



NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP CẤP NƯỚC TƯỚI CÂY TRONG TÒA THÁP VĂN PHÒNG VIETINBANK

Phạm Minh Chính¹

Tóm tắt: Bài báo tính toán và phân tích hiệu quả tiết kiệm nước và tiết kiệm năng lượng khi sử dụng nước ngưng tụ của hệ thống điều hòa để cấp nước tưới cho hệ thống cây xanh trong tòa tháp văn phòng VietinBank.

Từ khóa: Tiết kiệm nước; tiết kiệm năng lượng; hệ thống điều hòa; tưới cây.

Summary: The article focused on calculating and analysing the water conservation and energy saving via using condensation water from airconditioning system for plant watering in Vietin Bank office building.

Key words: Water conservation; energy saving; airconditioning system; plant watering.

Nhận ngày 10/7/2014, chỉnh sửa ngày 2/8/2014, chấp nhận đăng 10/9/2014



1. Giới thiệu

Xu hướng thiết kế đưa cây xanh vào trong công trình ngày càng nhiều. Diện tích cây xanh này cần một lượng nước tưới từ 4 - 7 lít/m².ngày, tùy theo loại cây, kỹ thuật trồng, kỹ thuật tưới và điều kiện nhiệt độ, độ ẩm không khí [4]. Để cung cấp cơ sở khoa học và các thông tin hữu ích cho công tác tính toán, phân tích, đánh giá, lựa chọn giải pháp cấp nước tưới cây tiết kiệm, có hiệu quả, bài báo sẽ trình bày cơ sở và kết quả tính toán, phân tích hiệu quả tiết kiệm nước và năng lượng khi sử dụng giải pháp tưới cây sử dụng nước ngưng tụ từ hệ thống điều hòa không khí cho một công trình cụ thể là Tòa tháp văn phòng VietinBank.

Tòa tháp văn phòng VietinBank được thiết kế làm trụ sở chính của ngân hàng TMCP Công thương Việt Nam, nằm trong dự án tổ hợp văn phòng - trung tâm thương mại - khách sạn, được xây dựng tại khu đất TM01, Khu đô thị Ciputra, quận Tây Hồ, Hà Nội. Tòa tháp văn phòng cao 68 tầng với tổng diện tích sàn xây dựng khoảng 135.000 m², được thiết kế để nhận được chứng chỉ LEED - Vàng và LOTUS - Bạc. Trong công trình, hệ thống cây xanh được thiết kế - trồng tại ban công thông tầng các tầng 5, 9, 13, 17, 21, 27, 30, 34, 38, 42, 48, 51, 55, 59, 62, 66, 67, 68 và tại các vườn trời tầng 25, 46 với tổng diện tích 1.827 m².

Tổng lượng nước tưới cho diện tích cây xanh này theo thiết kế ban đầu là khoảng 3000 m³/năm, được lấy từ hệ thống cấp nước thành phố. Trong khi đó, nếu áp dụng giải pháp thu hồi nước ngưng tụ từ hệ thống điều hòa không khí để tưới cây thì lượng nước lấy từ hệ thống cấp nước thành phố là 0 m³/năm.



Hình 1. Phối cảnh dự án VietinBank [1]

¹ThS, Khoa Kỹ thuật Môi trường. Trường Đại học Xây dựng. E-mail: chinhnkt16@gmail.com

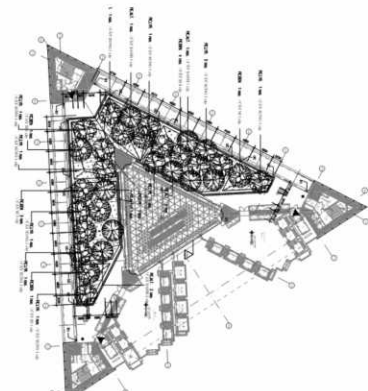
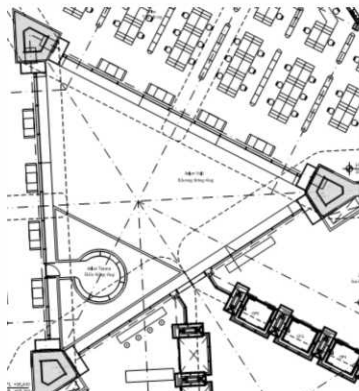


