

# NỘI SUY ĐỘ SÂU MỰC NƯỚC DƯỚI ĐẤT TẦNG PLEISTOCENE Ở THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH BẰNG PHƯƠNG PHÁP KRIGING

Lê Minh Sơn, Trịnh Hữu Tuấn, Phan Thị San Hà

Khoa Địa chất và Dầu khí, Trường Đại học Bách khoa – ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 15 tháng 08 năm 2003)

**TÓM TẮT:** *Geostatistics nói chung và phương pháp nội suy Kriging nói riêng được ứng dụng ngày càng rộng rãi trong lĩnh vực địa chất. Bài báo trình bày tóm tắt cơ sở lý thuyết của phương pháp nội suy Kriging và trình tự thực hiện. Bên cạnh đó, như một ví dụ thực tế, các tác giả đã ứng dụng phương pháp này để nội suy sự phân bố của bề mặt mực nước dưới đất tầng Pleistocene ở khu vực nội thành thành phố Hồ Chí Minh. Kết quả nội suy được trình bày ở dạng sơ đồ đẳng mực nước dưới đất cùng với sơ đồ độ sâu xuất hiện mực nước tĩnh của nước dưới đất trong các giếng khoan.*

## 1. GIỚI THIỆU

Sự phân bố mực nước dưới đất ở thành phố Hồ Chí Minh (TP. HCM) là một vấn đề quan trọng không chỉ đối với các nhà địa chất, địa kỹ thuật, xây dựng... mà còn đối với những người làm công tác quy hoạch đô thị và cư dân thành phố. Ngoài các giếng khoan quan trắc mực nước dưới đất của Nhà nước, độ sâu mực nước dưới đất còn có thể được xác định nhờ các giếng khoan khai thác nước sinh hoạt của người dân. Việc tổng hợp các số liệu quan trắc mực nước dưới đất từ các giếng khoan phân bố rải rác khắp thành phố đã được thực hiện trước đây và kết quả tổng hợp được trình bày ở dạng các đường đẳng độ sâu của mực nước dưới đất. Tuy nhiên, công tác tổng hợp này có nhiều nhược điểm như: (a) kết quả nội suy phụ thuộc vào kinh nghiệm chủ quan của người tổng hợp, (b) công tác cập nhật kết quả theo thời gian rất bất tiện khi số lượng giếng khoan tăng dần theo thời gian.

## 2. CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ KRIGING

Về bản chất, phương pháp nội suy Kriging cũng là phương pháp trung bình có trọng số, với trọng số tỉ lệ nghịch với khoảng cách. Tuy nhiên, khác với các phương pháp trung bình có trọng số trước đây, Kriging cung cấp một cơ chế khách quan để xác định trọng số, từ đó tính toán giá trị nội suy. Ngoài ra, người tổng hợp số liệu cũng có thể dùng Kriging như một mô hình số để cập nhật dữ liệu nội suy hàng năm, qua đó có thể quan trắc sự biến động của dữ liệu theo thời gian.

Phương pháp nội suy Kriging được tính toán dựa trên giả thuyết: tồn tại một mối quan hệ giữa vị trí không gian của hai điểm trong không gian với giá trị dữ liệu của chúng. Mối quan hệ đó được thể hiện ở dạng sau:

$$2\gamma(h) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (g(x) - g(x+h))^2$$

trong đó:  $\gamma$  được gọi là semi-variance của dữ liệu đang xem xét,

$h$  là khoảng cách giữa hai điểm,

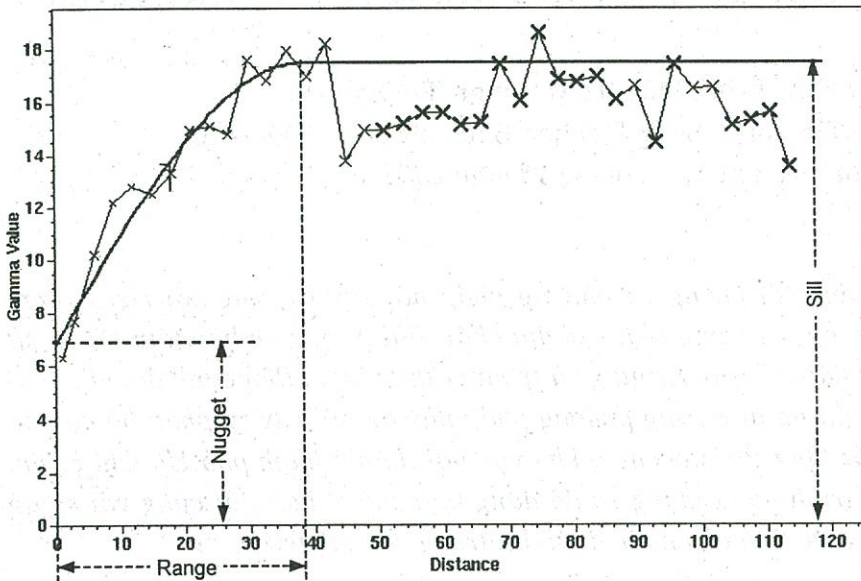
$g(x)$  là giá trị dữ liệu ở tại vị trí  $x$ ,

