

MÔ HÌNH PILOT BỔ SUNG NHÂN TẠO NƯỚC DƯỚI ĐẤT BẰNG NƯỚC MƯA TẠI KÝ TÚC XÁ ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP.HCM

Nguyễn Việt Kỳ, Nguyễn Đình Tứ
(1) Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM
(2) ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 05 tháng 11 năm 2010, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 25 tháng 04 năm 2011)

TÓM TẮT: Bài báo trình bày khả năng bổ cấp nước mưa cho nước dưới đất dựa trên kết quả đo, quan trắc và phân tích lượng mưa, bốc hơi, kết quả đo địa vật lý, mực nước trong giếng thu gom, giếng quan trắc của hệ thống quan trắc mưa và bốc hơi, hệ thống thu gom và bổ cấp nước dưới đất bằng nguồn nước mưa tại khuôn viên ký túc xá Đại học Quốc Gia TP.Hồ Chí Minh từ tháng 11/2007 cho đến tháng 2/2009.

1. ĐẶC ĐIỂM MƯA VÀ BAY HƠI TẠI KHU VỰC NGHIÊN CỨU

Để nghiên cứu, đánh giá khả năng thu gom nước mưa và bổ sung nhân tạo cho nước dưới đất

khu vực KTX, Tại khu vực nghiên cứu đã bố trí 01 trạm khí tượng (Hình 1) và thực hiện công tác quan trắc từ tháng 11/2007 tới tháng 2/2009.



Hình 1. Trạm khí tượng thuộc đề tài tại KTX ĐHQG Tp.HCM

Theo kết quả đo lượng bay hơi trong thời gian quan trắc (Hình 2), nhìn chung, lượng bay hơi ngày cao hơn ban đêm, trong năm 2008, lượng bay hơi cao nhất ghi nhận được trong tháng 3 (120,9mm), các tháng từ 12/2007 đến tháng 4/2008, lượng bay hơi đều trên 100mm. Vào những tháng mùa mưa, lượng bay hơi có giảm đi song không nhiều, thường dao động trong khoảng 70 đến 90mm/tháng. Với lượng bay hơi như vậy, đất trên mặt vẫn trong trạng

thái thiếu ẩm và hoàn toàn có khả năng tiếp nhận nước mưa ngấm tự nhiên.

Cũng theo kết quả quan trắc, những cơn mưa đo được vào tháng 6, 7, 8 năm 2008 có cường độ cao tập trung vào tháng 7, tháng 8 với nhiều cơn mưa tới trên 50mm (Hình 3). Trong mùa mưa, theo quy luật, lượng bay hơi trong ngày không lớn, do vậy có một số ngày bề mặt đất sẽ bị thừa ẩm (Hình 4).

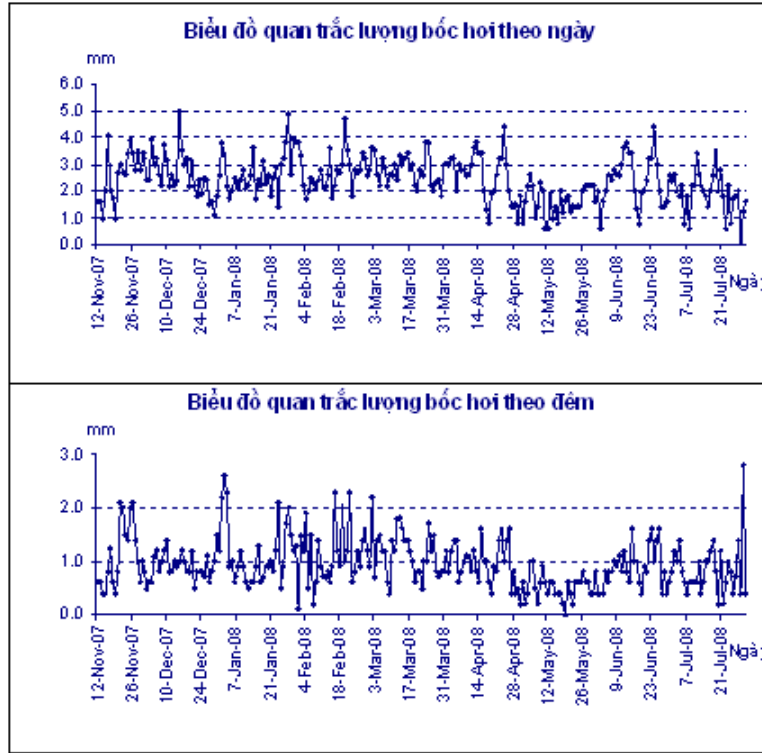
Về thành phần hóa học nước, đã tiến hành lấy mẫu nước mưa tại trạm quan trắc khí tượng và tại