2. Nghiên cứu cơ sở dữ liệu công trình

Dữ liệu từ hồ sơ thiết kế kỹ thuật của Foster & Partners Ltd và Công ty Cổ phần tư vấn, đầu tư xây dựng và ứng dụng công nghệ mới (Vinaconex R&D) như sau: Diện tích cây xanh ban công khu vực thông tầng các tầng 5, 9, 13, 17, 21, 27, 30, 34, 38, 42, 48, 51, 55, 59, 62, 66, 67, 68 theo Bảng 1. Diện tích cây xanh khu vực vườn trời các tầng 25, 46: $595 \text{ (m}^2\text{/tầng)} \times 2 \text{ tầng} = 1190 \text{ m}^2$. Lượng nước tưới cho hệ thống cây xanh trong công trình theo Bảng 2. Công suất lạnh hệ thống điều hòa không khí khối văn phòng (không kể trung tâm dữ liệu) theo Bảng 3.

Bảng 1. Diện tích cây xanh trên ban công [1, 2]

Tầng	5,17,21,34	9,13,27,30,38,42,48,51,55,59,62,66,67	68	Tổng cộng
Diện tích (m ²)	$34,4 \times 4 = 138$	$36 \times 13 = 469$	30	637



Hình 2. Giải pháp cây xanh các ban công thông tầng [1]

Hình 3. Giải pháp cây xanh khu vườn trời [1]

Bảng 2. Nhu cầu nước tưới cây khối văn phòng [1, 2]

TT	Hạng mục	Diện tích (m ²)	Tiêu chuẩn tưới nước (lít/m ² .ngày)	Tiêu thụ nước (lít/ngày)
1	Vườn ban công	637	5	3185
2	Vườn trời	1190	5	5950
	Tổng cộng	1827	5	9135

Bảng 3. Công suất lạnh hệ thống điều hòa không khí khối văn phòng [1, 2]

TT	Hạng mục	AHU (kW)	FCU (kW)	Tổng (kW)
1	Tầng 1 (sảnh)	450 - 900	-	450 - 900
2	Tầng 2,3,4 (thông tầng)	50x3	-	50x3
3	Tầng 5,6 (trung tâm dữ liệu)	-	-	-
4	Tầng 7,8,...23 (văn phòng)	95x17	125x17	220x17
5	Tầng 24 (nhà hàng)	120	150	270
6	Tầng 25 (café, vườn trời)	55	70	125
7	Tầng 26 (thông tầng)	-	-	-
8	Tầng 27 (gian máy)	-	-	-
9	Tầng 28,29,...44 (văn phòng)	95x17	117x17	212x17
10	Tầng 45 (nhà hàng)	110	150	260
11	Tầng 46 (café, vườn trời)	55	70	125
12	Tầng 47 (thông tầng)	-	-	-
13	Tầng 48 (gian máy)	-	-	-
14	Tầng 49,50,...60 (văn phòng)	85x12	95x12	180x12
15	Tầng 61 (gian máy)	-	-	-
16	Tầng 62,63,64,65 (văn phòng)	85x4	95x4	180x4
17	Tầng 66 (nhà hàng)	290	-	290
18	Tầng 67 (triển lãm)	280	-	280
19	Tầng 68 (phòng thờ phật)	90	85	175
	Tổng	6500	6000	12500

Ghi chú: hệ thống AHU (Air Handling Unit): hệ thống thiết bị xử lý không khí trung tâm - được bố trí tại các khu vực: tầng hầm 1, tầng kĩ thuật 27, tầng kĩ thuật 48, tầng kĩ thuật 61; FCU (Fan Coil Unit): cụm giàn quạt trao đổi nhiệt được bố trí trong các không gian điều hòa không khí các tầng. AHU tầng 1 và khu vực thông tầng ngoài chức năng điều hòa không khí còn có chức năng chống mất áp khu vực thông tầng.



3. Kết quả phân tích, tính toán

3.1 Tính toán tiêu thụ năng lượng hệ thống bơm cấp nước tưới cây

Tính toán năng lượng tiêu thụ cho hệ thống bơm cấp nước tưới cây theo công thức:

$$N = q \cdot H / \eta / 3600 \quad (1)$$

trong đó q (lít/ngày) là lượng nước tiêu thụ trong ngày; H (mH₂O) là cột áp bơm cấp nước tưới cây; η (%) là hiệu suất hệ thống bơm cấp nước tưới cây (50% - 60%); N (kWh/ ngày) là tiêu thụ điện hệ thống bơm cấp nước tưới cây mỗi ngày và 3600 là hệ số quy đổi từ kJ sang kWh.

