



**Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất**

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>



# Xác định thông số địa chất thủy văn tầng chứa nước thấm xuyên Pleistocene khu vực Phố Nối theo tài liệu hút nước thí nghiệm

Phạm Quý Nhân <sup>1,\*</sup>, Nguyễn Bách Thảo <sup>2,3</sup>, Phạm Hoàng Anh <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội, Việt Nam

<sup>2</sup> Khoa Khoa học và Kỹ thuật Địa chất, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

<sup>3</sup> Trung tâm Phân tích Thí nghiệm chất lượng cao, Trường Đại học Mỏ-Địa chất, Việt Nam

**THÔNG TIN BÀI BÁO**

**TÓM TẮT**

*Quá trình:*

Nhận bài 15/1/2017  
 Chấp nhận 25/2/2018  
 Đăng online 30/4/2018

*Từ khóa:*

Trữ lượng nước dưới đất  
 Thẩm xuyên  
 Hút nước thí nghiệm

*Hút nước thí nghiệm với lưu lượng không đổi xác định thông số địa chất thủy văn tầng chứa nước thấm xuyên đòi hỏi các sơ đồ bố trí thí nghiệm phải phù hợp cho từng phương pháp khác nhau và là cơ sở để xác định được chính xác các thông số đó. Kết quả hút nước thí nghiệm tại khu công nghiệp Dệt may Phố Nối là một ví dụ minh chứng cho nhận định trên. Hút nước thí nghiệm chùm lỗ khoan DK1 với 02 lỗ khoan quan trắc và lỗ khoan hút nước đơn DK2 cho phép xác định chính xác các thông số địa chất thủy văn khu vực nghiên cứu. Lần đầu tiên, hệ số thẩm xuyên của tầng chứa nước Pleistocene và giá trị sức cản thấm của lớp thấm nước yếu bên trên được xác định theo tài liệu hút nước thí nghiệm tương ứng là  $L=190\text{ m}$  và  $c=109.8\text{ ng}$ . Các thông số Địa chất thủy văn chính của tầng chứa nước Pleistocene được xác định là  $Km=2538\text{ m}^2/\text{ng}$ ,  $\mu=4.84.10^{-3}$ ,  $a=5.24.10^5\text{ m}^2/\text{ng}$ .*

© 2018 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

**1. Mở đầu**

Hút nước thí nghiệm là nhiệm vụ quan trọng trong điều tra, thăm dò nước dưới đất nhằm đánh giá mức độ phong phú nước của các tầng chứa nước, xác định thông số địa chất thủy văn của các tầng chứa nước và các lớp thấm nước yếu nhằm đánh khả năng khai thác nước đồng thời lấy mẫu phân tích thành phần hóa học để xác định chất lượng nguồn nước. Hút nước thí nghiệm với lưu lượng không đổi xác định thông số trong tầng

chứa nước thấm xuyên (Leaky aquifer) đã được nhiều tác giả trong và ngoài nước quan tâm nghiên cứu. Với các giả thiết khác nhau (De Glee, 1930; De Glee, 1951; Hantush, 1956, Hantush, 1964) đã sử dụng các công thức vận động ổn định để chỉnh lý. Walton (1962) đã phát triển phương pháp đường cong chuẩn của Theis, nhưng thay vì sử dụng 1 đường cong, Walton đã sử dụng họ đường cong khác nhau để xác định thông số theo các công thức vận động không ổn định. Để phản ánh đúng hơn thông số của tầng chứa nước, Hantush (1960) đã xây dựng một phương pháp phân tích có tính đến sự biến đổi mực nước trong tầng thấm nước yếu do quá trình thẩm xuyên gây ra. Như vậy để có thể

*\*Tác giả liên hệ*

E-mail: [pqnhan@hunre.edu.vn](mailto:pqnhan@hunre.edu.vn)

chính lý theo các phương pháp khác nhau đòi hỏi cần có sơ đồ cũng thời gian hút nước phù hợp mà điều này đôi khi chúng ta còn chưa để ý đến ngay từ khi thiết kế hút nước thí nghiệm cho tầng chứa nước này (Châu Văn Quỳnh, 2000; Nguyễn Hữu Căn, 1999).

