



## XÁC ĐỊNH THÔNG SỐ ĐỊA CHẤT THỦY VĂN BẰNG PHƯƠNG PHÁP THỰC NGHIỆM BƠM HÚT NƯỚC DƯỚI ĐẤT (PUMPING TEST) TẠI KHU CÔNG NGHIỆP TRÀ NÓC - THÀNH PHỐ CẦN THƠ: KẾT QUẢ SƠ BỘ

Lê Văn Phát<sup>1</sup>, Trần Minh Thuận<sup>2</sup> và Trần Văn Tỷ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sở Tài nguyên và Môi trường thành phố Cần Thơ

<sup>2</sup>Khoa Công nghệ, Trường Đại học Cần Thơ

### Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 28/07/2017

Ngày nhận bài sửa: 04/10/2017

Ngày duyệt đăng: 26/10/2017

### Title:

Determination of hydro-geological parameters by the pumping test method at Tra Noc industrial zone - Can Tho city: A preliminary result

### Từ khóa:

Cao độ mực nước NĐĐ, KCN Trà Nóc, phương pháp Theis, tầng chứa nước Pleistocene, thông số địa chất thủy văn

### Keywords:

Groundwater level, Hydro-geological parameters, Pleistocene aquifer, Theis method, Tra Noc industrial zone

### ABSTRACT

The study was carried out following the method of ground water (GW) pumping test in Tra Noc industrial zone, Can Tho city to determine the initial change of water level in the observation wells over time, and then determine the basic hydro-geological parameters of the upper Pleistocene aquifer (qp2-3) such as permeability coefficient (K), transmissivity coefficient (T), storativity coefficient (S), depth of aquifer (D). The following steps were taken to (i) collect secondary data consists of location map, geological-hydrogeological map, and information of wells (aquifer, depth) and (ii) design experimental pumping test to measure GW level of the observation wells during the pumping time. The results determined the hydro-geological parameters (K, T, S and D) in the study area by Theis method, and was a database to set up GW dynamic simulation model for management and prediction of GW exploitation. The results revealed that K is of 3.465 m/h, S is of 0.003, T is of 242,6 m<sup>2</sup>/d, and D is of 70 m. The results of this research are also the basis to compare and correct secondary hydro-geological data, and prepare reliable data for GW flow simulation.

### TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện theo phương pháp thực nghiệm bơm hút nước dưới đất (NĐĐ) (pumping test) tại khu công nghiệp Trà Nóc, thành phố Cần Thơ nhằm xác định sự thay đổi mực nước trong giếng quan trắc theo thời gian; từ đó xác định các thông số địa chất thủy văn (ĐCTV) cơ bản của tầng chứa nước Pleistocene giữa trên (qp2-3) như hệ số thấm (K), hệ số dẫn nước (T), hệ số nhả nước (S), chiều dày tầng chứa nước (D). Các bước sau được thực hiện: (i) Thu thập các số liệu thứ cấp như bản đồ vị trí giếng, bản đồ ĐCTV, các thông tin về giếng (tầng chứa nước, chiều sâu); (ii) Bố trí thực nghiệm giếng bơm hút nước để đo mực nước NĐĐ tại giếng quan sát trong suốt thời gian bơm. Kết quả tính toán sẽ xác định các thông số ĐCTV (K, T, S và D) tại vùng nghiên cứu theo phương pháp Theis. Kết quả này là cơ sở dữ liệu lập mô hình mô phỏng động thái NĐĐ phục vụ cho quản lý và dự báo trữ lượng khai thác NĐĐ. Kết quả bơm thí nghiệm tại tầng chứa nước qp2-3 xác định được hệ số thấm  $K = 3,465$  m/giờ, hệ số nhả nước  $S = 0,003$ , hệ số dẫn nước  $T = 242,6$  m<sup>2</sup>/ngày, chiều dày tầng chứa nước  $D = 70$  m. Kết quả nghiên cứu cũng là cơ sở để so sánh và hiệu chỉnh thông số ĐCTV thứ cấp để có dữ liệu đạt độ tin cậy cao phục vụ việc lập mô hình dòng chảy NĐĐ.

Trích dẫn: Lê Văn Phát, Trần Minh Thuận và Trần Văn Tỷ, 2017. Xác định thông số địa chất thủy văn bằng phương pháp thực nghiệm bơm hút nước dưới đất (pumping test) tại khu công nghiệp Trà Nóc - thành phố Cần Thơ: Kết quả sơ bộ. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. Số chuyên đề: Môi trường và Biến đổi khí hậu (1): 31-38.

