

Bài báo khoa học

## Tiềm năng khai thác nước thấm từ sông vùng đồng bằng Bắc Bộ

Đoàn Thu Hà<sup>1\*</sup>, Hoàng Văn Duy<sup>2</sup>, Tống Thanh Tùng<sup>3</sup>, Nguyễn Văn Đản<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Trường Đại học Thủy lợi; thuha\_ctn@tlu.edu.vn

<sup>2</sup> Viện Khoa học Tài nguyên nước; hoangduyctv@gmail.com

<sup>3</sup> Liên đoàn quy hoạch và điều tra tài nguyên nước miền Bắc; thanhtungtv51@gmail.com

<sup>4</sup> Hội địa chất thủy văn Việt Nam; nguyenvandan1950@yahoo.com

\*Tác giả liên hệ: thuha\_ctn@tlu.edu.vn; Tel.: +84-948172299

Ban Biên tập nhận bài: 5/3/2021; Ngày phản biện xong: 18/5/2021; Ngày đăng bài: 25/8/2021

**Tóm tắt:** Giải pháp khai thác nước thấm từ sông có các ưu điểm: Thu được lượng nước mặt lớn do bổ cập trực tiếp từ sông; Có chất lượng nước tốt. Nước thấm có thể khai thác từ các giếng thu nước thấm trực tiếp từ sông ở tầng Holocen (qh) hoặc thu nước tầng sâu Pleistocen (qp) được bổ cập nước từ sông thông qua các cửa sổ địa chất thủy văn. Lượng nước thấm được xác định theo phương pháp thủy động lực và phương pháp đồng vị. Kết quả nghiên cứu cho thấy có thể khai thác được lượng nước thấm dao động trong khoảng lớn từ 30 ở sông Đình Đào, đến 33.600 m<sup>3</sup>/ng.km đường bờ ở sông Hồng. Các vùng ven các sông được phân chia ra 4 vùng có tiềm năng khai thác thấm: lớn, trung bình, nhỏ và rất nhỏ, tương ứng lưu lượng khai thác của mỗi giếng khoan có thể đạt: > 3.000, 1.000–3.000, 500–1.000 và 200–500 m<sup>3</sup>/ng, Nguồn nước thấm được coi là một nguồn nước triển vọng bên cạnh các nguồn nước mặt và nước ngầm.

**Từ khóa:** Tiềm năng khai thác nước thấm; Quan hệ thủy lực; Cửa sổ địa chất thủy văn; Lượng bổ cập.

### 1. Đặt vấn đề

Trong những năm gần đây, nhiều nguồn nước mặt tại Việt Nam đang bị ô nhiễm bởi nước thải sinh hoạt và sản xuất, đòi hỏi phải có các biện pháp xử lý phức tạp, nhiều nguồn nước cạn kiệt, gây khó khăn cho việc xây dựng các công trình thu nước, đặc biệt trong điều kiện biến đổi khí hậu. Nước ngầm ở nhiều nơi đã bị khai thác quá mức, làm hạ mực nước, giảm chất lượng nước và gây hiện tượng sụt lún, như ở Hà Nội, TP Hồ Chí Minh, Đồng bằng sông Cửu Long,... Giải pháp công nghệ khai thác nước thấm từ sông đã được nghiên cứu và ứng dụng hiệu quả ở một số nước châu Âu và tại Mỹ với ưu điểm nổi trội của giải pháp là: 1) Dễ dàng thu được lượng nước mặt lớn do bổ cập trực tiếp từ sông, kể cả trong trường hợp nguồn nước mặt suy giảm; 2) Có chất lượng nước tốt do được lọc tự nhiên qua các tầng đất trong quá trình thấm từ sông vào giếng; 3) Đảm bảo an toàn nguồn nước - Có ý nghĩa đặc biệt quan trọng trong điều kiện về bảo vệ nguồn nước ở Việt Nam hiện nay.

Gần đây các nghiên cứu áp dụng giải pháp khai thác nước thấm phục vụ cấp nước đã được thực hiện tại một số nước trên thế giới [1–2], nhưng hầu hết các nghiên cứu chỉ tập trung vào khả năng khai thác tại các vị trí cụ thể [3–5] và chủ yếu tập trung các nghiên cứu về chất lượng nước và khả năng xử lý nước của việc áp dụng giải pháp [6–9]. Ở Việt Nam, giải pháp khai thác nước thấm chưa được áp dụng, nhưng từ thực tế khai thác nước dưới đất ven sông Hồng và một số kết quả nghiên cứu về mối quan hệ giữa nước sông và nước dưới đất vùng

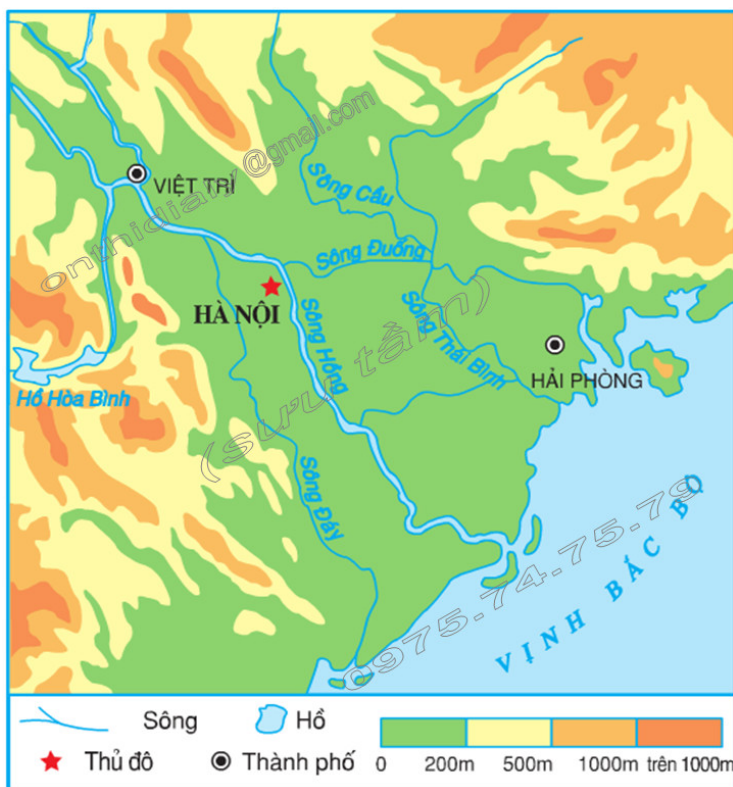
đồng bằng sông Hồng đã cho thấy một số giếng ven sông Hồng nhận nước mặt từ sông với tỷ lệ lớn [10–11]. Một số nghiên cứu đánh giá tiềm năng khai thác nước dưới đất vùng Hà Nội cũng có đề cập đến việc bổ cập nước mặt đối với tầng chứa nước qp [12–13].

