

ĐÁNH GIÁ VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP CẤP NƯỚC TIẾT KIỆM VÀ THÂN THIỆN VỚI MÔI TRƯỜNG CHO NHÀ CAO TẦNG, HƯỚNG TỚI PHÁT TRIỂN ĐÔ THỊ BỀN VỮNG

EVALUATING AND PROPOSING THE ECO-FRIENDLY WATER SUPPLY SOLUTION FOR HIGH BUILDINGS TOWARDS SUSTAINABLE URBAN DEVELOPMENT

Trần Thanh Thảo, Lê Thị Bạch Tuyết

Tóm tắt:

Với sự phát triển của kinh tế và xã hội, tốc độ đô thị hóa nhanh chóng ngày càng có nhiều tòa nhà cao tầng trở thành biểu tượng cho các thành phố lớn và vấn đề tiêu thụ năng lượng cho hệ thống cấp nước nhà cao tầng đang là một trong những vấn đề rất được quan tâm. Trong nghiên cứu này, chúng tôi tiến hành phân chia số tầng nhà ra các vùng khác nhau để tạo áp lực đồng đều cho các vùng với giả thiết tòa nhà tính toán 60 tầng, chiều cao tính toán là 180m, diện tích sàn mái là 2000m², chia sơ đồ thành 3 vùng cấp nước lớn, mỗi vùng 20 tầng, trong mỗi vùng chia thành 4 vùng cấp nước nhỏ mỗi vùng là 5 tầng. Kết quả nghiên cứu cho thấy việc phân chia số tầng nhà cùng các giải pháp kết hợp như dùng bơm biến tần và trạm khí ép kết hợp với thu nước mưa cục bộ, tận dụng nước trong tòa nhà và ứng dụng công nghệ tự động. Điều này dẫn đến máy bơm hoạt động với lưu lượng giảm, năng lượng điện trong tòa nhà giảm, nước được sử dụng đúng mục đích, tận dụng được nguồn nước mưa dồi dào phù hợp với chủ trương tiết kiệm năng lượng (TKNL) hiện nay.

Từ khóa: bền vững, cấp nước, đô thị, nhà cao tầng, tiết kiệm năng lượng

Abstract:

With the development of economy and society, the rapid urbanization speed has more and more high-rise buildings become symbols for big cities and the problems of energy consumption for high-rise building water supply system is one of the issues of great concern. In this study, we divide the number of floors into different areas

to create uniform pressure for the regions with the assumption that the building is 60 floors, the calculated height is 180m, the roof floor area is 2000m², divided the diagram into 3 large water supply zones, each zone has 20 floors, each zone is divided into 4 small water supply zones, each zone has 5 floors. Research results show that dividing the number of floors with combined solutions such as using inverter pumps and pressurized gas stations in combination with local rainwater collection, making use of water in the building and applying automatic technology. This leads to the pump operating at a reduced flow rate, the electrical energy in the building is reduced, the water is used for the right purpose, taking advantage of the abundant rain water source in line with the current energy saving policy. now.

Keywords: energy saving, high building, sustainability, urban, water supply

ThS. Trần Thanh Thảo

ThS. Lê Thị Bạch Tuyết

Khoa Kỹ thuật Hạ tầng đô thị - Trường ĐHXD Miền Tây

Email: tranthanhthao@mtu.edu.vn

ĐT: 0987 557 949

Ngày nhận bài: 27/02/2022

Ngày gửi phản biện: 28/02/2022

Ngày chấp nhận đăng: 17/3/2022

1. Đặt vấn đề

Cùng với tốc độ phát triển chung của toàn xã hội, số lượng các tòa nhà cao tầng, các trung tâm thương mại, tổ hợp văn phòng, khách sạn... tại các khu đô thị cũng mọc lên càng nhiều và nhu cầu tiêu thụ năng lượng cũng ngày càng gia tăng, đặc biệt là cho hệ thống cấp nước nhà cao tầng. Hiện nay nhiều trạm bơm cấp nước dùng cho nhà cao tầng, các bơm thường được điều khiển trực tiếp điện lưới, dòng điện khởi động lớn, tốc độ bơm cố định, nên khi việc sử dụng nước có thay đổi bất thường liên tục thì các bơm không thể tắt mở liên tục theo được, dẫn đến áp lực nước tăng quá cao có thể làm hư hỏng hệ thống ống cấp nước, cần phải điều tiết van hoặc xả tràn... điều này làm giảm tuổi thọ hệ thống, gây thất thoát nước sạch và rất lãng phí điện năng. Và vấn đề tiết kiệm điện năng đang là vấn đề chung của toàn thế giới và ở Việt Nam. Trước thách thức về cạn kiệt nguồn năng lượng, vấn đề tiết kiệm điện năng vừa là việc cấp thiết vừa là chiến lược an ninh năng lượng quốc gia, đảm bảo cho phát triển bền vững. Do đó, giải pháp cấp nước tiết kiệm và thân thiện với môi trường cho nhà cao tầng, hướng tới phát triển đô thị bền vững là một trong các tiêu chí được đánh giá rất quan trọng và cần thiết trong việc tiết kiệm và sử dụng năng lượng. Hiện nay, trên thế giới cũng đã có nhiều công trình sử dụng các giải pháp tiết kiệm năng lượng đối với hệ thống cấp thoát nước: vừa đảm bảo về việc tiết kiệm năng lượng; vừa tiết kiệm được lượng nước tiêu thụ.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Cơ sở lý thuyết của vấn đề phân phối nước đều trong nhà cao tầng

Theo công thức tính thủy lực cơ bản để tính toán lưu lượng nước chảy qua vòi có diện tích tiết diện ω , chiều cao (áp lực) H

Công thức tổng quát cho tất cả các loại vòi và ống ngắn là [1]:

$$Q = \mu \times \omega \times \sqrt{2g.H}$$

Trong đó :

- ω : Diện tích tiết diện lỗ ra, m².
- μ : Hệ số lưu lượng tính cho mặt cắt ra.