## 2. Cơ sở lý thuyết về giải đoán thông số địa chất thủy văn và yêu cầu hút nước thí nghiệm

Đối với tầng chứa nước có thấm xuyên, để xây dựng các phương pháp giải đoán thông số Địa chất thủy văn, một số điều kiện ban đầu được đặt ra là:

- Tầng chứa nước và lớp thấm nước yếu phân bố vô hạn.
- Tầng chứa nước và lớp thấm nước yếu đều là các tầng đồng nhất, đẳng hướng và chiều dày không đổi.
- Trước khi hút nước, mực nước và bề mặt áp lực là nằm ngang.
- Lưu lượng hút nước không đổi.
- Dòng thấm qua lớp thấm nước yếu chủ yếu theo phương thẳng đứng.
- Trị số hạ thấp mực nước trong tầng bên trên là không đáng kể.

Tùy thuộc vào trạng thái vận động của nước dưới đất tới giếng mà có các phương pháp chính lý thông số như sau:

### 2.1. Phương pháp chính lý theo vận động ổn định

Khi hút nước đạt trạng thái vận động ổn định, 2 phương pháp sau có thể được sử dụng để giải đoán thông số như sau:

#### 2.1.1. Phương pháp De Glee

Khi hút nước đạt đến trạng thái vận động ổn định có thấm xuyên từ tầng thấm nước yếu (De Glee, 1930) đã biến đổi nhận được công thức (1).

$$s_m = \frac{Q}{2\pi KM} K_0\left(\frac{r}{L}\right) \quad (1)$$

Trong đó:  $s_m$ - Trị số hạ thấp mực nước đạt ổn định trong lỗ khoan quan sát cách lỗ khoan hút nước một khoảng cách  $r$ , m;  $Q$ - Lưu lượng của lỗ khoan hút nước,  $m^3/ng$ ;  $L = \sqrt{KM_c}$  - Hệ số thấm xuyên, m;  $C = M'/K'$  - Sức cản thủy lực của lớp thấm nước yếu, ngày;  $M$  - Chiều dày tầng chứa nước, m;  $M'$  - Chiều dày lớp thấm nước yếu, m;  $K$  - Hệ số thấm của tầng chứa nước, m/ng;  $K'$  - Hệ số thấm

theo phương thẳng đứng của lớp thấm nước yếu, m/ng;  $K_0(x)$  - Hàm Bessel loại 2 bậc 0 (Hàm Hankel).

Phương pháp De Glee có thể áp dụng nếu thỏa mãn các điều kiện sau:

- Các giả thiết trên được thỏa mãn
- Dòng thấm đến lỗ khoan đạt trạng thái ổn định
- $L > 3M$

Để chính lý thông số theo phương pháp này, người ta xây dựng đường cong chuẩn trên trục tọa độ  $\log[K_0(r/L)]$  và  $\log(r/L)$ . Vẽ đường cong thực nghiệm trên trục tọa độ  $\log(s)$  và  $\log(r)$  và trùng khít nó lên đường cong chuẩn. Chọn điểm đặc trưng và có thể xác định được các thông số của tầng thấm xuyên này.

*Nhận xét:* Để có thể so sánh được với đường cong chuẩn của De Glee, cần ít nhất 3 lỗ khoan quan sát trong chum thí nghiệm, có như vậy mới có thể xây dựng được đường cong thực nghiệm một cách khách quan.

#### 2.1.2. Phương pháp Hantush

Không để ý tới công trình nghiên cứu của (De Glee, 1930; De Glee, 1951; Hantush, 1956, Hantush, 1964) Hantush nhận thấy rằng nếu  $r/L$  nhỏ ( $r/L \leq 0.05$ ), phương trình 1 có thể được viết gần đúng như (2).

$$s_m \approx \frac{2.30Q}{2\pi KM} (\log 1.12 \frac{L}{r}) \quad (2)$$

Khi  $r/L \leq 0.16, 0.22, 0.33$  và  $0.45$  sai số của phương trình này so với phương trình 1 lần lượt là nhỏ hơn 1, 2, 5 và 10 (Huisman, 1972). Đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa  $s$  và  $r$  trên tọa độ bán logarit trong khoảng giá trị  $r/L$  nhỏ là một đường thẳng. Trong khoảng mà khi giá trị  $r/L$  lớn thì các điểm sẽ nằm trên đường cong mà ở đó chúng sẽ tiếp xúc với trục tọa độ có giá trị hạ thấp bằng 0.