Dựa trên kết quả điều tra nghiên cứu, khai thác nước dưới đất vùng thành phố Hà Nội đã được thực hiện [10, 14–15] kết hợp nghiên cứu các cấu trúc địa chất thủy văn và mặt cắt sông ở các vùng trong cả nước, cho thấy có nhiều cửa sổ địa chất thủy văn trên các sông thuộc vùng đồng bằng Bắc bộ, vì vậy tác giả đã chọn nghiên cứu đánh giá tiềm năng khai thác nước thấm tại vùng đồng bằng Bắc bộ. Phương pháp thủy động lực và phương pháp đồng vị đã được sử dụng để xác định trữ lượng khai thác nước dưới đất trong một số nghiên cứu [11, 16] đã được tác giả lựa chọn để xác định tiềm năng khai thác nước thấm từ sông. Tiềm năng khai thác nước thấm từ sông vùng đồng bằng Bắc bộ được xác định sẽ góp phần cung cấp thêm một hình thức nguồn nước mới trong lựa chọn nguồn nước cấp cho sinh hoạt và sản xuất ở vùng đồng bằng Bắc Bộ, bên cạnh nước mặt và nước ngầm.

## 2. Phương pháp nghiên cứu và số liệu thu thập

### 2.1. Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Vùng đồng bằng Bắc Bộ có diện tích khoảng 17.000 km<sup>2</sup> thuộc địa bàn 10 tỉnh và thành phố ở phía Bắc, có dạng một tam giác, đỉnh ở Việt Trì, cạnh đáy là bờ biển Đông thuộc vịnh Bắc Bộ. Hai cạnh bên là ranh giới của dải đồng bằng cao tiếp xúc với địa hình đồi núi thấp được chắn bởi dãy Tam Đảo–Yên Tử ở phía Đông Bắc và Ba Vì–Viên Nam ở phía Tây Nam (Hình 1).



Hình 1. Sơ đồ vị trí vùng đồng bằng Bắc Bộ.

Đồng bằng Bắc Bộ có địa hình bằng phẳng hơi nghiêng ra phía biển, có hệ thống sông ngòi dày đặc của hệ thống sông Hồng–Thái Bình. Đồng bằng Bắc Bộ được cấu tạo bởi các trầm tích bờ rời. Độ dày từ vài chục ở vùng đỉnh và rìa đến trên 100 m ở ven biển. Các trầm tích, do có tính phân rịch, tạo nên 2 tầng chứa nước lỗ hổng chủ yếu: Holocen (qh) bên trên và Pleistocen (qp) bên dưới.

## 2.2. Cơ sở khoa học

Trữ lượng nước dưới đất của một vùng nào đó bao gồm một số thành phần được xác định theo công thức sau:

$$Q_{kt} = Q_{tn} + \frac{V_{dh}}{t} + \frac{\alpha V_{tl}}{t} + Q_{ct} \quad (1)$$

Trong đó  $Q_{kt}$  là trữ lượng khai thác nước dưới đất ( $m^3/ng$ );  $Q_{tn}$  là trữ lượng động tự nhiên ( $m^3/ng$ );  $V_{dh}$  là lượng nước tĩnh đàn hồi ( $m^3$ );  $V_{tl}$  là lượng nước tĩnh trọng lực ( $m^3$ );  $Q_{ct}$  là trữ lượng cuốn theo ( $m^3/ng$ );  $\alpha$  là hệ số xâm phạm vào trữ lượng tĩnh trọng lực (lấy bằng 30% đối với tầng chứa nước không áp);  $t$  là thời gian khai thác tính toán, thường lấy bằng 104 ngày.

Trong số các thành phần kể trên, thành phần trữ lượng cuốn theo ( $Q_{ct}$ ) xảy ra trong điều kiện khai thác, gồm: cuốn theo do thấm xuyên từ trên xuống hoặc từ dưới lên, cuốn theo do lõi cuốn dòng chảy từ bên sườn, cuốn theo do thấm từ các nguồn nước trên mặt như sông hồ. Trong trường hợp thuận lợi, trữ lượng cuốn theo đáng kể nhất là do thấm từ sông.

## 2.3. Phương pháp nghiên cứu

Để đánh giá, xác định tiềm năng khai thác nước thấm cần phải xác định các vấn đề sau: cấu trúc và các cửa sổ địa chất thủy văn, quan hệ thủy lực giữa nước mặt sông với nước dưới đất, nguồn bổ cập từ sông và công suất giếng khai thác.

### 2.3.1. Xác định các cửa sổ địa chất thủy văn

Vùng đồng bằng Bắc Bộ, các tràm tích bờ rời Đệ tứ có tính phân nhịp, các thành tạo hạt mịn luân phiên, xen kẽ với các thành tạo hạt thô. “Cửa sổ địa chất thủy văn” là một dạng đặc biệt của cấu trúc địa chất thủy văn. Thông thường, trong mặt cắt, các phân vị (tầng) chứa nước khác nhau được phân biệt, ngăn cách bởi các lớp thấm nước yếu, đóng vai trò một tầng cách nước. Tầng cách nước có tác dụng ngăn cách các tầng chứa nước kề liền phía trên và dưới tạo nên các đặc điểm địa chất thủy văn đặc biệt là đặc điểm thủy động lực khác nhau. Khi có cửa sổ địa chất thủy văn, tức là 2 tầng chứa nước phủ trực tiếp lên nhau, nước sẽ liên thông và có chung một mực nước.