## 1 GIỚI THIỆU

Xác định các thông số địa chất thủy văn (ĐCTV) là một trong những nhiệm vụ quan trọng của động lực học nước dưới đất (NDĐ). Các thông số ĐCTV chính của vỉa chứa nước bao gồm hệ số thấm (K), hệ số dẫn nước (T), hệ số nhả nước (S), chiều dày tầng chứa nước (D)... Chúng có thể có được khi tiến hành các thí nghiệm hiện trường (Nguyễn Việt Kỳ và Đậu Văn Ngọ, 2013). Kết quả của thí nghiệm phục vụ cho việc xây dựng các công trình công nghiệp, dân dụng, thủy lợi, cấp nước, bổ sung nhân tạo trữ lượng NDĐ, đánh giá tác động môi trường khi khai thác NDĐ... Tùy thuộc vào sơ đồ và động thái vận động của NDĐ, điều kiện tiến hành và mục đích của thí nghiệm, công tác thí nghiệm được chia ra những dạng khác nhau như: hút nước thí nghiệm, ép nước và đồ nước, thấm hồ đào (Nguyễn Việt Kỳ và *ctv.*, 2006). Trong nghiên cứu này, áp dụng dạng bơm hút nước thí nghiệm là một giếng nước ngầm được bơm hút nước với một lưu lượng không đổi và quan sát sự thay đổi mực nước ngầm quanh giếng từ các giếng quan trắc để xác định các thông số ĐCTV, xác định quan hệ giữa lưu lượng bơm và mực nước thay đổi trong giếng khoan (Ngô Xuân Trường và *ctv.*, 2004). Đây là công tác thí nghiệm

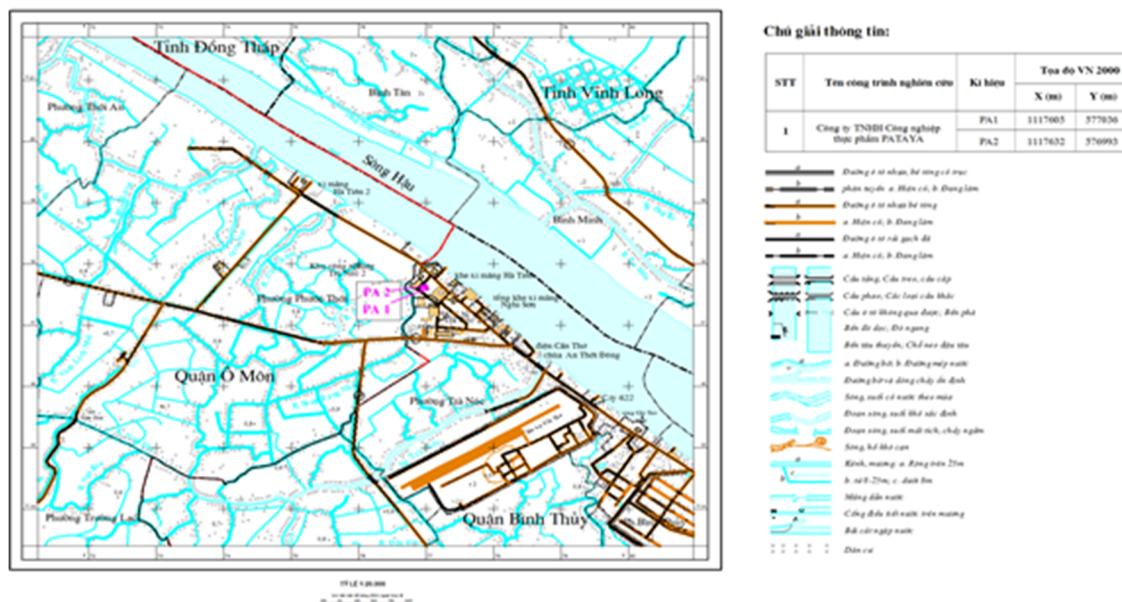
được áp dụng trong nghiên cứu này để xác định các thông số ĐCTV cơ bản của tầng chứa nước Pleistocene giữa trên (qp<sub>2-3</sub>) tại khu công nghiệp (KCN) Trà Nóc 1, phường Trà Nóc, quận Bình Thủy, thành phố Cần Thơ (TPCT).

