the water transfer capacity of this river. When sediment imbalance problems occur, including the reduction of sediment from upstream due to retention by upstream reservoirs and sand mining at downstream area. These sediment imbalance processes have impacted to the change of the river bed as well as the hydrological characteristics of the river section. This artical will present impacts of sediment imbalance to forecasting of river bed changes and hydrological characteristics in the Hong river, Duong River.

Keywords: Sediment imbalance, sand mining, morphology, hydrology, Hong river, Duong river

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sông Hồng là con sông mang lại phù sa và nguồn nước cho vùng đồng bằng Bắc Bộ. Sông Đuống là con sông chuyển nước chủ yếu từ sông Hồng sang sông Thái Bình và là nguồn cấp nước chủ yếu cho sông Thái Bình. Tỷ lệ nước phân phối từ sông Hồng qua sông Đuống những năm gần đây có xu hướng tăng lên do lòng dẫn trên sông Đuống bị hạ thấp nên lưu lượng dòng chảy từ sông Hồng sang sông Đuống tăng lên đáng kể và đặc biệt lớn trong mùa kiệt. Các công trình lấy nước trên hai con sông này có khá nhiều công lớn như Liên Mạc, Xuân Quan (sông Hồng) và công Long Tửu (sông Đuống). Việc hạ thấp lòng dẫn và mực nước những năm gần đây đã và đang diễn ra rất mạnh mẽ. Vì vậy vấn đề nghiên cứu, dự

báo diễn biến lòng dẫn sông Hồng, sông Đuống rất quan trọng, đặc biệt khi lượng bùn cát từ thượng nguồn giảm sút, đồng thời có nhiều hoạt động khai thác cát diễn ra hàng ngày trên hệ thống sông Hồng, Thái Bình. Bài báo này trình bày các tác động của mất cân bằng bùn cát đến kết quả dự báo biến động hình thái sông và các đặc trưng thủy văn trên sông Hồng, sông Đuống, đó là những yếu tố có thể tác động đến khả năng lấy nước của các công trình trên sông.

Sự suy giảm lượng bùn cát từ thượng nguồn hệ thống sông Hồng, Thái Bình thông qua yếu tố độ đục của bùn cát suy giảm và tổng lượng bùn cát về hạ du. Theo bảng 1, độ đục bùn cát tại các trạm thủy văn ở thượng nguồn sông Hồng và hạ lưu sông Hồng như Yên Bái, Hòa Bình, Vụ Quang, Sơn Tây, Hà Nội, Thượng Cát các giai đoạn (1970-1988), (1989-2000), (2001-2007), (2008-2014) và (2015-2021) đều có sự suy giảm theo thời gian. Tại trạm thủy

Ngày nhận bài: 02/10/2023

Ngày thông qua phản biện: 26/10/2023

Ngày duyệt đăng: 09/11/2023

văn Sơn Tây giai đoạn (1970-1988), độ đục trung bình là 590 g/m^3 nhưng đến giai đoạn gần đây (2015-2021) chỉ còn 136 g/m^3 , tương

tự tại trạm thủy văn Thượng Cát là 523 g/m^3 giai đoạn (1970-1988) và 128 g/m^3 giai đoạn (2015-2021).

Bảng 1: Độ đục bùn cát trung bình tại các trạm thủy văn trên hệ thống sông Hồng-sông Thái Bình theo giai đoạn (g/m^3)

Trạm TV	Hòa Bình	Yên Bái	Vũ Quang	Sơn Tây	Hà Nội	Thượng Cát	Gia Bảy	Chũ
Giai đoạn	R_{TB}	R_{TB}	R_{TB}	R_{TB}	R_{TB}	R_{TB}	R_{TB}	R_{TB}
1970-1988	571			590	518	523		
1989-2000	71			332	433	433		
2001-2007	98	1884	307	314	370	358	63	62
2008-2014	30	746	108	113	104	162	58	78
2015-2021	10	734	70	136	118	128	84	86

Theo tài liệu bảng 2 tham khảo trong đề tài cấp Bộ [2] và cũng cập nhật số liệu đến thời điểm hiện tại 2021 về tổng lượng bùn cát về hạ du tại 3 trạm thủy văn chính trên sông Đà, Thao, Lô và trạm thủy văn Sơn Tây các giai

đoạn cho xu thế giảm những năm gần đây. Cụ thể, tổng lượng bùn cát tại Sơn Tây giai đoạn (1970-1985) là 100.85 triệu $\text{m}^3/\text{năm}$ nhưng từ (2001-2021) thì giảm còn 18.76 triệu m^3/s .