bể thu gom nước mưa. Nhìn chung nước mưa và nước thu gom trong bể đều thuộc loại hình nước $HCO_3^-Cl-Na-Ca$; $HCO_3^-Cl-Ca-Na$. Nếu biểu diễn theo công thức Curlov, mẫu nước mưa có công thức như sau:

$$M_{0,05} \frac{HCO_3^- Cl_{23}}{(Na + K)47Ca44} pH 6,95$$

Công thức Curlov của nước mưa thu gom trong bể:

$$M_{0,04} \frac{HCO_3^- Cl_{27}}{Ca60(Na + K)24} pH 6,8$$



Hình 2. Kết quả quan trắc lượng bay hơi tại KTX ĐHQG

Nhìn chung, thành phần nước mưa có những thay đổi đáng kể khi nước mưa tiếp xúc với mái nhà, ống dẫn và trữ trong bể xây bằng xi măng, thành phần cation (Na+K) đã nhường chỗ cho ion Ca đứng đầu. Thành phần và tương quan giữa các anion hầu như không thay đổi

Quan hệ giữa lượng mưa và dòng chảy tràn tại khu vực nghiên cứu.

Dựa vào bảng “Hệ số dòng chảy tràn cho phương trình suy luận” của Hội các kỹ sư xây dựng dân dụng Mỹ “Thiết kế và xây dựng hệ thống công vệ sinh và thoát nước mưa bão”, theo đó khu KTX ĐHQG thuộc nhóm “Khu nhà cách

nhau” với hệ số dòng chảy tràn 0,4 – 0,6, đặc tính bề mặt của khu vực này thuộc nhóm bãi cỏ, đất đá độ dốc tới 2%, do đó hệ số dòng chảy tràn bổ sung là 0,05 – 0,10. Như vậy, tổng hợp cả 2 đặc điểm, hệ số dòng chảy tràn tại KTX ĐHQG lấy bằng 0,7 (hệ số cao nhất), có nghĩa là, 70% lượng mưa rơi xuống bề mặt tạo thành dòng chảy tràn, 30% lượng mưa còn lại sẽ ngấm xuống đối thông khí và tạo thành dòng ngầm.

Nếu cơn mưa có cường độ 100mm tại khu vực KTX, sẽ có 30mm bổ sung cho dòng ngầm và 70mm tạo thành dòng chảy tràn. Diện tích khu

KTX khoảng 20ha (400m x 500m), lượng mưa chảy tràn sẽ là:

$$Q_{ct} = w \cdot S \cdot C_1 = 0,1 \cdot 200.000 \cdot 0,7 = 14.000 \text{ m}^3$$

Lượng mưa ngấm xuống bổ cấp cho dòng ngầm sẽ bằng:

$$Q_n = w \cdot S \cdot C_2 = 0,1 \cdot 200.000 \cdot 0,3 = 6.000 \text{ m}^3$$

Trong đó, w - lượng mưa của cơn mưa lớn (100mm)

S - Diện tích khu vực nghiên cứu (KTX nằm trong 1 lưu vực và được xem như 1 tiểu lưu vực với hướng nghiêng về đông bắc)

C₁ - Hệ số dòng chảy tràn

C₂ - Hệ số lượng mưa cung cấp cho dòng ngầm.

