

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA THAY ĐỔI SỬ DỤNG ĐẤT ĐẾN LƯỢNG MƯA BỔ CẬP CHO NƯỚC NGẦM TRÊN ĐỊA BÀN THỊ XÃ THUẬN AN

LƯƠNG VĂN VIỆT*

TÓM TẮT

Mục đích của bài báo này là nghiên cứu về ảnh hưởng sự thay đổi sử dụng đất đến lượng nước mưa bổ cập vào nguồn nước dưới đất trên địa bàn thị xã Thuận An. Kết quả nghiên cứu cho thấy có sự giảm đáng kể của lượng bổ cập nước mưa vào nguồn nước dưới đất. Từ năm 1989 đến năm 2014, tỉ lệ thấm trên tổng lượng mưa trên địa bàn thị xã Thuận An đã giảm 17,86%.

Từ khóa: đô thị hóa, thấm, nước ngầm, SCS.

ABSTRACT

The effect of landuse change on rainfall recharge to groundwater in Thuan An Town

The purpose of this paper is to study the effects of landuse change on rainfall recharge to the ground water resources in Thuan An town. The study results show a significant reduction of the amount of recharge rainwater into underground water sources. From 1989 to 2014, the proportion of total rainfall infiltration on Thuan An town dropped by 17,86%.

Keywords: urbanization, infiltration, groundwater, SCS.

1. Đặt vấn đề

Thuận An là một trong những thị xã của tỉnh Bình Dương, thuộc khu vực kinh tế trọng điểm phía Nam có diện tích tự nhiên 8369 ha, chiếm 3,11% diện tích tự nhiên của tỉnh Bình Dương. Theo niên giám thống kê tỉnh Bình Dương [1], năm 2014 dân số thị xã là 453.389 người, mật độ dân số trung bình là 5417 người/km². Tỉ lệ tăng dân số của Thuận An giai đoạn 1999-2014 là 5,7%/năm, ở mức cao so với cả nước. Trong giai đoạn 2009-2013, tốc độ tăng trưởng GDP của tỉnh Thuận An là khá cao, bình quân 13,6%/năm. Tốc độ đô thị hóa và công nghiệp hóa cao của Thuận An đã làm tăng đáng kể diện tích mặt không thấm.

Theo báo cáo xác định vùng cấm, tạm cấm và hạn chế khai thác nước dưới đất tỉnh Bình Dương [2] thì trên địa bàn thị xã Thuận An có khoảng 21.576 giếng đang khai thác với tổng lưu lượng khoảng 70.437m³/ngày. Theo báo cáo hiện trạng môi trường tỉnh Bình Dương giai đoạn 2011-2015 [3], trên địa bàn thị xã Thuận An mực nước tại các tầng khai thác có tốc độ giảm trung bình 0,5m/năm do lượng khai thác vượt quá mức so với lượng nước bổ cập vào nguồn nước dưới đất. Điều này tiềm ẩn nhiều nguy cơ gây sụt lún nhanh và làm mất ổn định cho các công trình xây dựng.

* TS, Trường Đại học Công nghiệp TPHCM; Email: lgviet@yahoo.com

Ngoài ra, Thuận An có trên 20% diện tích đất có độ cao dưới 2m, sụt lún nhanh kết hợp với mực nước biển dâng là các nguy cơ tiềm tàng dẫn đến ngập lụt đô thị.

Việc đô thị hóa là nguyên nhân dẫn tới tỉ lệ diện tích bề mặt tự nhiên giảm xuống trong khi diện tích bề mặt không thấm tăng lên khiến cho lượng nước mưa bổ cập vào nguồn nước dưới đất giảm. Để phục vụ cho việc quản lý tài nguyên nước, cần tính toán các ảnh hưởng của sự thay đổi sử dụng đất do quá trình đô thị hóa đến sự bổ cập nước mưa vào nguồn nước dưới đất.

2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

- Số liệu sử dụng

Việc đánh giá ảnh hưởng của quá trình đô thị hóa đến khả năng bổ cập vào nguồn nước được thực hiện qua các mốc thời gian 1989, 1995, 2002, 2004 và 2014.