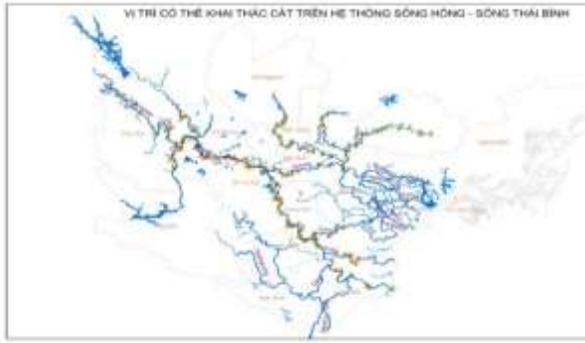
Bảng 2: Mức độ suy giảm tổng lượng cát trên sông Hồng, Thái Bình

Giai đoạn	Lượng bùn cát trung bình năm các sông ở thượng lưu (triệu $\text{m}^3/\text{năm}$)			Tổng lượng bùn cát về hạ du (triệu $\text{m}^3/\text{năm}$)		Tổng lượng cát khai thác trung bình giai đoạn (triệu $\text{m}^3/\text{năm}$)
	Sông Đà	Sông Thao	Sông Lô	Tổng 3 sông	Bùn cát về tại Sơn Tây	
1970-1985	46.81	31.81	7.96	86.57	100.85	
1986-2000	8.57	51.23	13.54	73.34	56.44	
2001-2021	2.70	21.91	4.51	29.11	18.76	
2001-2005	6.92	43.05	10.56	60.53	38.82	16.67
2006-2010	2.83	32.28	4.20	39.31	21.90	29.61
2011-2015	0.75	6.94	2.32	10.01	8.41	34.78
2016-2021	0.28	5.37	0.95	6.6	5.89	37.80

Nguồn: Tham khảo đề tài cấp Bộ [2] và cập nhật

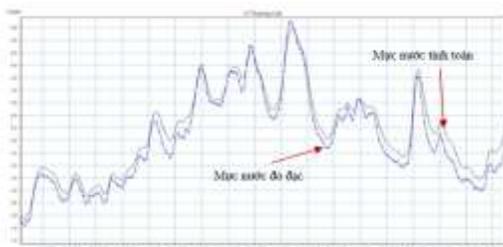
Theo số liệu tham khảo đề tài cấp Bộ [2] ở bảng 2 cho thấy, nhu cầu khai thác cát của từng giai đoạn ngày càng tăng, trong khi đó lượng bùn cát về có xu hướng ngày càng giảm theo từng giai đoạn. Tổng lượng bùn cát khai thác trung bình giai đoạn (2001-2005) là 16.67 triệu $\text{m}^3/\text{năm}$ nhưng đến giai đoạn (2016-2021) là 37.8 triệu $\text{m}^3/\text{năm}$.

Qui hoạch về vị trí và trữ lượng khai thác cát tham khảo trong đề tài độc lập cấp nhà nước [3] với 288 vị trí và có tổng trữ lượng khoảng 683.8 triệu m^3 . Đây là nguồn tài liệu đưa vào mô hình phục vụ trong tính toán dự báo hình thái sông khi mất cân bằng bùn cát.



Hình 1: Bản đồ qui hoạch vị trí khai thác cát
2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU, DỰ BÁO

Phương pháp dùng trong dự báo diễn biến lòng dẫn hiện nay vẫn là sử dụng các mô hình toán thủy lực, hình thái sông 1D, 2D và 3D. Trong nghiên cứu diễn biến lòng dẫn khi có xét quá trình mất cân bằng bùn cát, nhất là việc lấy bùn cát ra khỏi mô hình thì các mô hình 2D vẫn còn hạn chế trong mô phỏng và nếu mô phỏng được thì cũng chỉ trong phạm vi đoạn sông nhỏ và thời gian dự báo ngắn. Khi mô phỏng nhiều vị trí khai thác cát và dự báo trong thời gian dài trong 5 năm, 10 năm hoặc lâu hơn thì các mô hình 2D khó đáp ứng được. Những nhược điểm trên của các mô hình 2D lại được làm tốt trên các mô hình 1D như HEC RAS, MIKE 11 ST... Do đó, phương pháp dự báo diễn biến hình thái lòng sông khi xảy ra mất cân bằng bùn cát sẽ được xây dựng trên công cụ mô hình thủy lực và hình thái 1D. Có thể lựa chọn một trong các mô hình khác nhau bởi khả năng mô phỏng của chúng trong nghiên cứu đều có thể đáp ứng. Với kinh nghiệm sử dụng và ứng dụng các mô hình họ MIKE trong nhiều đề tài, dự án và đây là mô hình mà đơn vị nghiên cứu có bản quyền nên trong nghiên cứu này, tác giả sử dụng mô hình MIKE 11 HD, ST phục vụ tính toán, dự báo.



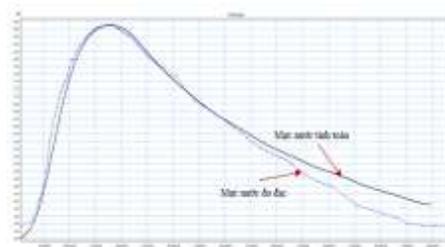
Hình 3: Mức nước tính toán và thực đo tại

- Phạm vi mô hình thủy lực và hình thái: Biên trên gồm: Sông Đà (sau thủy điện Hòa Bình), Sông Thao (từ trạm thủy văn Yên Bái), Sông Lô (từ trạm thủy văn Vụ Quang), Sông Phó Đáy (trạm thủy văn Quảng Cư), Sông Cầu (từ trạm thủy văn Gia Bảy), Sông Thương (từ trạm thủy văn Cầu Sơn), Sông Lục Nam (từ trạm thủy văn Chũ), Sông Đáy (từ trạm thủy văn Ba Thá), Sông Hoàng Long (từ trạm thủy văn Hưng Thi) và biên dưới là các cửa sông (9 cửa): Đáy, Ninh Cơ, Ba Lạt, Trà Lý, Thái Bình, Lạch Tray, Văn Úc, Cấm, Đá Bạch.