Theo Bảng 2 và công thức (1) tính được tiêu thụ năng lượng để vận hành hệ thống bơm nước cho tưới cây là:

$$4,5 \text{ (kWh/ngày)} + 8,3 \text{ kWh/ ngày} = 12,8 \text{ kWh/ ngày}$$

trong đó năng lượng để cấp nước tưới cho cây xanh các ban công khu vực thông tầng, Bảng 4 (bể chứa nước tưới cây đặt tại các tầng kĩ thuật).

Bảng 4. Năng lượng để cấp nước tưới cho cây xanh các ban công khu vực thông tầng

Tầng cây xanh	Cột áp bơm nước mH ₂ O	Lượng nước tiêu thụ (lít/ngày)	Tiêu thụ điện (kWh/ngày)
5,9,13,17,21,27	150	1060	0,9
30,34,38,42,48	250	895	1,2
51,55,59,62,66,67,68	350	1230	2,4
Tổng		3185	4,5

Năng lượng để cấp nước tưới cho cây xanh khu vực vườn trời (bể chứa nước tưới cây được đặt tại tầng 48 cao 227 m, cột áp bơm cấp 250mH₂O) là:

$$5950 \text{ lít/ngày} \times 250 \text{ mH}_2\text{O} / 50\% / 3600 = 8,3 \text{ kWh/ ngày}$$

3.2 Tính toán lượng nước ngưng tụ từ hệ thống điều hòa không khí

Tính toán lượng nước ngưng tụ từ AHU, FCU trong hệ thống điều hòa không khí tòa nhà (tính gần đúng) là:

$$G_n = 3600 \cdot Q_a / 2450 \quad (2)$$

trong đó Q_a (MWh) là tiêu thụ nhiệt ẩm, tách nước; G_n (m³) là lượng nước ngưng tụ lại ở giàn lạnh; 2450 (kJ/kg) là nhiệt ẩm của lượng hơi nước trong không khí và 3600 là hệ số quy đổi từ kJ sang kWh.

Để tính toán tiêu thụ nhiệt ẩn thực tế (Q_a) của hệ thống điều hòa không khí, cần phải dựa vào điều kiện hoạt động của công trình và số liệu khí hậu khu vực.

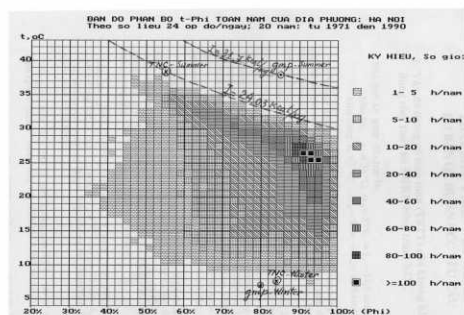
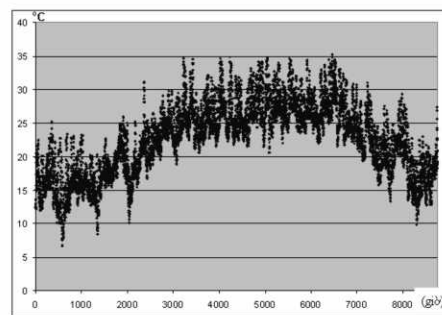
Đặc điểm hoạt động của công trình lấy theo hồ sơ thiết kế kỹ thuật của Foster & Partners Ltd và Công ty Cổ phần tư vấn, đầu tư xây dựng và ứng dụng công nghệ mới (Vinaconex R&D) (không kể 2 tầng trung tâm dữ liệu, 3 tầng gian máy, 2 tầng thông tầng vườn trời), gồm có 1 tầng sảnh, 3 tầng sảnh thông tầng, 50 tầng văn phòng, 3 tầng nhà hàng, 2 tầng café vườn trời, 1 tầng triển lãm, 1 tầng thờ phật sử dụng chung hệ thống điều hòa không khí trung tâm làm lạnh nước, giải nhiệt nước. Chức năng chính của tòa nhà để làm văn phòng cao cấp phục vụ cho khoảng 5500 nhân viên văn phòng thường xuyên có mặt ở trong tòa nhà, trung bình 10 giờ mỗi ngày, 5,5 ngày mỗi tuần, 51 tuần mỗi năm. Không khí ngoài trời (12 lít/giây.người) được xử lý thông qua hệ thống AHU để đảm bảo các thông số nhiệt ẩm vào mùa hè (nhiệt độ 14°C +/- 2.0°C, độ ẩm 90% +/- 5%), vào mùa đông (nhiệt độ 25°C +/- 2.0°C) sau đó cấp vào các không gian điều hòa - kết hợp hệ thống FCU nhằm duy trì thông số nhiệt ẩm trong công trình vào mùa hè (nhiệt độ 23°C +/- 1.0°C, độ ẩm 55% +/- 10%), vào mùa đông (nhiệt độ 21°C +/- 1.0°C, độ ẩm 55% +/- 10%). Chi tiết thông tin được tổng hợp theo Bảng 5.