Góc dốc của đoạn thẳng trên đồ thị sẽ lấy bằng giá trị sai khác về trị số hạ thấp mực nước được lấy trong khoảng 1 đơn vị  $\log r$ , (3).

$$\Delta s_m = \frac{2.30Q}{2\pi KM} \quad (3)$$

Phần đường thẳng kéo dài trên đồ thị sẽ cắt trục  $r$  tại điểm mà ở đó  $s = 0$  và  $r = r_0$  và phương trình 3 có thể được viết lại như (4).

$$0 = \frac{2.30Q}{2\pi KM} (\log 1.12 \frac{L}{r_0}) \quad (4)$$

Từ phương trình đó (4) ta sẽ có (5)

$$1.12 \frac{L}{r_0} = \frac{1.12}{r_0} \sqrt{KMC} = 1 \quad (5)$$

và do đó:

$$C = \frac{(r_0 / 1.12)^2}{KM} \quad (6)$$

Phương pháp Hantush có thể được áp dụng nếu thỏa mãn các điều kiện sau:

- Các giả thiết trên được thỏa mãn
- Dòng thấm đến lỗ khoan đạt trạng thái ổn định

$$- L > 3M$$

$$- r/L \leq 0.05$$

Để chỉnh lý thông số theo phương pháp này, người ta vẽ đồ thị bán logarit  $s = \log(r)$ . Xác định đường thẳng phù hợp nhất qua tất cả các điểm và từ đó có thể xác định được các thông số của tầng thấm xuyên này.

*Nhận xét:* Để có thể chỉnh lý thông số địa chất thủy văn theo phương pháp của Hantush, cần ít nhất 3 lỗ khoan quan sát trong chùm thí nghiệm, có như vậy phương trình đường thẳng thực nghiệm mới phản ánh một cách khách quan.

## 2.2. Phương pháp chỉnh lý theo vận động không ổn định

### 2.2.1. Phương pháp Walton

Bỏ qua ảnh hưởng nhả nước từ lớp thấm nước yếu, phương trình mực nước hạ thấp trong tầng chứa nước thấm xuyên được mô tả theo phương trình của Hantush và Jacob, 1955 như (7), (8).

$$s = \frac{Q}{4\pi KM} \int_u^\infty \frac{1}{y} \exp\left(-y - \frac{r^2}{4L^2 y}\right) dy \quad (7)$$

$$s_m = \frac{Q}{4\pi KM} W(u, r/L) \quad (8)$$

Trong đó:

$$u = \frac{r^2 \mu^*}{4\pi KMt} \quad (9)$$

$\mu^*$  - Hệ số nhả nước đàn hồi;  $t$  - Thời gian hút nước

Phương trình (8) tương tự phương trình hàm giếng của Theis, nhưng có thêm 2 thông số trong dấu tích phân đó là  $u$  và  $r/L$ . Phương trình (8) sẽ gần đúng với phương trình của Theis khi giá trị  $L$  đủ lớn sao cho  $r^2/4L^2y$  gần bằng 0.

Trên cơ sở phương trình (9), Walton (1962) đã phát triển phương pháp đường cong chuẩn của Theis, nhưng thay vì sử dụng 1 đường cong, Walton đã sử dụng họ đường cong với các giá trị  $r/L$  khác nhau. Họ đường cong này có thể thành lập trên cơ sở giá trị trong bảng số liệu hàm  $W(u, r/L)$  (Kruseman, 1994).

Phương pháp Walton được ứng dụng khi thỏa mãn các điều kiện sau:

- Các giả thiết đã nêu ở trên
- Lớp thấm nước yếu không chịu nén ép
- Vận động của nước dưới đất tới lỗ khoan là vận động không ổn định

Để chỉnh lý thông số theo phương pháp này, người ta xây dựng họ đường cong chuẩn trên trục tọa độ  $\log[W(u, r/L)]$  và  $\log[1/u]$ . Vẽ đường cong thực nghiệm trên trục tọa độ  $\log(s)$  và  $\log(t)$  cho từng lỗ khoan quan sát và trùng khít nó lên đường cong chuẩn phù hợp nhất. Chọn điểm đặc trưng và có thể xác định được các thông số của tầng thấm xuyên này. Đối với các lỗ khoan quan sát khác làm tương tự.