$g(x+h)$  là giá trị dữ liệu ở tại vị trí  $(x+h)$

$n$  là tổng số các cặp điểm mà khoảng cách giữa hai điểm của mỗi cặp điểm là  $h$ .



Đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa  $\gamma$  và  $h$  có dạng sau:



Hình 1: Đồ thị quan hệ giữa  $\gamma$  và  $h$

Trong hình 1, dấu  $\times$  là các điểm có tọa độ  $(h, \gamma)$ , đường nét đậm biểu diễn hàm semi-variogram lý thuyết. Một số vấn đề cần chú ý trên hình 1:

- a) Khi khoảng cách  $h$  càng lớn thì giá trị  $\gamma$  càng lớn. Nói một cách khác, khi khoảng cách  $h$  càng lớn thì sự khác biệt về giá trị giữa hai điểm quan sát càng lớn. Tuy nhiên sự khác biệt này không thể tăng đến vô hạn. Khi khoảng cách giữa hai điểm đạt đến một giá trị  $a$  nào đó thì sự khác biệt về giá trị giữa hai điểm quan sát gần như không đổi (giá trị  $\gamma$  đạt đến hằng số  $\gamma_{const}$ ). Giá trị  $a$  này được gọi là "range", còn giá trị  $\gamma_{const}$  được gọi là "sill".
- b) Một khái niệm quan trọng nữa là "nugget". Khi hai điểm trùng nhau ( $h = 0$ ), thì giá trị dữ liệu của hai điểm quan sát vẫn khác nhau; sự khác nhau này gọi là nugget. Mối quan hệ giữa giá trị  $\gamma$  và khoảng cách  $h$  được biểu thị bằng một hàm xấp xỉ, được gọi là hàm semi-variogram lý thuyết. Hiện nay, một số dạng hàm lý thuyết được sử dụng rộng rãi để xấp xỉ đồ thị semi-variogram, ví dụ như: hàm Spherical, Exponent, Circular, Gaussian, Power,... (người đọc có thể tham khảo thêm ở Clark, 1979; Houilding, 2000). Trên hình 1, range, sill và nugget có giá trị tương ứng là 36, 17.5 và 6.9.

Trình tự thực hiện việc nội suy bằng phương pháp Kriging được tóm tắt như sau:

- Xây dựng đồ thị semi-variogram và xác định hàm semi-variogram lý thuyết cùng với các tham số range, sill và nugget tương ứng. Khi xây dựng đồ thị semi-variogram, cần kiểm tra tính đẳng hướng của sự biến thiên dữ liệu theo không gian. Nếu dữ liệu có phân bố không đẳng hướng, cần phải xây dựng hai đồ thị semi-variogram theo hai trục tọa độ vuông góc nhau.
- Tiến hành nội suy theo phương pháp Kriging dựa vào hàm semi-variogram lý thuyết vừa tìm được ở bước trên. Nếu dữ liệu có phân bố đẳng hướng thì dùng Ordinary Kriging, nếu không thì dùng Anisotropy Kriging.



- Nếu đã thực hiện chuyển dạng ở bước 1 thì sau khi có kết quả nội suy cần phải thực hiện chuyển dạng ngược (back-transformation) để có được giá trị đúng của dữ liệu sau khi nội suy.
- Đánh giá kết quả nội suy với số liệu quan trắc thực tế; ghi nhận những khu vực có kết quả nội suy không phù hợp.