Bảng 5. Tiêu chí thiết kế hệ thống điều hòa không khí khối văn phòng [1, 2]

TT	Hạng mục	Đơn vị	Giá trị (mùa hè/mùa đông)
1	Nhiệt độ không khí bên ngoài nhà tính toán	°C	36,5 / 10,0
2	Nhiệt độ không khí bên trong nhà tính toán	°C	23 / 21
3	Độ ẩm không khí bên ngoài nhà tính toán	%	53 / 100
4	Độ ẩm không khí bên trong nhà tính toán	%	55
5	Mật độ người	m ² /người	12
6	Nhiệt hiện do người	W/người	80
7	Nhiệt ẩn do người	W/người	70
8	Mật độ phụ tải chiếu sáng	W/m ²	12
9	Mật độ phụ tải thiết bị	W/m ²	25
10	Lượng không khí ngoài nhà cung cấp vào	lít/s.người	12
11	Hệ số truyền nhiệt qua kính	W/m ² K	1,4
12	Hệ số hấp thụ nhiệt của kính	-	0,27
13	Hệ số truyền nhiệt tường ngoài	W/m ² K	0,60
14	Chỉ số truyền nhiệt tổng qua tường	W/m ²	25,4
15	Số người có mặt thường xuyên	Người	5500
16	Khách vắng lai lớn nhất	Người	2500
17	Số giờ hoạt động trong ngày	Giờ/ngày	10
18	Số ngày hoạt động mỗi tuần	Ngày/tuần	5,5
19	Số tuần hoạt động trong năm	Tuần/năm	51
20	Tổng số giờ làm mát	Giờ/năm	2100
21	Số giờ làm mát kết hợp khử ẩm	Giờ/năm	1900
22	Số giờ sưởi ấm	Giờ/năm	750

Số liệu khí hậu xây dựng tại khu vực Hà Nội lấy theo kết quả xử lý số liệu khí tượng về nhiệt độ, độ ẩm và bức xạ mặt trời theo tần suất xuất hiện [3] (Hình 4). Và số liệu phân bố nhiệt độ ngoài trời của Hà Nội theo thời gian (Hình 5).

Sử dụng phần mềm tính nhiệt TRACE700/TRANE với các cơ sở dữ liệu đầu vào cho chương trình lấy từ Bảng 5 và thư viện số liệu khí hậu Hà Nội, tính ra được tiêu thụ nhiệt lạnh của hệ thống điều hòa không khí, kết hợp sử dụng công thức (2) tính được lượng nước ngưng tụ như Bảng 6. Kết quả tính toán trong Bảng 6 cho thấy lượng nước ngưng tụ trung bình (khoảng 50m³/ngày) lớn gấp 5 lần nhu cầu tiêu thụ nước tưới cây (khoảng 10m³/ngày).