*Nhận xét:* Để có thể so sánh với đường cong chuẩn của Walton, chỉ cần có trong chùm thí nghiệm ít nhất 1 lỗ khoan quan sát.

### 2.2.2. Phương pháp họ đường cong chuẩn của Hantush

Hantush (1960) đã xây dựng một phương pháp phân tích có tính đến sự biến đổi mực nước trong tầng thấm nước yếu do quá trình thấm xuyên gây ra. Phương trình xác định trị số hạ thấp mực nước tại 1 điểm nào đó như (10)

$$s = \frac{Q}{4\pi KM} W(u, \beta) \quad (10)$$

Trong đó:

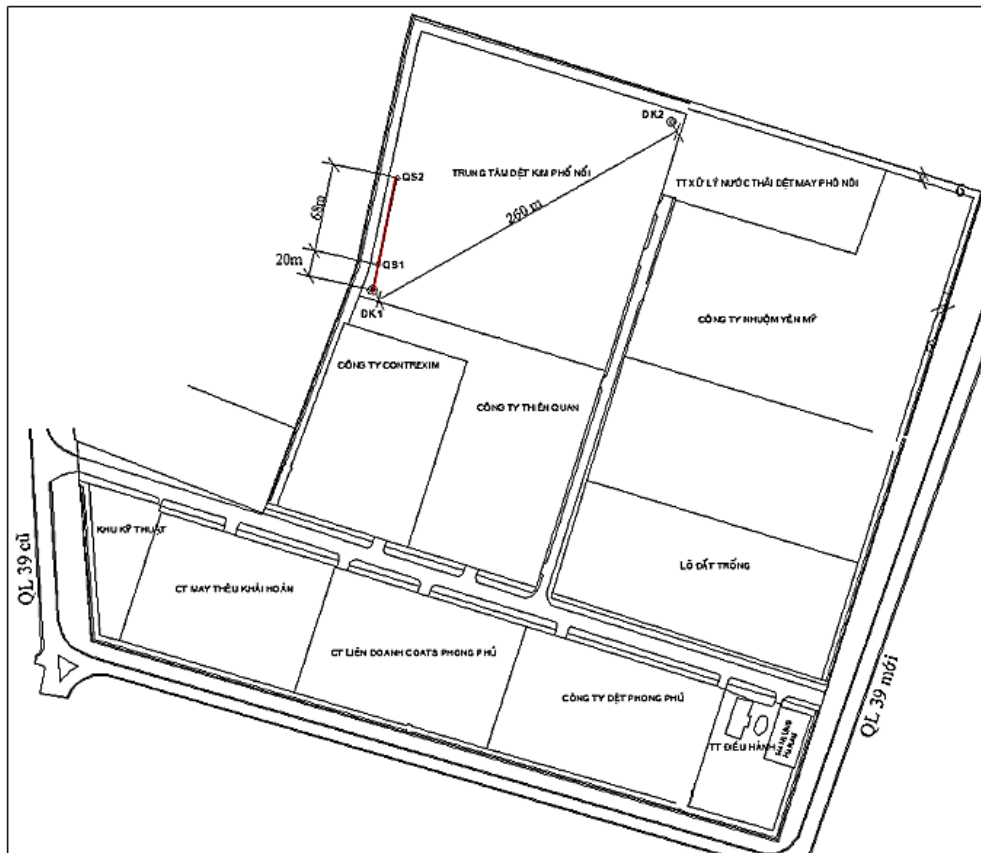
$$\beta = \frac{r}{4} \sqrt{\frac{K'/M' \cdot \mu'}{KM \cdot \mu^*}} \quad (11)$$

$\mu'$  là hệ số nhả nước của tầng thấm nước yếu

$$W(u, \beta) = \int_u^\infty \frac{e^{-y}}{y} \operatorname{erfc}\left(\frac{\beta\sqrt{y}}{\sqrt{y(y-u)}}\right) dy \quad (12)$$

Giá trị của hàm  $W(u, \beta)$  được lập sẵn thành bảng. Phương pháp đường cong chuẩn của Hantush được ứng dụng khi thỏa mãn các điều kiện sau:

- Các giả thiết đã nêu ở trên.



Hình 1. Vị trí các lỗ khoan thăm dò khai thác trên bình đồ.

- Lớp thấm nước yếu chịu nén ép hay là mức độ chứa nước trong lớp này thay đổi khi áp lực thay đổi.