### 2.3.2. Xác định mối quan hệ thủy lực nước sông và nước dưới đất

Quan hệ thủy lực là sự tương tác qua lại giữa nước dưới đất và nước sông, trong các điều kiện tự nhiên cũng như có sự tác động của con người. Việc nghiên cứu, xác định các quan hệ thủy lực có ý nghĩa to lớn về mặt khoa học cũng như giải các bài toán thực tế. Xác định rõ quan hệ thủy lực góp phần xác định rõ điều kiện hình thành động thái nước dưới đất phục vụ tốt cho việc đánh giá trữ lượng khai thác nước dưới đất. Xác định rõ quan hệ thủy lực có ý nghĩa to lớn đối với luận chứng lựa chọn phương pháp xây dựng các công trình khai thác thấm ven bờ. Quan hệ thủy lực được nghiên cứu xác định bằng các phương pháp: thí nghiệm địa chất thủy văn, đo thủy văn, quan trắc, kỹ thuật đồng vị, phương pháp thủy hóa...

### 2.3.3. Xác định lượng nước thấm từ sông

#### a) Xác định theo phương pháp thủy động lực

Phương pháp xác định lượng bổ cập từ sông dựa vào sức cản thấm ở đới lòng sông và ven bờ, do lắng đọng của lớp phù sa, bùn đáy sông gây nên sức cản thủy lực, được đặc trưng bởi hệ số sức cản của lớp bùn ( $A_0$ ), được xác định theo công thức sau:

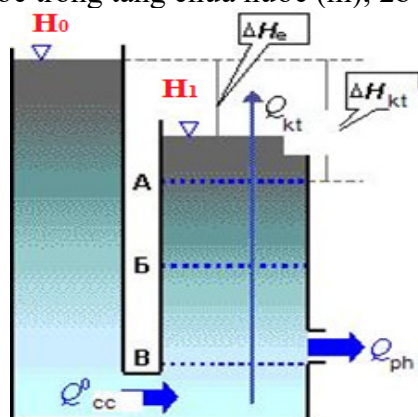
$$A_0 = \frac{m_0}{K_0} \quad (2)$$

Trong đó  $K_0$  và  $m_0$  là hệ số thấm thẳng đứng và bề dày của lớp bùn trên lòng sông.

Lượng thấm từ lòng sông được mô phỏng trên hình 6 và xác định bằng công thức sau:

$$q = \frac{H_0 - H_1}{A_0} \times 2b \quad (3)$$

Trong đó  $q$  là lưu lượng thấm đơn vị từ sông (l/s/km);  $H_0$  là chiều cao mực nước sông (m);  $H_1$  là chiều cao mực nước trong tầng chứa nước (m);  $2b$  là chiều rộng dòng sông (m).



Hình 2. Sơ đồ hóa tính toán lượng thấm từ sông.

b) Xác định bằng phương pháp đồng vị

Trong khu vực nghiên cứu dựa trên số liệu phân tích đồng vị bền ( $^{18}O$ ) và deuterium ( $^2H$ ) để xác định giá trị cung cấp thấm và mối quan hệ giữa các tầng chứa nước.

Lượng cung cấp thấm và mối quan hệ giữa các tầng chứa nước được xác định dựa trên các phương trình cân bằng sau:

Vào mùa mưa:

$$\delta^{18}O_{mn} = X_1 * \delta^{18}O_s + (1 - X_1) * \delta^{18}O_m \quad (4)$$

$$\delta^2H_{mn} = Y_1 * \delta^2H_s + (1 - Y_1) * \delta^2H_m \quad (5)$$

Vào mùa khô:

$$\delta^{18}O_s = X_2 * \delta^{18}O_{mn} + (1 - X_2) * \delta^{18}O_m \quad (6)$$

$$\delta^2H_s = Y_2 * \delta^2H_{mn} + (1 - Y_2) * \delta^2H_m \quad (7)$$

Từ các phương trình cân bằng trên, ta xác định các giá trị  $X_1$ ,  $Y_1$  và  $X_2$ ,  $Y_2$  như sau:

$$X_1 = \left[ \frac{\delta^{18}O_{mn} - \delta^{18}O_m}{\delta^{18}O_s - \delta^{18}O_m} \right] * 100 \quad (\%) \quad (8)$$

$$Y_1 = \left[ \frac{\delta^2H_{mn} - \delta^2H_m}{\delta^2H_s - \delta^2H_m} \right] * 100 \quad (\%) \quad (10)$$

$$X_2 = \left[ \frac{\delta^{18}O_s - \delta^{18}O_m}{\delta^{18}O_{mn} - \delta^{18}O_m} \right] * 100 \quad (\%) \quad (9)$$

$$Y_2 = \left[ \frac{\delta^2H_s - \delta^2H_m}{\delta^2H_{mn} - \delta^2H_m} \right] * 100 \quad (\%) \quad (11)$$

Trong đó  $\delta^{18}O_s$ ,  $\delta^2H_s$  lần lượt là giá trị thành phần đồng vị oxy 18 và deuterium trong nước sông (%);  $\delta^{18}O_m$ ,  $\delta^2H_m$  lần lượt là giá trị thành phần đồng vị oxy 18 và deuterium trong nước mưa (%);  $\delta^{18}O_{mn}$ ,  $\delta^2H_{mn}$  lần lượt là giá trị thành phần đồng vị oxy 18 và deuterium trong nước ngầm tầng Holocene (%);  $X_1$ ,  $Y_1$  lần lượt là tỷ lệ đóng góp của nước sông bổ cấp cho nước tầng Holocene vào mùa mưa tính theo đồng vị ( $^{18}O$ ) và deuterium ( $^2H$ ) (%);  $X_2$ ,  $Y_2$  lần lượt là tỷ lệ đóng góp của nước dưới đất bổ cấp cho nước sông vào mùa khô tính theo đồng vị ( $^{18}O$ ) và deuterium ( $^2H$ ) (%).

