

GIẢI PHÁP GIS TRONG QUẢN LÝ NƯỚC DƯỚI ĐẤT KHU VỰC THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Lê Văn Trung

Trung tâm Địa tin học – Khu Công nghệ Phần mềm, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 22 tháng 06 năm 2011, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 10 tháng 08 năm 2012)

TÓM TẮT: Sự gia tăng khai thác nước dưới đất tại TP.HCM được ghi nhận bắt đầu từ năm 1990 và cho đến hiện nay, nước dưới đất vẫn được sử dụng như là nguồn cung cấp chủ yếu cho các khu công nghiệp và sinh hoạt của người dân trong vùng đô thị hoá. Số liệu khảo sát cho thấy mực nước ngầm đang suy giảm (trung bình 2m/năm tại các trạm khai thác quy mô lớn) và gây nên biến dạng bề mặt địa hình (lún đất) xảy ra tại số nơi trong khu vực.

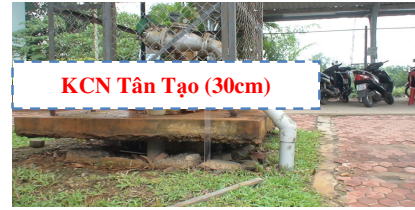
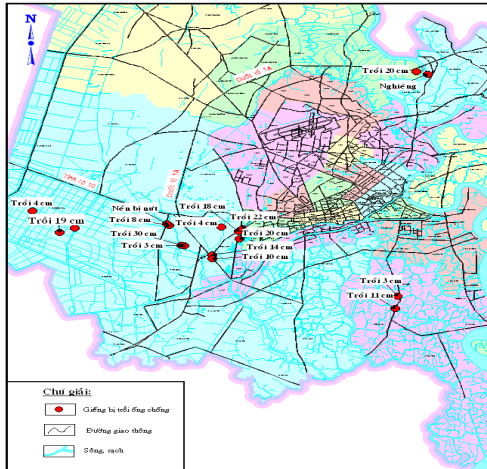
Bài báo thể hiện giải pháp ứng dụng GIS để hỗ trợ công tác thành lập bản đồ các vùng bị ảnh hưởng bởi các công trình khai thác nước dưới đất, nhằm phục vụ quản lý khai thác nước dưới đất một cách bền vững. Giải pháp cho phép sử dụng công cụ phân tích và thống kê không gian của GIS đánh giá thực trạng lún mặt đất do ảnh hưởng của khai thác nước dưới đất khu vực TP. Hồ Chí Minh.

Từ khóa: khai thác nước dưới đất, lún mặt đất, giải pháp GIS.

1. GIỚI THIỆU

Nước dưới đất là một tài nguyên quý giá nên việc khai thác, sử dụng hợp lý cũng phải được tiến hành như khai thác các loại tài nguyên có ích khác. Nước dưới đất là một thành phần của tài nguyên nước và có vai trò rất quan trọng đối với đời sống con người, cũng như có liên quan chặt chẽ đến môi trường xung quanh. Hiện nay, tình hình khai thác sử dụng nước ngầm tại TP. Hồ Chí Minh hiện nay đã vượt mức 600.000 m³/ngày, số liệu đo đạc thực tế cho thấy các tầng chứa nước ngày càng bị hạ thấp, ô nhiễm và xâm nhập mặn đã diễn ra,... nên rất cần có

giải pháp quản lý và bảo vệ. Ngoài ra, sự giảm mực nước ở các tầng khai thác, cùng với sự phát triển nhanh các công trình xây dựng trên mặt đất tại các vùng có sức chịu tải của nền đất yếu,... đã gây nên biến dạng bề mặt địa hình (lún đất) xảy ra tại nhiều nơi trong khu vực TP.HCM. Các biến dạng này đã thể hiện qua các hiện tượng mặt đất xung quanh các giếng khoan bị hạ thấp làm trôi ống chống giếng khoan tại nhiều khu vực trên địa bàn thành phố như: quận 6,11,12, Bình Tân, và huyện Bình Chánh, Nhà Bè.



Hình 1. Vị trí trời ống chống giếng khoan khu vực TP.HCM và ảnh minh họa

Biến dạng bề mặt đất là một vấn đề thực tế lâu dài, ảnh hưởng nghiêm trọng đến các công trình dân dụng và công nghiệp cũng như môi trường sống. Nhiều nước trên thế giới như: Hoa Kỳ, Úc, Nhật,... đặc biệt là thành phố Thượng Hải, Trung Quốc (Damoah-Afari et al., 2005) và thành phố Jakarta, Indonesia (Hasanuddin Z. et al., 2009) đã áp dụng thành công việc ứng dụng công nghệ Viễn thám và GIS phát hiện các biến dạng bề mặt địa hình theo không gian và thời gian. Kết quả nhận được cho phép đề ra các biện pháp hiệu quả trong việc phân vùng cho phép khai thác, khống chế mức độ khai thác theo không gian và thời gian, nhằm phát triển bền vững của thành phố.