- Vận động của nước dưới đất tới lỗ khoan là vận động không ổn định.

$$t < \mu' M' / 10K' \tag{13}$$

Để chỉnh lý thông số theo phương pháp này, người ta xây dựng họ đường cong chuẩn trên trục tọa độ  $\log[W(u,r/\beta)]$  và  $\log[1/u]$ . Vẽ đường cong thực nghiệm trên trục tọa độ  $\log(s)$  và  $\log(t)$  cho từng lỗ khoan quan sát và trùng khít nó lên đường cong chuẩn phù hợp nhất. Chọn điểm đặc trưng và có thể xác định được các thông số của tầng thấm xuyên này. Đối với các lỗ khoan quan sát khác làm tương tự. Phương pháp này có thể xác định thêm các thông số  $\mu'$ .

**Nhận xét:** Để có thể so sánh với đường cong chuẩn của Hantush, chỉ cần ít nhất 1 lỗ khoan quan sát trong chùm thí nghiệm. Tuy nhiên để đảm bảo rằng quá trình nhả nước từ tầng thấm nước yếu đã xảy ra, cần bố trí lỗ khoan quan sát trong tầng thấm nước yếu này.

### 2.3. Phương pháp chỉnh lý theo tài liệu hồi phục mực nước - Phương pháp hồi phục mực nước của Theis

Sau khi hút nước thí nghiệm với lưu lượng không đổi trong tầng thấm xuyên, (Hantush, 1964) bỏ qua hiệu ứng chứa nước trong tầng thấm nước yếu đã thiết lập công thức mực nước hồi phục tại lỗ khoan cách lỗ khoan hút nước là  $r$ :

$$s' = \frac{Q}{4\pi KM} \{ W(u, r/L) - W(u', r/L) \} \tag{14}$$

$$u = \frac{r^2 \mu^*}{4\pi K M t} \quad \text{và} \quad u' = \frac{r^2 \mu'}{4\pi K M t'} \tag{15}$$

Trong đó:  $s'$  Mực nước hồi phục trong lỗ khoan;  $r$  Khoảng cách tới lỗ khoan hút nước;  $t$  thời gian hút nước;  $t'$  thời gian tính từ khi bắt đầu dừng bơm;  $L$  hệ số thấm xuyên;  $Q$  lưu lượng bơm.

Khi  $u, u'$  tương đối nhỏ ( $\leq 0.01$ ) và nếu thời gian hút nước và hồi phục nhanh sao cho  $t+t' \leq (L^2 \mu^*) / 20KM$  hoặc  $t+t' \leq c\mu^* / 20$  với  $c$  là sức cản thủy lực của lớp thấm nước yếu thì phương trình

(13) có thể được viết thành phương trình gần đúng của Theis - Jacob như (16).

$$s' = \frac{Q}{4\pi KM} \left( \ln \frac{4KMt}{r^2 \mu^*} - \ln \frac{4KMt'}{r^2 \mu'} \right) \quad (16)$$

Khi KM không đổi, các hệ số nhả nước không đổi và  $\mu^* \approx \mu'$ , phương trình (14) có thể viết lại như (17).

$$s' = \frac{2.30Q}{4\pi KM} \log \frac{t}{t'} \quad (17)$$

Đồ thị  $s'$  theo  $t/t'$  trên trục tọa độ bán log ( $t/t'$  trên trục tỷ lệ log) là đường thẳng với góc dốc (18).