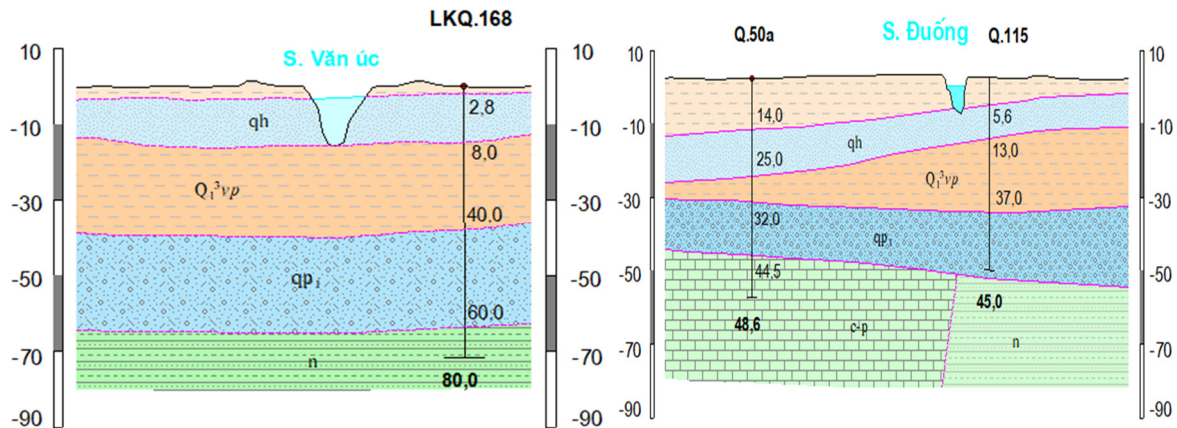
### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Các cửa sổ địa chất thủy văn

Kết quả nghiên cứu xác định cửa sổ địa chất thủy văn ở đồng bằng Bắc Bộ đã thành lập được hàng loạt các mặt cắt, trên cơ sở đó xác định được 3 dạng cửa sổ địa chất thủy văn như sau: sông cắt vào tầng chứa nước qh; sông cắt vào tầng chứa nước qp; sông cắt vào cả tầng chứa nước qh và qp.

a) Cửa sổ địa chất thủy văn dạng 1: Sông cắt vào tầng chứa nước qh

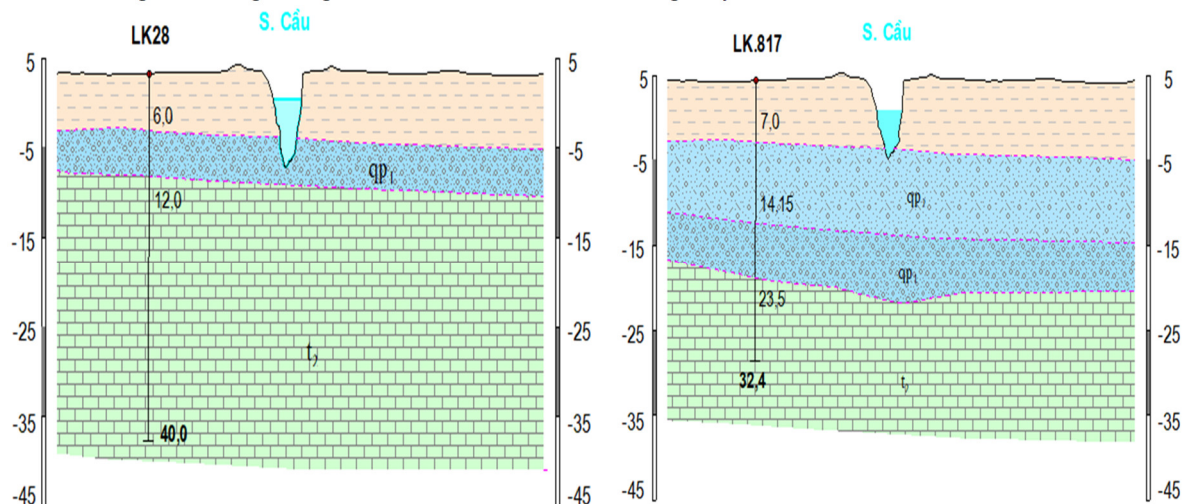
Dạng cửa sổ địa chất thủy văn này phổ biến ở tất cả các sông của khu vực nghiên cứu. 2 vùng ven rìa đồng bằng và sông Hồng đoạn từ Việt Trì đến Hà Nội, sông chỉ cắt vào lớp trên của tầng chứa nước qh, phần còn lại cắt cả vào 2 lớp. Mặt cắt đại diện cho dạng này này được thể hiện ở Hình 3.



Hình 3. Mặt cắt địa chất thủy văn ngang các sông Văn Úc và sông Đuống.

b) Cửa sổ địa chất thủy văn dạng 2: Sông cắt vào tầng chứa nước qp

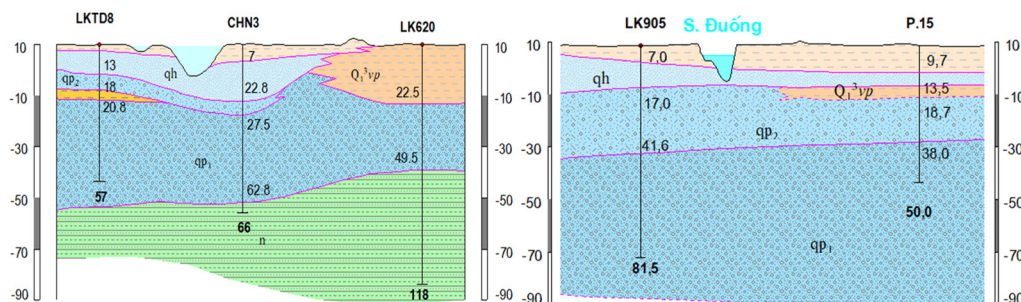
Dạng cửa sổ địa chất thủy văn này phổ biến ở các sông Cà Lồ, sông Cầu và các sông thuộc vùng rìa đồng bằng. Mặt cắt đại diện cho dạng này được thể hiện ở Hình 4.