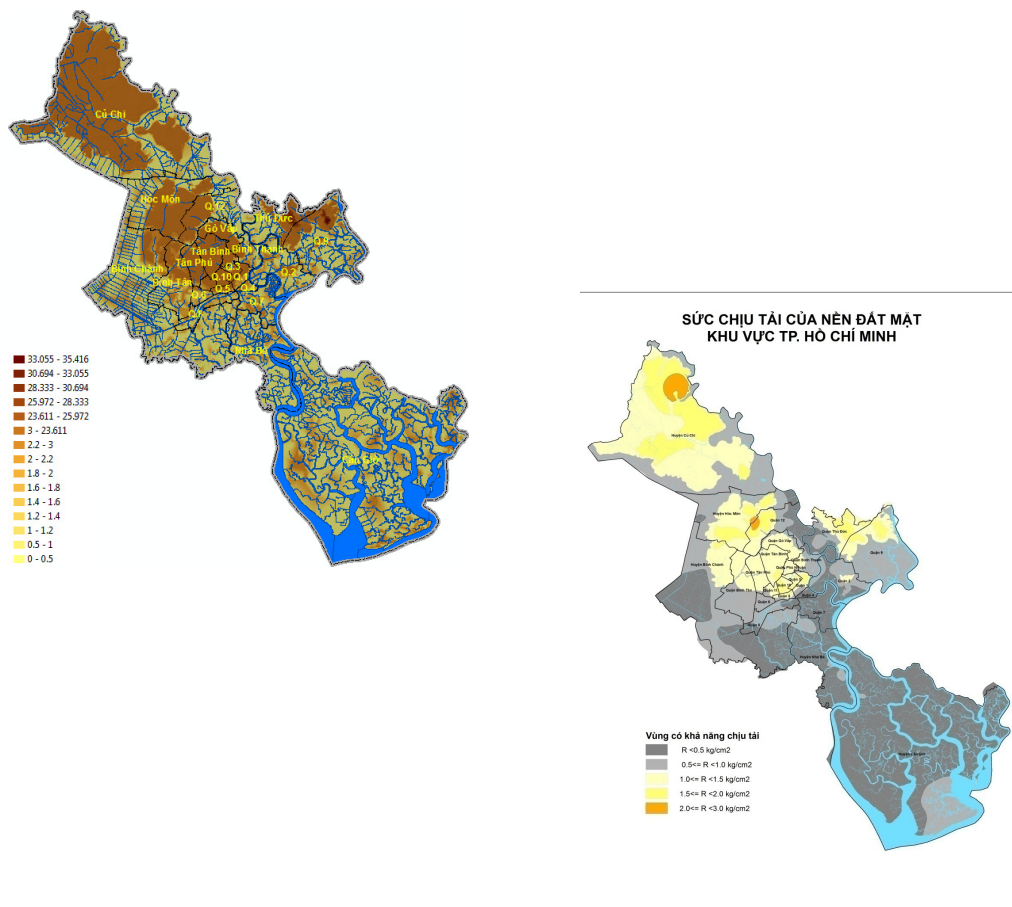
Thành phố Hồ Chí Minh nằm ở vùng hạ du lưu vực sông Đồng Nai, có địa hình thấp (tổng diện tích có độ cao địa hình nhỏ hơn 2m chiếm khoảng 60% diện tích của thành phố) với các

loại đất mới được hình thành và được xếp loại là vùng đất yếu.

Vùng đô thị cũ đã được xây dựng trên vùng đất cao với nền đất khá tốt, quá trình đô thị hóa, cùng với việc hình thành 5 quận mới (theo ND 03/CP năm 1997) và phát triển các khu công nghiệp (QĐ 123/1998/QĐ-TTg) đã dẫn đến hình thành các khu công nghiệp và dân cư mới trên vùng đất yếu, tăng dân số và tăng nhanh các công trình xây dựng ở những nơi chưa phát triển kịp mạng cấp nước, cũng như tình trạng san lấp kênh rạch tràn lan,... Một số hiện tượng như mặt đất xung quanh các giếng khoan bị hạ thấp, làm trời ống chống giếng khoan tại nhiều khu vực như: quận 6,11,12, Bình Tân, huyện Bình Chánh và Nhà Bè. Biến dạng mặt đất đã tác động đến lún sụt nền đường, nứt nẻ công trình, ngập lụt khi mưa và triều,... Để hiểu rõ mối quan hệ hoàn chỉnh giữa lún mặt đất, khai thác nước ngầm và các

yếu tố có ảnh hưởng trong phát triển đô thị, sự cần thiết trong việc ứng dụng GIS để tìm ra các

giải pháp hiệu quả trong công tác quản lý và quy hoạch khai thác nước ngầm.



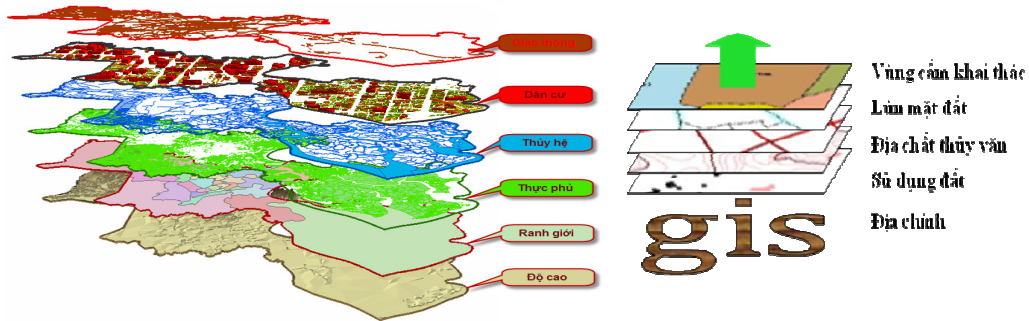
Hình 2. Điều kiện địa hình và khả năng chịu tải của nền đất khu vực TP.HCM

2. PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN

2.1. Xây dựng cơ sở dữ liệu GIS phục vụ công tác quản lý nước dưới đất.

Cơ sở dữ liệu GIS được tổ chức, lưu trữ và quản lý theo Mô hình *Geodatabase*.

o **Dữ liệu không gian:** sử dụng nền địa hình tỷ lệ 1/2000 tạo các lớp chuyên đề địa chính; địa chất; địa chất thủy văn; hiện trạng sử dụng đất; lún mặt đất và vùng hạn chế khai thác nước ngầm,...