## 2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

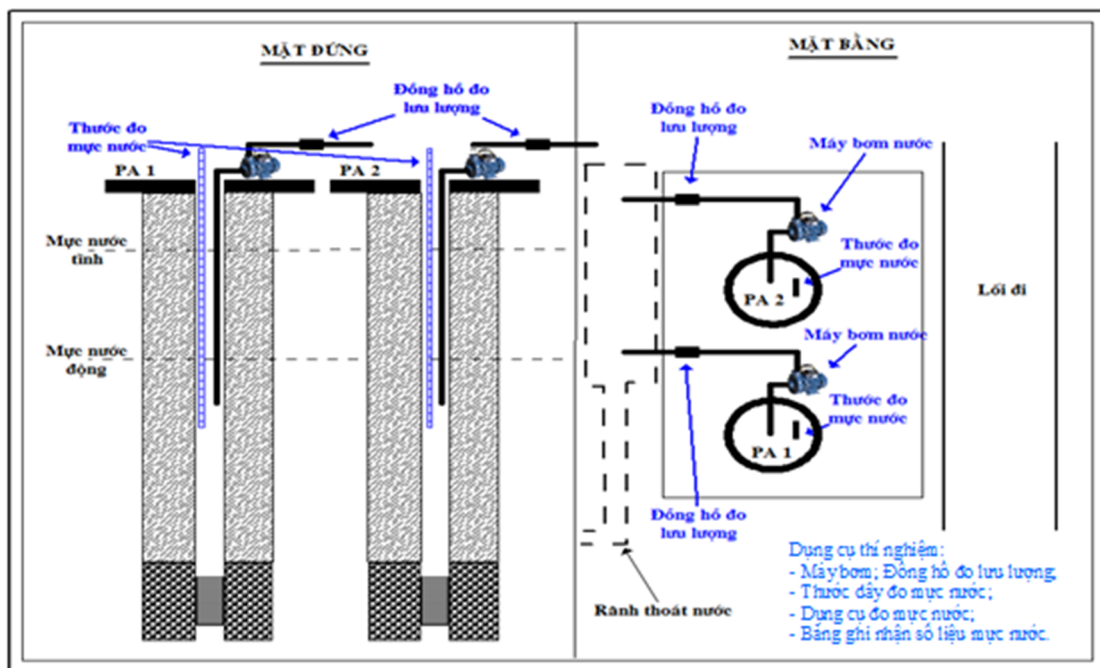
### 2.1 Khu vực nghiên cứu

Thí nghiệm bơm hút nước hiện trường được thực hiện tại Công ty Trách nhiệm hữu hạn Công nghiệp thực phẩm PATAYA (công ty), nằm trong KCN Trà Nóc 1, khu có diện tích 130,8 ha nằm cách trung tâm thành phố khoảng 10 km về phía Bắc, trên quốc lộ 91 đi các tỉnh An Giang, Kiên Giang và dọc bờ sông Hậu. Loại hình hoạt động của công ty là chế biến thủy sản, nông sản, súc sản đóng hộp. Các sản phẩm này xuất khẩu là chủ yếu (trên 80%) và một phần tiêu thụ trong nội địa (Công ty Trách nhiệm hữu hạn Công nghiệp thực phẩm PATAYA, 1999).

Các doanh nghiệp trong KCN Trà Nóc chủ yếu hoạt động các lĩnh vực chế biến thủy, hải sản; chế biến thức ăn chăn nuôi; chế biến lương thực, thực phẩm; các ngành công nghiệp cơ khí; công nghiệp vật liệu xây dựng; hóa chất; may mặc (Nguyễn Thị Thùy Trang và *ctv.*, 2014).



Hình 1: Vị trí giếng khoan bơm hút nước thí nghiệm



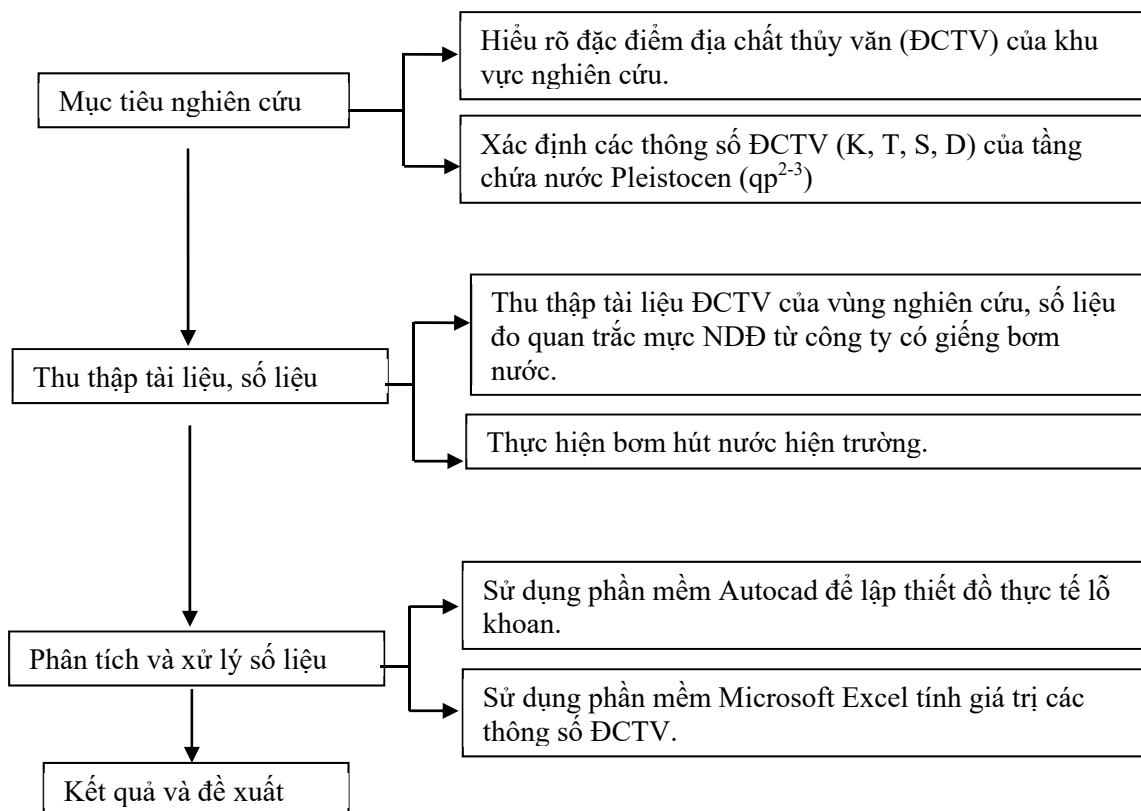
Hình 2: Sơ đồ bố trí bơm hút nước thí nghiệm

## 2.2 Phương pháp nghiên cứu

Các phương pháp sau được sử dụng trong nghiên cứu: (i) Thu thập tài liệu, số liệu (ii) Thực

hiện thí nghiệm bơm hút nước ngoài hiện trường; (iii) Xử lý và phân tích số liệu.