Hình 2: Phạm vi mạng sông nghiên cứu trên mô hình toán một chiều

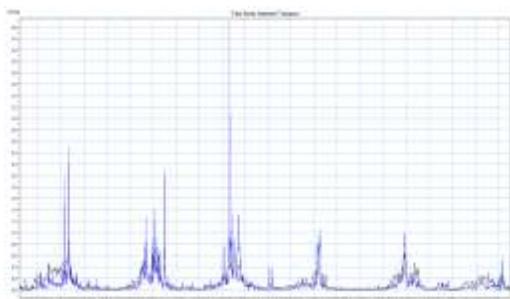
- Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực 1D: Số liệu hiệu chỉnh mô hình từ 1/07/2012 đến 30/09/2012 và từ 15/7/2018 đến ngày 30/7/2018; số liệu kiểm định mô hình từ 25/08/2008 đến 30/11/2008 và từ 9/10/2017 đến 19/10/2017. Các kết quả hiệu chỉnh về mực nước và lưu lượng tại các trạm thủy văn trên sông cho kết quả tin cậy. Chỉ số NASH được đánh giá tại các trạm thủy văn chính trên sông Hồng, sông Đuống như Sơn Tây, Hà Nội, Thượng Cát đều cho kết quả tương đối tốt với hệ số trên 0,9. Một vài kết quả hiệu chỉnh mô hình.



Hình 4: Đường mực nước thực đo và tính

trạm Thượng Cát lũ 2008

- Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình hình thái 1D: Số liệu hiệu chỉnh 1/1/2016 – 31/12/2021, số liệu kiểm định 1/1/2011 – 31/12/2015; 1/1/2001 – 31/12/2005 và 1/1/2006 – 31/12/2010. Công thức sử dụng tính toán vận chuyển bùn cát trong mô hình là công thức Engelund & Hansen, việc lựa chọn công thức tính toán tham khảo đề tài đã thực hiện năm 2012, áp dụng cho hệ thống sông Hồng [4]. Các kết quả hiệu chỉnh, kiểm định về lưu



Hình 5: Lưu lượng bùn cát tính toán và thực đo tại Hà Nội giai đoạn 2016-2021

Từ việc hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE 11 HD, ST được thiết lập có độ tin cậy cùng với việc mô phỏng sự suy giảm bùn cát qua lựa chọn các năm có chế độ lũ, bùn cát khác nhau cùng kịch bản khai thác cát thì những tác động đến lòng dẫn trên sông Hồng, sông Đuống và các đặc trưng về thủy văn được đánh giá chi tiết ở phần tiếp theo.

3. KẾT QUẢ DỰ BÁO VÀ BÌNH LUẬN

3.1 Các kịch bản tính toán

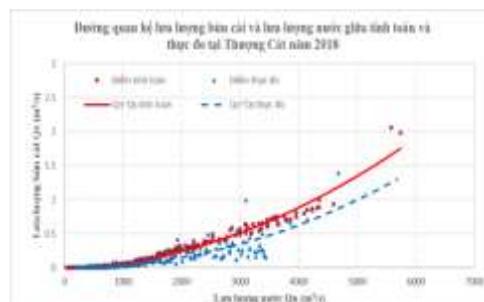
Các tác động do mất cân bằng bùn cát gây ra cho hạ du hệ thống sông Hồng – sông Thái Bình, đặc biệt đối với hai con sông chính là sông Hồng và sông Đuống, bao gồm các tác động:

- Tác động khi suy giảm lượng bùn cát về từ thượng nguồn
- Tác động khi khai thác cát ở các khu vực khai thác cát theo qui hoạch trên các sông chính trong đó chủ yếu trên sông Hồng, sông Đuống.

Do đó, để đạt mục tiêu đánh giá, nhóm nghiên cứu đưa ra các kịch bản về thủy văn và khai

toán tại trạm thủy văn Hà Nội lũ 2017

lượng bùn cát tương đối tin cậy, có thể chấp nhận được, hệ số tương quan kiểm tra tại các trạm thủy văn Sơn Tây, Hà Nội và Thượng Cát đều trên 0,7. Ngoài ra còn so sánh đường quan hệ giữa lưu lượng bùn cát và lưu lượng nước thực đo so với tính toán một số năm tại các trạm thủy văn Sơn Tây, Hà Nội và Thượng Cát. Một số kết quả đạt được trong quá trình hiệu chỉnh, kiểm định mô hình bùn cát như sau:



Hình 6: Tương quan Q_n - Q_s tại trạm thủy văn Thượng Cát năm 2018

thác cát như sau:

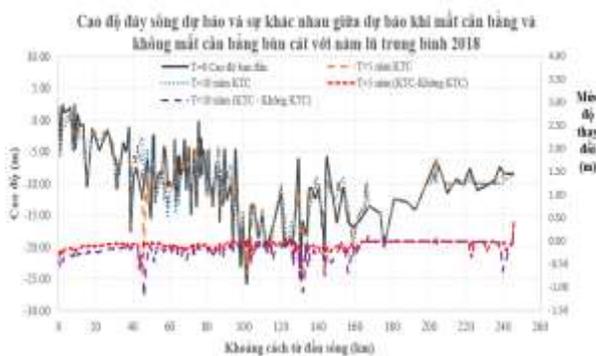
- + Kịch bản thủy văn: sử dụng chuỗi số liệu về lưu lượng và bùn cát từ năm 2001 đến 2021 để lựa chọn 3 năm đại biểu cho các năm lũ và bùn cát lớn 2008, năm có lũ và bùn cát trung bình 2018 và năm có lũ, bùn cát nhỏ 2019.
- + Kịch bản về khai thác cát: tính toán với 2 trường hợp gồm không xét quá trình khai thác cát và có xét quá trình khai thác cát theo qui hoạch. Các vị trí khai thác cát như hình 1.
- + Thời gian dự báo: sau 5 năm, 10 năm với năm bắt đầu dự báo 2022.

3.2 Kết quả dự báo diễn biến hình thái trên sông Hồng, sông Đuống

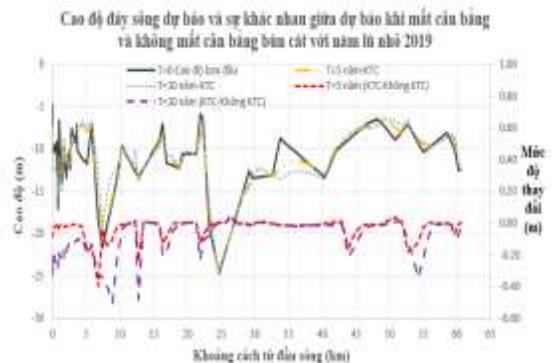
Các kết quả dự báo diễn biến lòng dẫn sông được đưa ra gồm sự thay đổi về cao độ đáy sông và tổng lượng bùn cát vận chuyển qua đoạn sông đó. Dưới đây là một số kết quả đại diện cho các kịch bản tính toán trong vùng nghiên cứu sông Hồng, sông Đuống với các năm đại diện về lưu lượng và bùn cát:

Bảng 3: Cao độ đáy sông Hồng, sông Đuống dự báo với năm điển hình lũ nhỏ 2019

KCCD (Km)	Z đáy ban đầu (m)	Không xét KTC (m) (1)		Có xét KTC (m) (2)		Thay đổi (m) (2)-(1)		Ghi chú
		Sau 5 năm	Sau 10 năm	Sau 5 năm	Sau 10 năm	Sau 5 năm	Sau 10 năm	
Sông Hồng								
0.0	2.05	-0.63	-1.00	-0.85	-1.36	-0.22	-0.37	Ngã 3 Thao-Đà
15.3	-10.46	-9.10	-9.42	-9.20	-9.63	-0.09	-0.21	TB Đại Định
32.0	-8.17	-10.95	-8.49	-11.03	-8.67	-0.08	-0.18	TB Phù Sa
58.9	-10.34	-13.12	-13.98	-13.18	-14.16	-0.07	-0.19	TB Đan Hoài
64.0	-8.99	-9.30	-10.13	-9.49	-10.41	-0.19	-0.28	C. Liên Mạc
78.7	-4.974	-6.20	-5.13	-6.26	-5.30	-0.05	-0.17	TV Hà Nội
87.2	-10.08	-9.83	-10.46	-9.94	-10.65	-0.11	-0.19	C. Xuân Quan
140.2	-10.9	-10.10	-9.05	-10.33	-9.34	-0.23	-0.29	TV Hưng Yên
Sông Đuống								
0	-4.82	-7.38	-8.09	-7.46	-8.3	-0.082	-0.21	Cửa vào
0.8	-17.13	-14.82	-14.92	-14.86	-15.2	-0.04	-0.281	Long Tửu
3.6	-7.25	-7.32	-6.91	-7.33	-7.02	-0.012	-0.107	TV Thượng Cát
23.3	-19.57	-17.44	-16.95	-17.46	-17.02	-0.023	-0.074	Tri Phương
33.7	-8.73	-12.59	-13.59	-12.61	-13.61	-0.017	-0.014	TV Bến Hồ
55	-10.43	-9.56	-8.93	-9.59	-9.15	-0.026	-0.216	Kiều Lương



Hình 7: Cao độ đáy sông Hồng dự báo và mức độ thay đổi với lũ trung bình 2018



Hình 8: Cao độ đáy sông Đuống dự báo và mức độ thay đổi với lũ nhỏ 2019

Kết quả dự báo địa hình với các năm đại diện lũ, bùn cát lớn (2008), năm đại diện trung bình (2018) và năm đại diện nhỏ (2019) cho ta thấy có sự thay đổi trong trường hợp có mô phỏng quá trình khai thác cát mất đi ra khỏi mô hình so với trường hợp không mô phỏng.

