

ẢNH HƯỞNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU LÊN VẬN CHUYỂN BÙN CÁT TRONG LÒNG HỒ ĐỒNG NAI 2

Đoàn Thanh Vũ¹, Lê Ngọc Anh¹, Hoàng Trung Thống¹, Cấn Thu Văn¹

Tóm tắt: Bồi lắng hồ chứa là một trong những vấn đề ảnh hưởng lớn đến quá trình vận hành và tuổi thọ của công trình thủy điện. Mục tiêu của nghiên cứu này là cung cấp thêm các thông tin về sự biến động của đáy hồ thủy điện Đồng Nai 2 theo không gian và thời gian, tốc độ bồi lắng của hồ sau một thời gian dài. Mô hình TELEMAC2D - SISYPHE được sử dụng để mô phỏng quá trình thủy động lực và vận chuyển bùn cát trong hồ. Kết quả nghiên cứu cho thấy, sau 50 năm tổng lượng phù sa bồi lắng trong hồ khoảng $42,7.106\text{m}^3$; tốc độ bồi lắng có xu hướng tăng nhanh ở 25 năm đầu ($880840\text{m}^3/\text{năm}$) sau đó giảm dần và ổn định ít thay đổi ($853.152\text{m}^3/\text{năm}$).

Từ khóa: Mô hình TELEMAC2D, SISYPHE, vận chuyển bùn cát, Hồ Đồng Nai 2.

Ban Biên tập nhận bài: 08/07/2018 Ngày phản biện xong: 15/08/2018 Ngày đăng bài: 25/09/2018

1. Giới thiệu

Khi xây dựng đập ngăn sông để tạo hồ chứa nhân tạo, chế độ thủy lực trong khu vực nước phía thượng lưu đập cũng thay đổi bởi hai nguyên nhân. Thứ nhất, vận tốc dòng chảy có xu hướng chậm dần từ thượng lưu về đến tuyến đập do diện tích mặt cắt ướt tăng lên đáng kể. Thứ hai, lưu lượng nước mất đi do nhu cầu khai thác và sử dụng nước trong hồ vốn thay đổi theo ngày hay theo mùa để phục vụ cho các nhu cầu dùng nước. Hiểu được các quá trình vận chuyển bùn cát và chế độ dòng chảy trong hồ sẽ giúp ích rất nhiều trong quá trình vận hành và khai thác công trình.

Nghiên cứu quá trình bồi lắng phù sa trong hồ chứa có thể sử dụng phương pháp kinh nghiệm hoặc phương pháp mô hình toán. Đối với phương pháp kinh nghiệm, thường sử dụng các công thức kinh nghiệm đã được xây dựng dựa trên cơ sở các kết quả quan trắc của nhiều hồ chứa trên thế giới. Phương pháp này không cần đòi hỏi nhiều số liệu và tỏ ra hiệu quả khi cần dự báo nhanh ở mức độ tham khảo. Phương pháp thứ hai, ứng dụng mô hình toán số 1D, 2D hay 3D để mô phỏng quá trình thủy động lực và vận chuyển bùn cát. Phương pháp này đòi hỏi khối

lượng số liệu đầu vào lớn và thời gian mô phỏng lâu. Một số mô hình được sử dụng phổ biến được liệt kê sau:

- Nhóm mô hình 1D: Xuất hiện từ những năm 1980, hầu hết các mô hình 1D được xây dựng trong hệ tọa độ thẳng, giải phương trình Saint - Venant cho dòng chảy và quá trình vận chuyển bùn cát sử dụng phương trình của Exner bằng sơ đồ sai phân hữu hạn. IALLUVIAL được phát triển bởi Karim and Kennedy (1982) [1]; HEC-6 do Thomas và Prashum (1977) [12] các mô hình này chỉ ứng dụng cho dòng ổn định. Mô hình MOBED được phát triển bởi Krishnappan (1981) [8]; FLUVIAL 11 được phát triển bởi Chang (1984) [6]; GSTARS được phát triển bởi Molinas và Yang (1986) [10]; OTIS được phát triển bởi Runkel và Broshears (1991) [11] những mô hình này sử dụng hệ tọa độ cong có thể mô phỏng cho dòng không ổn định.

- Nhóm mô hình 2D: Mô hình 2D có xu hướng phát triển bắt đầu từ những năm 1990, hầu hết các mô hình 2D đều giải phương trình liên tục và phương trình Navier-Stokes trung bình theo phương đứng cùng với phương trình cân bằng khối lượng bùn cát bằng phương pháp sai phân hữu hạn, phần tử hữu hạn, hoặc thể tích hữu hạn. Mô hình MOBED2D được Spasojevic và Holly phát triển (1990) [5]; ADCIRC-2D: được phát triển bởi Luetlich, et al. (1992) [9]; mô