### 3. NỘI SUY ĐỘ SÂU MỰC NƯỚC DƯỚI ĐẤT TẦNG PLEISTOCENE Ở KHU VỰC NỘI THÀNH THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

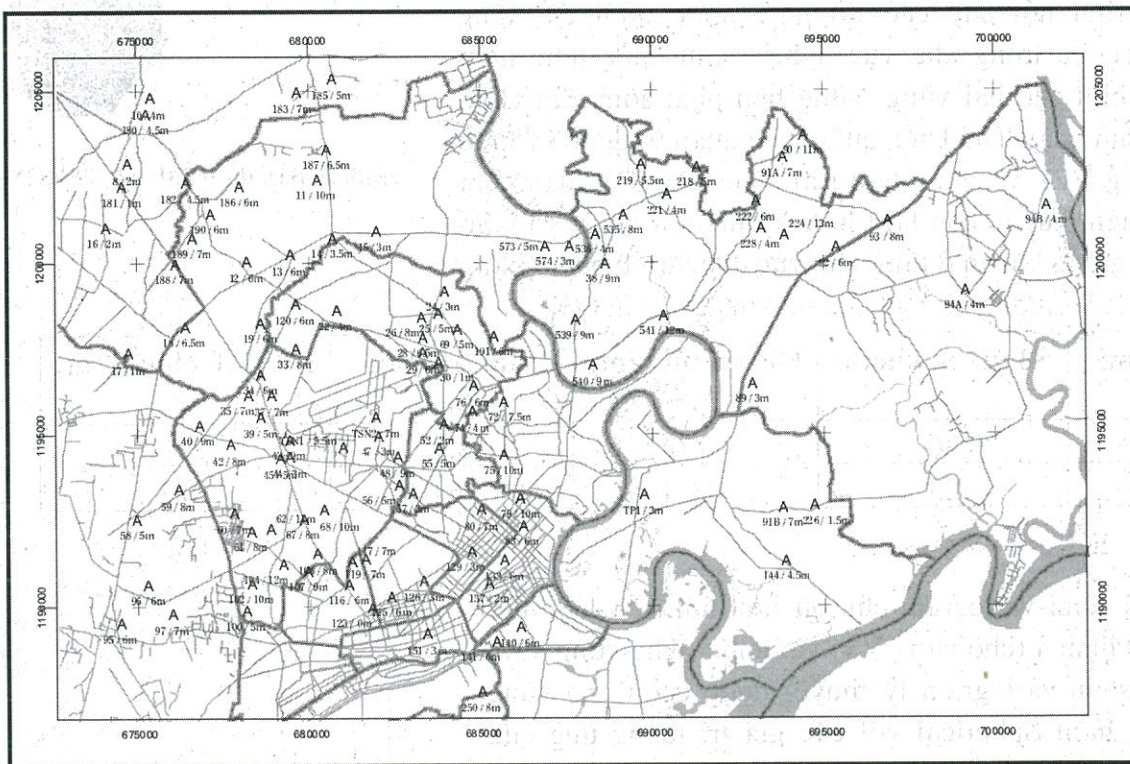
#### 3.1 Khu vực nghiên cứu:

Khu vực nghiên cứu bao gồm các quận nội thành và một phần của các huyện ngoại thành TPHCM, phân bố ở tọa độ  $10^{\circ}41'18'' - 10^{\circ}54'58''$  vĩ độ Bắc,  $106^{\circ}35'30'' - 106^{\circ}51'22''$  kinh độ Đông.

#### 3.2 Nguồn dữ liệu:

Độ sâu mực nước dưới đất tầng Pleistocene được quan trắc từ 109 giếng khoan khai thác nước trong khoảng thời gian từ năm 1993 đến năm 1997, do ThS. Trịnh Hữu Tuấn thu thập (xem hình 2)

SƠ ĐỒ VỊ TRÍ GIẾNG KHOAN



Nguồn thành lập: ThS. Lê Minh Sơn, ThS. Trịnh Hữu Tuấn, TS. Phan Thị Sơn Hà

Năm 2003

Hình 2: Sơ đồ vị trí giếng khoan

Các bản đồ nền ở dạng số hóa như bản đồ địa hình, hành chính, giao thông, sông ngòi do Phòng thí nghiệm Viễn thám và GIS thuộc Trung tâm Khoa học tự nhiên và Công nghệ quốc gia cung cấp. Các bản đồ nền sử dụng hệ tọa độ Gauss-Kruger (với datum là Pulkovo 1942). Để đảm bảo các dữ liệu có cùng hệ tọa độ, thuận tiện cho công tác nội suy, các tác giả đã chuyển toàn bộ dữ liệu từ hệ tọa độ này sang hệ tọa độ UTM (zone 48N, datum: Indian 1975).