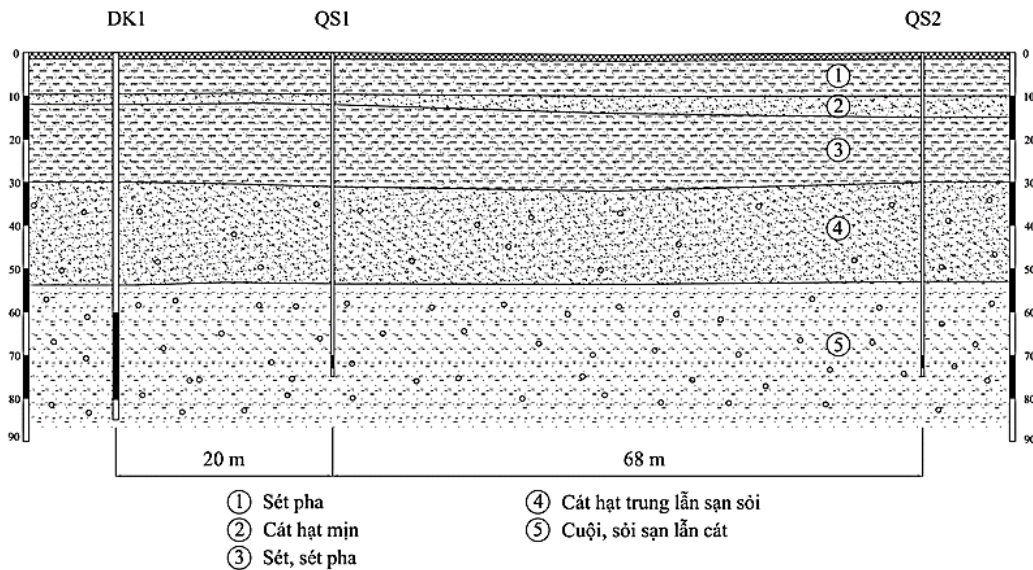
$$\Delta s' = \frac{2.30Q}{4\pi KM} \quad (18)$$

Trong đó:  $\Delta s'$  là xác định hiệu số mực nước hồi phục trong 1 đơn vị log.

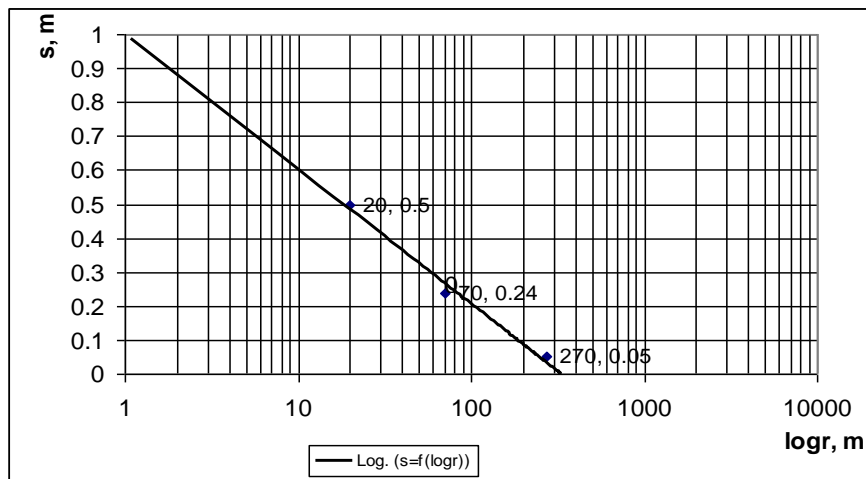
Như vậy nếu các điều kiện trên thỏa mãn thì đối với tầng chứa nước có thấm xuyên, theo tài liệu hồi phục mực nước chỉ có thể xác định được giá trị KM mà thôi

### 3. Kết quả hút nước thí nghiệm tại khu công nghiệp Dệt may Phố Nối, Hưng Yên

Phương án thăm dò đánh giá trữ lượng khai thác nước dưới đất Trung tâm dệt kim Phố Nối công suất 5000m<sup>3</sup>/ng đã tiến hành khoan và hút nước thí nghiệm tại 2 lỗ khoan thăm dò trong đó lỗ khoan DK1 được tiến hành hút chùm với 02 lỗ khoan quan sát và lỗ khoan DK1 được tiến hành hút đơn. Lỗ khoan quan sát QS1, QS2 của chùm DK1 được bố trí như Hình 2.



Hình 2. Sơ đồ bố trí chùm lỗ khoan hút nước thí nghiệm DK1 trên mặt cắt.



Hình 3. Đồ thị quan hệ giữa  $s$  và  $\log(r)$ .

Chùm DK1 bao gồm lỗ khoan trung tâm DK1, các lỗ khoan quan sát: QS1, QS2, DK2 được bố trí để nghiên cứu tầng chứa nước. Bơm nước thí nghiệm được tiến hành bằng bơm chìm với thời gian bơm 72 giờ. Lưu lượng hút nước thí nghiệm đạt 144m<sup>3</sup>/h, giữ lưu lượng ổn định trong suốt quá trình bơm.