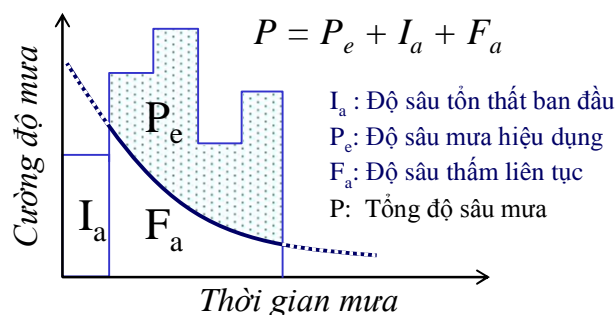
Số liệu phục vụ nghiên cứu bao gồm các lớp sử dụng đất được phân loại từ ảnh Landsat ở các mốc thời gian trên. Các số liệu này được lấy trong báo cáo [4] và đã được định dạng theo chuẩn của cơ quan bảo vệ thổ nhưỡng Hoa Kỳ.

Số liệu mưa được sử dụng để tính toán là số liệu mưa ngày từ năm 1989 đến năm 2014 của trạm đo mưa Thuận An.

- Phương pháp tính lượng mưa bổ cập

Việc đánh giá ảnh hưởng của quá trình đô thị hóa đến lượng mưa bổ cập (thấm) vào nguồn nước dưới đất được thực hiện trong giai đoạn 28 năm, từ năm 1989 đến năm 2014.

Phương pháp tính lượng mưa bổ cập được lựa chọn là mô hình đường cong thấm SCS. Phương pháp này được cơ quan bảo vệ thổ nhưỡng Hoa Kỳ phát triển và phù hợp với việc đánh giá các ảnh hưởng của thay đổi sử dụng đất do quá trình đô thị hóa đến lượng thấm. Lượng mưa hiệu dụng trong phương pháp này phụ thuộc vào lượng mưa tích lũy, độ che phủ đất, loại hình sử dụng đất, thổ nhưỡng và độ ẩm khi trước. Các yếu tố này được thể hiện qua số hiệu của đường cong thấm CN. Các biến số trong phương pháp SCS được thể hiện trên Hình 1.



Hình 1. Các biến số trong phương pháp SCS

Trong phương pháp này người ta giả thiết tỉ số giữa độ sâu thấm liên tục F_a và độ sâu mưa hiệu dụng P_e bằng độ sâu thấm tối đa S (khả năng giữa nước lớn nhất của loại đất) trên hiệu của tổng độ sâu mưa P trừ đi độ sâu tổn thất ban đầu I_a , hay:

$$\frac{F_a}{P_e} = \frac{S}{P - I_a}$$

Từ nguyên lí bảo toàn thì $P = P_e + I_a + F_a$ nên $P_e = P - F_a - I_a$, thay vào phương trình trên ta có:

$$F_a = \frac{S(P - I_a)}{P - I_a + S}$$

Đó là phương trình cơ bản của phương pháp SCS để tính độ sâu mưa hiệu dụng hay dòng chảy trực tiếp từ một trận mưa. Qua nghiên cứu các kết quả thực nghiệm trên nhiều lưu vực nhỏ, Cơ quan bảo vệ thổ nhưỡng Hoa Kỳ đã xây dựng được quan hệ thực nghiệm:

$$I_a = 0,2 * S \quad (1)$$

do đó

$$F_a = \frac{S(P - 0,2S)}{P + 0,8S} \quad (2)$$

Lập đồ thị quan hệ giữa P và P_e bằng các số liệu của nhiều lưu vực, người ta đã tìm ra được họ các đường cong. Để tiêu chuẩn hóa các đường cong này, người ta sử dụng số liệu của đường cong CN làm thông số. Đó là một số không thứ nguyên, lấy giá trị trong khoảng (0 - 100). Đối với bề mặt không thấm nước hoặc mặt nước, $CN = 100$; đối với bề mặt tự nhiên, $CN < 100$.

Khả năng giữ nước lớn nhất của lưu vực (S) và đặc tính của lưu vực có quan hệ với nhau thông qua một tham số là số hiệu đường cong CN:

$$S = 25,4 \frac{1000 - 10CN}{CN} \quad (3)$$

Độ ẩm đất trước trận mưa được gọi là độ ẩm thời kì trước. Độ ẩm này được phân chia thành 3 nhóm theo độ ẩm thời kì trước:

- + Điều kiện ít ẩm (khô), kí hiệu là AMC I;
- + Điều kiện ẩm bình thường, kí hiệu là AMC II;
- + Điều kiện ướt, kí hiệu là AMC III.