Những chỉ số trên cho thấy, nếu trong tương lai, khi xây dựng hoàn chỉnh KTX, diện tích bị nhựa hóa, bê tông hóa tăng, lượng dòng chảy tràn sẽ tăng hơn nữa, lượng mưa ngấm xuống cung cấp cho dòng ngầm sẽ suy giảm, các tầng chứa nước tại khu ĐHQG đã nghèo lại càng nghèo thêm.

2. ĐẶC ĐIỂM CẤU TRÚC ĐỊA CHẤT - ĐỊA CHẤT THỦY VĂN KHU VỰC KTX

Để nghiên cứu cấu trúc địa chất – địa chất thủy văn khu vực bố trí mô hình pilot, đã tiến hành công tác đo sâu điện và đo ảnh điện.

Kết quả đo địa vật lý thu được gồm:

- 03 mặt cắt đẳng điện trở suất của khu vực khảo sát;

- 01 mặt cắt ảnh điện và mặt cắt địa điện địa chất lớp trên;

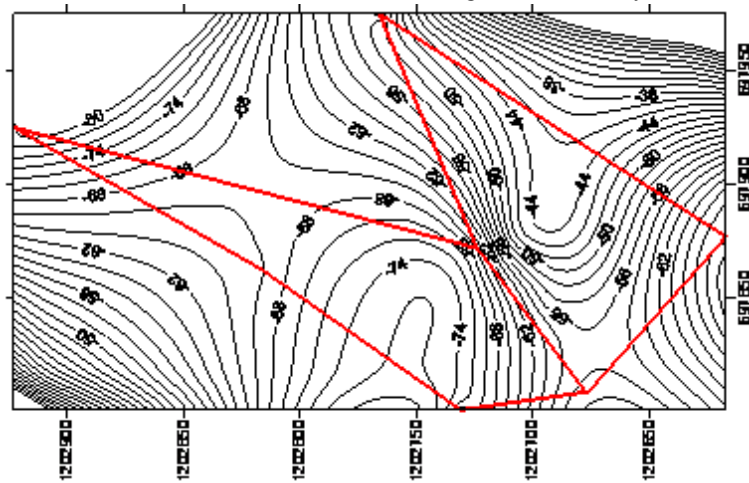
- 01 mặt cắt địa điện – địa chất qua tuyến trung tâm

Từ đó cho thấy – tại KTX có hai đơn vị có thành phần là cát chứa nước:

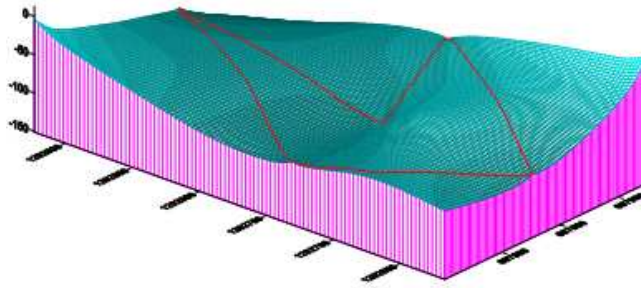
* Tầng 1 gặp ở độ sâu 11m tới 24m, bề dày trung bình – 4m. Có xu hướng vát mỏng ở 2 đầu tuyến.

* Tầng 2 gặp ở độ sâu 35m đến bề mặt móng 64m, bề dày trung bình đạt 12m

Từ bản đồ đẳng sâu mặt móng nhận thấy tồn tại những vùng trũng mặt móng ở gần đầu tuyến 2, cuối tuyến 2, các vùng trũng nhỏ ở cuối tuyến trung tâm và cuối tuyến 3 (Hình 6).



Hình 6. Sơ đồ đẳng sâu bề mặt móng đá gốc tại KTX



Hình 7. Hình dạng bề mặt móng Địa điện - Địa chất khu vực KTX

Tổng hợp tài liệu địa vật lý và tài liệu khoan khảo sát có thể nhận định khá chính xác về cấu trúc địa chất của khu vực nghiên cứu.