Ngay sau khi kết thúc hút nước thí nghiệm chùm DK1, tiến hành hút nước thí nghiệm đơn tại lỗ khoan DK2. Lỗ khoan này được bơm thí nghiệm bằng máy bơm chìm với lưu lượng ổn định 130m<sup>3</sup>/giờ và thời gian bơm kéo dài 56 giờ.

Ví dụ: Chính lý thông số Địa chất thủy văn tầng chứa nước thấm xuyên theo vận động ổn định - Phương pháp của Hantush

- Chùm lỗ khoan: DK1
- Các lỗ khoan quan sát: QS1, QS2, DK2
- Lưu lượng lỗ khoan hút nước: 144 m<sup>3</sup>/h

Kết quả tính toán:

Góc dốc:  $\Delta s = 0.49$  khi  $\Delta \log(r) = 1$ ;  $r_0 = 332$  m;

$$\Delta s = \frac{2.30Q}{2\pi KM}; KM = \frac{2.30Q}{2\pi \Delta s};$$

$$KM = 2583 \text{ m}^2/\text{ng}; c = \frac{(r_0 / 1.12)^2}{KM};$$

$$c = 34 \text{ ng}; 1.12 \frac{L}{r_0} = \frac{1.12}{r_0} \sqrt{KM c} = 1$$

$$L = \frac{I}{1.12.r_0}; L = 296(\text{ m})$$

Kết quả xác định thông số địa chất thủy văn theo các phương pháp khác nhau được trình bày trong Bảng 1. So sánh các thông số của các phương pháp nêu trên chúng tôi chọn thông số trung bình tính theo các phương pháp có tính đến thấm xuyên trong điều kiện vận động ổn định và không ổn định làm thông số đại diện cho khu vực bãi giếng và đã xác định được  $KM = 2538 \text{ m}^2/\text{ng}$ ,  $\mu^* = 4.84.10^{-3}$ ,  $a = 5.24.10^5 \text{ m}^2/\text{ng}$ ,  $L = 190$  m và  $C = 109.8$  ng.

#### 4. Kết luận

Trên cơ sở lý thuyết về các phương pháp hút nước thí nghiệm và thực tế hút nước thí nghiệm tại khu Công nghiệp Dệt may Phố Nối, chúng tôi có một số kết luận:

- Sơ đồ bố trí hút nước thí nghiệm tầng chứa nước thấm xuyên cần được xem xét bố trí cho phù hợp với yêu cầu và các phương pháp chính lý thông số. Cụ thể, đối với tất cả các phương pháp chính lý hút nước với lưu lượng ổn định cần phải bố trí các lỗ khoan quan sát tầng trên để đảm bảo rằng có thể xác định được quá trình thấm xuyên đã xảy ra hay chưa. Đối với các phương pháp

Bảng 1. Kết quả hút nước thí nghiệm tại chùm lỗ khoan DK1.

Lỗ khoan quan sát		QS1	QS2	DK2
Khoảng cách từ lỗ khoan hút nước tới lỗ khoan quan sát - r,m		20	70	270
Trị số hạ thấp mực nước đạt ổn định tại các lỗ khoan quan sát - s,m		0.50	0.24	0.05

Bảng 2. Tổng hợp kết quả chính lý thông số Địa chất thủy văn theo tài liệu hút nước thí nghiệm.

STT	Phương pháp chính lý	Thông số	Chùm lỗ khoan DK1			Lỗ khoan hút đơn DK2	Ghi chú	
			DK1	QS1	QS2			
1	Phương pháp De Glee	$KM$ (m <sup>2</sup> /ng)		2620				
		$L$ (m)		195				
		$C$ (ng)		14.5				
2	Phương pháp Hantush	$KM$ (m <sup>2</sup> /ng)		2583				
		$L$ (m)		296				
		$C$ (ng)		34				
3	Phương pháp đường cong chuẩn Walton (Hantush - Jacob)	$KM$ (m <sup>2</sup> /ng)		2500	2450			
		$\mu^*$		$5.34.10^{-3}$	$4.35.10^{-3}$			
		$a$ (m <sup>2</sup> /ng)		$4.68.10^5$	$5.63.10^5$			
		$L$ (m)		133	136			
4	Theo tài liệu hồi phục mực	Phương pháp hồi phục của Theis	$KM$ (m <sup>2</sup> /ng)	2770	4320	2870	2860	Quá trình thấm xuyên vẫn tồn tại

chính lý theo vận động ổn định cần phải bố trí ít nhất 3 lỗ khoan quan sát trong tầng thấm xuyên, còn đối với phương pháp chính lý theo vận động không ổn định cần bố trí thêm lỗ khoan quan sát trong tầng thấm nước yếu để đảm bảo rằng có thể xác định được quá trình nhả nước từ tầng thấm nước yếu đã xảy ra hay chưa.