Tiêu chuẩn phân loại điều kiện này nêu trong Bảng 1.

Các số hiệu của đường cong CN đã được cơ quan bảo vệ thổ nhưỡng Hoa Kỳ lập thành bảng tính sẵn dựa trên phân loại đất và tình hình sử dụng đất. Đất được phân thành 4 nhóm theo định nghĩa sẵn như sau:

- + Nhóm A: cát tầng sâu, hoàng thổ sâu và phù sa kết tập;
- + Nhóm B: hoàng thổ nông, đất mùn pha cát;
- + Nhóm C: mùn pha sét, mùn pha cát tầng nông, đất có hàm lượng chất hữu cơ thấp và đất pha sét cao;

+ Nhóm D: đất nở ra rỗ rệt khi ướt, đất sét dẻo nặng và đất nhiễm mặn.

Bảng 2 là các giá trị của CN đối với tình hình sử dụng đất khác nhau theo các nhóm đất phân loại kể trên:

Bảng 1. Tiêu chuẩn phân loại các nhóm độ ẩm thời kì trước [5]

Nhóm AMC			I	II	III
Tổng lượng mưa 5 ngày trước	Mùa không hoạt động	(Inche)	<0,5	0,5 – 1,1	>1,1
		(mm)	<13	13 - 28	>28
	Mùa cây trồng phát triển	(Inche)	<1,4	1,4 - 2,1	>2,1
		(mm)	<36	36 - 53	>53

Bảng 2. Giá trị của CN ứng với điều kiện ẩm trung bình (nhóm ACM II) [5]

Mô tả sử dụng đất	Nhóm đất phân loại theo thủy văn			
	A	B	C	D
Đất trồng cây lâu năm	62	71	78	81
Bãi cỏ	30	58	71	78
Khu công nghiệp	81	88	91	93
Khu nhà ở	77	85	90	92
Mặt nước	100	100	100	100

Bảng 2 là bảng tra CN cho nhóm AMC II (CNII), đối với 2 nhóm còn lại, CN được tính theo CNII như sau:

$$CN_{(I)} = \frac{4,2CN_{(II)}}{10 - 0,0568CN_{(II)}} \quad (4)$$

$$CN_{(III)} = \frac{23CN_{(II)}}{10 + 0,13CN_{(II)}} \quad (5)$$

Trong nghiên cứu này, các giá trị CN_{II} được tính từ số liệu sử dụng đất và thổ nhưỡng của khu vực nghiên cứu dựa trên Bảng 2. Phần mềm được sử dụng trong xác định CN là HEC-GeoHMS, đây là phần mềm được Trung tâm Kỹ thuật Thủy văn (Hydrological Engineering Center - HEC) Hoa Kỳ xây dựng. HEC-GeoRAS là phần mềm chạy trên nền ArcGis, xử lý các lớp thông tin về địa hình, sử dụng đất và thổ nhưỡng nhằm cung cấp số liệu đầu vào cho tính toán thủy văn.

Sau khi có CN_{II} , dựa vào tổng lượng mưa 5 ngày trước để tính toán giá trị CN cho phù hợp với độ ẩm đất. Dựa vào giá trị CN thu được, giá trị của S được tính theo công thức (3), sau đó tính được lượng nước bổ cập bằng tổng lượng thấm ban đầu và lượng thấm liên tục theo công thức (1) và (2).

3. Kết quả và thảo luận

- Đánh giá sự thay đổi cơ cấu sử dụng đất từ năm 1989-2014

Dựa vào các kết quả phân loại các lớp thực phủ từ ảnh Landsat bằng phần mềm ENVI 4.5 trong báo cáo [4], bảng thống kê biến động các lớp thực phủ trong giai đoạn từ 1989-2014 được thể hiện trong Bảng 3.