*** Cấu trúc địa chất**

Tại khu vực KTX tồn tại 2 tầng cấu trúc.

a) Tầng cấu trúc trên: Gồm các thành tạo trầm tích Pleistocen muộn, Pleistocen giữa muộn, Pleistocen sớm.

b) Tầng cấu trúc dưới: Tầng cấu trúc dưới bao gồm các đá trầm tích tuổi Jura sớm, các đá trầm tích-núi lửa tuổi Jura muộn-Kreta sớm, các đá xâm nhập tuổi Kreta sớm. (Hình 7)

*** Cấu trúc địa chất thủy văn**

Theo kết quả đo địa vật lý và kết quả khoan thăm dò, tại khu vực ký túc xá tồn tại hai tầng chứa nước.

c) Tầng chứa nước lỗ hổng Pleistocen giữa - muộn

Tầng này gồm 3 tập

- Tập trên cùng - gồm cát mịn pha sét màu nâu, trạng thái bờ rời dày khoảng 3m;

- Tập giữa - gồm sét pha nâu vàng, nâu đỏ phân bố ở độ sâu 3 – 11m, bề dày đạt tới 8m.

- Tập 3 - gồm cát mịn lẫn ít sét màu xám trắng, phân bố từ độ sâu 11m tới 15m, bề dày đạt 4m. Theo kết quả bơm thí nghiệm tại giếng khoan thử nghiệm, hệ số thấm tập này đạt 5,16m/ngđ, mực nước sâu 8m cách mặt đất. Chất lượng nước tốt, nước nhạt, thuộc loại hình hóa học HCO₃-Cl-Ca-Na. Công thức Curlov như sau:

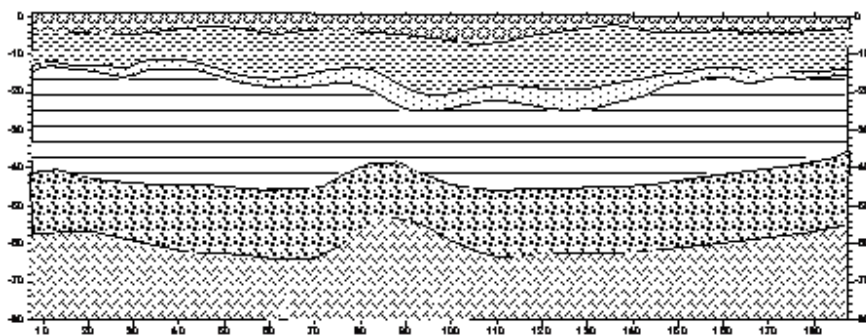
$$M_{0,05} \frac{HCO_{77}^{3}Cl_{21}}{Ca59(Na + K)22Mg19} pH 6,5$$

d) Tầng chứa nước lỗ hổng Pleistocen sớm

- Tầng chứa nước này nằm dưới tầng chứa nước Pleistocen giữa - muộn từ độ sâu 15m tới bề mặt đá gốc.

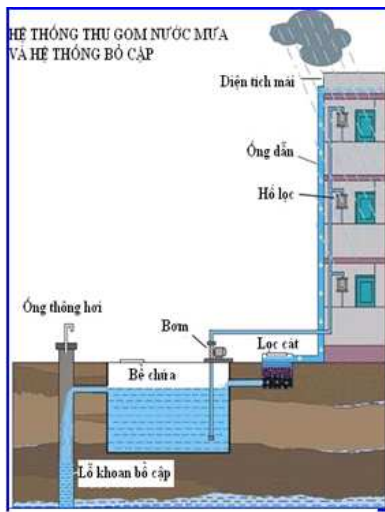
- Nước thuộc loại hình hóa học HCO₃-Cl-Ca-Na, nước siêu nhạt.

Mặt cắt địa chất thủy văn theo kết quả đo sâu điện được trình bày trên hình 8.