Hình 3. Tổ chức các lớp dữ liệu nền và chuyên đề phục vụ công tác quản lý nước dưới đất

o **Dữ liệu thuộc tính:** số liệu quan trắc mực nước và thống kê mực nước ngầm từ năm 2002 đến nay, tình hình sử dụng và khai thác nước dưới đất bao gồm: vị trí giếng khoan khai thác, đơn vị sử dụng, lượng nước khai thác, mục đích sử dụng, giấy phép khai thác và ngày cấp phép,...

2.2. Ứng dụng GIS trong phân tích tình hình khai thác nước dưới đất

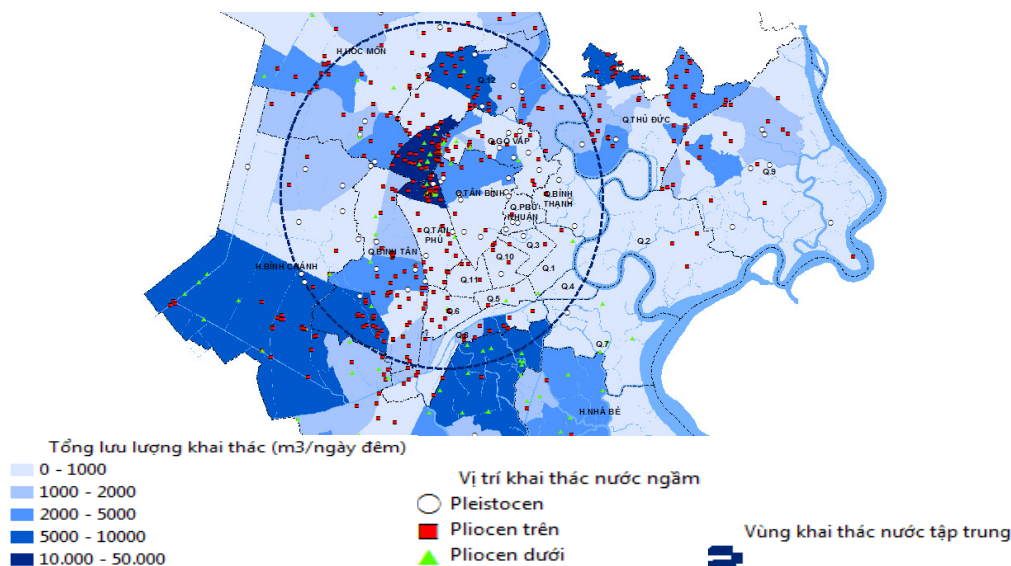
Chương trình quản lý khai thác nước dưới đất được phát triển trên nền ArcGIS được xây dựng với các chức năng chính như sau:

- Cho phép hiển thị bản đồ địa hình, địa chất thủy văn và các bản đồ chuyên đề;
- Thống kê và tạo báo cáo tự động về hoạt động khai thác theo địa bàn từng phường/quận;

- Phân tích các vùng bị ảnh hưởng bởi các công trình khai thác nước dưới đất;

- Cập nhật thông tin phục vụ công tác quản lý khai thác nước dưới đất.

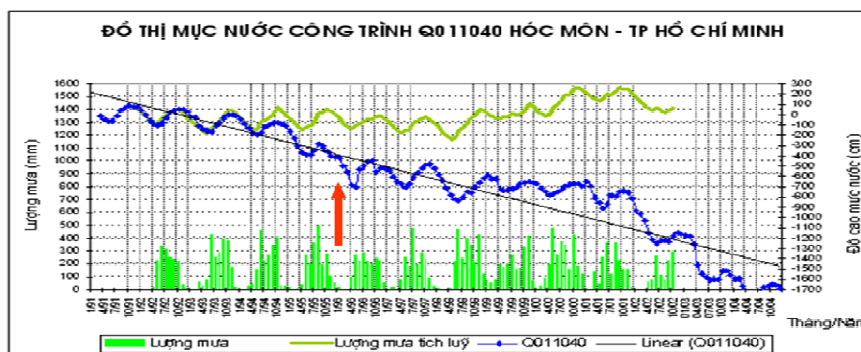
Qua phân tích và thống kê không gian của GIS cho thấy các công trình cấp nước không đáp ứng kịp nhu cầu sử dụng nước sinh hoạt và sản xuất (của các doanh nghiệp và các khu công nghiệp) dẫn đến số giếng khoan khai thác nước ngầm đã bùng nổ (tăng gấp 6,5 lần trong 10 năm). Từ năm 1997 đến nay, lượng nước ngầm khai thác ngày càng tăng, và có sự dịch chuyển từ tầng Pleistocen xuống tầng Pliocen trên và Pliocen dưới (xu hướng tăng chiều sâu của các giếng khai thác nước ngầm).



Hình 4. Hiện trạng khai thác nước dưới đất

Kết quả còn thể hiện toàn TP.HCM có 95.828 giếng khai thác với đường kính và độ sâu khác nhau, phân bố không đều. Từ năm

1996, sự sụt giảm mực nước ngầm đã bắt đầu và đến nay một số khu vực có tốc độ sụt giảm từ 2-3m/năm.