¹Trường Đại học Tài nguyên & Môi trường TP. HCM

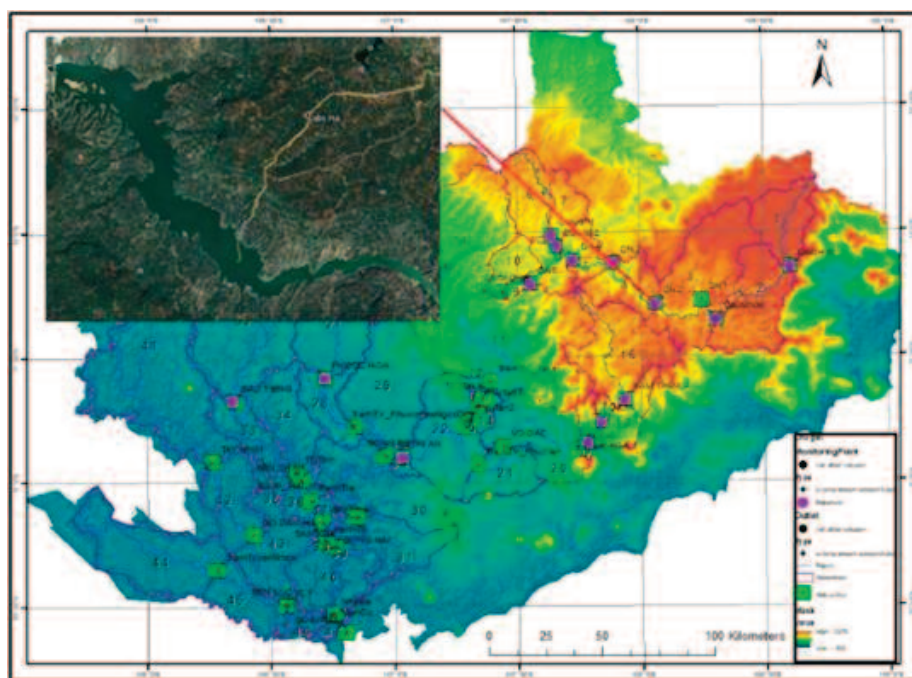
Email: dtvu@hcmunre.edu.vn

hình Mike 21 do DHI (Danish Hydraulic Institute) (1993) phát triển; CCHE2D do Jia và Wang phát triển (1999) [7].

- Nhóm mô hình 3D: Phần lớn các mô hình thủy động lực và vận chuyển bùn cát ở dạng ba chiều đều giải phương trình liên tục và Navier - Stokes kết hợp với phương trình cân bằng khối lượng bùn cát bằng phương pháp sai phân hữu hạn, phần tử hữu hạn hoặc thể tích hữu hạn. Phổ

biến có mô hình MIKE3, DELFT3D, TELEMAC3D ...

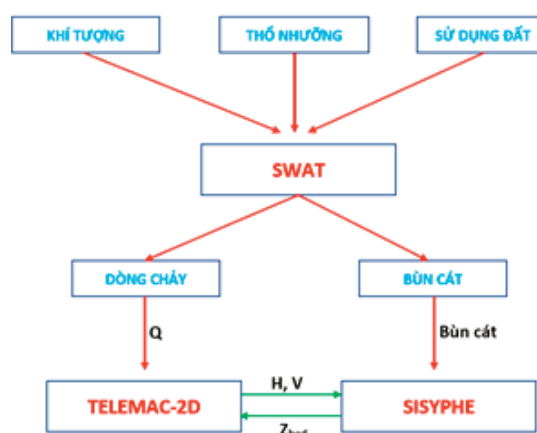
Thủy điện Đồng Nai 2 được xây dựng trên dòng chính sông Đồng Nai sau thủy điện Đa Nhim và Đại Ninh (Hình 1). Nhiệm vụ chính của nó là khai thác thủy năng sông Đồng Nai để phát lên lưới điện quốc gia với công suất lắp máy 70MW và điện lượng trung bình năm là 263,8 triệu kWh.



Hình 1. Vị trí thủy điện Đồng Nai 2

Ở Việt Nam, một số nghiên cứu về bồi lắng lòng hồ cũng đã được thực hiện. Ngô Lê long (2010) [3] sử dụng phương pháp kinh nghiệm để đánh giá bồi lắng lòng hồ Núi Cốc. Ngoài ra, phương pháp phân tích hạt nhân, địa chất kết hợp với GIS cũng được sử dụng trong nghiên cứu bồi lắng lòng Hồ Trị An được tiến hành bởi Mai Thành Nhân, et al. (2014) [2].

Trong nghiên cứu này, chúng tôi ứng dụng phương pháp mô hình toán số TELEMAC2D - SISYPHE để mô phỏng chế độ thủy động lực và vận chuyển bùn cát trong lòng hồ kết hợp với mô hình SWAT để dự báo lượng phù sa và lưu lượng dòng chảy bổ xung vào hồ chứa. Sơ đồ kết hợp giữa hai mô hình được mô tả như Hình 1.



Hình 2. Sơ đồ kết hợp giữa 2 mô hình TELEMAC2D-SISYPHE và SWAT

2. Giới thiệu mô hình TELEMAC

Mô hình TELEMAC được bắt đầu phát triển từ năm 1987 do Tập đoàn Điện lực Pháp (EDF) chủ trì cùng với sự tham gia của nhiều tổ chức nghiên cứu trên thế giới gồm các module: TELEMAC3D/2D (mô phỏng quá trình thủy động lực 3D/2D), SISYPHE (vận chuyển bùn cát), TOMAWAC (mô phỏng sóng trên đại dương), ARTEMIS (mô phỏng sóng khu vực gần công trình). TELEMAC2D dùng để mô phỏng dòng chảy 2D theo phương nằm ngang (trung bình theo phương thẳng đứng) được mô tả bởi hệ phương trình Saint Venant như sau:

- *Phương trình liên tục:*

$$\frac{\partial h}{\partial t} + u \cdot \nabla(h) + h \operatorname{div}(\bar{u}) = S_h \quad (1)$$

- *Phương trình động lượng theo phương x:*

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \bar{u} \cdot \nabla(u) = -g \frac{\partial Z}{\partial x} + S_x + \frac{1}{h} \operatorname{div}(h v_i \bar{\nabla} u) \quad (2)$$

- *Phương trình động lượng theo phương y:*

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \bar{v} \cdot \nabla(v) = -g \frac{\partial Z}{\partial y} + S_y + \frac{1}{h} \operatorname{div}(h v_i \bar{\nabla} v) \quad (3)$$

Trong đó: $h(m)$: chiều sâu, $u \& v(m/s)$: thành phần vận tốc theo phương ngang $x \& y$ của vận tốc, $Sh(m/s)$: lưu lượng đơn vị của nguồn, $Z(m)$: cao độ mặt thoáng, $S_{x,y}(m/s^2)$: các ngoại lực (không kể trọng lực, ví dụ lực Coriolis,...) tác dụng trên một đơn vị khối lượng chiều theo phương ngang $x \& y$, (m^2/s) : hệ số khuếch tán.