Hình 4. Mặt cắt địa chất thủy văn ngang sông Cà Lồ và sông Cầu.

c) Cửa sổ địa chất thủy văn dạng 3: Sông cắt vào cả tầng chứa nước qh và qp

Dạng cửa sổ địa chất thủy văn này chỉ phổ biến ở các sông Hồng, đoạn từ Việt Trì đến Nam Dư thuộc địa bàn tỉnh Vĩnh Phúc và thành phố Hà Nội, 1 phần của sông Đuống thuộc địa bàn Đông Anh và Long Biên của thành phố Hà Nội. Mặt cắt đại diện cho dạng này được thể hiện ở Hình 5.

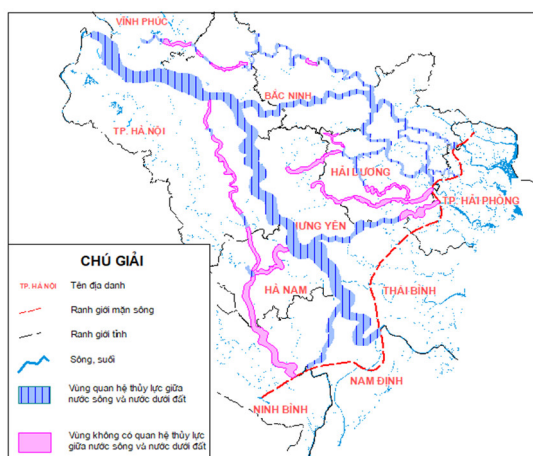


Hình 5. Mặt cắt địa chất thủy văn ngang sông Hồng và sông Đuống.

Cửa sổ địa chất thủy văn mô tả ở dạng này bao trùm trọn vẹn lòng sông Hồng và mở rộng về phía bờ ở các khúc uốn. Các thành tạo thấm nước yếu thuộc hệ tầng Vĩnh Phúc trên bị bào mòn. Lòng sông đặt trực tiếp vào tầng chứa nước qh rồi liên thông với tầng chứa nước qp bên dưới. Ranh giới này được xác định rõ ràng nhất ở vùng bãi giồng Nam Dư, trong đó 15 giếng khoan phía Bắc nằm ở khúc uốn của sông Hồng phía bờ đặt vào cửa sổ địa chất thủy văn, ở đó vắng mặt lớp sét ngăn cách giữa tầng chứa nước qh và qp. Chỉ có 3 giếng (H16, H17, H18) ở phía Nam là còn tồn tại lớp sét ngăn cách giữa 2 tầng chứa nước qh và qp.

### 3.2. Mối quan hệ thủy lực nước sông và nước dưới đất

Vùng đồng bằng Bắc Bộ có đủ cả 4 kiểu quan hệ thủy lực [3] phân bố như sau: (1) Kiểu 1: Phổ biến chủ yếu dọc theo sông Hồng đoạn từ Việt Trì đến Hà Nội, cả ở đoạn đầu sông Đuống. Trong điều kiện tự nhiên phần lớn thời gian trong năm, nước sông được nước dưới đất cung cấp, dòng chảy dưới đất có hướng ra phía sông. Chỉ trong mùa lũ hoặc các thời kỳ lũ, nước dưới đất mới tạm thời được nước sông cung cấp. Sự cung cấp này chỉ xảy ra ở đới ven bờ làm cho dòng chảy dưới đất có phương từ sông. Chiều rộng của đới khoảng 2–4 km cách mép nước sông. Khi có công trình khai thác ven sông thì nước sông quanh năm cung cấp cho công trình khai thác; (2) Kiểu 2: Phổ biến ở các sông vùng trung tâm đồng bằng, điển hình là phía Nam sông Cầu, sông Đuống. Ở đó nước mặt quanh năm cung cấp cho nước dưới đất. Vào thời kỳ lũ, giá trị cung cấp tăng lên. Khi có công trình khai ven bờ sự cung cấp càng tăng; (3) Kiểu 3: Phổ biến ở các sông vùng rìa đồng bằng, điển hình là phía Bắc các sông như sông Cầu, sông Đuống, sông Đáy, sông Kinh Thầy và sông Cà Lồ. Ở đó, nước dưới đất quanh năm cung cấp cho sông, tuy nhiên độ nghiêng thủy lực không lớn, nên khi có công trình khai thác ven bờ nước sông vẫn có thể cung cấp cho công trình khai thác; (4) Kiểu 4: Phổ biến ở các sông vùng trung tâm đồng bằng ra phía biển. Ở đó, tầng chứa nước qp nằm sâu, sông không cắt trực tiếp vào tầng chứa nước. Quan hệ thủy lực vẫn xảy ra, song thông qua các lớp ngăn cách.



Hình 6. Bản đồ phân vùng quan hệ thủy lực giữa nước sông và nước dưới đất.

### 3.3. Lượng nước thấm từ sông

#### a) Theo phương pháp thủy động lực

Dựa vào các kết quả điều tra, đánh giá tài nguyên nước đã thực hiện [13], tiến hành tính toán, xác định đại lượng thấm của các sông vùng nghiên cứu và thể hiện ở Bảng 1.