Tiến trình nghiên cứu được thực hiện như Hình 3.



Hình 3: Sơ đồ tiến trình thực hiện nghiên cứu

### 2.2.1 Thu thập tài liệu, số liệu

Lược khảo các tài liệu từ các bài báo trong nước, các báo cáo khoa học trong các kỷ yếu có liên quan đến vùng nghiên cứu, nội dung nghiên cứu và thu thập tài liệu, số liệu về ĐCTV của công ty thực hiện bơm hút nước thí nghiệm. Tiến hành bơm hút nước ngoài hiện trường ghi nhận số đo mực NĐĐ theo thời gian bơm, tính bằng phút.

### 2.2.2 Đo mực nước thí nghiệm

Trước khi tiến hành bơm nước thí nghiệm, đo mực nước tĩnh của tầng chứa nước là chiều sâu đo được từ bề mặt đất đến bề mặt nước trong giếng khoan. Tiến hành bơm với lưu lượng không đổi ( $Q = 40 \text{ m}^3/\text{giờ}$  theo thiết kế giếng khoan) và đang khi



**Hình 4: Dụng cụ đo và công tác đo mực nước tại giếng bơm thí nghiệm**

### 2.2.3 Xử lý và phân tích số liệu

Các số liệu thí nghiệm bơm hút nước được tính toán theo phương pháp Theis. Phương pháp này được áp dụng năm 1935, do C.V. Theis cung cấp bằng phương trình vi phân của dòng chảy không ổn định vào giếng trong tầng có áp (Trần Minh Thuận, 2012):

$$\frac{\partial^2 h}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial h}{\partial r} = \frac{S}{T} \frac{\partial h}{\partial t} \quad (1)$$

Theis đã giải phương trình trên với nghiệm của phương trình là:  $s = h_0 - h = \frac{Q}{4\pi T} \int_u^\infty \frac{e^{-u}}{u} du$

Đây gọi là phương trình Theis (hay còn gọi là phương trình không cân bằng), trong đó:

$Q$ : lưu lượng bơm,  $\text{m}^3/\text{ngày}$ ;  $h_0$ : chiều cao cột nước trước khi bơm, tính từ đáy tầng chứa nước đến mặt áp lực trước khi bơm,  $m$ ;  $T$ : hệ số dẫn nước,  $\text{m}^2/\text{ngày}$

$$u = \frac{r^2 S}{4Tt} \quad (2)$$

Với  $T$ : độ dẫn nước,  $\text{m}^2/\text{ngày}$ ;  $t$ : thời gian bơm (phút hoặc giờ);  $r$ : khoảng cách từ tâm giếng bơm đến giếng quan sát,  $m$ ;  $S$ : hệ số nhả nước đàn hồi

bơm, đo mực nước động là chiều sâu đo được từ bề mặt đất đến bề mặt nước trong giếng bơm, với tần suất 5 phút/lần đo ( $t$ , phút) và ghi nhận sự chênh lệch mực nước của mỗi lần đo gọi là độ hạ thấp mực nước ( $s$ ,  $cm$ ). Thí nghiệm bơm được hoàn tất khi mực nước động đo được không giảm và có xu hướng hồi phục. Dụng cụ đo mực nước được thiết kế bằng cuộn dây đo có tay quay. Hoạt động của dụng cụ này dựa vào sự nối mạch giữa đầu dây điện thả xuống nước với nước, khi tiếp xúc với nước sẽ nghe được tiếng beep từ cuộn dây đo. Số đọc là chiều dài tính từ đỉnh đầu dây chạm đến mực nước đến khi nghe được tiếng beep (Hình 4).

(không thứ nguyên);  $s$ : độ hạ thấp mực nước ngầm ( $m$ ).

Sử dụng phần mềm Autocad để thiết lập sơ đồ mô tả cấu trúc địa tầng theo chiều sâu phân bố. Xử lý và phân tích số liệu đo được từ thí nghiệm bơm (số liệu đo mực NĐĐ) bằng phần mềm Microsoft Excel theo phương pháp đồ giải như sau:

Từ tích phân trong phương trình Theis  $s = h_0 - h = \frac{Q}{4\pi T} \int_u^\infty \frac{e^{-u}}{u} du$  được thay thế bằng chuỗi vô hạn thì công thức Theis có thể viết lại như sau:

$$s = \frac{Q}{4\pi T} \left[ -0.5772 - \ln u + u - \frac{u^2}{2 \cdot 2!} + \frac{u^3}{3 \cdot 3!} - \frac{u^4}{4 \cdot 4!} + \dots \right] = \frac{Q}{4\pi T} W(u) \quad (3)$$

$$\text{với } W(u) = -0.5772 - \ln u + u - \frac{u^2}{2 \cdot 2!} + \frac{u^3}{3 \cdot 3!} - \frac{u^4}{4 \cdot 4!} + \dots \quad (9)$$