3. Thiết lập mô hình

3.1. Lưới tính toán

Miền tính được rời rạc hóa thành 4.143 nút tương ứng với 8201 phần tử, diện tích lớn nhất $945.719m^2$, diện tích nhỏ nhất $1.161m^2$. Sơ đồ mạng lưới tính 2D của hồ Đồng Nai 2 được thể hiện như Hình 3.



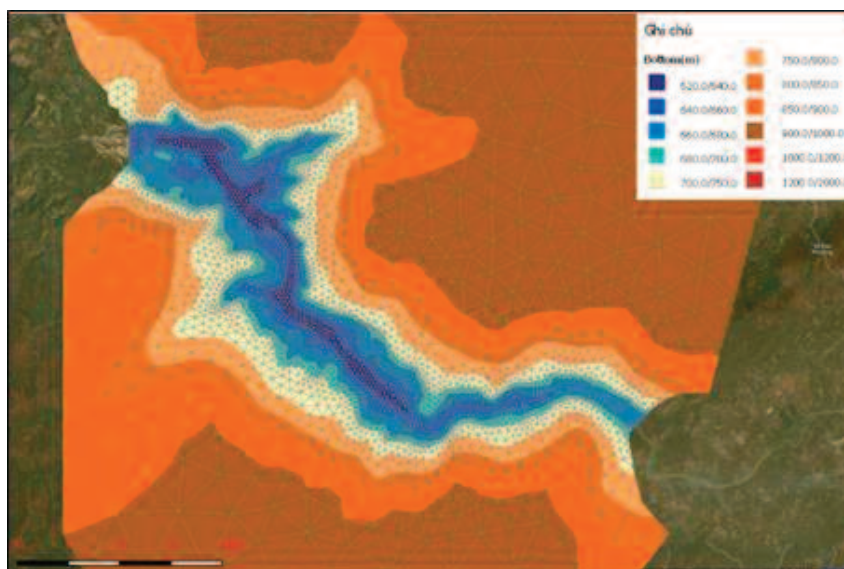
Hình 3. Sơ đồ lưới tính toán cho hồ Đồng Nai 2

3.2 Dữ liệu đầu vào

Địa hình

Địa hình được lấy từ bản đồ cao độ số Dem30x30 đối với phạm vi lòng hồ và Dem90x90 cho lưu vực hồ chứa. Do chất lượng số liệu cao độ số chưa tốt nên các giá trị cao độ

số sau khi được nội suy vào các nút lưới trong toàn miền tính sẽ phải được xử lý lại sao cho đảm bảo điều kiện về dung tích trong hồ chứa. Đây là một trong những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến kết quả mô phỏng của mô hình.



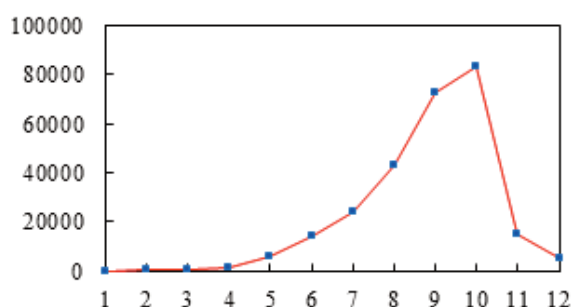
Hình 4. Địa hình đáy Hồ Đồng Nai 2

Dòng chảy

Số liệu dòng chảy được lấy từ lưu lượng thực đo về hồ năm 2015 để làm hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. Các số liệu dòng chảy dùng để mô phỏng cho các kịch bản nền và kịch bản biến đổi khí hậu được lấy từ số liệu mô phỏng của mô hình SWAT.

Bùn cát

Số liệu bùn cát trung bình nhiều năm thời kỳ 1980 - 2000 đưa vào miền tính được lấy từ kết quả mô phỏng từ mô hình Swat (Hình 5). Hàm SISYPHE được sử dụng để đọc số liệu bùn cát bổ xung từ lưu vực sông do quá trình xói mòn trên lưu vực vào miền tính.



Hình 5. Tổng lượng bùn trung bình nhiều năm

Cấu trúc đáy (bed structure)

Sự phân bố bùn cát đáy trên trong lòng hồ chứa là một trong những dữ liệu đầu vào quan

trọng trong ứng dụng mô hình thủy động lực hình thái và ảnh hưởng rất lớn đến kết quả dự báo. Theo kết quả khảo sát địa chất, thành phần hạt chủ yếu là các loại hạt có đường kính nhỏ như bùn và sét ($d < 0,04\text{mm}$) chiếm đến 70%, còn lại là cát hạt mịn ($d = 0,075 - 0,425\text{mm}$). Trong nghiên cứu này, thành phần bùn cát đáy được phân thành 3 loại hạt có đường kính lần lượt $d_1 = 0,1\text{E}-3\text{m}$ (cát mịn); $d_2 = 0,025\text{E}-3\text{m}$ (bùn); $d_3 = 0,5\text{E}-6\text{m}$ (sét) phân bố đồng dạng theo không gian trên toàn miền tính. Tỷ lệ phân phối của các thành phần hạt tương ứng là 0,1; 0,2; 0,7.

3.3. Điều kiện biên

Biên thủy động lực

Biên lưu lượng: Lưu lượng dòng chảy đến hồ được áp đặt trên biên hồ phía thượng lưu và mực nước hồ được áp đặt cho biên hồ phía hạ lưu. **Biên hạ lưu:** mực nước ngày trong hồ năm 2015 được áp đặt trên biên hồ phía hạ lưu.