**Bảng 1.** Kết quả xác định đại lượng thấm từ các sông ở đồng bằng Bắc Bộ.

TT	Tên sông	Độ dài đoạn sông (km)	$m_0$ (m)	$K_0$ (m/ngày)	$H_0-H_1$ (m)	$2b$ (m)	Lưu lượng thấm (q) (m <sup>3</sup> /ngày/km)	Ghi chú
1	Sông Hồng	183	0,25	0,1	1,8	540	33.600	
2	Sông Cầu	69	0,15	0,55	0,51	80	12.925	
3	Sông Đuống	62	0,35	0,25	0,25	180	2.777	
4	Sông Rạng	25,5	0,55	0,15	0,1	120	282	
5	Sông Kinh Môn	0,505	0,25	0,25	0,1	100	864	
6	Sông Lạch Tray	19	0,25	0,25	0,1	50	432	
7	Sông Luộc	70	0,25	0,025	0,1	120	103	
8	Sông Ninh Cơ	33	0,25	0,25	0,1	100	864	
9	Thái Bình	74	0,25	0,015	0,1	250	129	
10	Cẩm Giàng	3,5	0,25	0,015	0,1	100	52	
11	Kê Sặt	14,5	0,15	0,015	0,1	180	156	
12	Đình Đào	16	0,15	0,015	0,1	35	30	

#### b) Theo phương pháp đồng vị

Kết quả nghiên cứu khai thác nước thấm từ sông trong khuôn khổ đề tài nghiên cứu khoa học “Nghiên cứu ứng dụng và phát triển công nghệ khai thác nước thấm từ sông ở Việt Nam phục vụ sinh hoạt và sản xuất” [17] được thực hiện đã xác định được tỷ lệ đóng góp của nước sông cho nước dưới đất có kết quả thống kê ở Bảng 2 và Bảng 3. Kết quả thống kê cho thấy các sông lớn có quan hệ khá chặt chẽ với nước dưới đất.

**Bảng 2.** Kết quả tính toán lượng bổ cập giữa nước sông và nước dưới đất vào mùa khô và mùa mưa bằng đồng vị bền (18O).

Tên sông	Các thông số	Mùa mưa				Mùa khô				Ghi chú
		$\delta 18O_s$	$\delta 18O_{nn}$	$\delta 18O_m$	X1	$\delta 18O_{nn}$	$\delta 18O_s$	$\delta 18O_m$	X2	
Sông Hồng đoạn 1	Giá trị	-6,85	-7,09	-8,48	85%	-6,48	-5,51	-2,9	73%	BaVì – Hưng Yên
Sông Hồng đoạn 2		-9,86	-8,89	-8,48	30%	-5,95	-5,04	-2,9	70%	Hưng Yên – Thái Bình
Sông Cầu		-6,99	-7,53	-8,48	63%	-6,78	-4,72	-2,9	46%	
Thái Bình		-10,27	-6,57	-5,15	28%	-7,48	-4,86	-2,9	42%	
Cẩm Giàng		-10,79	-5,96	-5,15	27%	-8	-4,25	-2,9	26%	

**Bảng 3.** Kết quả tính toán lượng bổ cập giữa nước sông và nước dưới đất vào mùa khô và mùa mưa bằng đồng vị bền deuterium (2H).

Tên sông	Các thông số	Mùa mưa			Mùa khô					Ghi chú
		$\delta 2H_s$	$\delta 2H_{nn}$	$\delta 2H_m$	Y1	$\delta 2H_{nn}$	$\delta 2H_s$	$\delta 2H_m$	Y2	
Sông Hồng đoạn 1		-46,11	-47,73	-55,39	83%	-47,11	-36,12	-9,53	70%	Ba Vì – Hung Yên
Sông Hồng đoạn 2	Giá trị	-63,71	-59,79	-55,39	52%	-34,90	-32,28	-9,53	89%	Hung Yên – Thái Bình
Sông Cầu		-42,29	-43,19	-55,39	93%	-43,6	-22,83	-9,53	39%	
Thái Bình		-58,76	-41,98	-35,39	28%	-41,6	-26,56	-9,53	53%	
Cẩm Giàng		-58,39	-40,05	-35,39	20%	-59,24	-24,64	-9,53	30%	

### 3.3. Xác định tiềm năng khai thác thẳm

Tiềm năng khai thác thẳm được xác định dựa vào công suất khai thác có thể nhận được từ mỗi một công trình khai thác thẳm. Vùng đồng bằng Bắc Bộ, công trình khai thác nói chung và khai thác thẳm nói riêng hiện nay đều là các giếng khoan thẳng đứng. Dựa vào kết quả khai thác thực tế của các công trình hiện có, cũng như bằng cách tính toán lưu lượng khai thác của các giếng khoan vùng ven sông, có thể phân chia ra các vùng có tiềm năng khai thác nước thẳm (Hình 7).

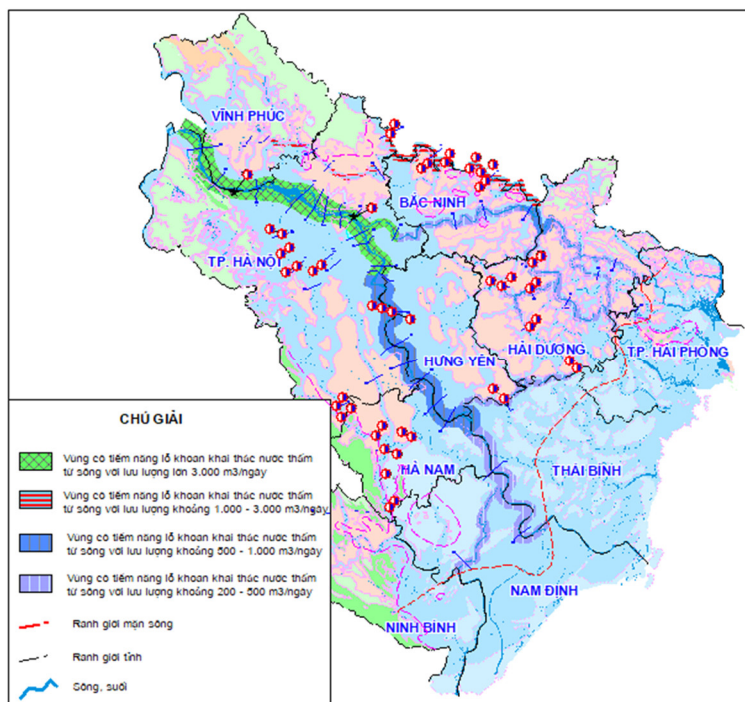
- Vùng có tiềm năng khai thác thẳm lớn, phân bố vùng ven bờ của sông Hồng đoạn từ Việt Trì đến khu vực nhà máy nước Nam Dư của thành phố Hà Nội. Nơi đây tồn tại cửa sổ địa chất thủy văn dạng 3: sông Hồng cắt cả vào tầng chứa nước  $q_h$  lẫn  $q_p$ . Quan hệ thủy lực giữa nước mặt và nước dưới đất thuộc kiểu 1, lượng bổ cập từ sông Hồng rất lớn, lớn nhất trong số các sông ở đồng bằng Bắc Bộ. Công suất mỗi một giếng khoan đạt trên 3.000 m<sup>3</sup>/ng. Ở các nơi không có lớn bùn đáy, lưu lượng có thể tăng lên đáng kể, ngược lại ở các nơi mà tầng chứa nước  $q_p$  bị vát mỏng, lưu lượng cũng sẽ giảm giảm đi đáng kể.