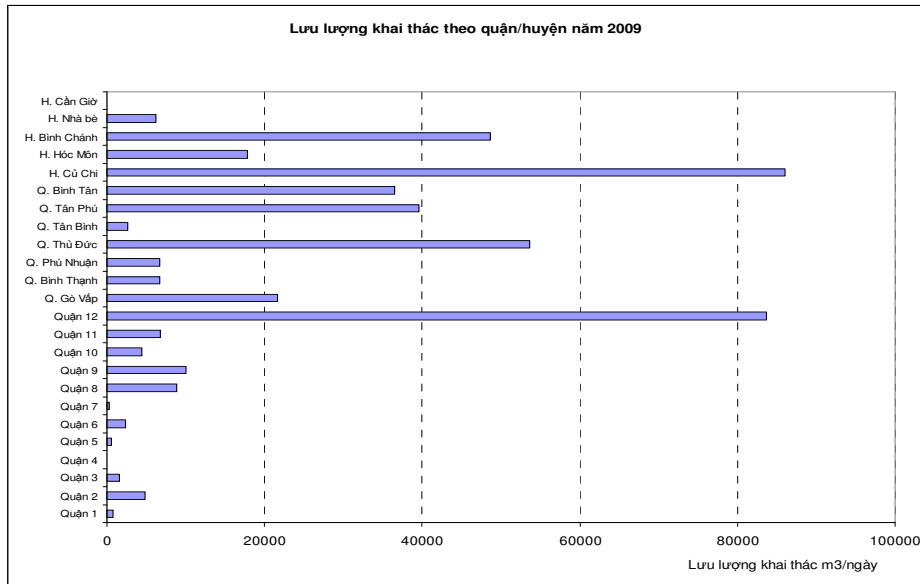
Hình 5. Sụt giảm mực nước dưới đất theo thời gian

Việc sụt giảm mực nước ngầm đã làm xuất hiện các phễu hạ thấp mực nước của tầng Pliocene Trên và Pliocene Dưới xuất hiện tại khu vực Bình Hưng huyện Bình Chánh. Kết quả phân tích trên địa bàn còn cho thấy khu vực có số lượng giếng khai thác nhiều là quận

Tân Bình, Bình Chánh (năm 1999) và Củ Chi, Thủ Đức, Bình Chánh, quận 12 (năm 2009). Mực nước ngầm tại các giếng khai thác hạ thấp sẽ tạo ra phễu hạ thấp mực nước, vùng đất bên trên phễu là vùng chịu ảnh hưởng (lún mặt đất). Ngoài ra, dòng nước ngầm dịch chuyển hướng

về vùng phễu, làm thay đổi hướng di chuyển tự nhiên của dòng nước ngầm và nếu mực nước hạ thấp hơn mực nước của sông, hồ sẽ tạo ra dịch chuyển ngược của dòng nước ngầm từ

sông, hồ vào vùng sụt giảm (bổ cập nước từ sông, hồ). Nhưng nếu gần biển sẽ tạo xâm nhập mặn các tầng chứa nước làm ảnh hưởng đến chất lượng nguồn nước.



Hình 6. Hiện thị trực quan lượng nước khai thác theo quận/ huyện

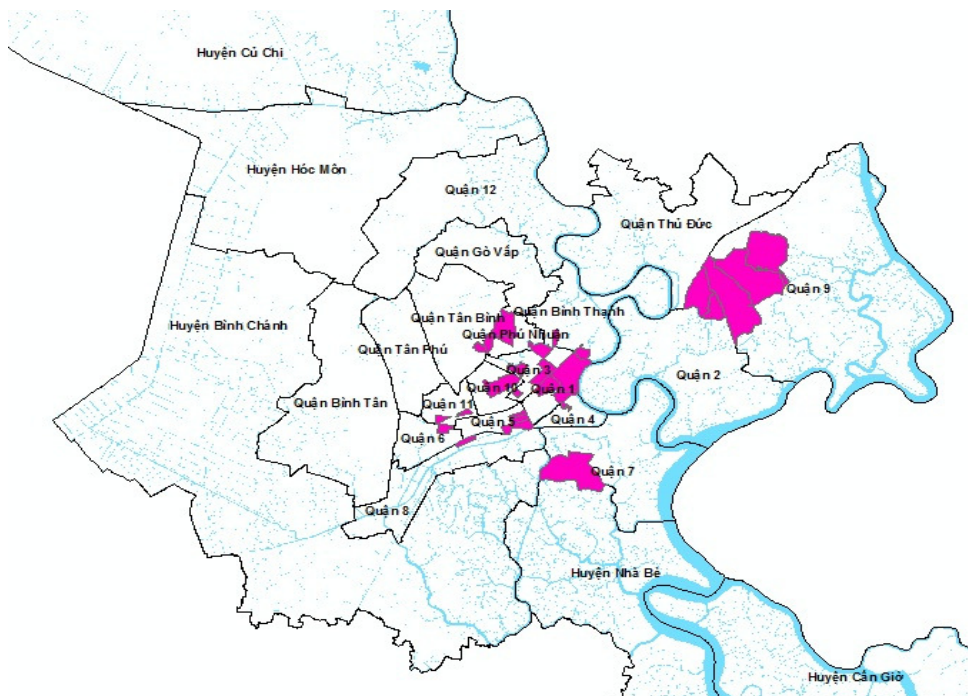
2.3. Ứng dụng GIS trong quản lý khai thác đảm bảo phát triển bền vững

