

# ĐÁNH GIÁ BIẾN ĐỘNG CÂN BẰNG NƯỚC DƯỚI ĐẤT TẠI CÁC TẦNG CHỨA NƯỚC HOLOCEN VÀ PLEISTOCEN TRONG TRẦM TÍCH ĐỆ TỨ LƯU VỰC SÔNG NHUỆ - ĐÁY

Tống Thanh Tùng<sup>(1)</sup>, Nguyễn Bách Thảo<sup>(2)</sup>, Nguyễn Thị Thanh Thủy<sup>(2)</sup>, Triệu Đức Huy<sup>(3)</sup>,  
Hoàng Văn Hoan<sup>(3)</sup>, Phạm Bá Quyền<sup>(3)</sup>, Bùi Quang Hương<sup>(3)</sup>, Phạm Văn Tuấn<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup>Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Bắc

<sup>(2)</sup>Trường Đại học Mỏ - Địa chất Hà Nội

<sup>(3)</sup>Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước quốc gia

<sup>(4)</sup>Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Nam

Ngày nhận bài: 20/4/2023; ngày chuyển phản biện: 21/4/2023; ngày chấp nhận đăng: 17/5/2023

**Tóm tắt:** Cân bằng nước dưới đất là một phần của quản lý tài nguyên nước dưới đất nói riêng và quản lý tài nguyên nước nói chung. Biến động cân bằng nước dưới đất (NDĐ) tại các tầng chứa nước Holocen và Pleistocen trong trầm tích Đệ tứ lưu vực sông Nhuệ - Đáy được thực hiện nhằm đánh giá sự thay đổi giữa lượng NDĐ được bổ sung và thoát theo thời gian ở các vùng cân bằng khác nhau. Các dữ liệu về cao độ mực nước dưới đất theo thời gian tại các công trình quan trắc tài nguyên nước quốc gia và các thông số địa chất thủy văn của các tầng chứa nước được thu thập, tổng hợp và phân tích. Trên cơ sở đó, các bản đồ đẳng cao độ mực NDĐ tại các tầng chứa nước lỗ hổng Holocen (qh), Pleistocen (qp) theo thời gian và các bản đồ đẳng hệ số dẫn nước, hệ số nhả nước và chiều dày của mỗi tầng chứa nước được xây dựng bằng công cụ GIS. Biến động cân bằng nước dưới đất tại hai tầng chứa nước qh và qp theo thời gian trung bình các tháng trong năm 2022 của các vùng cân bằng trong lưu vực sông Nhuệ - Đáy được tính toán theo phương pháp Darcy bằng công cụ Darcy Flow trong phần mềm Arcgis. Kết quả xác định biến động cân bằng nước dưới đất đã xác định tầng chứa nước qh được bổ sung dao động từ 1.911 m<sup>3</sup>/ngày đến 3.428 m<sup>3</sup>/ngày, trung bình 2.580 m<sup>3</sup>/ngày; tầng chứa nước qp được bổ sung dao động từ 33.401 m<sup>3</sup>/ngày đến 36.319 m<sup>3</sup>/ngày, trung bình 34.722 m<sup>3</sup>/ngày.

**Từ khóa:** Biến động cân bằng nước dưới đất, GIS, tầng chứa nước lỗ hổng, lưu vực sông Nhuệ - Đáy.

## 1. Đặt vấn đề

Lưu vực sông Nhuệ - Đáy là một lưu vực sông lớn của nước ta, có vai trò vô cùng quan trọng trong việc cung cấp nước cho sinh hoạt và phát triển kinh tế - xã hội của thủ đô Hà Nội và các tỉnh Hà Nam, Nam Định, Ninh Bình và Hòa Bình. Theo số liệu thống kê hiện nay việc khai thác NDĐ trong lưu vực sông Nhuệ - Đáy khoảng 1,3 triệu m<sup>3</sup>/năm, chiếm 13% tổng lượng khai thác nước dưới đất trên toàn quốc (khoảng 10,4 triệu m<sup>3</sup>/năm) [5]. Hoạt động khai thác nước dưới đất với cường độ lớn ở các khu vực Thủ đô Hà Nội và ven biển các tỉnh Nam Định, Ninh Bình đã

tác động không nhỏ đến tài nguyên nước trong lưu vực, mực nước dưới đất suy giảm làm phát sinh nhiều vấn đề môi trường như sụt lún nền đất, xâm nhập mặn, gia tăng quá trình ô nhiễm nguồn nước [1]. Các công trình khai thác quy mô lớn chủ yếu tập trung trong tầng chứa nước Pleistocen. Quá trình khai thác lâu dài với lưu lượng lớn và hệ thống các công trình khai thác mở rộng đã làm cho phễu hạ thấp mực nước dưới đất hạ thấp hơn và diện tích phễu hạ thấp gia tăng. Đặc biệt, vùng phía Nam sông Hồng do bị khai thác mạnh mẽ nên đã hình thành phễu hạ thấp nước dưới đất lớn với quy mô diện tích trên 300 km<sup>2</sup> [1, 3].

Mặc dù đã có một số công trình nghiên cứu về cân bằng nước dưới đất ở lưu vực sông Nhuệ

Liên hệ tác giả: Tống Thanh Tùng

Email: thanhtungtv51@gmail.com

- Đáy trong thời gian qua [4, 7, 8]. Tuy nhiên, việc nghiên cứu tính toán biến động cân bằng NĐĐ tại các tầng chứa nước lỗ hổng trong trầm tích Đệ tứ theo thời gian các tháng trong năm chưa được đề cập hoặc chưa đủ độ tin cậy để phục vụ phân bổ, khai thác sử dụng hợp lý nguồn tài nguyên nước dưới đất trong lưu vực sông Nhuệ - Đáy. Chính vì vậy, việc nghiên cứu biến động cân bằng NĐĐ nhằm xác định sự thay đổi giữa lượng nước bổ sung và lượng thoát theo thời gian ở các khu vực khác nhau trong lưu vực có ý nghĩa rất quan trọng.