**3.3 Các phần mềm đã sử dụng:**

ILWIS (Integrated Land and Water Information System), phần mềm đã đăng ký của ITC (International Institute of Geoinformation and Earth Observation) – phiên bản 3.1 Academic: được sử dụng để xây dựng bản đồ DEM và thực hiện nội suy Kriging.

ArcView (phần mềm đã đăng ký của công ty ESRI) – phiên bản 3.2a: được sử dụng để trình bày bản đồ và xây dựng mô hình 3D.

**3.4 Trình tự thực hiện:**

**Bước 1: Xác định cao độ tuyệt đối của mực nước dưới đất**

Từ bản đồ địa hình của khu vực, xây dựng bản đồ DEM (Digital Elevation Model) (xem hình 2). Sau đó, dựa trên cao độ địa hình rút ra từ bản đồ DEM và độ sâu mực nước dưới đất ở các giếng khoan, cao độ tuyệt đối của mực nước dưới đất tại các giếng khoan được xác định.

**Bước 2: Xây dựng đồ thị semi-variogram và xác định các tham số của hàm semi-variogram lý thuyết**

Quá trình nội suy cao độ mực nước dưới đất tầng Pleistocene trong khu vực nghiên cứu được thực hiện riêng biệt cho hai vùng: vùng bên phải sông Sài Gòn, bao gồm quận Thủ Đức, quận 2 và quận 9 (được ký hiệu là vùng VP), và vùng bên trái sông Sài Gòn, bao gồm các quận, huyện còn lại (được ký hiệu là vùng VT). Số lượng giếng khoan ở từng khu vực được trình bày ở bảng 1.

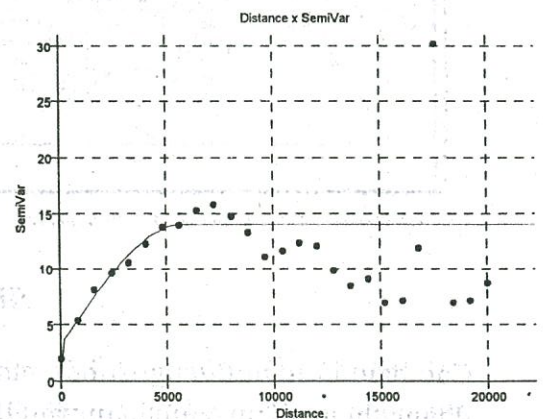
Bảng 1: Số lượng giếng khoan ở vùng VT và VP

Vùng	Số giếng khoan	Giá trị min (m)	Giá trị max (m)	Độ lệch chuẩn (m)
VT	86	-7.6	8.9	3.5
VP	23	-11.4	26.0	10.8



Hình 3: Bản đồ DEM của TPHCM

Đồ thị semi-variogram của dữ liệu nội suy được thể hiện ở hình 4 (cho vùng VT) và hình 5 (cho vùng VP). Hàm semi-variogram lý thuyết được chọn cho vùng VT là hàm Spherical với các giá trị tương ứng của nugget, sill, và range là: 3, 14, 5800. Hàm semi-variogram lý thuyết được chọn cho vùng VP là hàm Spherical với các giá trị tương ứng của nugget, sill, và range là: 15, 110, 5000. Do vùng VP có rất ít giếng khoan nên đồ thị semi-variogram không thể hiện rõ quan hệ giữa khoảng cách các giếng khoan và giá trị semi-variance. Ngoài ra độ biến thiên của semi-variance cũng rất lớn.