- Vùng có tiềm năng khai thác trung bình, phân bố vùng ven sông Cà Lò và sông Cầu, một đoạn ở đầu sông Đuống, sông Hồng từ bãi giếng Nam Dư đến Hung Yên. Nơi đây tồn tại cửa sổ địa chất thủy văn có dạng như sau: sông Cầu và sông Cà Lò cắt vào tầng chứa nước  $q_p$ , sông Đuống cắt vào cả tầng chứa nước  $q_h$  và  $q_p$ , còn sông Hồng cắt vào tầng chứa nước  $q_h$ , có quan hệ thủy lực yếu với tầng  $q_p$ . Quan hệ thủy lực giữa nước mặt và nước dưới đất thuộc kiểu 3 đối với sông Cầu và sông Cà Lò, kiểu 2 và 4 đối với sông Đuống và sông Hồng. Lượng bổ cập từ các sông loại trung bình. Công suất mỗi một giếng khoan đạt từ 1.000 đến 3.000 m<sup>3</sup>/ng.

- Vùng có tiềm năng khai thác nhỏ, phân bố vùng ven sông Đuống, phần thượng lưu sông Thái Bình và một đoạn sông Hồng từ Hung Yên đến Nam Định. Nơi đây tồn tại cửa sổ địa chất thủy văn ở dạng 1, tức là sông chỉ cắt vào tầng chứa nước  $q_h$ . Quan hệ thủy lực giữa nước mặt và nước dưới đất thuộc kiểu 4. Lượng bổ cập từ các sông loại thấp. Công suất mỗi một giếng khoan đạt từ 500 đến 1.000 m<sup>3</sup>/ng.

- Vùng có tiềm năng khai thác rất nhỏ, phân bố vùng ven các sông còn lại. Nơi đây tồn tại cửa sổ địa chất thủy văn ở dạng 1, tức là sông chỉ cắt vào tầng chứa nước  $q_h$ . Quan hệ thủy lực giữa nước mặt và nước dưới đất thuộc kiểu 4. Lượng bổ cập từ các sông rất thấp. Công suất mỗi một giếng khoan đạt từ 200 đến 500 m<sup>3</sup>/ng.





**Hình 7.** Phân vùng tiềm năng thấm khu vực ven sông ở đồng Bằng Bắc Bộ.

#### 4. Kết luận

Những kết quả đạt được trong nghiên cứu này được chỉ ra sau đây:

- Vùng đồng bằng Bắc Bộ, ven các sông, có 3 dạng cửa sổ địa chất thủy văn: sông cắt vào tầng chứa nước qh, cắt vào tầng chứa nước qp và cắt cả vào tầng chứa nước qh lẫn qp.
- Vùng đồng bằng Bắc Bộ có đủ 4 kiểu quan hệ thủy lực giữa nước dưới đất và nước sông.

- Lượng bổ cập từ sông cho nước dưới đất dao động trong khoảng lớn từ 30 ở sông Đình Đào đến 33.600 m<sup>3</sup>/ng.km đường bờ ở sông Hồng.

- Ven các sông được chia ra 4 vùng có tiềm năng khai thác thấm: lớn, trung bình, nhỏ và rất nhỏ, tương ứng lưu lượng khai thác của mỗi giếng khoan có thể đạt: > 3.000, 1.000–3.000, 500–1.000 và 200–500 m<sup>3</sup>/ng.

Kết quả nghiên cứu đã cho thấy tiềm năng khai thác nước thấm ở vùng đồng bằng Bắc bộ, đồng thời chứng minh một giải pháp nguồn nước mới là nguồn nước thấm từ sông, còn có thể gọi là nước bán thấm, phục vụ cung cấp nước cho sinh hoạt và nông thôn, có ý nghĩa quan trọng, đặc biệt trong điều kiện nguồn nước khan hiếm, cạn kiệt và ô nhiễm như hiện nay.

**Đóng góp cho nghiên cứu:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: Đ.T.H.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: N.V.Đ., T.T.T.; Thu thập, phân tích, xử lý số liệu: N.V.D; Viết bản thảo bài báo: Đ.T.H., N.V.D; Chính sửa bài báo: Đ.T.H.

**Lời cảm ơn:** Bài báo này được hoàn thành trong khuôn khổ thực hiện Đề tài nghiên cứu theo Nghị định thư giữa Bộ Khoa học Công nghệ Việt Nam và Bộ Nghiên cứu và giáo dục Cộng hòa liên bang Đức, mã số đề tài 60.GER–19: “Nghiên cứu ứng dụng và phát triển công nghệ khai thác nước thấm từ sông ở Việt Nam phục vụ sinh hoạt và sản xuất”.