## 2. Cơ sở lý thuyết

Lưu lượng Darcy và vận tốc Darcy kết hợp với thành phần hạt và độ lỗ rỗng có thể được sử dụng để mô phỏng quá trình phân tán - chuyển tiếp của các thành phần trong nước dưới đất. Phương pháp này mô hình hóa dòng chảy hai chiều, hỗn hợp theo chiều dọc, chiều ngang và trong trạng thái ổn định, trong đó cột áp không phụ thuộc vào độ sâu. Theo định luật Darcy, tốc độ thấm của dòng chảy ( $q$ ) trong môi trường lỗ rỗng được tính toán từ hệ số thấm ( $K$ ) và gradient thủy lực của dòng chảy ( $\Delta h$ ) trên một đơn vị chiều dài theo hướng dòng chảy trong tầng chứa nước đẳng hướng theo công thức sau [10]:

$$q = -K\Delta h \quad (1)$$

Trong đó:  $K$  là hệ số thấm của tầng chứa nước (m/ngày) và được tính từ hệ số dẫn nước

( $T$ ) và chiều dày tầng chứa nước ( $b$ ) khi  $K = T/b$ ;  $q$  là tốc độ thấm của dòng chảy ( $m^3/ngày/m^2$ ).

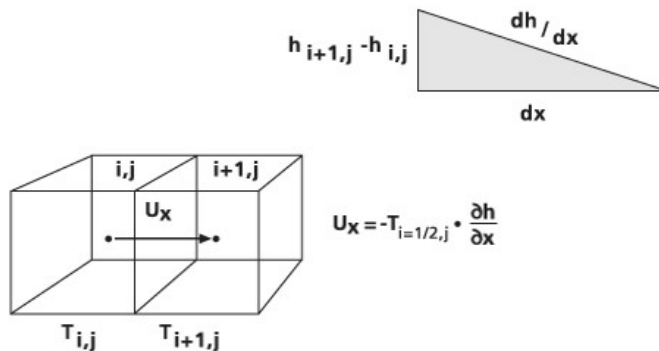
Jacob Bear (1987) [12] đã định nghĩa tốc độ thấm của dòng chảy ( $q$ ) là thể tích nước chảy trong một đơn vị thời gian qua một đơn vị diện tích mặt cắt ngang vuông góc với hướng của dòng chảy. Liên quan chặt chẽ đến thể tích chảy ra này là lượng thay đổi thể tích của tầng chứa nước ( $U$ ), là lưu lượng trên một đơn vị chiều rộng của tầng chứa nước (với đơn vị: Thể tích/thời gian/chiều dài):

$$U = -T\Delta h \quad (2)$$

Phương trình này giả định rằng cột áp không phụ thuộc vào độ sâu mực nước, khi đó dòng chảy nằm ngang. Vận tốc trung bình của chất lỏng trong các lỗ rỗng, được gọi là vận tốc thấm ( $V$ ), là vận tốc Darcy chia cho độ lỗ rỗng hiệu dụng của môi trường thấm:

$$U = \frac{q}{n} = \frac{-K\Delta h}{n} = \frac{-T\Delta h}{bn} \quad (3)$$

Trong xác định lưu lượng Darcy, tốc độ thấm ( $V$ ) này được tính toán trên cơ sở từng đơn vị ô lưới tính toán. Đối với ô  $i, j$ , lượng thay đổi thể tích tầng chứa nước ( $U$ ) được tính toán qua từng mặt trong 4 mặt của ô lưới, sử dụng độ chênh áp lực giữa hai ô liền kề và trung bình của hệ số dẫn ( $T_{i+1/2,j}$ ) được coi là đẳng hướng [13]. Nguyên lý này được minh họa ở Hình 1.



Hình 1. Minh họa sự thay đổi thể tích giữa các ô  $i, j$  và  $i+1, j$

Để xác định biến động cân bằng nước ở các tầng chứa nước, phải tính toán lưu lượng nước dưới đất qua từng mặt của ô lưới. Lưu lượng

$Q_{x(i+1/2)}$  này được tính từ lượng thể tích thay đổi tầng chứa nước ( $U$ ) và chiều rộng ô lưới  $\Delta y$  theo công thức:

$$Q_{x(i+1/2,j)} = U_{x(i+1/2,j)} \Delta y \quad (4)$$

Các giá trị tương tự thu được cho cả bốn mặt ô lưới. Các giá trị này được sử dụng để tính lượng thể tích cân bằng nước dưới đất còn lại của ô lưới ( $R_{vol}$ ), giá trị này được ghi vào raster đầu ra. Giá trị này thể hiện lượng nước dư ra (hoặc trong trường hợp là số âm là lượng nước thiếu hụt) trong mỗi ô với lưu lượng thực chảy vào ô, được tính như sau:

$$R_{vol} = Q_{x(i-1/2,j)} - Q_{x(i+1/2,j)} + Q_{y(i,j-1/2)} - Q_{y(i,j+1/2)} \quad (5)$$

$R_{vol}$  dư này là lý tưởng khi bằng 0 cho tất cả các ô. Phần dư dương hoặc âm lớn cho thấy có sự chảy ra hoặc mất khối lượng.

Việc ứng dụng cơ sở lý thuyết phương pháp Darcy nêu trên để tính toán biến động cân bằng lượng nước, xác định hướng dòng chảy và vận tốc Darcy ngày nay được thực hiện rộng rãi bởi công cụ Darcy Flow trong Arcgis [10]. Trong công cụ Darcy Flow yêu cầu các dữ liệu đầu vào bao gồm cao độ mực nước dưới đất, chiều dày, hệ số nhả nước và hệ số dẫn nước của tầng chứa nước. Các file dữ liệu đầu vào và đầu ra của kết quả tính toán được định dạng bằng raster. Kết quả tính toán đầu ra bao gồm hướng dòng chảy của vector vận tốc thấm tại tâm ô được tính là giá trị trung bình của vận tốc thấm qua bốn mặt của ô; độ lớn của vector vận tốc thấm trung bình ở tâm ô, được tính là giá trị trung bình của vận tốc thấm qua bốn mặt của ô; lượng cân bằng thể tích nước dưới đất tại mỗi ô được xác định bởi định luật Darcy.