Từ phương trình:  $u = \frac{r^2 S}{4Tt}$  và phương trình (3), có thể viết lại dưới dạng logarit thập phân như sau:

$$\log \left( \frac{r^2}{t} \right) = \log \left( \frac{4T}{S} \right) + \log u \quad (5)$$



$$\log s = \log \left( \frac{Q}{4\pi T} \right) + \log W(u) \quad (6)$$

Vì  $\frac{Q}{4\pi T}$  và  $\frac{4T}{S}$  là hằng số, nên quan hệ giữa

$\log \left( \frac{r^2}{t} \right)$  và  $\log s$  tương tự như  $\log W(u)$  và  $\log u$

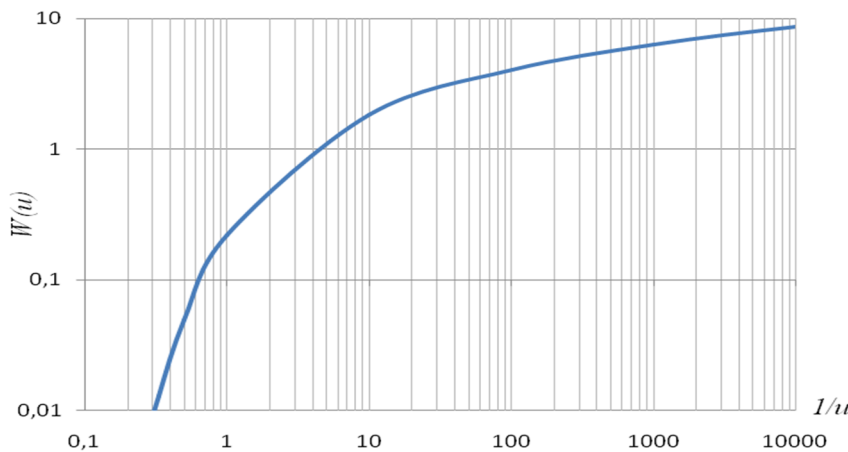
Theis đã đưa ra cách giải phương trình theo phương pháp đồ giải, các bước giải như sau:

**Bước 1:** Vẽ trên giấy logarit quan hệ giữa  $W(u)$  và  $(1/u)$  theo giá trị Bảng 1, được một đường cong gọi là đường cong chuẩn Theis theo Hình 5.

**Bảng 1: Giá trị của  $W(u)$  ứng với các giá trị  $u$**

$u$	$W(u)$	$u$	$W(u)$	$u$	$W(u)$	$u$	$W(u)$
$1 \times 10^{-10}$	22.45	$7 \times 10^{-8}$	15.90	$4 \times 10^{-5}$	9.55	$1 \times 10^{-2}$	4.04
2	21.76	8	15.76	5	9.33	2	3.35
3	21.35	9	15.65	6	9.14	3	2.96
4	21.06	$1 \times 10^{-7}$	15.54	7	8.99	4	2.68
5	20.84	2	14.85	8	8.86	5	2.47
6	20.66	3	14.44	9	8.74	6	2.3
7	20.50	4	14.15	$1 \times 10^{-4}$	8.63	7	2.15
8	20.37	5	13.93	2	7.94	8	2.03
9	20.25	6	13.75	3	7.53	9	1.92
$1 \times 10^{-9}$	20.15	7	13.60	4	7.25	$1 \times 10^{-1}$	1.823
2	19.45	8	13.46	5	7.02	2	1.223
3	19.05	9	13.34	6	6.84	3	0.906
4	18.76	$1 \times 10^{-6}$	13.24	7	6.69	4	0.702
5	18.54	2	12.55	8	6.55	5	0.560
6	18.35	3	12.14	9	6.44	6	0.454
7	18.20	4	11.85	$1 \times 10^{-3}$	6.33	7	0.374
8	18.07	5	11.63	2	5.64	8	0.311
9	17.95	6	11.45	3	5.23	9	0.260
$1 \times 10^{-8}$	17.84	7	11.29	4	4.95	$1 \times 10^0$	0.219
2	17.15	8	11.16	5	4.73	2	0.049
3	16.74	9	11.04	6	4.54	3	0.013
4	16.46	$1 \times 10^{-5}$	10.94	7	4.39	4	0.004
5	16.23	2	10.24	8	4.26	5	0.001
6	16.05	3	9.84	9	4.14		

(Nguồn: Trần Minh Thuận, 2012)



**Hình 5: Đường cong chuẩn Theis cho tầng chứa nước áp lực**

**Bước 2:** Trên giấy logarit khác cùng tỷ lệ với đường cong chuẩn Theis, vẽ đường cong quan hệ

giữa độ hạ thấp mực nước ngầm ( $s$ ) và theo thời gian bơm ( $t$ ).