**Lời cam đoan:** Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

### Tài liệu tham khảo

1. Kulakov, V.V.; Fisher, N.K.; Kondratjeva, L.M.; Grischek, T. Riverbank filtration as an alternative to surface water abstraction for safe drinking water supply to the city of Khabarovsk, Russia. In: Ray, C., Shamruk, M. (eds.) Riverbank filtration for water security in desert countries. *Springer Sci.* **2011**, 281–298.
2. Sandhu, C.; Kumar, P.; Ray, C. Potential for riverbank filtration in India. *Clean Technol. Environ. Policy* **2011**, 13(2), 295–316. <https://doi.org/10.1007/s10098-010-0298-0>.
3. Ghodeif, K.; Grischek, T.; Bartak, R.; Wahaab, R.; Herlitzius, J. Potential of river bank filtration (RBF) in Egypt. *Environ. Earth Sci.* **2016**, 75, 671. <https://doi.org/10.1007/s12665-016-5454-3>.
4. Pholkern, K.; Srisuk, W. W. Riverbed clogging experiments at potential river bank filtration sites along the Ping River, Chiang Mai, Thailand. *Environ. Earth Sci.* **2015**, 73(12), 7699–7709.
5. Grischek, T.; Ahrns, J.; Bartak, R.; Herlitzius, J. Coupling riverbank filtration and subsurface iron removal – Pros and cons. Proc. 42<sup>nd</sup> IAH Congress AQUA 2015, 13–18, 482.
6. Ebermann, J.; Eichhorn, D.; Macheleidt, W.T. Field tests for subsurface iron removal at a dairy farm in Saxony, Germany. In: Zuber, A.; Kania, J.; Kmiecik, E. (eds.) Proc. XXXVIII IAH Congress, 12–17.2010, 09, 895–901.
7. Romero, L.G.; Mondardo, R.I.; Sens M.L.; Grischek, T. Removal of cyanobacteria and cyanotoxins during lake bank filtration at Lagoa do Peri, Brazil. *Clean Techn. Environ. Policy.* **2014**, 16(6), 1133–1143.
8. Grischek, T.; Ghodeif, K.; Wahaab, R.A. Coupling riverbank filtration and subsurface iron removal. Proc. Int. Symp. on Managed Aquifer Recharge **2013**, 1–8.
9. Rößner, U.; Sailer, C.; Ebermann, J.; Plassmann, C. Potential of subsurface iron removal using different water for infiltration. GWF Gas–Wasser–Fach **2013**, 4, 466–472.
10. Đản, N.V. Quan hệ thủy lực giữa nước dưới đất trong các trầm tích Đệ tứ với nước sông Hồng ở Đồng bằng Bắc Bộ. *Tap chí Tài nguyên và Môi trường* **2013**, 5, 26–28.
11. Lân, N.M. Nghiên cứu mối quan hệ giữa nước sông và nước dưới đất, đề xuất hệ phương pháp xác định trữ lượng khai thác nước dưới đất vùng ven sông Hồng từ thị xã Sơn Tây đến Hưng Yên. 2014. Lưu trữ Cục Quản lý tài nguyên nước, Hà Nội. 2014.
12. Đản, N.V. Tài nguyên nước dưới đất vùng thành phố Hà Nội và định hướng điều tra nghiên cứu, khai thác sử dụng. Kỷ yếu hội thảo khoa học Quốc tế kỉ niệm 1000 năm Thăng Long 2010, 1007–1016.
13. Quyền, P.B. Báo cáo điều tra đánh giá tài nguyên nước vùng Thủ Đô, Lưu trữ Cục Quản lý tài nguyên nước, Hà Nội. 2015.
14. Minh, T. Báo cáo thăm dò nước dưới đất vùng Hà Nội mở rộng. Lưu trữ Địa chất, Hà Nội. 1993.
15. Báo cáo thăm dò nước dưới đất vùng Bãi Bằng, Lâm Thao tỉnh Phú Thọ. Lưu trữ địa chất, Hà Nội. 1979.

16. Đản, N.V. Khả năng xây dựng các bãi giếng khai thác nước dưới đất công suất lớn cung cấp cho Thủ đô Hà Nội. *Tap chí Khí tượng Thủy văn* **2012**, 620, 1–5.
17. Hà, Đ.T. Báo cáo kết quả nghiên cứu đề tài “Nghiên cứu ứng dụng và phát triển công nghệ khai thác nước thấm từ sông ở Việt Nam phục vụ sinh hoạt và sản xuất”. Đề tài nghiên cứu khoa học mã số 60.GER–19, Bộ Khoa học công nghệ, 2020.

## **Potential of infiltration water exploitation in the Northern Delta region**

**Doan Thu Ha<sup>1\*</sup>, Hoang Van Duy<sup>2</sup>, Tong Thanh Tung<sup>3</sup>, Nguyen Van Dan<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Thuyloi University; [thuha\\_ctn@tlu.edu.vn](mailto:thuha_ctn@tlu.edu.vn)

<sup>2</sup> Institute of Water Resources Science; [hoangduydcvtv@gmail.com](mailto:hoangduydcvtv@gmail.com)

<sup>3</sup> Federation of Northern Water Resources Planning and Investigation;

<sup>4</sup> Vietnam Association of Hydrogeology; [nguyenvandan1950@yahoo.com](mailto:nguyenvandan1950@yahoo.com)

**Abstract:** River bank filtration technology has advantages of obtaining a large amount of surface water good water quality by infiltration from the river. Infiltration water can be extracted from Holocene (qh) layer or the Pleistocene deep layer (qp) which is replenished with water from the river through hydrogeological windows. The amount of water seepage was determined by hydrodynamic and isotope methods. The amount of recharge from the river for groundwater ranges from 30 in Dinh Dao River, to 33,600 m<sup>3</sup>/ng.km of shoreline in the Red River. The areas along the rivers are divided into 4 areas with potential for permeable exploitation: large, medium, small and very small, respectively, the exploitation flow of each well can reach: > 3,000, 1,000–3,000, 500 –1,000 and 200–500 m<sup>3</sup>/day. Permeable water source is considered as a promising water source besides surface water and groundwater.

**Keywords:** Potential of infiltration water exploitation; Hydraulic relationship; Hydrogeological window; Recharge quantity.