**Nguồn số liệu sử dụng:** Trong nghiên cứu này, các dữ liệu cao độ mực nước dưới đất được xác định thông qua tài liệu quan trắc động thái nước dưới đất ở 121 công trình quan trắc quốc gia trong năm 2022 [9]. Các thông số về hệ số dẫn nước và hệ số nhả nước được xác định thông qua kết quả hút nước thí nghiệm 405 lỗ khoan trong vùng nghiên cứu [1, 6].

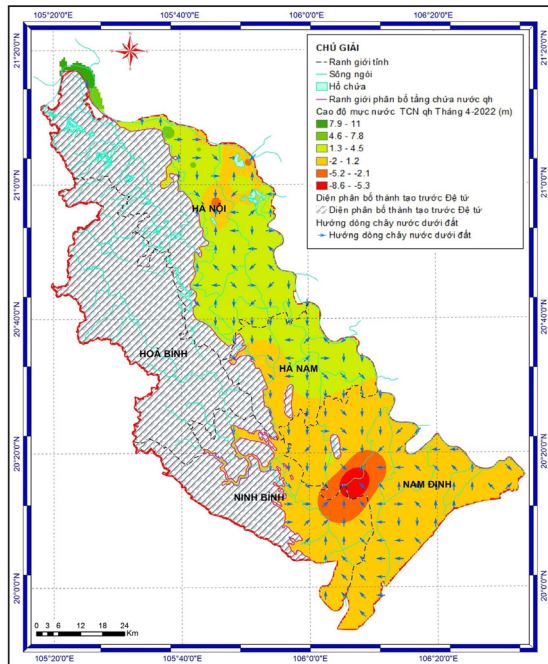
### 3. Kết quả và thảo luận

Trên cơ sở dữ liệu quan trắc tài nguyên nước trong vùng nghiên cứu năm 2022 [9], cao độ

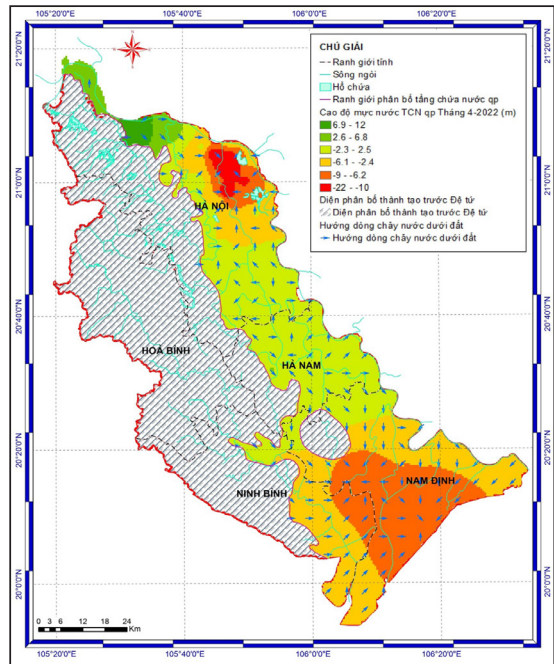
mực nước dưới đất trung bình tháng của hai tầng chứa nước qh và qp được tổng hợp từ 121 công trình quan trắc, trong đó 56 công trình quan trắc tầng chứa nước qh và 65 công trình quan trắc tầng chứa nước qp. Mười hai sơ đồ đẳng cao độ mực nước trung bình tháng của tầng chứa nước qh và 12 sơ đồ đẳng cao mực nước trung bình tháng của tầng chứa nước qp được thành lập bằng công cụ GIS với sự hỗ trợ từ phần mềm Arcgis. Dưới đây minh họa sơ đồ đẳng cao độ mực nước trung bình tháng 4/2022 (mùa khô) của tầng chứa nước qh (Hình 2) và tầng chứa nước qp (Hình 3) trong vùng nghiên cứu.

Dữ liệu chiều dày phân bố của các tầng chứa nước được tổng hợp từ kết quả khoan và phân tầng địa chất thủy văn của 752 lỗ khoan thăm dò, khai thác, quan trắc tài nguyên nước dưới đất trong phạm vi nghiên cứu [1, 6]. Tầng chứa nước qh có diện phân bố khoảng 4.284 km<sup>2</sup>, chiều dày có xu hướng tăng dần từ vùng rìa phía Tây vùng nghiên cứu về phía sông Hồng với chiều dày trung bình 25 m. Tầng chứa nước qp có diện phân bố khoảng 4.037 km<sup>2</sup>, chiều dày có xu hướng tăng dần từ vùng rìa phía Tây vùng nghiên cứu về phía sông Hồng với chiều dày trung bình 31 m. Sơ đồ đẳng chiều dày tầng chứa nước qh và tầng chứa nước qp được thành lập và thể hiện lần lượt trong Hình 4 và Hình 5.