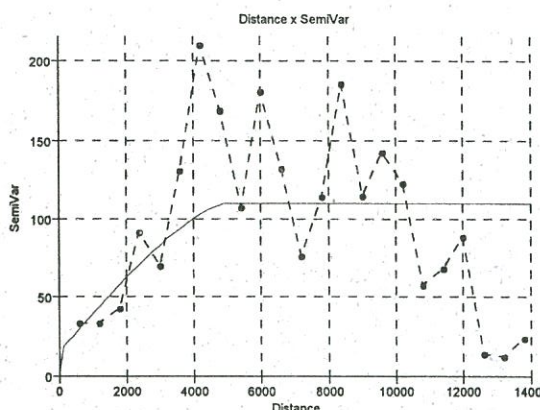


Hình 4: Đồ thị semi-variogram của cao độ mực nước dưới đất cho vùng VT



**Bước 3: Thực hiện nội suy Kriging**

Sau khi thực hiện nội suy cao độ mực nước dưới đất với các tham số của hàm semi-variogram lý thuyết đã chọn ở bước 2, độ sâu mực nước dưới đất được xác định từ cao độ bề mặt địa hình và cao độ của mực nước dưới đất tương ứng. Kết quả nội suy độ sâu mực nước dưới đất bằng phương pháp Kriging được trình bày ở bản đồ kèm theo.



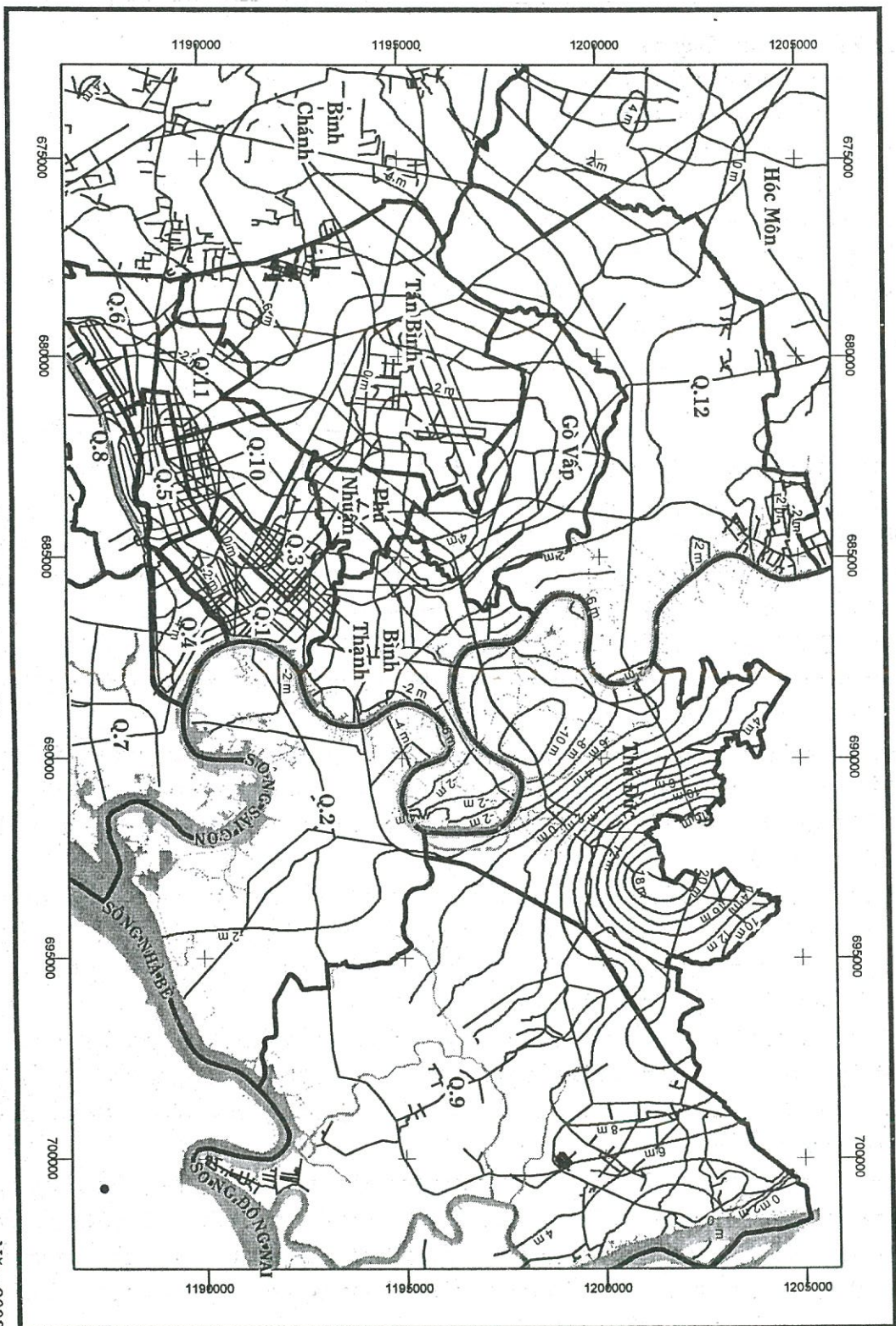
**Hình 5: Đồ thị semi-variogram của cao độ mực nước dưới đất cho vùng VP**