Biên bùn cát

Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng 3 loại biên bùn cát gồm: bùn cát lơ lửng (g/l); biên bùn cát đáy (m^3/s) và biên biến đổi đáy (evolution - m). Do hạn chế về số liệu tại biên khi mô phỏng trong thời kỳ dài, chúng tôi giả định các đặc tả cho các loại biên như sau:

Loại biên	Mô tả
Bùn cát lơ lửng	Áp đặt (thay đổi theo tháng)
Bùn cát di đáy	Tự do
Biến đổi đáy	Tự do

Hàm CONLIT() được sử dụng để thay đổi các điều kiện biên bùn cát trên các biên hồ.

3.4. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Khác với dòng chảy trong sông hay khu vực cửa sông/biển chế độ thủy động lực trong hồ chứa thường thay đổi chậm. Một trong các yếu tố quan trọng khi mô phỏng thủy lực là đảm bảo về mặt tổng lượng. Do số liệu địa hình được lấy từ dữ liệu Dem 30x30 nên khó có độ chính xác cao nên chưa đảm bảo về mặt tổng lượng. Để đạt được tổng lượng chúng tôi hiệu chỉnh lại số liệu địa hình. Quá trình hiệu chỉnh được tiến hành theo phương pháp thử dần, hàm FONT được sử dụng để thay đổi giá trị cao độ đáy hồ tại các nút trên toàn miền tính cho đến khi tổng lượng nước trong hồ đạt đến 281.106m³ ứng với MNDBT = 680m. Kết quả hiệu chỉnh cho kết quả dung tích trong hồ ứng với MNDBT là 281.106m³ sai khác với thiết kế 11,74%. Mức nước hồ thay đổi theo ngày tương ứng với điều kiện vận hành năm 2015 thể hiện như Hình 6.

Vận chuyển bùn cát đáy và biến đổi đáy được tính toán thông qua phương trình Exner (4).

$$(1-n)\frac{\partial Z_f}{\partial t} + \nabla \cdot Q_b = 0 \quad (4)$$

Đối với bùn cát di đáy, công thức của Van Rijn (1984) [4] được lựa chọn để tính toán bùn cát di đáy đối với hạt có kích thước 0,2mm < d₅₀ < 2mm.

$$\Phi_b = 0,053D_*^{-0,3} \left(\frac{\theta_p - \theta_{cr}}{\theta_{cr}} \right)^{2,1} \quad (5)$$

Trong đó: n là hệ số độ rỗng; Q_b: lượng bùn cát di đáy thường được tính toán theo công thức thực nghiệm và bán thực nghiệm

Đối với bùn cát lơ lửng, hàm lượng bùn cát cân bằng tại sát đáy được tính bằng công thức

của Zyserman and Fredsoe (1994):

$$C_{eq} = \frac{0,331(\theta' - \theta_c)^{1,75}}{1 + 0,72(\theta' - \theta_c)^{1,75}} \quad (6)$$

Phương trình cân bằng đối với bùn cát lơ lửng được viết dưới dạng:

$$(1-n)\frac{\partial Z_f}{\partial t} + (E-D)_{z=Z_{ref}} = 0 \quad (7)$$

Kết quả mô phỏng về bùn cát lơ lửng giao động từ 0,002 - 0,005g/l vào mùa kiệt và 0,012 - 0,2g/l vào mùa lũ. Kết quả khá phù hợp với kết quả khảo sát bùn cát.



Hình 6. Mực nước ngày giữa mô phỏng và thực đo

4. Kết quả

4.1. Kết quả mô phỏng năm 2015

Dòng chảy

Vào mùa kiệt, do lượng nước bổ xung từ thượng lưu ít và phần lớn được giữ lại bởi các hồ chứa thượng lưu nên vận tốc dòng chảy nhỏ hơn nhiều so với vào mùa lũ. Vận tốc dòng chảy lớn nhất dao động 0,01 - 0,12m/s. Trong mùa lũ, lưu lượng dòng chảy được bổ xung, vận tốc dòng chảy có thể lên đến 0,3m/s chủ yếu phân bố tại phía thượng lưu hồ. Vận tốc dòng chảy ở phía thượng lưu hồ thường lớn so với phần giữa và hạ lưu hồ. Vận tốc dòng chảy lớn nhất trong mùa kiệt và lũ thể hiện như Hình 7.

Hàm lượng bùn cát lơ lửng

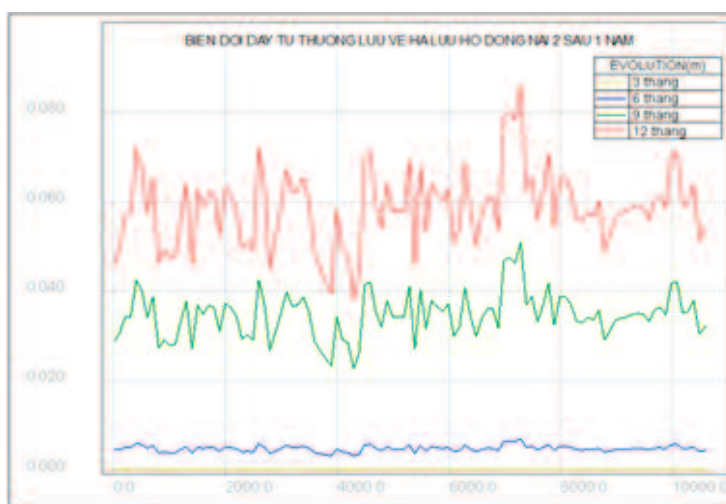
Hàm lượng bùn vào mùa kiệt đạt khoảng 0,002 - 0,006 g/l, vào mùa lũ hàm lượng bùn cát dao động từ 0,008 - 0,2 g/l. Trong mùa lũ, bùn cát được vận chuyển từ thượng lưu về hạ lưu nên

hàm lượng tại đây có xu hướng cao có thể đạt từ 0,2 - 0,5 (g/l). Hàm lượng bùn cát phân bố theo không gian và thời gian tại hồ Đồng Nai 2 được thể hiện ở Hình 8.