Bảng 3. Bảng diện tích và phần trăm diện tích các lớp thực phủ

Loại lớp phủ	Diện tích (ha)		Diện tích biến động (ha)	Phần trăm biến động (%)
	Năm 1989	Năm 2014		
Mặt nước, sông, ao hồ	437,9	152,31	-285,59	-65,22%
Đất trồng cây lâu năm	2359,82	1850,36	-509,46	-21,59%
Bãi cỏ	2787,74	844,31	-1943,43	-69,71%
Đất đô thị	2137,8	4028,02	1890,22	88,42%
Đất công nghiệp	645,74	1494	848,26	131,36%

Dựa vào kết quả của Bảng 3 cho thấy có sự biến động rõ rệt của các loại sử dụng đất trong giai đoạn 1989-2014, đặc biệt là 3 lớp phủ: bãi cỏ - cây bụi, đất xây dựng đô thị và đất công nghiệp. Diện tích đất công nghiệp có mức tăng nhanh nhất với mức tăng 131,36%, tiếp theo đó là mức tăng diện tích đất đô thị với mức tăng 88,42%. Điều này làm cho diện tích các lớp thực phủ còn lại giảm đi đáng kể: Diện tích thực phủ là bãi cỏ giảm 69,71%, diện tích mặt nước giảm 65,22% và diện tích đất trồng cây lâu năm giảm 21,59%.

Như vậy quá trình đô thị hóa và công nghiệp hóa trong giai đoạn 1989-2014 đã làm thay đổi cảnh quan bề mặt đất, làm giảm nhanh chóng các lớp phủ tự nhiên. Một phần các lớp phủ có bề mặt thấm nước mở như bãi cỏ, đất trồng cây, nơi cho phép nước mưa chảy tràn bổ cập vào trong lòng đất sâu đã được thay thế bằng các lớp phủ nhân tạo, là các dạng bề mặt không thấm nước của các vật liệu xây dựng. Điều này dẫn đến khả năng bổ cập nước ngầm giảm và lượng nước mưa chảy tràn tăng, làm suy giảm mực nước ngầm và tăng nguy cơ ngập lụt khi có những cơn mưa có cường độ lớn.

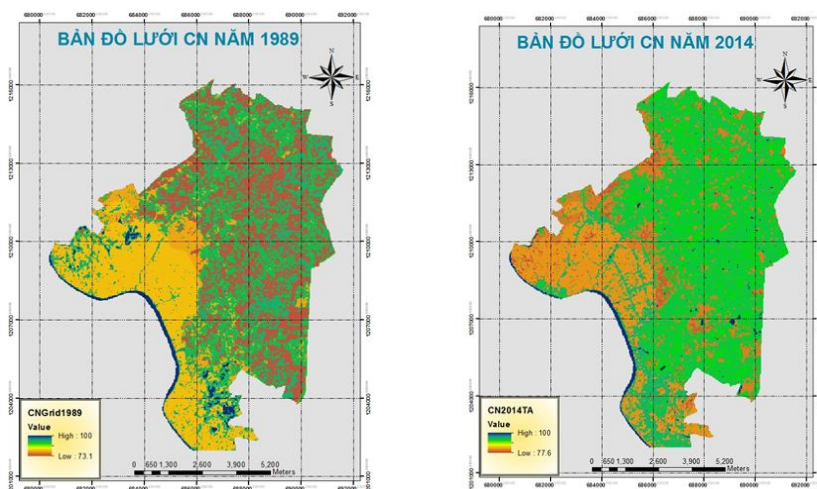
- Kết quả xác định CN cho các năm

Dựa trên số liệu sử dụng đất từ phân loại ảnh viễn thám và số liệu thổ nhưỡng, kết quả xác định giá trị của CN được minh họa trên các bản đồ của Hình 2. Từ các bản đồ này, giá trị trung bình của CN theo các đơn vị hành chính được thống kê và trình bày trong Bảng 4.

Bảng 4. Giá trị của CN tính trung bình theo các năm

Năm	1989	1995	2002	2004	2014
CN	76,3	80,4	82,7	84,1	86,3
Mức tăng CN trong giai đoạn	1989-2014	14,15%			
	2004-2014	2,61%			

Từ các kết quả thống kê trong Bảng 4 cho thấy, trong giai đoạn từ 1989 đến 2014 thì mức tăng của CN là khá cao. Tính trung bình cho toàn thị xã, mức tăng của CN trong toàn giai đoạn này là 14,15% hay tăng 0,42% một năm. Mức tăng của CN khá cao là kết quả của việc chuyển đổi mục đích sử dụng đất cho phát triển đô thị và các khu công nghiệp.