- Tầng chứa nước Pleistocen tại khu công nghiệp Dệt may Phố Nối là tầng thấm xuyên với sơ đồ hút nước như đã nêu, có thể chính lý được theo các phương pháp khác nhau thể hiện trong bảng 1. Kết quả hút nước đã xác định được thông số đại diện cho khu vực bãi giếng là  $KM=2538 \text{ m}^2/\text{ng}$ ;  $\mu=4.84.10^{-3}$ ;  $a=5.24.10^5 \text{ m}^2/\text{ng}$ ,  $L=190 \text{ m}$ ;  $c=109.8 \text{ ng}$ .

### Tài liệu tham khảo

Châu Văn Quỳnh, 2000. Báo cáo kết quả thăm dò trữ lượng nước dưới đất vùng Ngọc Liên - Cẩm Hưng - Cẩm Giàng, Hải Dương, tỷ lệ 1/25.000. Lưu trữ địa chất.

De Glee, G. J, 1930. *Over grondwaterstromingen bij waterronttrekking door middle van putten*. J. Waltman, Delft. P175, in Dutch.

Hantush, M. S., 1960. *Modification of the theory of leaky aquifers*, Jour. of Geophys. Res., vol. 65,

no. 11, pp. 3713-3725.

Hantush, M. S., 1964. *Hydraulics of wells*. In *Advances in Hydrosociences*. Vol.1 edited by V.T. Chow. 281-432, New York and London: Academic Press

Huisman, L. 1972. *Groundwater Recovery*. Macmillan Civil Engineering Hydraulics, Macmillan, 336p.

Kruseman, G. P. and De Ridder, N. A., 1994. *Analysis and evaluation of pumping test data, International institute for land reclamation and improvement*, Netherlands.

Nguyễn Hữu Căn, 1999. Báo cáo kết quả thăm dò đánh giá trữ lượng nước dưới đất phục vụ yêu cầu cấp nước của khu đô thị Phố Nối - giai đoạn 1. Lưu trữ địa chất.

Phạm Quý Nhân, 2007. Báo cáo kết quả thăm dò đánh giá trữ lượng nước dưới đất phục vụ yêu cầu cấp nước Trung tâm Dệt may Phố Nối với lưu lượng  $5000 \text{ m}^3/\text{ng}$ . Lưu trữ Cục quản lý Tài nguyên nước.

Walton, E. K., 1(Kruseman et al., 1994)962. *Groundwater Recovery*. Macmillan Civil Engineering Hydraulics, Macmillan, 336p.

## ABSTRACT

### Analysis of Pleistocene leaky aquifer's hydrogeological parameters at Pho Noi area based on pumping test data

Nhan Quy Pham<sup>1</sup>, Thao Bach Nguyen<sup>2,3</sup>, Anh Hoang Pham<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Hanoi University of Natural Resources and Environment, Vietnam

<sup>2</sup> Faculty of Geology Geosciences and Geoenvironment, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

<sup>3</sup> Centre for Excellence in Analysis and Experiment, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

Pumping test with constant discharge for interpretation of leaky aquifer's hydrogeological parameters require properly arrangement of pumping well and observation wells and to meet assumptions of each method. A case study of pumping test at Pho Noi Textile Industrial Zone is an example for this conclusion. Pumping test at DK1 pumping well with 02 observation wells and at a single pumping well DK2 show a data set allows to precisely analyzed for hydrogeological parameters in the study area. First time ever in the region, leakage factor of Pleistocene aquifer and hydraulic resistance of upper aquitard were determined respectively  $L=190 \text{ m}$  and  $c=109.8 \text{ day}$  based on pumping test data. Other hydrogeological parameters of Pleistocen aquifer were determined such as Transmissivity  $Km=2538 \text{ m}^2/\text{day}$ , Storativity  $\mu=4.84.10^{-3}$  and Diffusivity  $a=5.24.10^5 \text{ m}^2/\text{day}$ .