Bồi lắng lòng hồ (Bed Evolution)

Quá trình bồi lắng trong lòng hồ biến đổi với tốc độ khác nhau theo mùa. Vào mùa kiệt, tốc độ

bồi trong hồ chậm hơn do lượng dòng chảy và phù sa về hồ thấp. Sang mùa lũ, tổng lượng dòng chảy và phù sa về hồ tăng hơn rất nhiều dẫn đến sự bồi lắng nhanh hơn. Mức độ bồi lắng trong 3 tháng đầu không đáng kể; trong 6 tháng tiếp theo dao động 0,001 - 0,006m; sau 12 tháng dao động từ 0,038 - 0,086m.



Hình 7. Biến đổi đáy theo mặt cắt dọc từ thượng lưu về hạ lưu sau 1 năm

4.2. Mô phỏng quá trình bồi lắng trong thời gian dài 50 năm

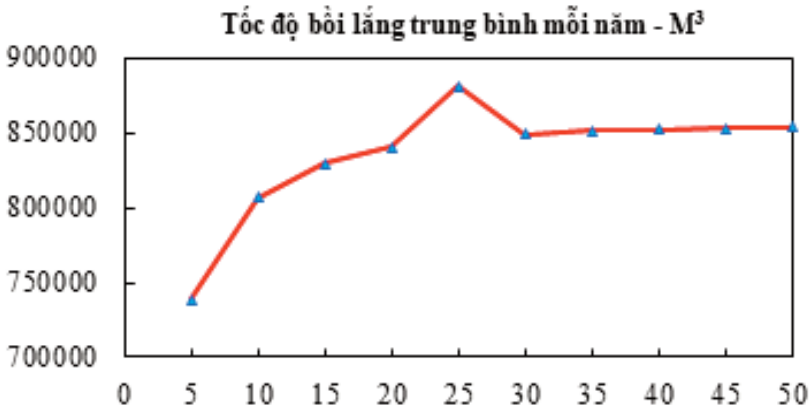
Để xem xét quá trình bồi lắng trong lòng hồ trong một thời gian dài, chúng tôi tiến hành mô phỏng trong thời gian 50 năm. Số liệu lưu lượng và bùn cát thay đổi theo tháng, sử dụng kết quả mô phỏng từ mô hình SWAT.

Kết quả mô phỏng cho thấy, sau 50 năm tổng

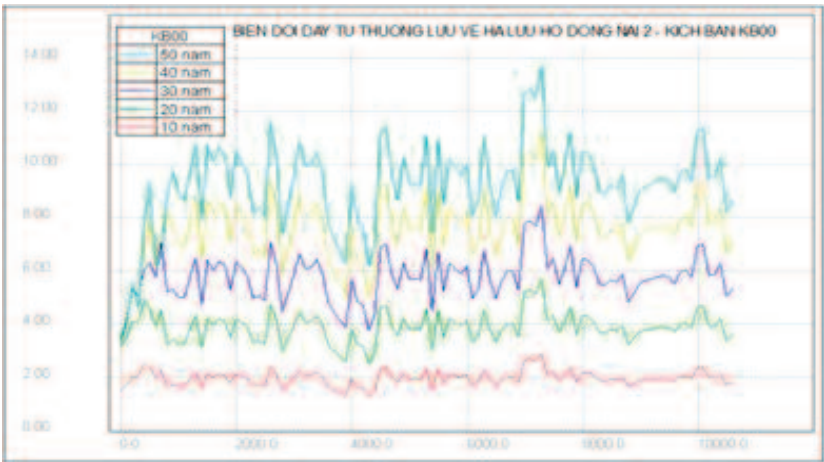
lượng phù sa bồi lắng trong hồ Đồng Nai 2 $42,7.106m^3$. Bảng 1, Hình 9, Hình 10, Hình 14 thể hiện lượng bùn cát bồi lắng trong hồ sau 50 năm. Tốc độ bồi lắng có xu hướng tăng nhanh ở 25 năm đầu ($880840m^3/năm$) sau đó giảm dần và ổn định ít thay đổi ($853.152m^3/năm$). Tốc độ bồi lắng trung bình mỗi năm thể hiện.

Bảng 1: Tốc độ bồi lắng sau 50 năm

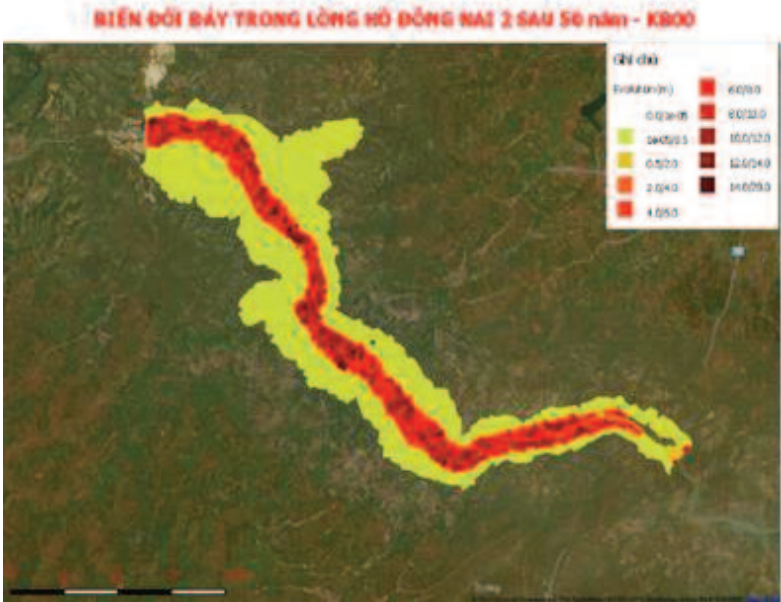
Năm	W_{sed} (m^3)	Tốc độ bồi lắng trung bình 1 năm (m^3)
5	3694242	738848
10	8064662	806466
15	12436881	829125
20	16802571	840129
25	22021005	880840
30	25481113	849370
35	29790161	851147
40	34092531	852313
45	38391840	853152
50	42692240	853845