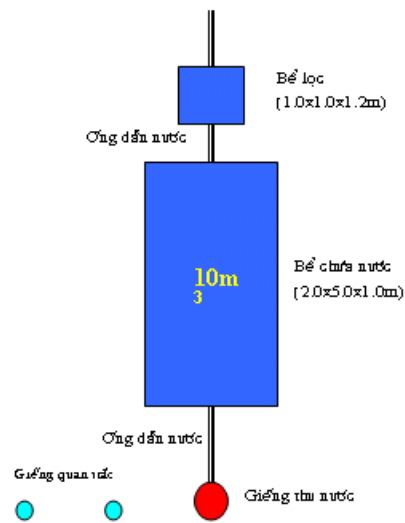


Hình 8. Mặt cắt Địa điện - Địa chất thủy văn theo tuyến

3. KẾT CẤU HỆ THỐNG PILOT TẠI KTX



Hình 9. Hệ thống thu gom nước mưa và hệ thống bổ cấp được chọn



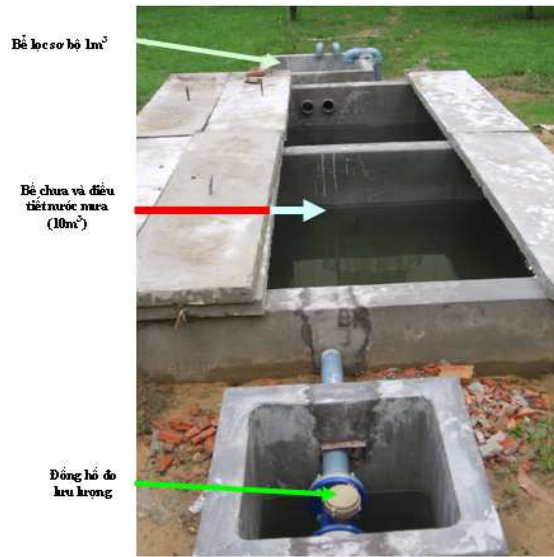
Hình 10. Sơ đồ bố trí Pilot tại KTX ĐHQG



Hình 11. Sơ đồ vị trí Pilot và trạm khí tượng

Sơ đồ hệ thống thu gom nước mưa được lựa chọn như trên hình 9; 10. Tại khu KTX, ngay góc nhà A1 đã bố trí 01 giếng thu nước và 02 giếng quan trắc. Giếng thu nước có đường kính

168mm với hai đoạn ống lọc vào 02 tầng chứa nước: đoạn 1 nằm ở độ sâu 11 – 15m; đoạn 2 nằm ở độ sâu 46 -54m. Hai giếng quan trắc nằm cách giếng thu nước lần lượt là 5 m và 10m.

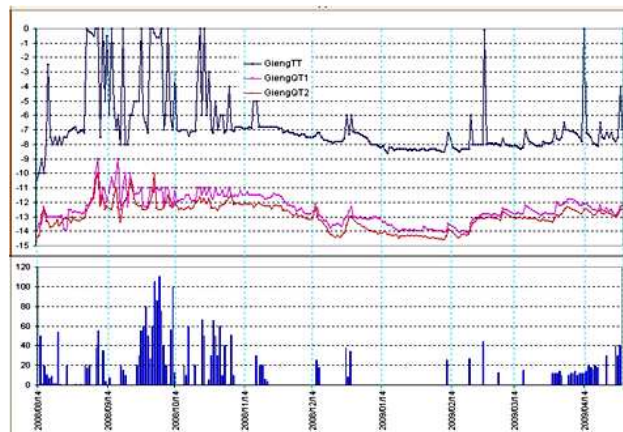


Hình 12. Cấu trúc bể điều tiết và chứa nước mưa

Tại mô hình thí nghiệm, đã xây bể điều tiết 10m^3 . Trước khi đưa nước vào bể điều tiết và chứa nước, nước mưa được dẫn qua một bể lọc, lắng sơ bộ dung tích 1m^3 . Trước khi đưa nước vào giếng, nước mưa được dẫn qua một đồng hồ đo lưu lượng nhằm xác định chính xác lưu lượng nước vào giếng. (Xem hình 12).