Đối với năm lũ, bùn cát lớn (2008): khi có mô phỏng khai thác cát gây mất cân bằng bùn cát thì địa hình đáy sông dự báo sau 5 đến 10 năm giảm lớn nhất khoảng 12 -24 cm trên sông Đuống, còn sông Hồng có mức giảm lớn hơn khoảng 35-56 cm.

Đối với năm lũ, bùn cát trung bình (2018): khi có mô phỏng khai thác cát gây mất cân bằng

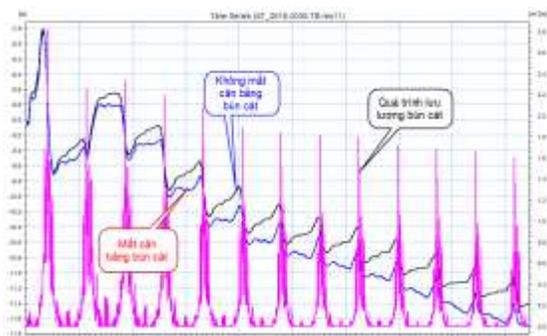
bùn cát thì địa hình đáy sông dự báo sau 5 đến 10 năm giảm lớn nhất khoảng 15-32 cm trên sông Đuống, còn trên Hồng có mức giảm lớn hơn khoảng 45-60 cm.

Đối với năm, bùn cát lũ nhỏ (2019): khi có mô phỏng khai thác cát gây mất cân bằng bùn cát thì địa hình đáy sông dự báo sau 5 đến 10 năm giảm lớn nhất khoảng 30 -50 cm, còn trên Hồng có mức giảm lớn hơn khoảng 60-85 cm.

Qua các năm điển hình tính toán thấy rằng: khi xảy ra mất cân bằng bùn cát, tức cùng một lượng cát mất ra khỏi hệ thống, với năm có lũ và lượng bùn cát về từ thượng nguồn càng nhỏ thì mức độ ảnh hưởng của việc tính toán trong

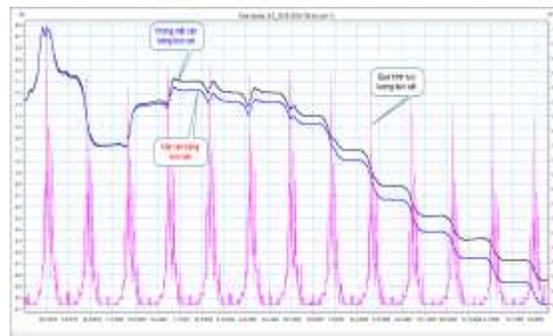
điều kiện mất cân bằng bùn cát càng có xu thế tăng lên so với không tính toán lượng bùn cát mất đi.

Sự khác nhau giữa mất cân bằng bùn cát và không mất cân bằng bùn cát còn thể hiện qua đường quá trình biến đổi của đáy sông tại một số vị trí như trong hình 9 tại khu vực cống Liên Mạc (sông Hồng) và hình 10 khu vực



Hình 9: Quá trình biến động địa hình lũ trung bình 2018 tại khu vực cống Liên Mạc

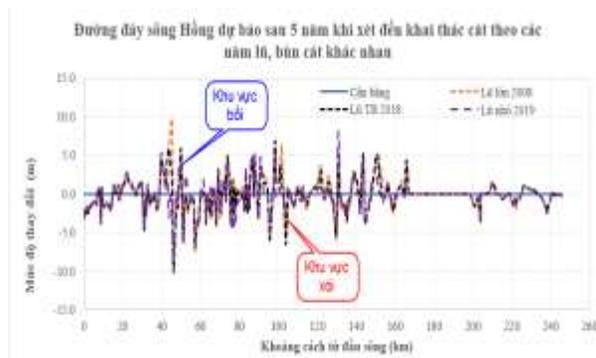
Thượng Cát (sông Đuống). Hai hình vẽ cho thấy vào những năm đầu mức độ ảnh hưởng giữa dự báo có xảy ra và không xảy ra mất cân bằng không nhiều nhưng dự báo theo thời gian càng dài thì ảnh hưởng của mất cân bằng bùn cát càng lớn đến kết quả dự báo biến động địa hình, khi khoảng cách đường đáy sông giữa hai trường hợp có khoảng cách càng xa nhau.



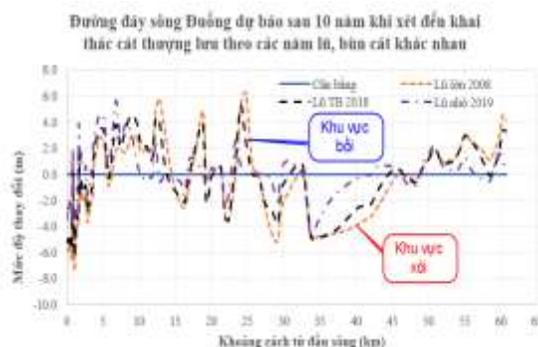
Hình 10: Quá trình biến động địa hình lũ trung bình 2018 tại khu vực Thượng Cát