Hình 8. Tốc độ bồi lắng trung bình mỗi năm



Hình 9. Biến đổi đáy dọc hồ từ thượng lưu về hạ lưu sau 50 năm



Hình 10. Bồi lắng lòng hồ sau 50 năm

5. Kết luận và thảo luận

Quá trình biến đổi đáy diễn ra gồm 2 quá trình: bùn cát đi đáy (bed-load) và quá trình lắng đọng của các hạt bùn cát vốn phụ thuộc nhiều vào vận tốc dòng chảy. Do đó, sự biến động đáy do quá trình bồi lắng phù sa trong lòng hồ có thể chia thành 3 khu vực khác nhau:

- Tại phía thượng lưu, do ảnh hưởng nhiều của chế độ dòng chảy trong sông và mặt cắt utor nhỏ nên vận tốc dòng chảy lớn quá trình bed-load chiếm ưu thế hơn so với quá trình lắng đọng. Vận tốc trong khu vực này có thể đạt đến 0,35m/s.

- Khu vực giữa hồ, mặt cắt utor có xu hướng rộng ra, vận tốc dòng chảy nhỏ lại (vận tốc lớn nhất đạt 0,06m/s), quá trình biến đổi đáy chủ yếu là do lắng đọng phù sa và nhận một phần bùn cát đi đáy từ thượng lưu đem đến do quá trình bed-load.

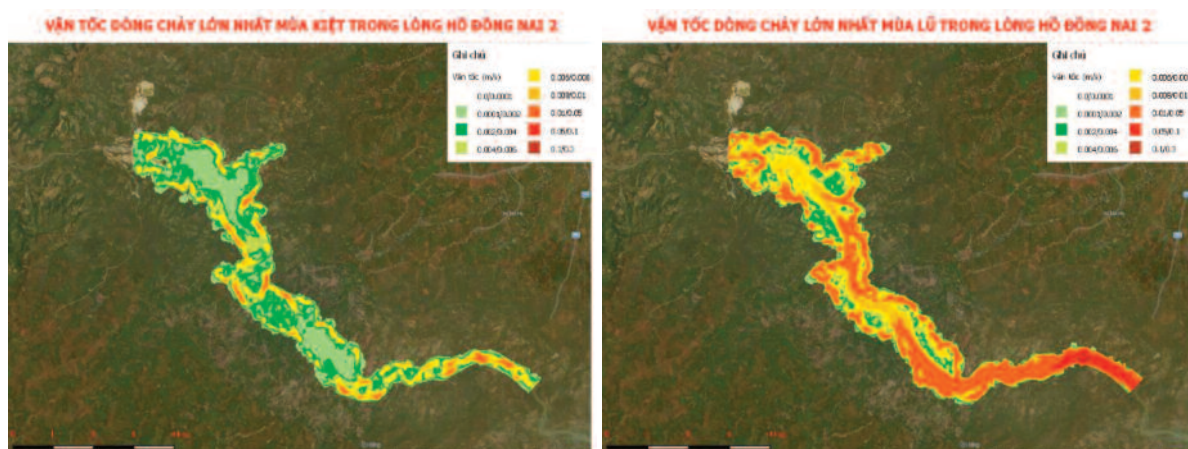
- Khu vực hạ lưu hồ, quá trình biến đổi đáy diễn ra mạnh hơn, đây là vị trí cuối cùng đón nhận lượng bùn cát từ thượng lưu về. Quá trình

bồi lắng tại đây chủ yếu do quá trình lắng đọng gây ra bởi vận tốc giảm nhanh, vận tốc lớn nhất khoảng 0,05m/s.