**Bước 3:** Đặt hai tờ giấy lên nhau sao cho đường cong quan hệ ( $s \sim t$ ) trùng với đường cong chuẩn Theis khi các trục đứng và ngang song song nhau. Tìm điểm trùng tùy ý trên bản đồ, để đơn giản trong tính toán, chọn điểm trùng tại giao điểm của  $W(u) = 1$  và  $(1/u) = 1$ . Sau đó tìm ( $t$ ) và ( $s$ ) tương ứng.

Có lưu lượng bơm,  $W(u)$  và ( $s$ ) sẽ tìm được ( $T$ ), ( $K$ ), ( $S$ ).

### 3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1 Đặc điểm địa chất thủy văn vùng nghiên cứu

Dựa vào kết quả khoan thăm dò trong Đề án khai thác NĐĐ của công ty do Liên đoàn Địa chất thủy văn-Địa chất công trình 804 thực hiện, tồn tại các phân vị chứa nước như sau:

##### 3.1.1 Phức hệ chứa nước lỗ hổng Holocen

Phức hệ chứa nước này nằm lộ trên bề mặt và phân bố rộng khắp trên toàn bộ vùng nghiên cứu. Thành phần chủ yếu là bùn nhão, bột sét, bột cát và ít cát hạt mịn trong chứa mùn thực vật và ít vỏ sò hến. Bề dày thay đổi từ 24-35 m, trung bình 30 m.

Khả năng chứa nước của phức hệ này rất kém do được cấu tạo chủ yếu bằng các lớp hạt mịn. Lưu lượng nước thường nhỏ hơn 0,1 l/s. Nước hay bị nhiễm phèn, đôi nơi bị mặn với độ tổng khoáng hóa thường gặp từ 3-5 g/l.

Về động thái mực nước và chất lượng nước luôn thay đổi theo mùa do liên quan mật thiết với nước trên mặt. Ngoài ra, nước của phức hệ này còn bị nhiễm bản hóa học và hữu cơ. Chính vì những yếu tố trên, nước thuộc phức hệ này ít có ý nghĩa

trong việc nghiên cứu sử dụng với mục đích cấp nước.

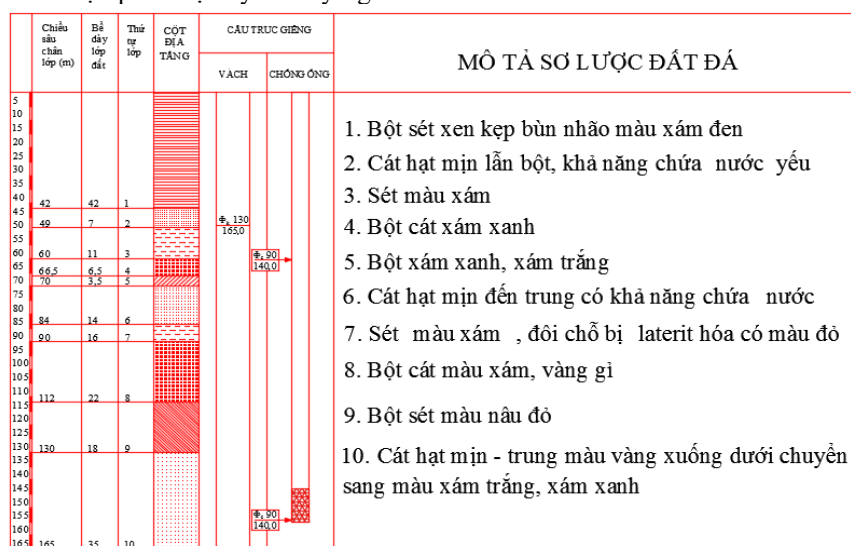
##### 3.1.2 Tầng chứa nước lỗ hổng Pleistocene

Tầng chứa nước này không lộ ra trên bề mặt, nhưng phân bố rộng khắp trong toàn vùng ở dưới sâu và nằm kề ngay dưới tầng Holocene, phân bố đến độ sâu 169-180 m.

Thành phần đất đá và cấu tạo của tầng này có đặc điểm chung như sau: Mái của tầng thường là các lớp cách nước như sét, bột sét với bề dày trung bình 32-45 m. Tầng chứa nước là các lớp cát hạt mịn đến trung thô lẫn nhiều sạn sỏi thạch anh, đôi chỗ xen kẹp các lớp bột, sét. Bề dày trung bình của đất đá chứa nước khoảng 50-70 m.

Khả năng chứa nước của tầng này khá phong phú. Các lỗ khoan thăm dò khi bơm thí nghiệm thường có tỷ lưu lượng 0,5-1,0 l/sm với mực nước hạ thấp 11,2-20,2 m. Chất lượng nước tốt, nước nhạt với hàm lượng Clo từ vài chục đến 150mg/l. Hàm lượng sắt tổng trong nước phổ biến từ 0,13-2,03 mg/l. Hàm lượng Sunphat thấp, dao động trong khoảng 12-59 mg/l. Loại hình hóa học nước thường gặp là Bicarbonat-Clorua hoặc Clorua. Kết quả bơm nước thí nghiệm và phân tích thành phần hóa học nước tại lỗ khoan khai thác của công ty như sau: Hàm lượng thí nghiệm đạt 21,3 l/s ứng với mực nước hạ thấp 8,62 m; tỷ lưu lượng 2,47 l/sm; hàm lượng Clo = 166 mg/l, hàm lượng sắt tổng = 2,55 mg/l. Công thức Cuộc lớp có dạng:

$$M_{0,715} \frac{HCO_{49}^3 CL_{47}}{Na_{54} Mg_{28} Ca_{16}} pH_{7,42}$$



Hình 6: Thiết đồ thực tế lỗ khoan thí nghiệm bơm hút nước

(Nguồn: Công ty Trách nhiệm hữu hạn Công nghiệp thực phẩm PATAYA, 1999)