**4. NHẬN XÉT**

- Quá trình nội suy cao độ mực nước dưới đất được thực hiện riêng biệt cho hai khu vực ở hai bên bờ sông Sài Gòn. Do khu vực bên phải sông Sài Gòn (quận Thủ Đức, quận 2 và quận 9) có số lượng giếng khoan ít nên đồ thị semi-variogram không thể hiện rõ mối quan hệ giữa khoảng cách giếng khoan và giá trị semi-variance.
- Khu vực quận Thủ Đức có mực nước dưới đất cao hơn +18 m, trùng khớp với khu vực có địa hình cao ở quận Thủ Đức. Ở khu vực này, cao độ của mực nước dưới đất phân bố theo dạng tuyến kéo dài theo hướng Tây Bắc – Đông Nam.
- Khu vực giáp ranh giữa quận Gò Vấp, quận Tân Bình và quận Phú Nhuận trùng khớp với diện tích của tầng Pleistocene nên nguồn nước của tầng Pleistocene ở tại khu vực này được bổ cấp trực tiếp bởi nước mưa. Điều đó góp phần làm cho cao độ mực nước dưới đất tại đây hơi cao hơn các vùng phụ cận.
- Một "bồn trũng" của mực nước dưới đất xuất hiện ở dọc tuyến đường từ ngã tư Bình Triệu đi Thủ Đức và từ ngã tư Bình Triệu đi Bình Phước. Điều này có thể được giải thích là do trên các tuyến đường này có rất nhiều nhà máy, xí nghiệp sử dụng nguồn nước dưới đất phục vụ cho sản xuất tạo nên phễu hạ thấp mực nước.
- Kết quả nội suy được trình bày trong bài báo này chỉ đơn thuần là kết quả của các thao tác toán học, chưa sử dụng các yếu tố ảnh hưởng khác như: hướng dòng chảy, nguồn bổ cấp của nước dưới đất... Để tăng tính chính xác của kết quả nội suy, các yếu tố này cũng nên được lưu ý trong quá trình nội suy.
- Nhược điểm của phần mềm ILWIS 3.1 là chỉ cho phép nội suy 2D và chỉ sử dụng duy nhất một hàm semi-variogram lý thuyết. Trong thực tế, có một số tình huống cần phải sử dụng nội suy 3D (ví dụ như khi nội suy tính chất cơ lý của một lớp đất trong không gian ba chiều) hoặc phải sử dụng hàm tổ hợp semi-variogram (nested variogram). Khi đó, người đọc cần phải sử dụng những phần mềm khác thích hợp hơn.



**SƠ ĐỒ ĐẶNG MỨC NƯỚC DƯỚI ĐẤT TẦNG PLEISTOCENE NĂM 1997  
KHU VỰC NỘI THÀNH THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**