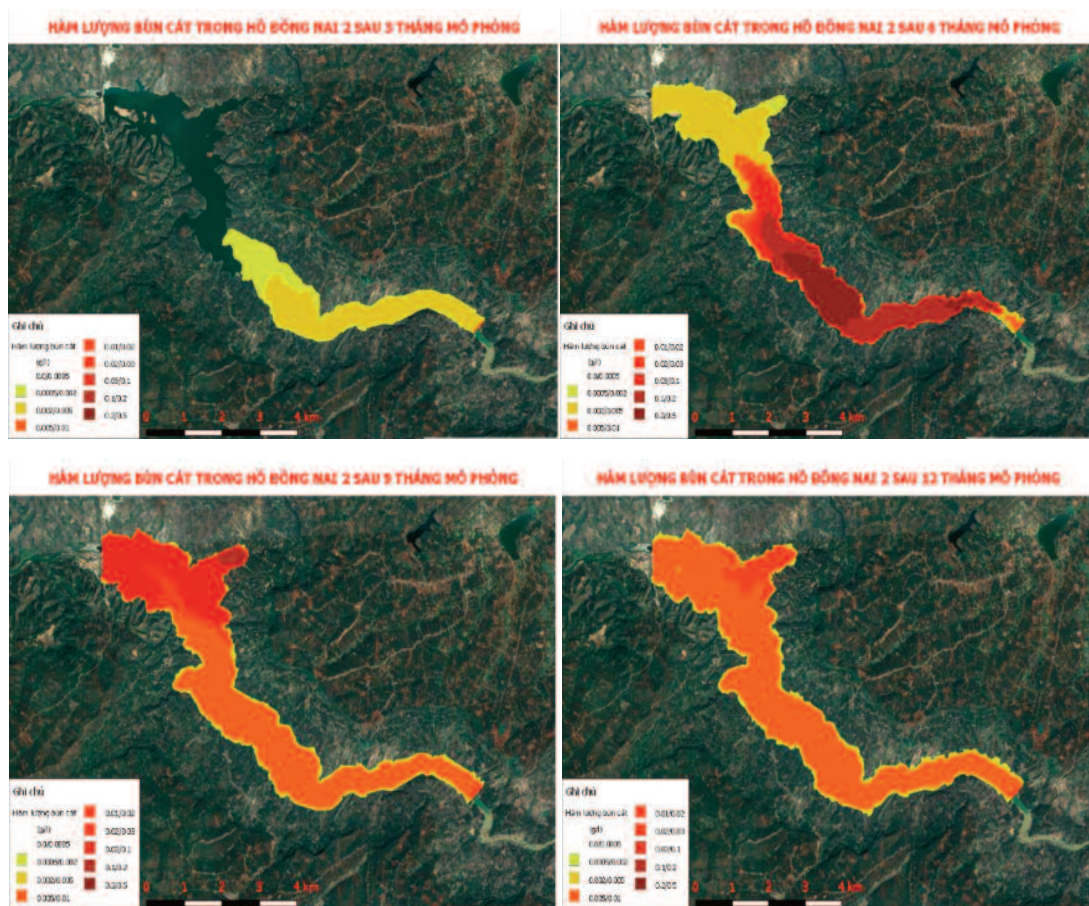
Sau 50 năm, tổng lượng phù sa bồi lắng trong hồ Đồng Nai 2 42,7.106m³. Tốc độ bồi lắng có xu hướng tăng nhanh ở 25 năm đầu khoảng 880.840 m³/năm và ổn định ở 25 năm cuối khoảng 853.845 m³/năm.

Hiện tượng cứng hóa khi phù sa hạt mịn bồi lắng kết dính trong một thời gian dài không được xem xét trong nghiên cứu này. Việc xem xét thêm hiện tượng hóa cứng của phù sa lắng đọng sẽ được cải thiện trong những nghiên cứu tiếp theo.

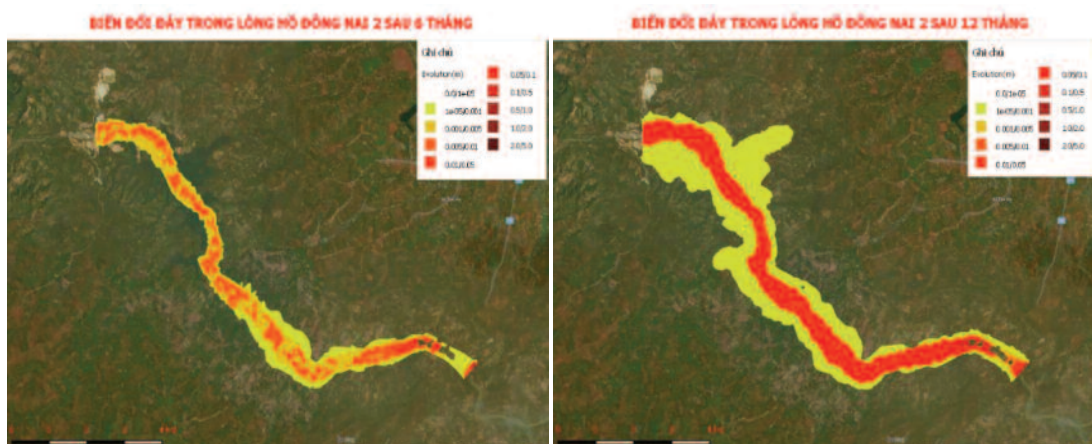
Mô hình TELEMAC với sự hỗ trợ tính toán song song và mã nguồn mở giúp người sử dụng nâng cao tốc độ tính toán và linh hoạt trong tính toán các kịch bản. Điều này thực sự hiệu quả đối với những nghiên cứu về thay đổi hình thái đáy sông, hồ, biển vốn chỉ có thể thấy rõ khi mô phỏng với thời gian rất dài hàng chục năm, thậm chí hàng trăm năm.



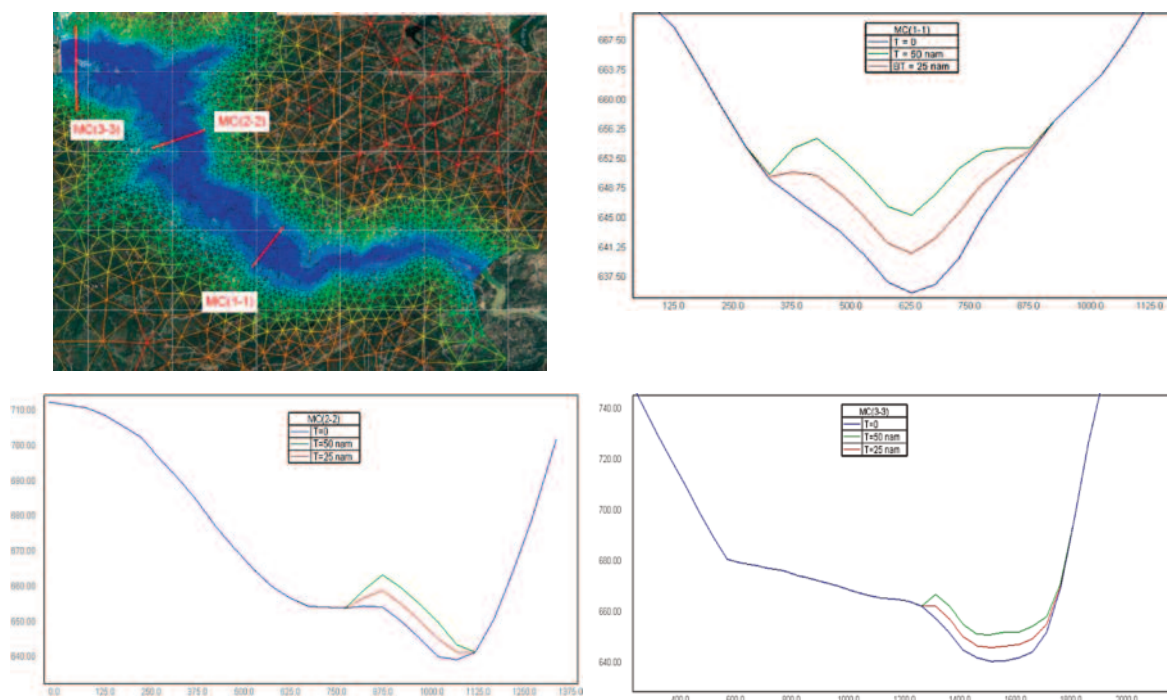
Hình 11. Vận tốc dòng chảy lớn nhất trong hồ trong mùa kiệt và mùa lũ