Hình 2. Lưới CN theo các năm 1989 và 2014

Bảng 4. Giá trị của CN tính trung bình theo các năm

Năm		1989	1995	2002	2004	2014
CN		76,3	80,4	82,7	84,1	86,3
Mức tăng CN trong giai đoạn	1989-2014	14,15%				
	2004-2014	2,61%				

Mức tăng CN trong 10 năm gần đây (2004-2014) là 2,61%, hay mức tăng trung bình năm là 0,26% một năm. Như vậy so với toàn giai đoạn, mức tăng CN trong những năm gần đây có mức độ chậm hơn, tuy nhiên điều này không đồng nghĩa với việc mức giảm lượng thảm trong giai đoạn này là thấp hơn.

- Kết quả nội suy CN cho các năm không có số liệu

Dựa trên số liệu CN cho các năm 1989, 1995, 2002, 2004, 2014 và 2020, giá trị CN cho các năm còn lại được nội suy theo hàm logarithm như sau:

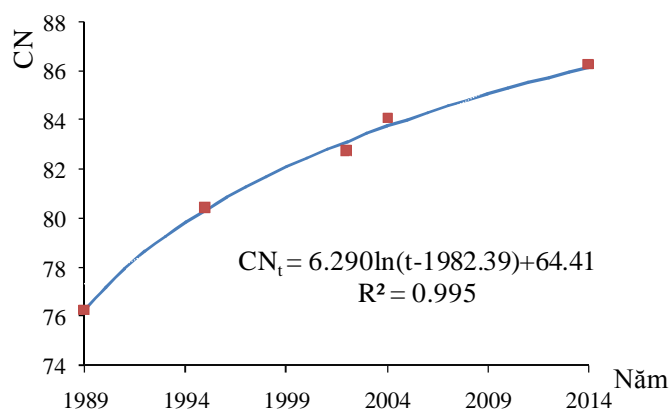
$$CN_t = a \ln(t + b) + c$$

Trong đó, CN_t là giá trị CN của năm t ; a , b , c là các tham số. Việc xác định các hệ số của phương trình này được dựa trên việc kết hợp giữa phương pháp bình phương tối thiểu và phương pháp lặp. Kết quả xác định các hệ số của phương trình này được thể hiện trên Hình 3 và phương trình thu được có dạng như sau:

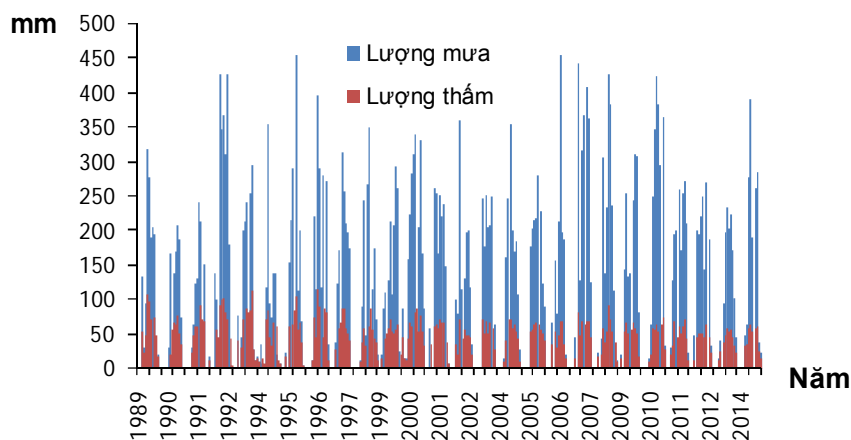
$$CN_t = 6,290\ln(t - 1982,39) + 64,41 \quad (6)$$

Đây là phương trình logarithm cải tiến với 3 tham số nên cho độ chính xác cao, hệ số xác định của phương trình này là $R^2 = 0,995$.

Dựa trên công thức (6), giá trị CN_t được xác định cho từng năm trong giai đoạn 1989-2014. Các giá trị CN này sẽ được sử dụng trong tính toán lượng nước mưa bổ cập cho nước ngầm như đã nêu trên.