Ngoài các kết quả tính toán cao trình đáy sông khi không mất cân bằng và khi mất cân bằng bùn cát trên sông Hồng, sông Đuống, nghiên cứu còn cho thấy, với các chế độ dòng chảy lũ, bùn cát khác nhau thì mức độ biến động địa

hình sẽ khác nhau khi có cùng mức độ khai thác cát mất đi. Dưới đây là các hình vẽ mức độ thay đổi địa hình dự báo sau 5 năm và 10 năm trên sông Hồng và sông Đuống:



Hình 11: Dự báo mức độ xói, bồi trên sông Hồng sau 5 năm



Hình 12: Dự báo mức độ xói, bồi trên sông Đuống sau 10 năm

So sánh các năm có lũ và bùn cát từ thượng nguồn về khác nhau trên sông Hồng và sông Đuống cho thấy, với dòng chảy năm có lũ lớn thì lòng dẫn biến động cả về xu thế xói và bồi lớn hơn so với năm có dòng chảy lũ trung bình và nhỏ.

Trên sông Hồng, khu vực gây xói chính trên

sông Hồng nằm chủ yếu từ sau ngã ba Thao Đà đến trước ngã ba Hồng – Luộc với số trọng điểm từ ngã 3 Thao Đà đến trạm bơm Đại Định, từ trạm bơm Bá Giang đến trạm bơm Đan Hoài, khu vực cống Liên Mạc, khu vực cống Mộc Bắc. Khu vực bồi chính gồm: từ sau trạm bơm Đại Định đến trước trạm thủy văn Sơn Tây và

khu vực sau ngã ba Hồng – Luộc ra đến cửa sông với xu thế bồi nhiều hơn xói.

Trên sông Đuống một số khu vực bồi chính diễn ra ở khu vực sau trạm thủy văn Thượng Cát đến khoảng Km13 và khu vực cuối sông từ Km49 đến Km60. Khu vực xói chính là khu vực từ cửa vào đến khu vực trạm thủy văn Thượng Cát trong khoảng 4km từ cửa vào,

ngoài ra còn có khu vực từ Km34 đến Km43 tính từ đầu sông cũng có xu thế xói mạnh.

Khi mô tả quá trình khai thác cát mất ra khỏi mô hình, ngoài sự thay đổi về cao độ đáy sông trên đoạn sông thì tổng lượng bùn cát sau 5 năm, 10 năm dự báo khi có xét khai thác cát cũng có sự suy giảm so với không mô phỏng khai thác cát, kết quả tính toán như bảng sau:

Bảng 4: Mức độ suy giảm tổng lượng bùn cát dự báo khi có mô phỏng khai thác cát

Năm đại diện	Không xét KTC (triệu m ³)		Có xét KTC (triệu m ³)		Mức độ suy giảm (triệu m ³)		Tỷ lệ suy giảm (%)		Vị trí
	Sau 5 năm	Sau 10 năm	Sau 5 năm	Sau 10 năm	Sau 5 năm	Sau 10 năm	Sau 5 năm	Sau 10 năm	
Lũ lớn 2008	54.76	87.21	53.60	84.55	1.15	2.66	2.11	3.05	Khu vực cố ng Liên Mạc, sông Hồng
Lũ trung bình 2018	42.17	67.10	41.12	64.53	1.05	2.57	2.49	3.83	
Lũ nhỏ 2019	18.27	32.07	17.38	29.95	0.89	2.12	4.88	6.60	
Lũ lớn 2008	20.55	36.25	20.35	35.55	0.2	0.7	0.97	1.93	Khu vực cố ng Long Tửu, sông Đuống
Lũ trung bình 2018	14.75	27.4	14.6	26.8	0.15	0.6	1.02	2.19	
Lũ nhỏ 2019	5.4	11.25	5.37	10.9	0.03	0.35	0.56	3.11	

Từ bảng 4 cho thấy, khi mô phỏng quá trình khai thác cát mất đi thì tổng lượng bùn cát cũng có sự suy giảm so với khi không khai thác cát. Mức độ suy giảm ở các khu vực khác nhau và với mỗi chế độ dòng chảy lũ khác nhau cũng có mức độ giảm tổng lượng bùn cát khác nhau.

Tổng lượng bùn cát dự báo khi khai thác cát sau 5 năm, 10 năm có mức độ giảm trung bình lần lượt bằng 3.16% và 4.49% tổng lượng bùn cát đến khi không khai thác cát tại khu vực Liên Mạc trên sông Hồng và lần lượt giảm 0.85% và 2.41% tại khu vực Long Tửu trên sông Đuống. Mức độ suy giảm tùy thuộc khá nhiều vào lượng bùn cát từ thượng nguồn về, đối với năm lượng bùn cát về càng ít thì mức độ suy giảm càng nhiều. Trong 5 năm đầu dự

báo mức độ suy giảm ít hơn so với dự báo sau 10 năm, điều đó chứng tỏ khi mất cân bằng bùn cát, quá trình ảnh hưởng đến kết quả dự báo diễn biến bùn cát sẽ diễn ra dần dần và tăng dần theo thời gian dự báo.