4. CÔNG TÁC ĐO ĐẶC, QUAN TRẮC VÀ KẾT QUẢ

Công tác đo đặc lượng mưa và bay hơi giai đoạn đầu khi chưa có hệ thống thu gom nước mưa được giao cho một nhóm SV khoa KT Địa chất và Dầu khí thực hiện. Công tác đo được tiến hành 2 lần trong ngày: trưa và tối.

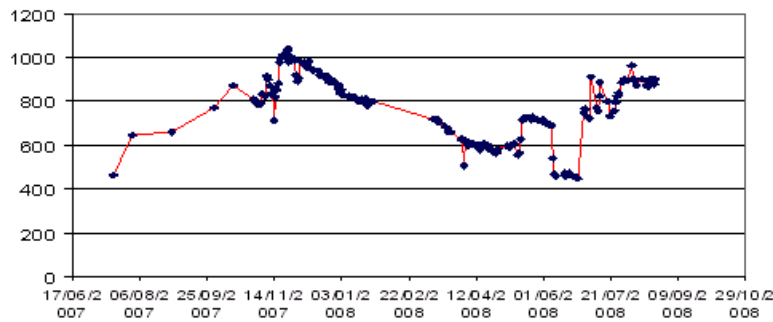


Hình 13. Biểu đồ tương quan giữa lượng mưa và mực nước trong các giếng

Khi xây dựng xong hệ thống, công tác đo mực nước trong giếng thu và 2 giếng quan trắc, đo lượng mưa và bay hơi được giao lại cho Ban Quản lý KTX thực hiện theo Hợp đồng trách nhiệm thỏa thuận. Tần suất đo là 2 lần trong ngày. Thời gian đo từ tháng 04/2008 kéo dài cho tới tháng 4/2009. Lượng mưa thu được lớn nhất ứng với cơn mưa lớn 103mm đạt trên 50m³ (Hình 13).

Kết quả quan trắc mực nước tại các giếng cho thấy mối quan hệ chặt chẽ giữa lượng mưa

và mực nước dưới đất. Những giai đoạn không mưa, mực nước dưới đất suy giảm dần (mùa khô), phục hồi và tăng dần vào mùa mưa. Ngay sau những cơn mưa lớn, mực nước tại giếng thu nước tăng đột biến, tại các giếng quan trắc ghi nhận sự gia tăng mực nước tương đối điều hòa hơn song xu thế là tăng trùng với các đợt mưa. Biên độ dao động mực nước trong giếng thu nước đạt tới trên 10m, còn trong các giếng quan trắc, biên độ dao động lớn nhất đạt tới 5m, bình quan 2,5 – 3,0m.



Hình 14. Diễn biến mực nước quan trắc tại 2 giếng quan trắc tại ĐHKHTN

Kết quả quan trắc tại các giếng quan trắc ở khu Đại học khoa học tự nhiên (do nhóm của ThS. Nguyễn Phát Minh thuộc Trung tâm nghiên cứu và ứng dụng Địa chất theo dõi, đo đạc cũng ghi nhận sự gia tăng mực nước cùng với các đợt mưa. (Hình 14).

Dựa vào thực tế đặc điểm các lớp chứa nước và kết cấu giếng tại đây, chúng ta có thể sử dụng công thức Dupuy để tính toán lượng nước mà giếng có thể thu nhận được:

+ Đối với giếng trung tâm (Thu nước)

$$Q = \frac{2\pi km(H_e - h_g)}{\ln \frac{R}{r_g}} = \frac{2,73kmS_g}{\lg \frac{R}{r_g}}$$