Để hạn chế tình trạng tạo phễu hạ thấp mực nước, UBND thành phố đã có Quyết định số 69/2007/QĐ-UBND (3/5/2007) nhằm hạn chế, cấm khai thác nước dưới đất trên địa bàn 30 phường thuộc 13 quận (1,3,4,5,6,7,8,9,10,11, Phú Nhuận, Tân Bình, và Bình Thạnh). Ngoài ra hiện nay, thành phố cần phải triển khai nhanh quyết định số 15/2008/QĐ-BTNMT trong bảo vệ tài nguyên nước dưới đất, bằng cách dựa trên việc thành lập bản đồ phân vùng cấm và hạn chế xây dựng mới các công trình khai thác nước dưới đất tại các khu vực có tốc độ lún nhanh. Việc *Quy định Bảo vệ tài nguyên nước dưới đất* đối với những vùng đang xây ra

sụt lún nghiêm trọng của Bộ Tài Nguyên và Môi Trường đã cho thấy lún mặt đất không chỉ có liên quan mật thiết với quá trình phát triển đô thị (tăng nhanh các khu công nghiệp, công trình nhà cao tầng và dân cư ở khu vực có điều kiện địa hình thấp và nền địa chất yếu,...) mà còn có nguyên nhân do khai thác nước dưới đất. Các nghiên cứu trên thế giới cho thấy vùng đất bên trên phễu chịu ảnh hưởng rất lớn đến quá trình biến dạng lún xuống của mặt đất, độ cao bề mặt đất hạ thấp xuống được diễn ra một cách chậm rãi, dần dần gây nứt các công trình xây dựng trên bề mặt trái đất và các công trình ngầm. Đối với TP.HCM, cần có sự đầu tư nghiên cứu chi tiết hơn, nhằm hiểu rõ mối quan hệ hoàn chỉnh giữa lún mặt đất và khai thác

nước ngầm để góp phần phát triển bền vững đô thị. Tuy nhiên, kết quả phân tích GIS cho thấy

có mối tương quan mật thiết giữa khai thác nước ngầm và biến dạng mặt đất theo thời gian.



Hình 7. Vùng cấm khai thác nước dưới đất theo Quyết định 69/2007/QĐ-UBND

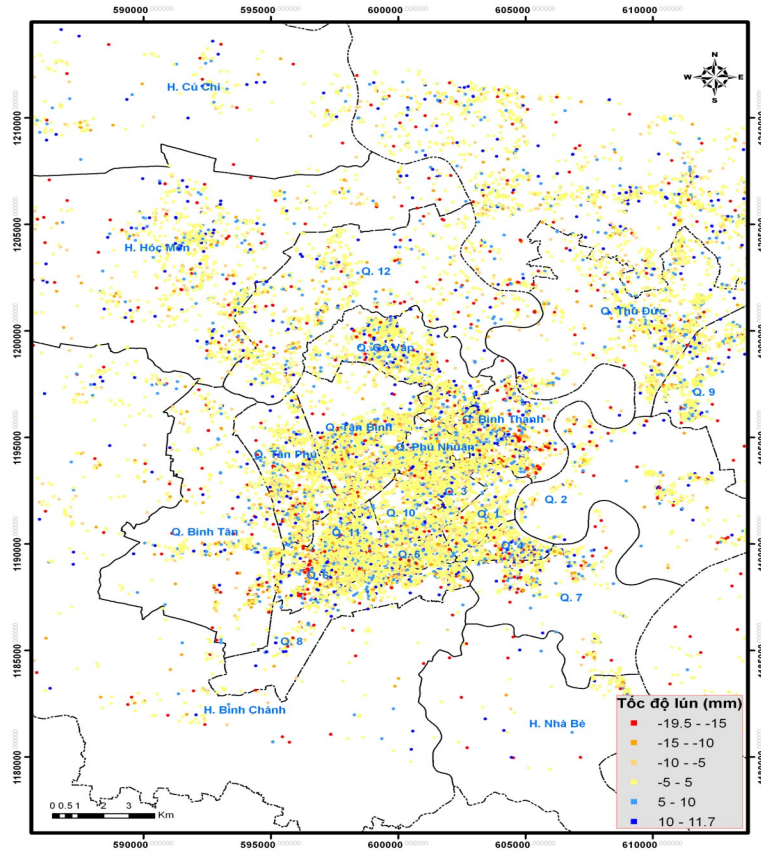
2.4. Đánh giá thực trạng lún mặt đất và sự tương quan với khai thác nước dưới đất

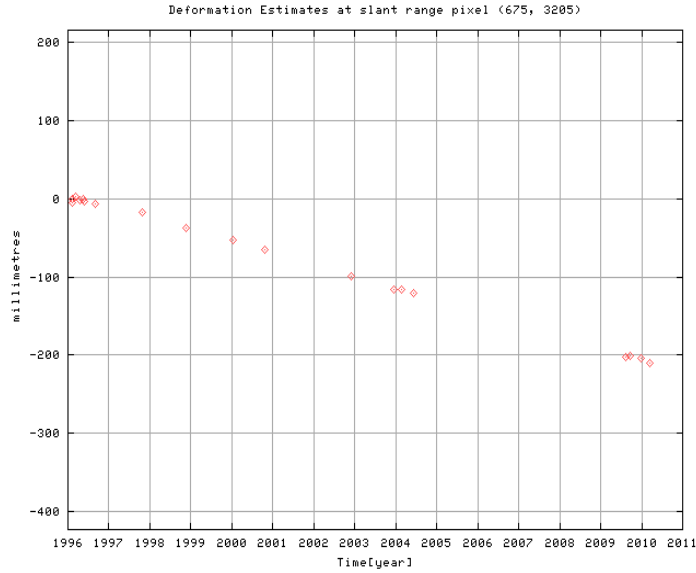
Để xác định biến dạng bề mặt đất trên địa bàn TP.HCM theo không gian và thời gian, đảm bảo độ chính xác và chi phí thấp nhất, kỹ thuật PSInSAR đã được áp dụng. Kỹ thuật này đã được ứng dụng thành công để quan trắc biến dạng mặt đất ở nhiều nơi như Bangkok (Thái Lan), Tokyo (Nhật Bản), Thượng Hải (Trung Quốc), Paris (Pháp)... Trong đó, sử dụng ảnh SAR được thu nhận bởi các vệ tinh như ERS-1 và ERS-2, RADARSAT, JERS-1, ENVISAT,... để phân tích và xác định các điểm PS biến dạng theo thời gian, sản phẩm cuối cùng của quá trình xử lý là bản đồ các điểm PS chứa thông