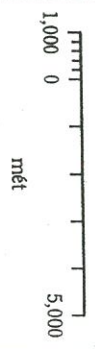


Người thành lập: ThS. Lê Minh Sơn, ThS. Trình Hữu Tuấn, TS. Phan Thị San Hà

Năm 2003

**CHÚ GIẢI**

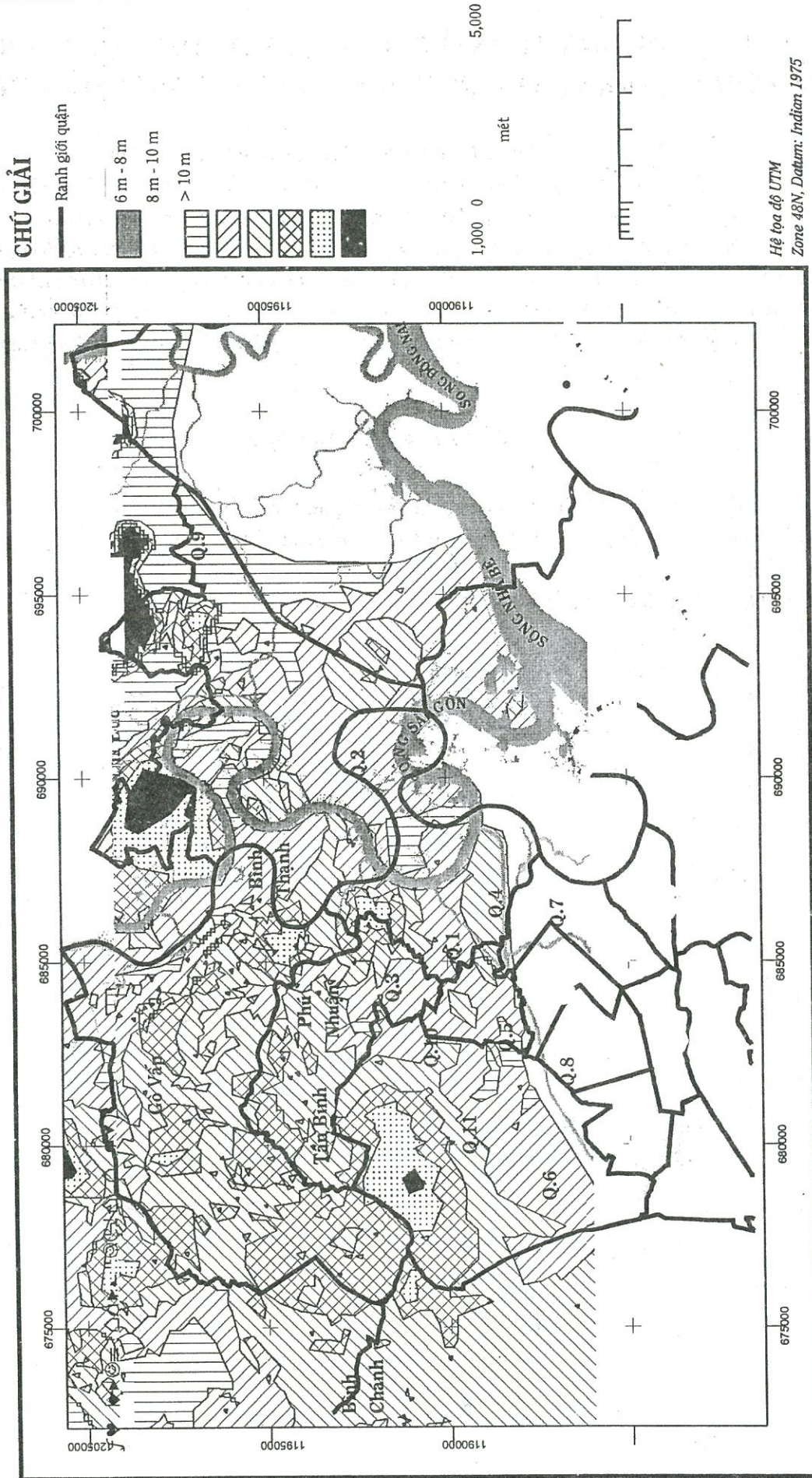
- Ranh giới quận
- Đường
- Sông
- Cao độ mặt nước dưới đất



Hệ tọa độ UTM  
Zone 48N, Datum: Indian 1975



**SƠ ĐỒ ĐỘ SÂU NƯỚC DƯỚI ĐẤT TẦNG PLEISTOCENE NĂM 1997  
KHU VỰC NỘI THÀNH THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**



Năm 2003

Người thành lập: ThS. Lê Minh Sơn, ThS. Trịnh Hữu Tuấn, TS. Phan Thị Sơn Hà

## USING KRIGING TO INTERPOLATE THE DISTRIBUTION OF GROUND WATER LEVEL OF PLEISTOCENE FORMATION IN HCMC

Le Minh Son, Trinh Huu Tuan, Phan Thi San Ha

Faculty of Geology & Petroleum, University of Technology – VNU-HCM

**ABSTRACT:** *Geostatistics and an interpolation method using Kriging has been applied widely in the field of geology. This paper presents some general concepts of Kriging method. Furthermore, as an example of using Kriging, authors interpolate the distribution of ground water level of Pleistocene formation in Hochiminh city. Results are presented as a map of distribution of ground water level and a map of water depth in the wells in Hochiminh city.*

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Clark, I., *Practical Geostatistics*, Applied Science Publishers Ltd., 1979.
- [2] Houlding, S.W., *Practical Geostatistics – Modelling and Analysis*, Springer-Verlag, 2000.
- [3] ITC, *ILWIS User's Guide*, 2001.