3.3. Kết quả dự báo đặc trưng thủy văn trên sông Hồng, sông Đuống

Ngoài các tác động đến diễn biến hình thái đoạn sông khi mất cân bằng bùn cát thì các đặc trưng thủy văn trên sông cũng có sự thay đổi như mực nước, lưu lượng dòng chảy qua đoạn sông.

Trong nghiên cứu chỉ đưa ra sự thay đổi mực nước trong mùa kiệt tính từ tháng 1 đến tháng 4 của mỗi năm đại diện. Các kết quả tính toán khi xảy ra mất cân bằng bùn cát như bảng sau:

Bảng 5: Mực nước ban đầu và dự báo với năm điển hình lũ, bùn cát lớn 2008

KCCD (Km)	H-Ban đầu (1)		H-Dự báo 5 năm (2)		H-Dự báo 10 năm (3)		Chênh (2)-(1)		Chênh (3)-(1)		Ghi chú
	H _{TB}	H _{Max}	H _{TB}	H _{Max}	H _{TB}	H _{Max}	H _{TB}	H _{Max}	H _{TB}	H _{Max}	
Sông Hồng											
15.3	2.23	3.21	1.99	2.92	1.69	2.70	0.24	0.28	0.54	-0.50	TB Đại Định
31.5	1.60	2.50	0.88	1.70	0.90	1.80	-0.72	0.80	-0.70	-0.70	TV Sơn Tây
32.0	1.57	2.46	0.87	1.69	0.88	1.78	-0.70	-0.77	0.69	-0.68	TB Phù Sa
58.9	1.23	2.11	0.76	1.57	0.70	1.56	0.47	0.54	0.53	-0.55	TB Đan Hoài
64.0	1.18	2.07	0.75	1.55	0.69	1.54	0.44	0.52	0.49	-0.53	C. Liên Mạc
78.7	0.74	1.95	0.59	1.45	0.60	1.47	-0.15	0.50	-0.14	-0.48	TV Hà Nội
87.2	0.72	1.94	0.51	1.42	0.53	1.43	-0.21	0.52	-0.19	-0.51	C. Xuân Quan
140.2	0.58	1.72	0.43	1.31	0.43	1.26	-0.15	-0.41	-0.15	-0.46	TV Hưng Yên
Sông Đuống											
0.8	0.99	1.91	0.68	1.45	0.64	1.46	-0.31	0.46	0.35	-0.44	Long Tửu
3.6	0.92	1.85	0.66	1.42	0.63	1.44	0.26	0.43	0.29	-0.41	TV Thượng Cát
23.3	0.84	1.76	0.58	1.3	0.56	1.28	0.26	0.45	0.29	-0.48	Tri Phương
33.7	0.82	1.73	0.56	1.25	0.54	1.24	0.26	0.48	0.28	-0.49	TV Bến Hồ
55	0.73	1.64	0.44	1.1	0.45	1.1	0.29	0.54	0.28	-0.54	Kiều Lương
0.8	0.99	1.91	0.68	1.45	0.64	1.46	-0.31	0.46	0.35	-0.44	Long Tửu

Kết quả tính toán dự báo mực nước trong mùa kiệt khi xảy ra mất cân bằng bùn cát theo năm điển hình xảy ra liên tục lũ lớn 2008 cho thấy: mực nước dự báo trên sông Hồng trong 5 đến

10 năm tới giảm khoảng 40-75 cm, khu vực giảm mạnh từ sau ngã ba Thao Đà đến trước cửa Luộc. Mức nước dự báo trên sông Đuống trong 5 đến 10 năm tới giảm khoảng 26-55 cm.

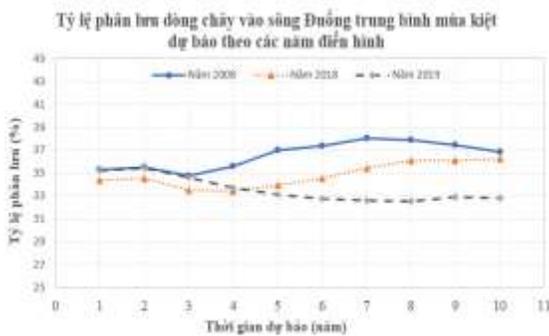
Đối với tương lai xảy ra các trận lũ, bùn cát trung bình như năm 2018 thì: mực nước dự báo trên sông Hồng trong 5 đến 10 năm tới giảm khoảng 25-50 cm. Mực nước dự báo trên sông Đuống trong 5 đến 10 năm tới giảm khoảng 7-21 cm

Đối với tương lai xảy ra các trận lũ, bùn cát nhỏ như năm 2019 thì: mực nước dự báo trên sông

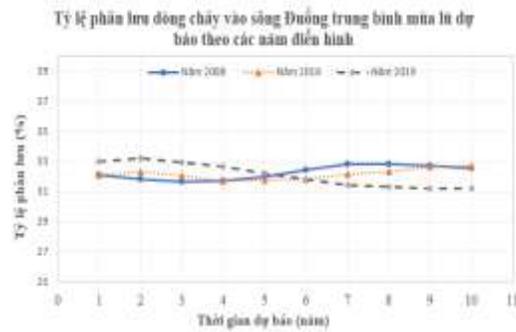
Hồng trong 5 đến 10 năm tới giảm khoảng 20-40 cm. Mực nước dự báo trên sông Đuống trong 5 đến 10 năm tới giảm khoảng 4-15 cm.