3.2 Kết quả bơm hút nước thí nghiệm được tính toán theo phương pháp Theis

3.2.1 Kết quả tính toán

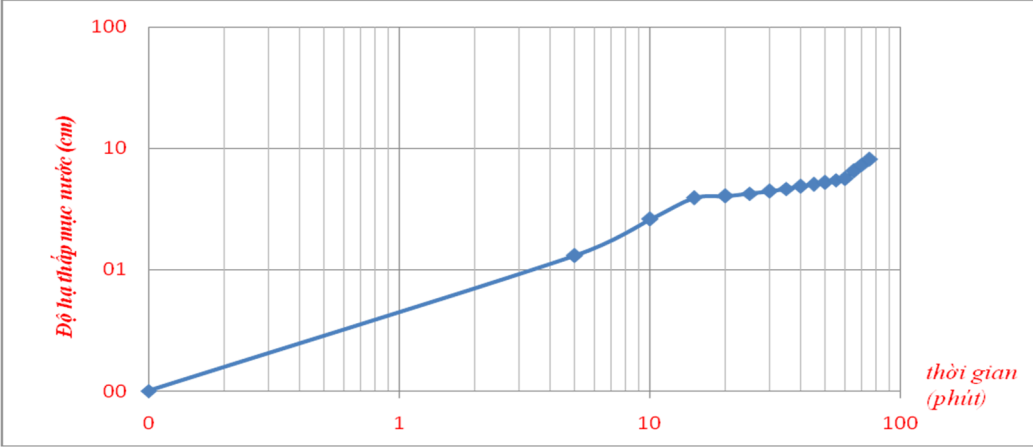
Từ số liệu bơm hút nước thí nghiệm hiện trường theo Bảng 3, vẽ đồ thị đường cong quan hệ giữa độ hạ thấp mực nước ( $s$ ) với thời gian bơm hút nước ( $t$ ) trên giấy logarit bằng phần mềm Excel (Hình 7) và dịch chuyển đường cong quan hệ ( $s \sim t$ ) trùng với đường cong chuẩn Theis khi các trục đứng và ngang song song nhau để chọn điểm trùng

Bảng 2: Tài liệu lỗ khoan bơm hút nước thí nghiệm

Giếng khoan	Tọa độ giếng khoan (VN2000)		Chiều sâu giếng (m)	Bề dày tầng chứa nước (m)	Khoảng cách giếng bơm đến giếng quan sát (m)	Lưu lượng bơm thí nghiệm (m <sup>3</sup> /giờ)
	X	Y				
PA	1117576	561339	155	70	51	40

Bảng 3: Số liệu bơm hút nước thí nghiệm hiện trường

Số lần đo	Thời gian bơm hút nước (t, phút)	Độ hạ thấp mực nước ngầm (s, cm)
1	0	0
2	5	1,3
3	10	2,6
4	15	3,9
5	20	4,1
6	25	4,3
7	30	4,5
8	35	4,7
9	40	4,9
10	45	5,1
11	50	5,3
12	55	5,5
13	60	5,7
14	65	6,5
15	70	7,3
16	75	8,1
Tổng	75	8,1



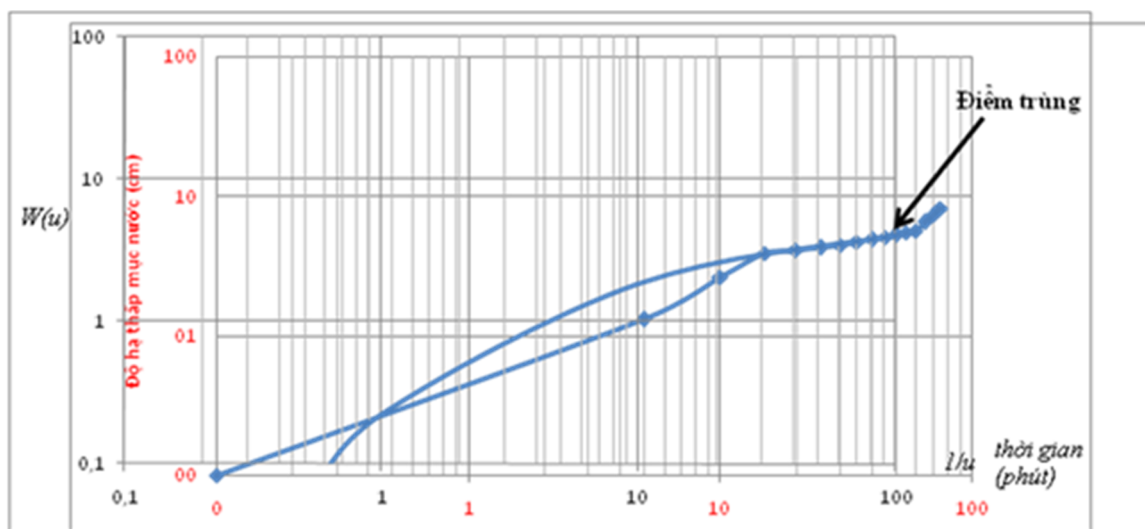
Hình 7: Đường cong quan hệ giữa độ hạ thấp mực nước và thời gian bơm ( $s \sim t$ )

khớp như đã trình bày trong phần phương pháp nghiên cứu (Hình 8).