tin vận tốc lún trung bình năm. Việc ứng dụng GIS để tạo ra Bản đồ biến dạng mặt đất được thực hiện bằng phương pháp nội suy Ordinary Kriging. Phân tích kết quả cho thấy biến dạng lún được ghi nhận bắt đầu xuất hiện tại các vùng nhỏ thuộc Phường 11,12,13,14 của Quận 6, và Phường 24,25,26 của Quận Bình Thạnh. Từ năm 1998 đến 2002, lún mặt đất lan rộng theo thời gian ở các khu vực thuộc Quận: 7, 8, 9, 11, 12, Tân phú, Bình Tân, Bình Thạnh, Gò Vấp, Thủ Đức và các Huyện: Hóc môn, Bình Chánh và Nhà Bè (giá trị cao nhất là 155mm). Từ năm 2002 – 2010, không phát triển thêm vùng lún mới, nhưng giá trị lún tăng nhanh tại các vùng thuộc Quận: 9, Bình Thạnh, Thủ Đức và Huyện Hóc môn, Bình Chánh (giá trị ghi

nhận cao nhất là 319mm). Khu vực lún trung bình (>5mm/năm) chiếm 4,24% diện tích và

khu vực lún nhanh (10-15mm/năm) chiếm 0,67% diện tích thành phố.

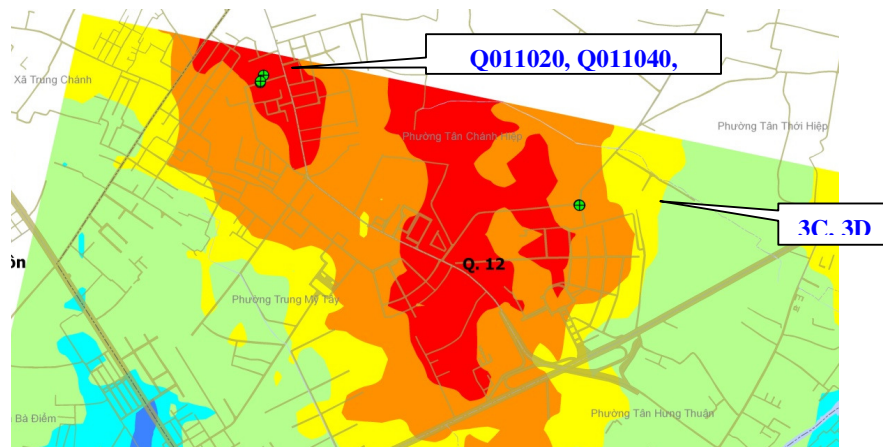




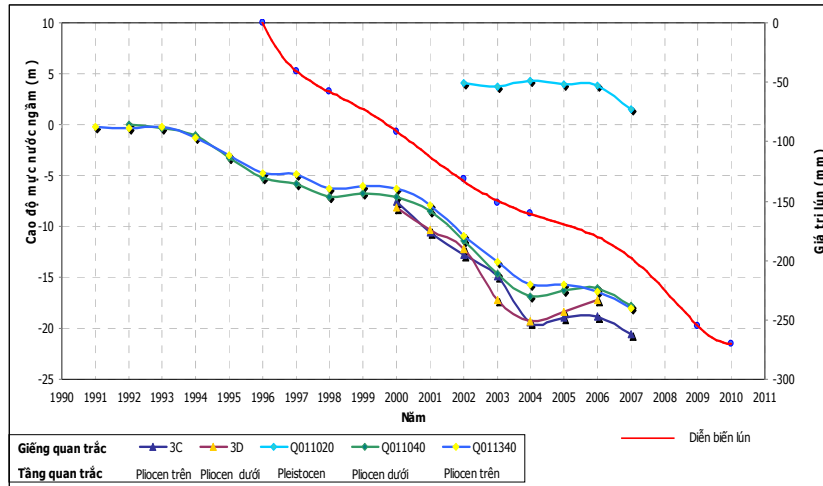
Hình 8. Phân tích biến dạng mặt đất theo thời gian sử dụng kỹ thuật InSAR

Phân tích sự sụt giảm mực nước ngầm tại khu vực biến dạng lún mặt đất Quận 12 tại các giếng quan trắc (Q011020, Q011040, Q011340, 3C, và 3D) cho thấy có sự tương quan giữa biến dạng lún mặt đất và hạ thấp

mực nước các tầng nước ngầm Pliocen trên và Pliocen dưới. Hình 9 thể hiện vị trí các giếng quan trắc và hình 10 cho thấy có sự tương quan giữa lún đất và sự sụt giảm nước ngầm.