Hình 3. Đường cong CN qua các năm



Hình 4. Lượng mưa thực đo và lượng thấm tính toán cho từng tháng

- Kết quả xác định lượng mưa bổ cập

Từ các giá trị CN_t thu được cho từng năm và số liệu mưa trong giai đoạn 1989-2014 của trạm Thuận An, lượng nước mưa bổ cập cho nước ngầm được tính toán với bước thời gian một ngày. Từ lượng mưa thực đo và lượng thấm ngày, kết quả thống kê cho từng tháng được trình bày trên Hình 4 và kết quả thống kê cho các năm được trình bày trên Bảng 5.

Theo kết quả trong Bảng 5, lượng nước mưa bổ cập cho nước ngầm trung bình giai đoạn 1989-2014 là 502,0mm/năm, trong giai đoạn 2002-2014 là 425,3mm/năm. Như vậy, lượng thấm trong giai đoạn 2002-2014 đã giảm trung bình 76,68mm/năm so với giai đoạn 1989-2014. Mức giảm này là không nhiều so với mức độ tăng diện tích mặt không thấm. Lượng mưa trung bình giai đoạn 1989-2001 thấp hơn so với giai đoạn 2002-2014 là 130mm với nguyên nhân là do các biến động trong khí hậu, điều này đã làm cho lượng thấm giảm không rõ rệt.

Trong Bảng 5, tỉ lệ thấm được tính bằng phần trăm giữa lượng thấm trên lượng mưa. Bảng này cho thấy tỉ lệ thấm trung bình trong giai đoạn 1989-2014 là 34,63%, trong giai đoạn 2002-2014 là 26,52%. Như vậy, so với giai đoạn trước, tỉ lệ thấm trong giai đoạn 2002-2014 đã giảm 8,1%, hay trung bình mỗi năm đã giảm khoảng 0,6% do sự gia tăng bề mặt không thấm.

Bảng 5. Lượng mưa và lượng thấm tính toán theo các năm

Năm	Lượng mưa (mm)	Lượng thấm (mm)	Tỉ lệ thấm (%)	Năm	Lượng mưa (mm)	Lượng thấm (mm)	Tỉ lệ thấm (%)
1989	1464,9	541,1	36,94	2002	1337,2	394,1	29,47
1990	974,8	376,2	38,59	2003	1401,4	401,9	28,68
1991	958,3	427,6	44,63	2004	1467,8	423,1	28,82
1992	653,8	318,1	48,65	2005	1533,5	457,6	29,84
1993	1370,0	549,9	40,14	2006	1373,2	360,8	26,28
1994	1020,1	434,2	42,56	2007	2190,9	468,7	21,39
1995	1528,6	503,7	32,95	2008	1911,0	457,7	23,95
1996	1744,3	569,6	32,65	2009	1634,0	439,7	26,91
1997	1483,0	480,8	32,42	2010	2173,1	435,8	20,06
1998	1374,3	429,3	31,24	2011	1742,3	475,9	27,31
1999	1471,6	498,5	33,88	2012	1549,2	398,2	25,70
2000	2219,7	632,6	28,50	2013	1329,0	401,1	30,18
2001	1606,2	467,9	29,13	2014	1579,2	414,0	26,21
Trung bình	1502,4	502,0	34,63	Trung bình	1632,4	425,3	26,52

- Xu thế giảm tỉ lệ thấm

Để thấy rõ hơn mức giảm của tỉ lệ thấm, phương trình xu thế tỉ lệ thấm được xây dựng dựa trên số liệu Bảng 5 và được trình bày trên Hình 5. Phương trình này có dạng:

$$TLT_t = 2,93.10^{21} e^{-0,023t} \quad (7)$$

Trong đó, TLT_t là tỉ lệ thấm của năm t.