Có lưu lượng bơm,  $W(u)$  và  $s$ , tìm được  $T$  theo công thức (3)

Có  $T$  và độ dày tầng chứa nước  $D$ , tìm được hệ số thấm  $K$

Có  $T$ ,  $u$ ,  $t$ , và  $r$ , tìm được hệ số phóng thích nước đàn hồi  $S$  theo công thức (2)



**Hình 8: Sự trùng hợp của đường cong s~t với đường cong chuẩn Theis**

Hình 8 cho thấy tại điểm trùng có giá trị  $(l/u) = 100$ , tìm được giá trị tương ứng  $W(u) = 4,04$ , độ hạ thấp mực nước  $(s) = 5,3\text{cm}$ , thời gian bơm hút

nước  $(t) = 50$  phút. Từ đây, tính được giá trị các thông số ĐCTV theo Bảng 4.

**Bảng 4: Giá trị các thông số ĐCTV**

$T \text{ (m}^2\text{/giờ)}$	$K \text{ (m/giờ)}$	$S$
$\frac{Q}{4\pi s} W(u)$	$\frac{T}{b}$	$\frac{4uTt}{r^2}$
242,6	3,465	0,003

#### 4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

Qua kết quả nghiên cứu và bơm hút nước thí nghiệm hiện trường đã làm sáng tỏ đặc điểm ĐCTV trong vùng nghiên cứu, thí nghiệm được thực hiện tại tầng chứa nước có áp (Pleistocene  $qp^{2-3}$ ), đây là tầng chứa nước được khai thác phổ biến nhất trong KCN Trà Nóc (Nguyễn Thị Thùy Trang và ctv., 2014). Bơm hút nước thí nghiệm là một dạng thí nghiệm ĐCTV phổ biến nhất nhằm mục đích xác định các thông số ĐCTV khác nhau theo phương trình vận động không cân bằng hay gọi là phương trình Theis. Từ số liệu hút nước thí nghiệm với thời gian thí nghiệm 75 phút, lưu lượng bơm không đổi  $40 \text{ m}^3\text{/giờ}$ , lỗ khoan quan sát, tính toán được hệ số thấm  $K = 3,465 \text{ m/giờ}$ , hệ số dẫn nước  $T = 242,6 \text{ m}^2\text{/giờ}$ , hệ số nhả nước đàn hồi  $S = 0,003$ . Với thí nghiệm trong nghiên cứu này điều kiện được lựa chọn là dòng chảy không ổn định có áp, được thí nghiệm trong thời gian ngắn với lưu lượng bơm ổn định và phương pháp này đảm bảo độ chính xác cao. Kết quả này sẽ so sánh với số liệu thứ cấp thu thập được qua các tài liệu nghiên cứu trước đây, sẽ hiệu chỉnh phù hợp làm cơ sở phục vụ mô hình dòng chảy NĐĐ.

Trên thực tế do môi trường thăm phức tạp nên cần tiếp tục nghiên cứu và thực hiện bơm hút thí nghiệm hiện trường trên quy mô lớn hơn và có nhiều lỗ khoan quan sát để có sự hiệu chỉnh các thông số ĐCTV chính xác, đạt kết quả tốt hơn.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Công ty Trách nhiệm hữu hạn Công nghiệp thực phẩm PATAYA, 1999. Đề án khai thác nước dưới đất.
- Ngô Xuân Trường, Bùi Trần Vượng, Lê Anh Tuấn, Trần Minh Thuận, Trần Văn Phần, 2004. Khảo sát khai thác và xử lý nước sinh hoạt. Đại học quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, 383 trang.
- Nguyễn Thị Thùy Trang, Huỳnh Vương Thu Minh, Trần Văn Tý, Lâm Văn Thịnh, Lê Văn Tiến, Lê Văn Phát, 2014. Quản lý khai thác, sử dụng và bảo vệ nước dưới đất ở khu công nghiệp Trà Nóc, thành phố Cần Thơ. Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 31a: 136-147.
- Nguyễn Việt Kỳ, 2006. Khai thác và bảo vệ tài nguyên nước dưới đất. Đại học quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, 337 trang.
- Nguyễn Việt Kỳ và Đậu Văn Ngo, 2013. Hướng dẫn thực hành địa chất thủy văn. Đại học quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, 166 trang.
- Trần Minh Thuận, 2012. Giáo trình Thủy văn nước ngầm. Đại học Cần Thơ.