**Hình 4.** Phân bố nhiệt độ - độ ẩm của Hà Nội [3]**Hình 5.** Phân bố nhiệt độ ngoài trời của Hà Nội theo thời gian [2]**Bảng 6.** Tiêu thụ nhiệt lạnh và lượng nước ngưng tụ từ hệ thống điều hòa không khí khối văn phòng

TT	Hạng mục	AHU		FCU		Tổng	
		Nhiệt hiện	Nhiệt ẩn	Nhiệt hiện	Nhiệt ẩn	Nhiệt hiện	Nhiệt ẩn
1	Công suất lạnh thiết kế (kW)	2800	3700	4800	1200	7600	4900
2	Hệ số đầy tải trung bình	54%	68%	83%	83%	72%	71%
3	Tiêu thụ lạnh trung bình (MWh/ngày)	15	25	40	10	65	35
4	Tiêu thụ lạnh trung bình (MWh/năm)	3150	5250	8400	2100	11550	7350
5	Lượng nước ngưng tụ trung bình (m ³ /ngày)	0	36,7	0	14,7	0	51,4
6	Lượng nước ngưng tụ trung bình (m ³ /năm)	0	7714	0	3086	0	10800

3.3 Giải pháp sử dụng nước ngưng tụ cho hệ thống tưới cây

Để áp dụng giải pháp tưới cây sử dụng nước ngưng tụ từ hệ thống điều hòa không khí, các bể chứa nước ngưng tụ trung gian đặt tại các tầng được đề xuất sử dụng. Các bể chứa trung gian này vừa làm nhiệm vụ chứa nước ngưng tụ, vừa xử lý nước, bổ sung các chất dinh dưỡng cho hệ thống nước tưới cây. Nhằm tận dụng thế năng của lượng nước ngưng tụ tại các tầng, giảm tiêu thụ điện cho hệ thống bơm cấp nước tưới cây, các bể chứa nước trung gian được đề xuất cho năm khu vực của tòa nhà. Kết quả thu hồi nước ngưng tụ tương ứng cho nhu cầu tưới cây trong từng khu vực của tòa nhà tính theo công thức (2) được trình bày ở Bảng 7.

Bảng 7. Kết quả thu hồi nước ngưng tụ cho nhu cầu tưới cây theo từng khu vực

TT	Các tầng	Nhu cầu dùng nước tưới cây (lít/ngày)	Lượng nước ngưng tụ thu hồi (lít/ngày)
1	5 đến 21	900	7000
2	25 đến 27	3140	9000
3	30 đến 42	720	7000
4	45 đến 48	3140	9000
5	51 đến 68	1235	12000
Tổng cộng		9135	44000

Từ kết quả ở Bảng 7 có thể thấy:

- Giải pháp thu hồi nước ngưng tụ tại các tầng có thể đáp ứng đủ nhu cầu tiêu thụ nước tưới cây cho từng khu vực của tòa nhà và giảm tiêu thụ điện cho hệ thống bơm cấp nước tưới cây;
- Trong những ngày nắng nóng, lượng nước ngưng tụ từ hệ thống điều hòa không khí chạy ở chế độ làm mát rất lớn, có thể đáp ứng vượt mức nhu cầu nước tưới cây khoảng 4 lần;
- Đối với những ngày nhiệt độ ngoài trời thấp, công trình được làm mát kết hợp khử ẩm, hệ thống AHU được thiết kế chạy ở chế độ khử ẩm đồng thời nhu cầu nước tưới cây cũng giảm xuống, lượng nước ngưng tụ từ hệ thống điều hòa không khí vẫn có thể đáp ứng nhu cầu nước tưới cho hệ thống cây xanh trong công trình trong khoảng thời gian này;

Tuy nhiên, do hệ thống điều hòa chỉ chạy khoảng 2100 giờ làm mát, khoảng 1900 giờ làm mát kết hợp khử ẩm, tổng cộng chỉ có khoảng 265 ngày lượng nước ngưng tụ liên tục được tạo ra từ hệ thống điều hòa không khí, còn lại khoảng 100 ngày (750 giờ) hệ thống điều hòa không khí chạy ở chế độ sưởi ấm, không có lượng nước ngưng tụ. Hệ thống bể chứa nước trung gian cần phải được tính toán thiết kế đảm bảo dự trữ đủ lượng nước ngưng tụ để tưới cây cho khoảng thời gian này nếu không thiết kế sử dụng các nguồn nước khác cho hệ thống tưới cây.

Theo phân tích số liệu khí hậu Hà Nội và dữ liệu công trình, thời gian hệ thống điều hòa không khí chạy ở chế độ sưởi ấm không phải liên tục trong 100 ngày mà chạy xen kẽ với các ngày hoạt động ở chế độ khử ẩm, do đó dung tích bể chứa nước trung gian chỉ cần tính toán cho khoảng 30 ngày liên tục là có thể đáp ứng nhu cầu nước tưới cây, Bảng 8.