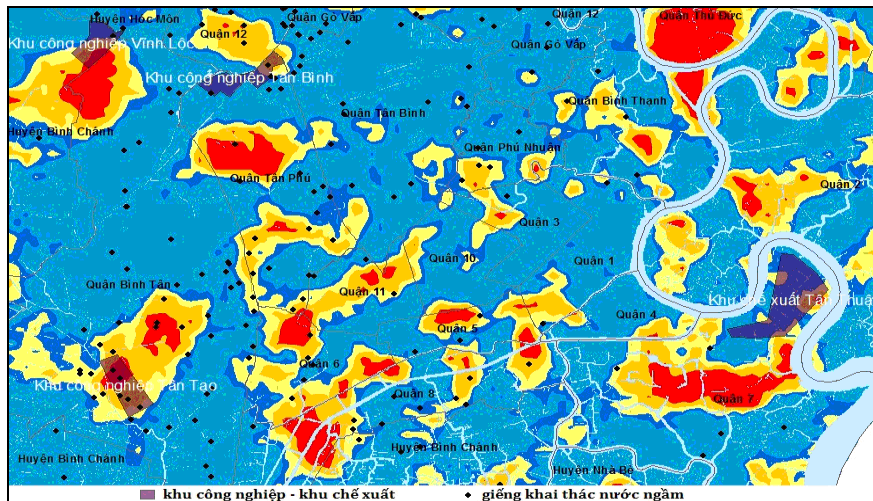
Hình 9. Vị trí các giếng quan trắc nước ngầm và vùng biến dạng lún (quận 12)



Hình 10. Tương quan giữa lún đất và sự sụt giảm nước ngầm (quận 12)

Ngoài ra, kết quả còn cho thấy lún mặt đất đã diễn ra tập trung tại các khu vực khai thác nước

tập trung và các Khu Công Nghiệp (Tân Bình, Tân Tạo và Vĩnh Lộc).



Hình 11. Tương quan giữa lún mặt đất với khu CN và vị trí giếng khai thác nước dưới đất.

3. GIẢI PHÁP ĐỀ XUẤT

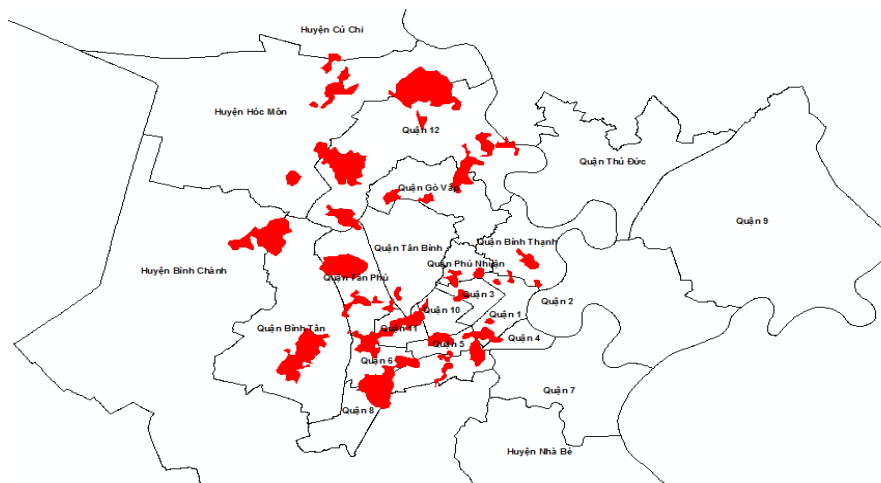
Để triển khai quyết định số 15/2008/QĐ-BTNMT trong bảo vệ tài nguyên nước dưới đất, việc ứng dụng GIS là giải pháp khả thi trong thành lập bản đồ phân vùng cấm và hạn

chế xây dựng mới các công trình khai thác nước dưới đất thành phố Hồ Chí Minh phục vụ quản lý khai thác nước dưới đất một cách bền vững.

➤ Cho phép thu thập, quản lý, thống kê, tổng hợp cung cấp nhanh thông tin liên quan các tầng chứa nước, cũng như phân tích chất lượng nước để xác định các thành phần bất thường gây ô nhiễm nước dưới đất, xác định xu hướng biến đổi chất lượng nước để khoanh định các thành phần ô nhiễm và mức độ xâm nhập mặn,

làm cơ sở cho cấp phép khai thác nước dưới đất.

➤ GIS cho phép cung cấp dữ liệu xác định vùng cấm xây dựng mới công trình khai thác nước dưới đất, trên cơ sở “*Quy định Bảo vệ tài nguyên nước dưới đất*” đó là những vùng đang xảy ra sụt lún nghiêm trọng có nguyên nhân do khai thác nước ngầm.

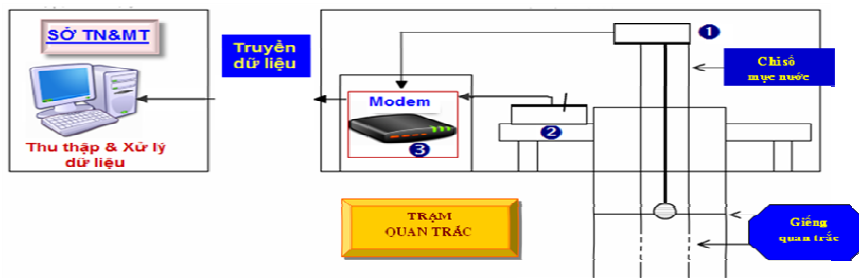


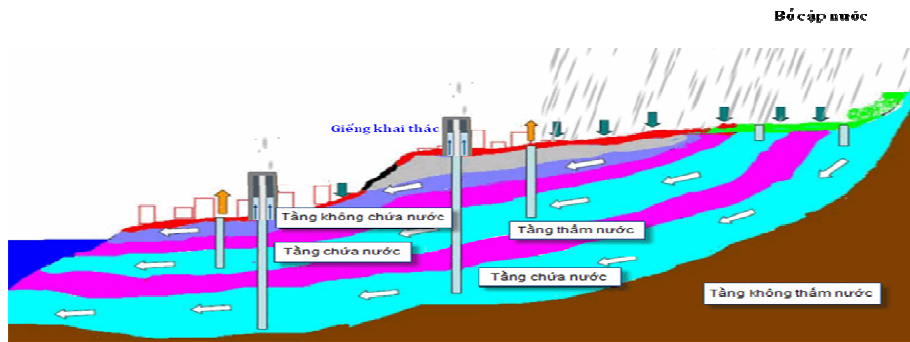
Hình 12. Vùng đề xuất cấm khai thác nước do bị ảnh hưởng lún mặt đất