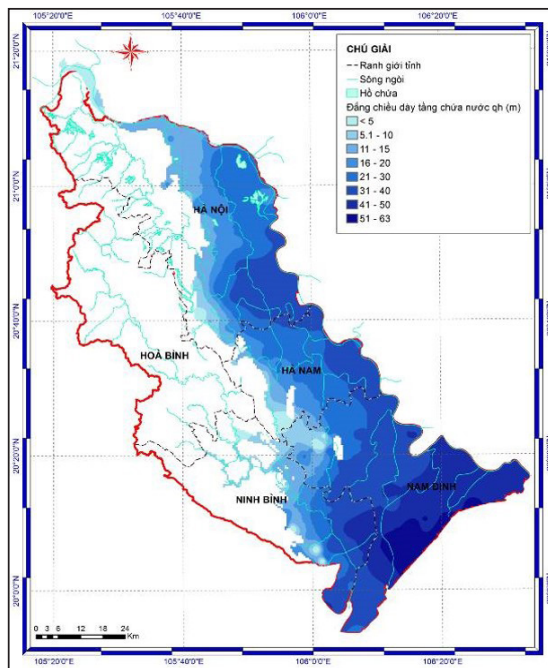
Kết quả hút nước thí nghiệm xác định các thông số địa chất thủy văn của các tầng chứa nước (hệ số dẫn, hệ số nhả nước) được tổng hợp từ 44 lỗ khoan trong tầng chứa nước qh và 361 lỗ khoan nghiên cứu tầng chứa nước qp trong vùng nghiên cứu [1, 6]. Tầng chứa nước qh có độ dẫn nước thay đổi từ 4,05 m<sup>2</sup>/ngày (lỗ khoan LK30 vùng Phủ Lý) đến 575 m<sup>2</sup>/ngày (lỗ khoan LK30 vùng Thanh Liêm), trung bình 170 m<sup>2</sup>/ngày. Tầng chứa nước qp có độ dẫn nước thay đổi từ 0,18 m<sup>2</sup>/ngày (lỗ khoan LKĐG28 vùng Ninh Bình) đến 2.900 m<sup>2</sup>/ngày (lỗ khoan LK49 vùng Hà Nội), trung bình 972 m<sup>2</sup>/ngày. Kết quả thành lập các sơ đồ đẳng hệ số nhả nước và đẳng hệ số dẫn nước của các tầng chứa nước qh và qp được thể hiện trong các Hình 6, 7, 8 và 9.



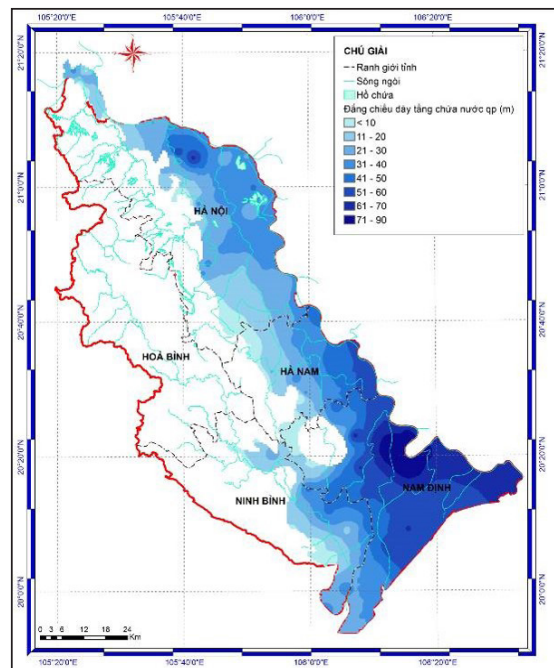
Hình 2. Sơ đồ đẳng cao độ mực nước tầng chứa nước qh tháng 4/2022