Bảng 8. Kết quả tính toán dung tích bể nước ngưng tụ cho nhu cầu tưới cây

TT	Các tầng	Nhu cầu dùng nước tưới cây (lít/ngày)	Số ngày cần tích trữ nước (ngày)	Dung tích bể nước ngưng tụ (m ³)
1	5 đến 21	900	30	27
2	25 đến 27	3140	30	94
3	30 đến 42	720	30	22
4	45 đến 48	3140	30	94
5	51 đến 68	1235	30	37
Tổng cộng		9135		274

Từ dung tích bể chứa trung gian trong Bảng 8 có thể bố trí hệ thống các bể nước ngưng tụ trung gian này tại các khu vực: tầng hầm 1, tầng kỹ thuật 27, tầng kỹ thuật 48, tầng kỹ thuật 61. Việc bố trí vị trí các bể với các phương án khác nhau cần phối hợp chặt chẽ với kiến trúc và kết cấu vì chúng có thể làm thay đổi hiệu quả kinh tế của toàn công trình và khả năng tiết kiệm nước cũng như tiết kiệm năng lượng của giải pháp.

3.4 Hiệu quả tiết kiệm nước và năng lượng của giải pháp hàng năm

Nếu giải pháp sử dụng nước ngưng tụ cho hệ thống tưới cây được thiết kế để đáp ứng 100% nhu cầu sử dụng nước và bể chứa nước trung gian được đặt tại các vị trí thích hợp thì: Lượng nước tưới cây tiết kiệm trong một năm có thể lên tới: $9,13 \text{ m}^3/\text{ngày} \times 365 \text{ ngày/năm} = 3334 \text{ m}^3/\text{năm}$; và năng lượng điện tiết kiệm cho hệ thống bơm cấp nước tưới cây có thể lên tới: $12,8 \text{ kWh/ ngày} \times 365 \text{ ngày/năm} = 4672 \text{ kWh/năm}$.



4. Kết luận

Giải pháp thu hồi nước ngưng tụ từ hệ thống điều hòa không khí để cấp nước tưới cho hệ thống cây xanh trong công trình này là hoàn toàn khả thi và mang lại hiệu quả cao, giảm chi phí đầu tư hệ thống bể chứa nước (so với giải pháp thu hồi nước mưa), giảm chi phí đầu tư hệ thống bơm cấp nước và hệ thống điện điều khiển đi kèm (so với giải pháp sử dụng nước cấp của thành phố).

Giải pháp tưới cây trong công trình này nếu thu hồi và sử dụng nước ngưng tụ từ hệ thống điều hòa không khí cũng sẽ mang lại hiệu quả tiết kiệm nước khoảng $3334 \text{ m}^3/\text{năm}$ và tiết kiệm năng lượng tới 4672 kWh/năm .

Giải pháp này nên được khuyến khích nghiên cứu áp dụng đối với các công trình cao tầng có thiết kế, trồng cây xanh trong công trình để tiết kiệm nước và tiết kiệm điện.

Tài liệu tham khảo

1. Foster & Partners Ltd, Công ty Cổ phần tư vấn, đầu tư xây dựng và ứng dụng công nghệ mới (Vinaconex R&D) (2012), *Hồ sơ thiết kế kỹ thuật dự án đầu tư xây dựng tòa nhà trụ sở chính ngân hàng TMCP Công thương Việt Nam*, Hồ sơ thiết kế, Hà Nội.
2. ThS. Phạm Minh Chính và cộng sự (2014), *Tính toán dữ liệu cơ bản tòa tháp văn phòng VietinBank phục vụ công tác xin chứng nhận thiết kế Công trình Xanh theo hệ thống LEED (Mỹ) và LOTUS (Việt Nam)*, Hồ sơ thiết kế, Hà Nội.
3. GS.TS. Trần Ngọc Chấn và cộng sự (2004), *Xử lý số liệu khí tượng về nhiệt độ, độ ẩm và bức xạ mặt trời theo tần suất xuất hiện để bổ sung vào Tiêu chuẩn số liệu khí hậu xây dựng phục vụ cho thiết kế và quản lý xây dựng*, Báo cáo đề tài NCKH cấp Liên hiệp các Hội KH&KT Việt Nam, Hà Nội.
4. Rainbird Corporation (2000), *Landscape Irrigation Design Manual*.