Từ phương trình này cho ta mức giảm tỉ lệ thấm (ΔTLT) trong giai đoạn 1989-2014 là:

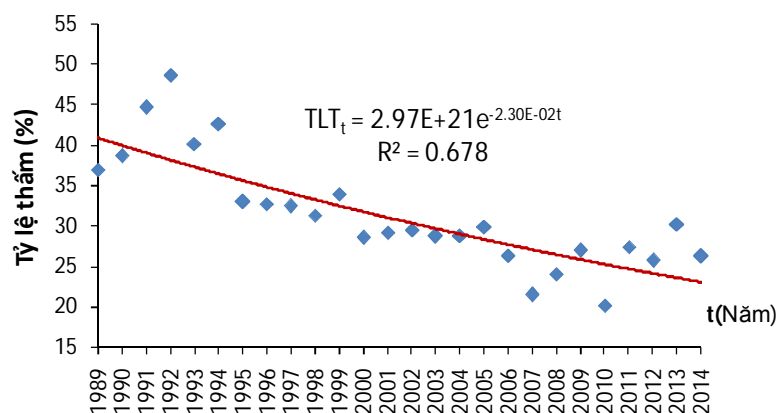
$$\Delta TLT = 2,93.10^{21} (e^{-0,023*1989} - e^{-0,023*2014}) = 17,86\%$$

Cũng từ phương trình (7) và với giả thiết phương trình này còn đúng cho tới năm 2020 và 2030 ta sẽ có tỉ lệ thấm cho các năm này có giá trị như trong Bảng 6.

Bảng 6. Dự báo về tỉ lệ thấm

Năm	2020	2030
Tỉ lệ thấm (%)	20,04	15,92

Như vậy, so với tỉ lệ thấm trung bình trong giai đoạn 1989-2001 là 36,33% thì tỉ lệ thấm theo dự báo tới năm 2020 chỉ còn 20,04% giảm 16,29% và tới năm 2030 là 15,92% giảm 20,41%. Đây là các giá trị đáng báo động cho suy giảm mực nước ngầm nếu không có các biện pháp hạn chế khai thác nước ngầm.



Hình 5. Lượng mưa thực đo và lượng thấm tính toán

4. Kết luận

Sự phát triển nhanh các khu đô thị và các khu công nghiệp trên địa bàn thị xã Thuận An đã làm thay đổi đáng kể sử dụng đất. Trong giai đoạn từ 1989-2014, diện tích đất công nghiệp đã tăng 131,36%, diện tích đất đô thị tăng 88,42%, điều này đã làm giảm đáng kể lượng nước bổ cập vào nguồn nước dưới đất từ nước mưa. So với giai đoạn 1989-2001, tỉ lệ thấm trong giai đoạn 2002-2014 đã giảm 8,1%, hay trung bình mỗi năm đã giảm khoảng 0,6% do sự gia tăng bề mặt không thấm. So với tỉ lệ thấm trung bình trong giai đoạn 1989-2001 là 34,63% thì tỉ lệ thấm theo dự báo tới năm 2020 chỉ còn 20,04% và tới năm 2030 là 15,92%.

Để đảm bảo không suy giảm nguồn nước dưới đất cần tính toán chi tiết cân bằng nước, có quy hoạch và quản lý chặt chẽ việc khai thác nước dưới đất. Đối với quy hoạch đô thị, cần đảm bảo cân đối diện tích mặt nước cây xanh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Cục Thống kê Bình Dương (2014), *Niên giám thống kê tỉnh Bình Dương*, Nxb Thanh niên.
2. Liên hiệp Khoa học-Sản xuất Địa chất-Môi trường Miền Nam (2009), *Xác định vùng cấm, tạm cấm và hạn chế khai thác nước dưới đất tỉnh Bình Dương*, Sở Tài nguyên Môi trường Bình Dương.
3. Ủy ban nhân dân tỉnh Bình Dương (2015), *Hiện trạng môi trường tỉnh Bình Dương giai đoạn 2011-2015*, Sở Tài nguyên Môi trường Bình Dương.
4. Viện Quy hoạch Xây dựng Miền Nam (2015), *Quy hoạch cao độ nền và thoát nước mặt đô thị Bình Dương đến năm 2030 tầm nhìn đến năm 2050*, Đồ án quy hoạch đô thị - Sở Xây dựng Bình Dương.
5. Chow, Ven Te, David, R. Maidment, & Larry, W, Mays (1998), *Applied Hydrology*, McGraw-Hill.

(Ngày Tòa soạn nhận được bài: 14-4-2016; ngày phản biện đánh giá: 12-5-2016;
ngày chấp nhận đăng: 13-6-2016)