Hình 3. Sơ đồ đẳng cao độ mực nước tầng chứa nước qđ tháng 4/2022

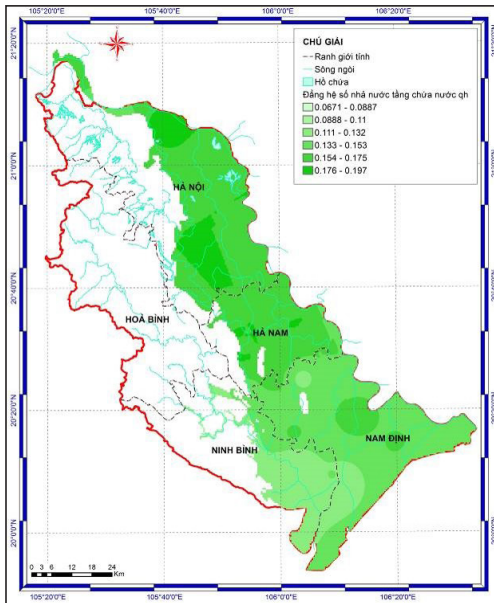


Hình 4. Sơ đồ đẳng chiều dày tầng chứa nước qh

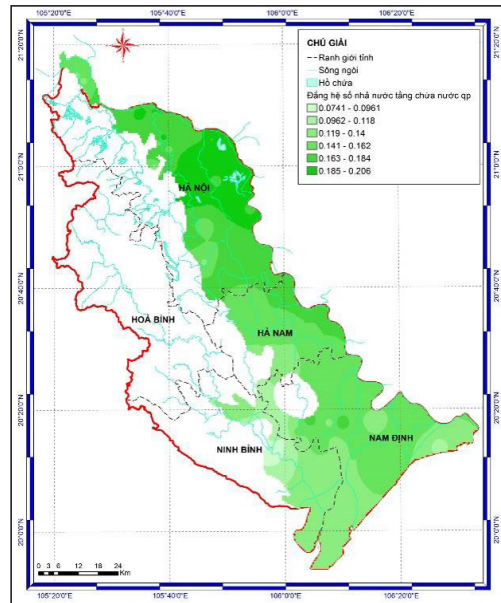


Hình 5. Sơ đồ đẳng chiều dày tầng chứa nước qđ

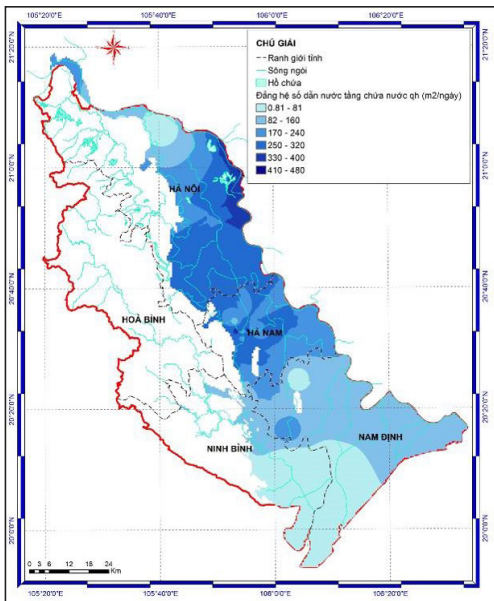




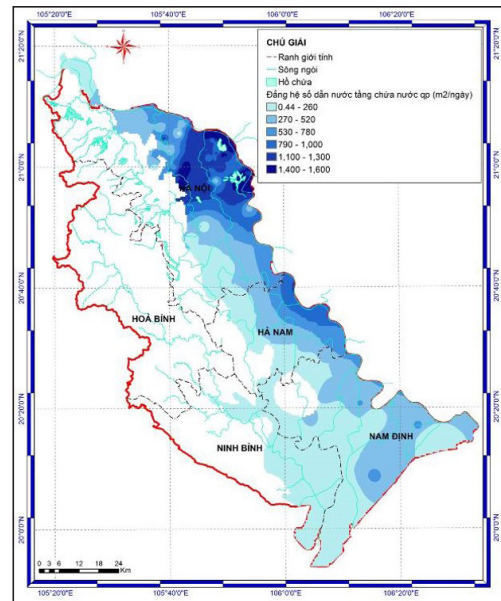
Hình 6. Sơ đồ đẳng hệ số khả năng tầng chứa nước qh



Hình 7. Sơ đồ đẳng hệ số khả năng tầng chứa nước qp



Hình 8. Sơ đồ đẳng hệ số dẫn nước tầng chứa nước qh



Hình 9. Sơ đồ đẳng hệ số dẫn nước tầng chứa nước qp

Để phục vụ tính toán biến động cân bằng nước dưới đất tại các tầng chứa nước lỗ hổng trong trầm tích Đệ tứ, việc phân vùng cân bằng nước có ý nghĩa quan trọng trong việc phân bổ, khai thác sử dụng hợp lý tài nguyên nước dưới đất. Các vùng cân bằng nước trong nghiên cứu này được xác định trên cơ sở nguyên tắc phân vùng cân bằng tài nguyên nước mặt kết hợp với việc phân tích đánh giá sơ đồ thủy đẳng cao mực nước của các tầng chứa nước. Cụ thể là dựa vào

địa hình, phân bố các công trình khai thác sử dụng nước mặt và hướng dòng chảy nước dưới đất. Kết quả đã phân chia lưu vực sông Nhuệ - Đáy thành 5 vùng tính toán biến động cân bằng nước dưới đất để làm cơ sở định hướng phân bổ, khai thác sử dụng hợp lý tài nguyên nước dưới đất theo không gian như sau (Hình 10):

- Vùng 1: (Thượng lưu sông Đáy): Bao gồm phạm vi các huyện, thị xã gồm: Sơn Tây, Ba Vì, Phúc Thọ, Thạch Thất, Quốc Oai, Chương Mỹ

thành phố Hà Nội và một phần các huyện Lương Sơn, Kỳ Sơn, với diện tích 1.293 km<sup>2</sup>;

- Vùng 2: (Sông Nhuệ - Đan Hoài): Bao gồm phạm vi các quận, huyện gồm: Đan Phượng, Bắc Từ Liêm, Nam Từ Liêm, Tây Hồ, Hoàn Kiếm, Ba Đình, Cầu Giấy, Đống Đa, Hai Bà Trưng, Hoàng Mai, Cầu Giấy, Thanh Xuân, Hoài Đức, Hà Đông, Thanh Trì, Thanh Oai, Thường Tín, Phú Xuyên và Ứng Hòa thành phố Hà Nội với diện tích 1.165 km<sup>2</sup>;

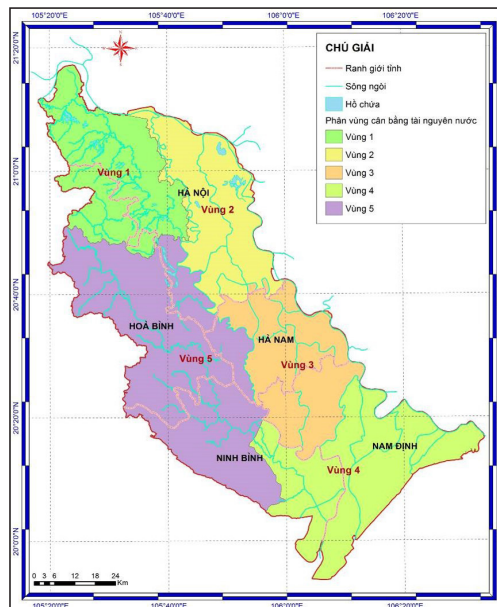
- Vùng 3: (Bắc Nam Hà): Bao gồm phạm vi các huyện: Kim Bảng, Duy Tiên, TP Phủ Lý, Lý Nhân, Bình Lục, Thanh Liêm tỉnh Hà Nam và các huyện: Mỹ Lộc, phía Bắc thành phố Nam Định, Vụ Bản, Ý Yên tỉnh Nam Định với diện tích 1.213 km<sup>2</sup>;

- Vùng 4: (Vùng ven biển): Bao gồm phạm vi các huyện: Nam Trực, Xuân Trường, Giao Thủy,

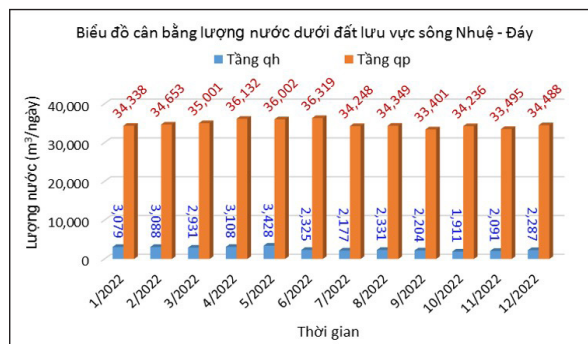
Hải Hậu, Nam Trực, Nghĩa Hưng tỉnh Nam Định và các huyện Yên Khánh, Kim Sơn, Yên Mô và thành phố Ninh Bình tỉnh Ninh Bình với diện tích 1.624 km<sup>2</sup>;

- Vùng 5: (Sông Hoàng Long): Bao gồm phạm vi các huyện: Kim Bôi, Lương Sơn, Lạc Thủy, Yên Thủy tỉnh Hòa Bình và các huyện Gia Viễn, Nho Quan, thành phố Tam Điệp và một các huyện Hoa Lư, Yên Mô tỉnh Ninh Bình với diện tích 2.506 km<sup>2</sup>.