+ Đối với giếng trung tâm và giếng quan trắc:

$$Q = \frac{2,73km(S_1 - S_g)}{\lg \frac{r_1}{r_g}}$$

+ Đối với 2 giếng quan trắc

$$Q = \frac{2,73km(S_1 - S_2)}{\lg \frac{r_2}{r_1}}$$

Với m - Bề dày tầng chứa nước (m); k - Hệ số thấm (m/ngđ); H_e - Mực nước tự nhiên trong giếng; h_g - Mực nước khi đưa nước mưa vào giếng; R - Bán kính ảnh hưởng; r_g - Bán kính giếng; r₁ - khoảng cách từ giếng quan trắc 1 đến giếng trung tâm; r₂ - khoảng cách từ giếng quan trắc 2 tới giếng trung tâm; S_g - Mực nước dâng trong giếng trung tâm; S₁, S₂ - mực nước dâng trong giếng quan trắc 1 và 2 (Hình 14)

Với hai tầng chứa nước đều là tầng có áp và đồng thời cùng nhận bổ sung nước mưa (qua 2 đoạn ống lọc). Ta có thể coi chúng là một tầng chứa nước với bề dày bằng tổng bề dày của chúng, tức m = m₁ + m₂ = 4,0m + 8,0m = 12m. Hệ số thấm của cả hai tầng chứa nước tại đây, theo kết quả thí nghiệm gần bằng nhau và bằng 5,2 m/ngđ. Mực nước H_e = 43m; Giả sử mực nước dâng trong giếng lên tới mặt đất (trong trường hợp lớn nhất), khi đó ta có S = 11m. Khoảng cách từ các giếng quan trắc tới giếng thu nước r₁ = 5m; r₂ = 10m, bán

kính giếng thu nước $r = 0,168/2 = 0,084$ m. Các thông số tính toán trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Các thông số tính toán

K(m/ng)	m (m)	km	r_g	r_1	r_2	$\lg(r_1/r_g)$	$\lg(r_2/r_1)$
5,2	12	62,4	0,084	5,0	10,0	1,77	0,30

Bảng 2. Kết quả tính toán lượng nước hấp thụ

	km	S_{tt}	S_1	S_2	$\lg(r_1/r_g)$	$\lg(r_2/r_1)$	$Q(m^3/h)$
GTT-GQT1	62,4	0	11	-	1,77	-	44
GQT1-GQT2	62,4	-	11	12,25	-	0,30	30

Như vậy, có thể nói, qua kết quả tính toán cho giếng trung tâm - giếng quan trắc và giếng quan trắc - giếng quan trắc trong trường hợp mực nước tại giếng trung tâm ngang bằng mặt đất (lượng nước hấp thụ lớn nhất) cho thấy khả năng hấp thụ của giếng với đường kính 168mm đạt tối đa là 44 m³/h và tối thiểu là 30m³/h (Bảng 2).

Muốn tăng khả năng hấp thụ của giếng ứng với lượng nước mưa thu gom trên mái nhà và ứng với độ sâu mực nước trước khi đưa nước mưa vào, ta cần tăng đường kính giếng.

Giả sử các điều kiện và các thông số khác không thay đổi, lưu lượng Q ứng với lưu lượng nước mưa thu gom trên mái KTX với diện tích 500m², khi cơn mưa đạt 100mm, từ công thức trên ta có:

$$\lg r_g = \lg r_1 - \frac{2,73km(S_1 - S_g)}{Q} = \lg 5 - \frac{2,73 * 62,4 * (11 - 0)}{50 * 24} = -0,86$$

$$\Rightarrow r_g = 0,138$$

Vậy, bán kính giếng khoan phải đạt 138mm mới có thể tiếp nhận lượng nước 50m³/h.

5. NHẬN XÉT

Từ kết cấu hệ thống thu gom nước mưa và kết quả quan trắc mực nước trong giếng thu nước cũng như giếng quan trắc chúng ta có thể có một số nhận xét sau:

Thu gom nước mưa từ mái nhà để bổ sung cho nước dưới đất là một mô hình hoàn toàn khả thi ở những công trình có mặt bằng tương đối rộng rãi.