➤ Ứng dụng GIS tạo cơ sở để thành lập hệ thống thông tin liên quan đến nước phục vụ cho việc phát triển bền vững cho TP. Hồ Chí Minh. Hệ thống cho phép cung cấp thông tin về

chất lượng, mực nước và biến dạng mặt đất ứng với từng khu vực qua website, nhằm nâng cao ý thức cộng đồng.

➤





Hình 13. Mô hình hệ thống thông tin liên quan đến nước dưới đất

4. KẾT LUẬN

Việc đô thị hoá và tăng nhanh các khu công nghiệp và dân cư ở khu vực các quận mới, khiến cho việc khai thác nước ngầm và các công trình xây dựng ngày càng tăng, rõ ràng đã có ảnh hưởng rất lớn đến quá trình biến dạng lún xuống của thành phố.

Mặc dù với kết quả sơ bộ ban đầu, nhưng đã cho thấy khả năng có mối quan hệ mật thiết giữa sự đô thị hoá và khai thác nước ngầm với sự biến dạng mặt đất. Ngoài ra, sự dâng cao mực nước biển góp phần gia tăng ảnh hưởng ngập do triều cường những khu vực của thành phố có địa hình thấp dưới 2m.

Do đó, việc đầu tư nghiên cứu, ứng dụng công nghệ GIS cho bài toán phân vùng cấm và hạn chế xây dựng mới các công trình khai thác nước dưới đất phục vụ phát triển đô thị một cách bền vững là một nhu cầu vô cùng cấp thiết và thực tiễn. Nếu được triển khai nhanh sẽ mang lại những đánh giá chính xác hơn thực trạng và khả năng cung cấp nước dưới đất trên địa bàn thành phố. Ngoài ra, công nghệ GIS còn góp phần phân tích và cung cấp nhanh thông tin liên quan đến *Biến dạng mặt đất và sự tăng cao mực nước biển* nhằm nâng cao hiệu quả các công trình xây dựng có liên quan đến thoát nước và chống ngập trên địa bàn thành phố.

GIS SOLUTION IN MANAGING UNDERGROUND WATER AT HO CHI MINH CITY

Le Van Trung

Geomatics Center – Information Technology Park, VNU-HCM

ABSTRACT: Rapid increase of underground water use started in 1990 when HCM City were urbanized, people and the industries used underground water as the main water resource. Until now,

underground water level is decreasing (annual drawdown: 2m depth at the heavy ground water pumping stations) that may cause deform of soil at few areas with large exploitation capacity wells.

This paper demonstrates the use of GIS for mapping susceptible areas for a study site, aims to achieve a sustainable groundwater management. It also discusses the potential use of GIS for assessing subsidence impacts due to underground water extraction in HCM City.

Key words: *underground water extraction, land subsidence, GIS solution.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Lê Văn Trung, *Ứng dụng kỹ thuật InSAR vi phân phân tích biến dạng lún của TP. HCM*, Tạp chí Phát triển Khoa học và Công Nghệ, ĐHQG-HCM (2009).
- [2]. Nguyễn Văn Ngà, *Khả năng khai thác nước dưới đất và dự báo lún mặt đất do khai thác nước vùng tây nam Tp. Hồ Chí Minh* (2009).
- [3]. Sở TN và MT TPHCM, *Báo cáo Tình hình khai thác nước dưới đất trên địa bàn thành phố* (6913/BC -TNMT-QLTN, ngày 23/09/2009).
- [4]. Chang H.C., L.Ge, and C.Rizos, *Radar interferometry for monitoring land subsidence due to underground water extraction*. Proceedings of SSC 2005 Spatial Intelligence, Innovation and Praxis: The national biennial conference of the spatial sciences institute. Melbourne: Spatial Sciences Institute. ISBN 0-9581366-2-9 (2005)
- [5]. Damoah-Afari P., Ding X.L. *Measuring Ground Subsidence in Shanghai using Permanent Scatterer InSAR technique*. The 26th Asian Conference on Remote Sensing (2005).
- [6]. H.Sun, D.Grandstaff, R.Shagam, *Land Subsidence Due to Groundwater Withdrawal: Potential Damage of Subsidence and Sea Level Rise in Southern New Jersey* (1997).
- [7]. Hasanuddin Z. ABIDIN, Heri ANDREAS, Irwan GUMILAR and Mohammad GAMAL, Yoichi FUKUDA and T. DEGUCHI. *Land Subsidence and Urban Development in Jakarta* (Indonesia). 7th FIG Regional Conference (2009).
- [8]. USA Ge, L., and E. Cheng, X. Li, C. Rizos. *Quantitative Subsidence Monitoring: The Intergrated InSAR, GPS and GIS Approach*. The 6th International Symposium on Satellite Navigation Technology Including Mobile Positioning & Location Services. (2003).