Bảng 1 trình bày kết quả tính toán biến động cân bằng nước dưới đất trong các tầng chứa nước qh và tầng chứa nước qp ở 5 vùng đã được phân chia trong lưu vực sông Nhuệ - Đáy. Hình 11 thể hiện cân bằng lượng nước dưới đất trong các tầng chứa nước qh và qp trong phạm vi nghiên cứu.



Hình 10. Sơ đồ phân vùng cân bằng tài nguyên nước lưu vực sông Nhuệ - Đáy



Hình 11. Biểu đồ cân bằng lượng nước dưới đất trong các tầng chứa nước qh và qp trong lưu vực sông Nhuệ - Đáy

Bảng 1. Kết quả tính cân bằng lượng nước dưới đất trong các tầng chứa nước qh và qp ở các vùng cân bằng lưu vực sông Nhuệ - Đáy

Đơn vị: m<sup>3</sup>/ngày

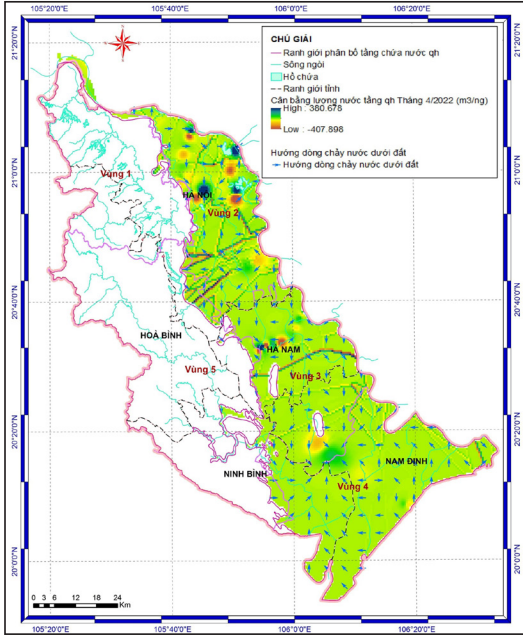
STT	Thời gian	Vùng 1		Vùng 2		Vùng 3		Vùng 4		Vùng 5		Tổng cộng toàn lưu vực		
		Tăng qh	Tăng qp	Tăng qh	Tăng qp	Tăng qh	Tăng qp	Tăng qh	Tăng qp	Tăng qh	Tăng qp	Tăng qh	Tăng qp	Tổng
1	1/2022	-16	-2.494	2.076	37.960	511	-2.085	944	1.891	-436	-934	3.079	34.338	37.417
2	2/2022	-13	-2.806	2.000	38.396	636	-2.003	982	1.971	-517	-905	3.088	34.653	37.741
3	3/2022	-2	-2.879	1.770	39.038	653	-2.211	981	1.950	-471	-897	2.931	35.001	37.932
4	4/2022	-21	-2.853	1.942	39.748	770	-1.778	971	1.945	-554	-930	3.108	36.132	39.240
5	5/2022	-75	-2.578	2.440	39.421	688	-1.911	975	2.018	-600	-948	3.428	36.002	39.430
6	6/2022	-146	-1.765	1.411	38.977	487	-2.207	992	2.087	-419	-773	2.325	36.319	38.644
7	7/2022	-79	-1.808	1.005	37.082	693	-2.175	1.037	2.023	-479	-874	2.177	34.248	36.425
8	8/2022	-179	-1.073	1.403	36.323	406	-2.174	1.060	2.042	-359	-769	2.331	34.349	36.680
9	9/2022	-77	-811	1.195	35.127	430	-2.178	1.034	2.078	-378	-815	2.204	33.401	35.605
10	10/2022	17	-1.458	799	36.596	446	-2.019	1.021	1.943	-372	-826	1.911	34.236	36.147
11	11/2022	18	-1.805	1.082	36.892	307	-2.607	996	1.925	-312	-910	2.091	33.495	35.586
12	12/2022	21	-2.138	1.233	37.960	435	-2.238	978	1.876	-380	-972	2.287	34.488	36.775
	Nhỏ nhất	-179	-2.879	799	35.127	307	-2.607	944	1.876	-600	-972	1.911	33.401	35.586
	Lớn nhất	21	-811	2.440	39.748	770	-1.778	1.060	2.087	-312	-769	3.428	36.319	39.430
	Trung bình	-46	-2.039	1.530	37.793	539	-2.132	998	1.979	-440	-879	2.580	34.722	37.302

Ghi chú: Giá trị âm (-) thể hiện lượng thoát của nước dưới đất; Giá trị (+) thể hiện lượng cấp của nước dưới đất.

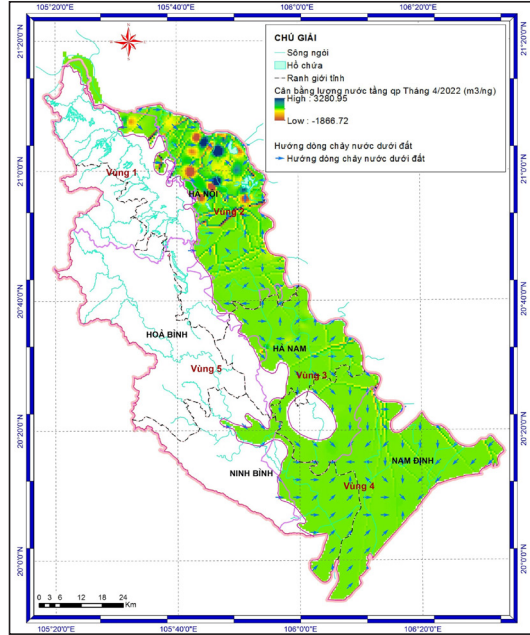


Kết quả tính toán biến động cân bằng nước cho phép thành lập các sơ đồ cân bằng lượng nước dưới đất trong tầng chứa nước qh và tầng qp tương ứng với 12 tháng trong năm 2022. Hình 12 và Hình 13 minh họa kết quả tính toán biến động cân bằng lượng