Như vậy, với năm lũ và bùn cát càng lớn xảy ra thì mức độ suy giảm mực nước so với hiện nay càng lớn. Nguyên nhân là do sự biến động lớn về địa hình thì gây ra biến động lớn về mực nước.

Ngoài các kết quả tính toán về mực nước ở trên, lưu lượng dòng chảy từ sông Hồng vào sông Đuống cũng có sự thay đổi theo các năm đại biểu như hình sau:



Hình 13: Tỷ lệ dòng chảy từ sông Hồng vào sông Đuống trung bình mùa kiệt dự báo



Hình 14: Tỷ lệ dòng chảy từ sông Hồng vào sông Đuống trung bình mùa lũ dự báo

Kết quả tính toán cho thấy, sự biến động địa hình tại khu vực cửa vào sông Đuống tác động đến tỷ lệ dòng chảy từ sông Hồng vào sông Đuống, đặc biệt gây biến động mạnh vào mùa kiệt nhiều hơn mùa lũ. Tỷ lệ dòng chảy vào sông Đuống trung bình mùa kiệt biến động từ 32% đến 38%, còn trung bình mùa lũ từ 31% đến 33%. Sự biến động về dòng chảy cũng làm cho mực nước đã nêu ở trên có sự thay đổi.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Từ kết quả nghiên cứu, tính toán dự báo hình thái và thủy văn trên sông Hồng, sông Đuống cho thấy, khi xảy ra mất cân bằng bùn cát trên sông như lượng bùn cát về giảm đi hoặc có các hoạt động khai thác cát ngay tại đoạn sông thì có nhiều tác động đến diễn biến hình thái và chế độ thủy văn của đoạn sông đó trong tương lai.

Trên sông Hồng và sông Đuống đều có xu thế

hạ thấp đáy sông và đặc biệt khu vực cửa vào sông Đuống có xu hướng giảm cao độ địa hình trong những năm qua và kết quả dự báo trong 5 năm, 10 năm tới cho ta thấy xu thế đó sẽ tiếp tục diễn biến mạnh, đặc biệt các hoạt động khai thác cát phục vụ phát triển cơ sở hạ tầng càng lớn thì xu thế biến động địa hình trên sông Hồng, sông Đuống càng tăng lên và chưa biết khi nào có thể dừng lại.

Sự hạ thấp lòng dẫn trên sông Hồng, sông Đuống đã dẫn đến sự thay đổi về chế độ thủy văn trên hai sông này. Đó là sự suy giảm về mực nước, đặc biệt diễn ra trong mùa kiệt đã và đang gây khó khăn cho khả năng lấy nước của các công lấy nước lớn như Liên Mạc (hệ thống Nhuệ - Đáy), cống Xuân Quan (hệ thống Bắc Hưng Hải), công Long Từ (hệ thống Bắc Đuống). Cùng với đó là làm thay đổi tỷ lệ phân lưu dòng chảy từ sông Hồng sang sông Đuống, đặc biệt trong mùa kiệt thì

tỷ lệ phân lưu sang sông Đuống có xu thế tăng lên đáng kể.

Do vậy cần có nghiên cứu dự báo sâu hơn, rộng hơn cho bài toán dự báo biến động lòng dẫn. Ngoài dự báo các quan hệ về yếu

tổ thủy văn thì các yếu tố về lòng dẫn cần phải được dự báo đặc biệt trong điều kiện an ninh nguồn nước ngày càng nghiêm trọng như hiện nay.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Mạnh Linh, Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sông biển (2022) “Nghiên cứu ứng dụng phương pháp tính toán dự báo diễn biến lòng dẫn sông ngòi trong điều kiện mất cân bằng bùn cát hạ du, áp dụng tính toán cho sông Thái Bình”.
- [2] Nguyễn Ngọc Quỳnh, Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sông biển (2017) “Dự báo xu thế biến đổi lòng dẫn, sự hạ thấp mực nước và đề xuất giải pháp khắc phục, khai thác hiệu quả công trình thủy lợi (cống qua đê, trạm bơm tưới và công trình bảo vệ bờ) trên hệ thống sông Hồng - Thái Bình”.
- [3] Phạm Đình, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam (2015) “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”.
- [4] Hồ Việt Cường, Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sông biển (2013), “Nghiên cứu lựa chọn công thức vận chuyển bùn cát phù hợp với sông Hồng và xác định quá trình lan truyền của sóng qua rừng ngập mặn ven biển từ Hải Phòng đến Thanh Hóa”
- [5] Tran Thi Kim và nnk, bài báo đăng trên tạp chí MDPI của Thụy Sĩ tháng 10 năm 2020 “Assessment of the Impact of Sand Mining on Bottom Morphology in the Mekong River in An Giang Province, Vietnam, Using a Hydro-Morphological Model with GPU Computing”
- [6] Cục tưới tiêu, Bộ Tài nguyên và Môi trường Malaysia ban hành tháng 9 năm 2009 về hướng dẫn quản lý khai thác cát trên sông “River sand mining management guideline”.