Hình 12. Hàm lượng bùn cát trong hồ trong một năm



Hình 13. Biến đổi mặt nước trong hồ Đồng Nai 2 sau 1 năm mô phỏng



Hình 14. Cao trình đáy hồ tại MC(1-1), MC(2-2), MC(3-3) tại thời điểm $T=0$, $T=25$, $T=50$

Lời cảm ơn: Kết quả nghiên cứu trong bài báo này được thực hiện với sự tài trợ của đề tài cấp Bộ 2016: “Nghiên cứu đánh giá và dự báo bồi lắng lòng hồ khi vận hành liên hồ chứa trên dòng chính sông Đồng Nai” - MS: 2016.02.19 do Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Tp. Hồ Chí Minh chủ trì.

Tài liệu tham khảo

1. Karim, M.F. and Kennedy, J.F. (1982), *IALLUVIAL: a computer based flow and sediment routing for alluvial streams and its application to the Missouri River*, Iowa Institute of Hydraulic Research, The University of Iowa.
2. Mai Thành Tân, Đinh Văn Thuận, Vũ Văn Hà, Nguyễn Trọng Tấn, Lê Đức Lương, Trịnh Thị Thanh Hà, Nguyễn Văn Tạo, Nguyễn Công Quân (2014), *Nghiên cứu bồi lắng lòng hồ Trị An bằng phương pháp phân tích hạt nhân, địa chất kết hợp với hệ thống thông tin địa lý*, KHOA HỌC TRÁI ĐẤT 36(1), pp. 51 - 60.
3. Ngô Lê Long (2010), *Đánh giá sự bồi lắng lòng hồ núi Cốc, đề xuất giải pháp bảo vệ và sử dụng bền vững*, Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường (31), pp. 46-51.
4. Rijn, Leo C. van (1984a), *SEDIMENT TRANSPORT, PART I: BED LOAD TRANSPORT*, Journal of Hydraulic Engineering. 110(10), pp. 1431-1456.
5. Spasojevic, M. and Holly, F. M. (1990), *MOBED2: Numerical simulation of two-dimensional mobile-bed processes*, Iowa Institute of Hydraulic Research.
6. Chang, H. H. (1998), *Generalized computer program: Users' manual for FLUVIAL-12: Mathematical model for erodible channels*, San Diego.
7. Jia, Y. and Wang, S. (1999), *Numerical model for channel flow and morphological change studies*, JOURNAL OF HYDRAULIC ENGINEERING. 125(9), pp. 924-933.
8. KRISHNAPP, B. G. (1985), *Comparison of MOBED and HEC-6 river flow models*, Can. J. Civ.Eng. 12(3), pp. 464-471.

9. Luettich, R. A., Westerink, J. J., and Scheffner, N. W. (1992), *ADCIRC: An advanced three-dimensional circulation model for shelves, coasts, and estuaries: Report 1, theory and methodology of ADCIRC-2DDI and ADCIRC-3DL*, US Army Corps of Engineers.
10. Molinas, A. and Yang, J. C. (1986), *Computer program user's manual for GSTARS*, U.S.
11. Runkel, R. L. and Broshears, R. E. (1991), *OTIS: One-dimensional transport with inflow and storage: A solute transport model for small streams*, CADSWES Technical Rep.
12. Thomas, W. A. and Prashum, A. I (1977), *Mathematical model of scour and deposition*, J. Hydr. Div. 110(11), pp. 1613-1641.

THE EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON THE TRANSPORTATION OF SEDIMENT THE DONGNAI 2 RESERVOIR

Le Ngoc Anh¹, Doan Thanh Vu¹, Hoang Trung Thong¹, Can Thu Van¹

¹Ho Chi Minh University of Natural Resources and Environment, Ho Chi Minh City

Abstract: Reservoir sedimentation is one of the major issues affecting the operation and longevity of hydropower projects. The objective of this study is to provide more information on the variation of the bottom of the Dong Nai 2 hydropower reservoir in terms of its space and time and sedimentation rate of the reservoir after a long time. The TELEMAC 2D - SISYPHE model is used to simulate hydrodynamic and sediment transport in reservoirs. The results show that: after 50 years, the total amount of sediment deposited in the reservoir is about $42.7 \times 10^6 \text{ m}^3$; the sedimentation rate tends to increase rapidly in the first 25 years ($880840 \text{ m}^3/\text{year}$) then gradually decrease and stabilize slightly ($853,152 \text{ m}^3/\text{year}$).

Keywords: TELEMAC 2D model, SISYPHE model, transportation of sediment, Dong Nai 2 reservoir.