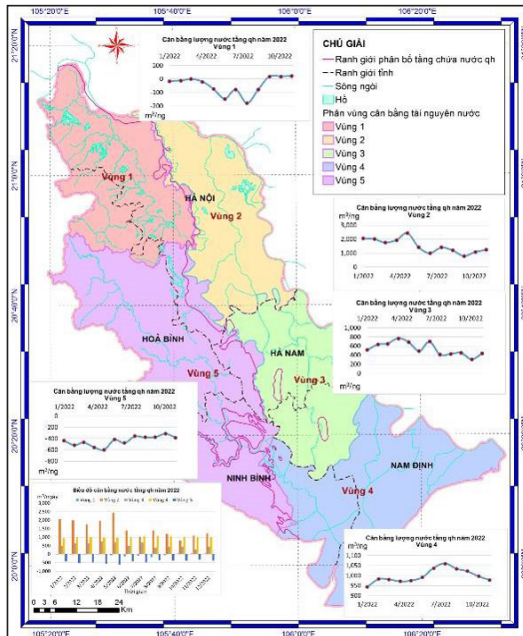
nước trong tháng 4/2022 (cuối mùa khô) tương ứng với tầng chứa nước qh và tầng chứa nước qp. Sơ đồ cân bằng lượng nước cho từng vùng đối với các tầng chứa nước qh và qp lần lượt thể hiện trong Hình 14 và Hình 15.



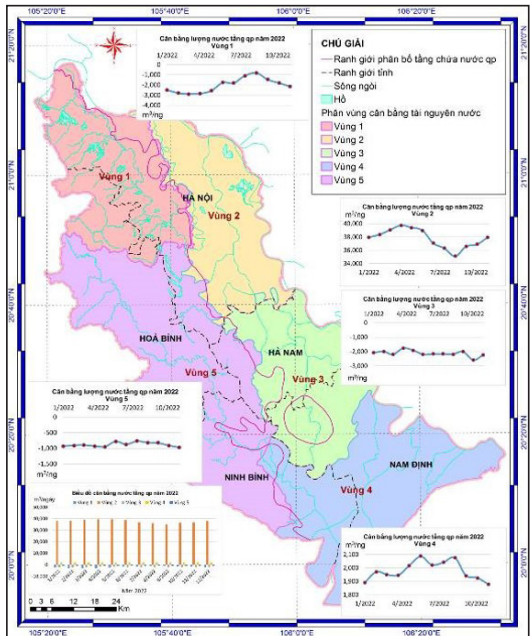
Hình 12. Sơ đồ cân bằng lượng nước tầng qh tháng 4/2022



Hình 13. Sơ đồ cân bằng lượng nước tầng qp tháng 4/2022



Hình 14. Sơ đồ cân bằng lượng nước tầng qh trong phạm vi lưu vực sông Nuê - Đáy



Hình 15. Sơ đồ cân bằng lượng nước tầng qp trong phạm vi lưu vực sông Nuê - Đáy



Tổng hợp kết quả tính toán biến động cân bằng nước dưới đất trên phạm vi lưu vực sông Nhuệ - Đáy cho thấy nước dưới đất trong cả 2 tầng chứa nước qh và qp đều được bổ sung vào hầu hết các thời điểm trong năm. Trong đó, tầng chứa nước qh lượng nước chảy vào vùng nghiên cứu dao động từ 1.911 m<sup>3</sup>/ngày đến 3.428 m<sup>3</sup>/ngày, trung bình mùa khô 2.764 m<sup>3</sup>/ngày, trung bình mùa mưa 2.396 m<sup>3</sup>/ngày, trung bình trong năm khoảng 2.580 m<sup>3</sup>/ngày. Đối với tầng chứa nước qp lượng nước chảy vào vùng nghiên cứu dao động từ 33.401 m<sup>3</sup>/ngày đến 36.319 m<sup>3</sup>/ngày, trung bình mùa khô 34.685 m<sup>3</sup>/ngày, trung bình mùa mưa 34.759 m<sup>3</sup>/ngày, trung bình trong năm khoảng 34.722 m<sup>3</sup>/ngày. Tổng cân bằng lượng nước của cả 2 tầng chứa nước qh và qp trong vùng lưu vực sông Nhuệ - Đáy dao động từ 35.586 m<sup>3</sup>/ngày đến 39.430 m<sup>3</sup>/ngày, trung bình mùa khô 37.449 m<sup>3</sup>/ngày, trung bình mùa mưa 37.155 m<sup>3</sup>/ngày, trung bình 37.302 m<sup>3</sup>/ngày.

#### 4. Kết luận

Biến động cân bằng nước dưới đất tại các tầng chứa nước lỗ hổng trong trầm tích Đệ tứ lưu vực sông Nhuệ - Đáy được tính toán dựa

theo sự biến động mực nước dưới đất cũng như sử dụng công cụ GIS. Phương pháp này rất hữu ích và dễ sử dụng, tiết kiệm chi phí, đơn giản. Tuy nhiên, hạn chế của phương pháp là mới chỉ xét đến dòng chảy nằm theo phương ngang mà chưa xem xét đến dòng chảy theo phương thẳng đứng như quá trình thấm xuyên giữa các tầng chứa nước. Kết quả nghiên cứu đã xác định được biến động cân bằng nước dưới đất trong tầng chứa nước qh được bổ sung dao động từ 1.911 m<sup>3</sup>/ngày đến 3.428 m<sup>3</sup>/ngày, trung bình 2.580 m<sup>3</sup>/ngày; tầng chứa nước qp được bổ sung dao động từ 33.401 m<sup>3</sup>/ngày đến 36.319 m<sup>3</sup>/ngày, trung bình 34.722 m<sup>3</sup>/ngày. Kết quả nghiên cứu này có thể hỗ trợ các cơ quan quản lý tài nguyên nước và đơn vị khai thác sử dụng nước dưới đất trong việc điều chỉnh kế hoạch khai thác nước dưới đất theo thời gian tại các khu vực mà lượng bổ sung nhỏ hơn lượng thoát sẽ mang lại nhiều hiệu quả tích cực trong việc phát triển bền vững nguồn tài nguyên nước dưới đất, góp phần làm giảm các tác động tiêu cực do khai thác nước dưới đất gây ra đối với môi trường.