Những công trình có diện tích mái lớn, lượng nước mưa được thu gom lớn đòi hỏi phải có

những kết cấu của hệ thống bể chứa điều tiết, giếng hấp thụ nước phù hợp.

Khả năng bổ sung nước dưới đất bằng nước mưa thu gom phụ thuộc vào những yếu tố sau:

- Bề dày tầng chứa nước – bề dày tầng chứa càng lớn, khả năng hấp thụ của tầng chứa càng lớn từ đó – kích thước giếng có thể không nhất thiết phải thật lớn hoặc chiều dài ống lọc không đòi hỏi phải quá dài.

- Tương tự như vậy, tầng chứa nước có hệ số thấm lớn cũng cho phép khả năng hấp thụ nước của tầng chứa tăng cao dẫn tới những yêu cầu khác về kết cấu giếng.

- Chiều sâu mực nước – đây cũng là một yếu tố làm tăng độ chênh áp từ mặt đất tới mực nước dưới đất, từ đó dẫn đến tăng khả năng hấp thụ nước của tầng chứa nước. Nếu đưa trực tiếp nước mưa từ mái nhà xuống giếng hấp thụ qua hệ thống lọc treo, độ chênh áp tăng cao, có thể chỉ cần những giếng bán công nghiệp là đã có thể bổ sung một lượng lớn nước mưa cho nước dưới đất.

- Để thiết kế giếng thu gom đòi hỏi phải có tất cả những thông số như bề dày tầng chứa, hệ số thấm, chiều sâu mực nước, diện tích mái nhà, lượng mưa và cường độ mưa lớn nhất (Đây chính là hạn chế của đề tài - chưa tính được cường độ mưa do chưa đo được thời gian mưa).

THE PILOT MODEL OF CAPACITY OF SUPPLEMENT FOR GROUNDWATER BY RAINFALL RESOURCE IN DORMITORY AREA OF VNU-HCM

Nguyen Viet Ky⁽¹⁾, Nguyen Dinh Tu⁽²⁾
(1) University of Technology, VNU-HCM
(2) VNU-HCM

ABSTRACT: *This paper reveals the capacity of supplement for groundwater by rainfall resource based on the monitoring and analyzing result of rainfall, evaporate, groundwater table of central-collecting well and monitoring wells as well as the geophysical test result in dormitory area of VNU-HCM from November 2007 to February 2009.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. American Society of civil engineers. Standard Guidelines for Artificial Recharge of Ground water ASCE, EWRI/ASCE 34-01, (2001).
- [2]. Anderson M.P., W.W. Woessner. Applied ground water modeling, Academic Press Inc., New York, (1992).
- [3]. Đoàn Văn Cảnh, Nguyễn Thị Thanh Thủy. Thu gom nước mưa đưa vào lòng đất bổ sung nhân tạo NĐĐ và chống ngập thành phố. Nhà xuất bản KH&KT, (2008).
- [4]. Ngô Đức Chân. Luận văn thạc sỹ “Xây dựng mô hình dòng chảy NĐĐ để đánh giá trữ lượng tiềm năng và tính toán bổ sung nhân tạo tầng chứa nước Plioxen thượng khu vực thành phố Hồ Chí Minh”. Thư viện ĐHBK Tp. HCM, (2004).
- [5]. Đỗ Tiến Hùng, Bùi Trần Vượng. Đặc điểm ĐCTV và sự cần thiết bổ sung nhân tạo NĐĐ ở đồng bằng Nam Bộ. Tuyển tập báo cáo tại HTKH UNESCO - Việt Nam: “Tăng cường nguồn nước ngầm bằng giải pháp bổ sung nhân tạo NĐĐ ở Đông Nam Á”, Tp. HCM, 15-17/12/2004, NXB KH & KT, Hà Nội, trang 165-186, (2005).
- [6]. Nguyễn Việt Kỳ và nnk. Khai thác và bảo vệ tài nguyên nước dưới đất. Nhà xuất bản ĐHQG Tp. HCM, (2006).