#### Tài liệu tham khảo

##### Tài liệu tiếng Việt

1. Triệu Đức Huy, (2018), *Bảo vệ nước dưới đất ở các đô thị lớn*, Lưu trữ Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước quốc gia.
2. Nguyễn Minh Lân, Triệu Đức Huy và cộng sự (2014), "*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*", Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ, mã số: TNMT.02.33. Lưu trữ Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Bắc.
3. Nguyễn Minh Lân và cộng sự (2015), "*Giải pháp nâng cao trữ lượng khai thác nước dưới đất vùng ven sông Hồng ở Đồng bằng Bắc Bộ*", *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam*, tập 1 số 1 tháng 1 năm 2015, tr. 36-42.
4. Phạm Quý Nhân, (2000), *Sự hình thành và trữ lượng nước dưới đất các trầm tích Đệ Tứ đồng bằng sông Hồng và ý nghĩa của nó trong nền kinh tế quốc dân*, Luận án tiến sĩ Địa chất. Thư viện quốc gia, Hà Nội.
5. Đỗ Trường Sinh (2023), *Quy hoạch tổng hợp lưu vực sông Hồng - Thái Bình thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050*, Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước quốc gia, Hà Nội.
6. Vũ Thanh Tâm (2018), *Biên hội - Thành lập bản đồ tài nguyên nước dưới đất tỷ lệ 1:200.000 cho các tỉnh trên toàn quốc*, Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước quốc gia, Hà Nội.
7. Tống Ngọc Thanh (2006), *Nghiên cứu tính toán cân bằng nước dưới đất bằng phương pháp mô hình số, ứng dụng ở vùng Đồng bằng Bắc Bộ*, Báo cáo tổng kết đề tài.
8. Tống Ngọc Thanh, (2008), *Động thái nước dưới đất trong trầm tích Đệ Tứ vùng đồng bằng Bắc Bộ*, Luận án tiến sĩ địa chất, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.

9. Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước quốc gia (2022), *Cơ sở dữ liệu quan trắc tài nguyên nước quốc gia năm 2022*.

#### Tài liệu tiếng Anh

10. Ahmadi, A.N. Ziaei et al. (2013), *Estimation of groundwater recharge using various methods in Neishaboor Plain, Iran. Groundwater Modeling and Management under Uncertainty - Hadi & Copty (Eds)*. Taylor & Francis Group, London, ISBN 978-1-138-00012-4.
11. Darcy, H, (1856), *Les Fontaines Publiques de la Ville de Dijon, Dalmont, Paris*.
12. Jacob Bear and Arnold Verruijt, (1987), *Modeling groundwater flow and pollution*, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holand.
13. Konikow, L. F. and J. D. Bredehoeft, (1978), *Computer Model of Two-Dimensional Solute Transport and Dispersion in Ground Water*. USGS Techniques of Water Resources Investigations, Book 7, Chap. C2, U.S. Geological Survey, Washington, D.C.
14. Rashid H, Al-Shukri H, Mahdi H (2015), "Optimal management of groundwater pumping of the cache critical groundwater area, Arkansas", *Appl Water Sci* 5(3): pp.209-219.

## ASSESSING VARIATIONS OF GROUNDWATER BALANCE OF HOLOCENE AND PLEISTOCENE AQUIFERS IN QUATERNARY SEDIMENTS OF THE NHUE - DAY RIVER BASIN

Tong Thanh Tung<sup>(1)</sup>, Nguyen Bach Thao<sup>(2)</sup>, Nguyen Thi Thanh Thuy<sup>(2)</sup>, Trieu Duc Huy<sup>(3)</sup>,  
Hoang Van Hoan<sup>(3)</sup>, Pham Ba Quyen<sup>(3)</sup>, Bui Quang Huong<sup>(3)</sup>, Pham Van Tuan<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup>Northern division for water resources planning and investigation

<sup>(2)</sup>Hanoi University of Mining and Geology

<sup>(3)</sup>National Center for Water Resources Planning and Investigation

<sup>(4)</sup>Division for water resources planning and investigation for the south of Viet Nam

Received: 20/4/2023; Accepted: 17/5/2023

**Abstract:** Systematizing groundwater balance is a part of groundwater resource management in particular and water resource management in general. In this study, fluctuations in groundwater balance in the porous aquifers in Quaternary sediments in Nhue - Day river basin were carried out to evaluate the change between the amount of water added and the amount of water drained over time in different areas. For this purpose, data on groundwater elevation over time at national water resources monitoring works and hydrogeological parameters of aquifers are collected and analyzed. Isometric maps of underground water levels in Holocene (qh), Pleistocene (qp) hole aquifers over time and isometric maps of water conductivity, release coefficient and thickness of each aquifer water was built using GIS software. Using the data of the built maps, the water balance of the two aquifers qh and qp according to the average time of the months in 2022 in the Nhue Day river basin is calculated by the Darcy method by using the method of Darcy. Darcy Flow tool in Arcgis software. The results of determining the fluctuation of groundwater balance have determined that the aquifer qh is replenished, ranging from 1,911 m<sup>3</sup>/day to 3,428 m<sup>3</sup>/day, with an average of 2,580 m<sup>3</sup>/day; The added qp aquifer ranged from 33,401 m<sup>3</sup>/day to 36,319 m<sup>3</sup>/day, with an average of 34,722 m<sup>3</sup>/day.

**Keywords:** Variabilities of groundwater balance, GIS, porous aquifer, Nhue - Day river basin.