Vòi trụ tròn gắn ngoài, độ dài của vòi $l \geq 3d$, $l' = \frac{l}{d} = 10 - 100$ thì $\mu = 0,77 - 0,55$.

- H: Chiều cao (Áp lực); m .
- g: Gia tốc trọng trường, 9,81 m/s².

Công thức trên cho thấy lưu lượng nước chảy qua một vòi nước phụ thuộc vào áp lực tự do trước nó và đặc điểm cấu tạo của thiết bị. Với cùng một loại vòi nước có đường kính lỗ vòi như nhau:

Áp lực nước ở tầng 1 là H_4 (Tương đương $H_4 \approx 4H_1$);

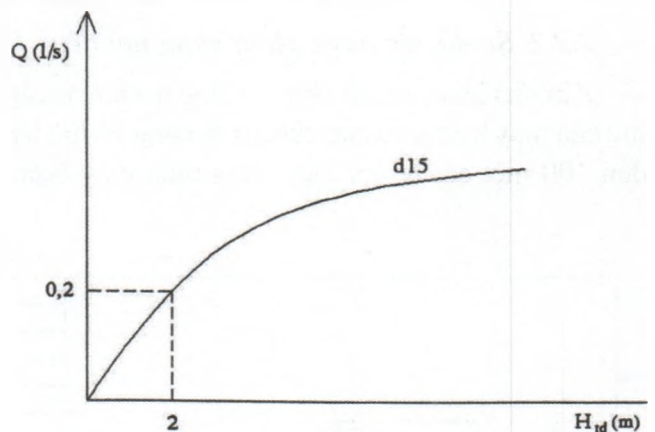
Áp lực nước ở tầng 2 là H_3 ($H_3 = 3H_1$);

Áp lực nước ở tầng 3 là H_2 ($H_2 = 2H_1$);

Áp lực nước ở tầng 4 là H_1 .

(Xét ở trạng thái động khi có lưu lượng nước chảy trong ống đứng, tổn thất áp lực do ma sát là không đáng kể).

- Quan hệ giữa lưu lượng nước chảy qua vòi và áp lực trước nó ứng với mỗi loại vòi được biểu thị qua biểu đồ (Hình 1).



Hình 1. Quan hệ giữa Q và H_{td} của một loại thiết bị dùng nước [1]

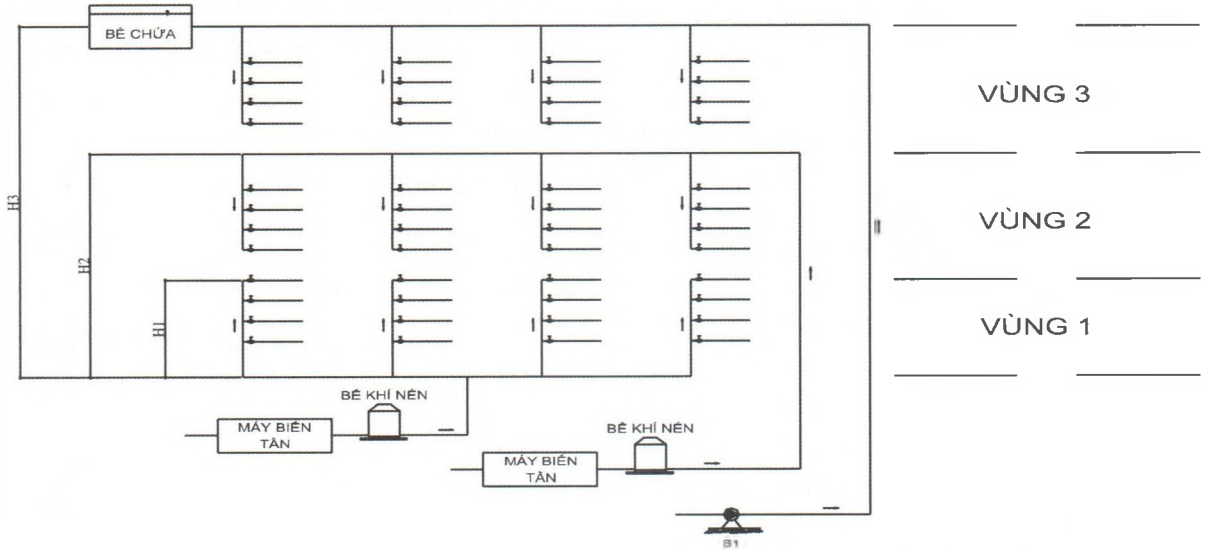
Quan hệ trên cho thấy lưu lượng nước chảy ra từ các thiết bị vệ sinh phụ thuộc vào áp lực tự do trước nó. Còn sức kháng thủy lực của một loại thiết bị nào đó đã chế tạo là một đại lượng không đổi. Vì vậy khi tính toán đưa ra lưu lượng đơn vị là 0,2 l/s ứng với H_{td} = 2m, muốn cho mạng lưới cấp nước trong nhà làm việc gần đúng với chế độ thủy lực đã tính toán thì phải đảm bảo điều kiện lưu lượng nước chảy ra ở các thiết bị ở các tầng khác nhau phải tương đương nhau có nghĩa là trị

số áp lực trước các thiết bị vệ sinh hay trong các ống nhánh của các tầng nhà là tương đương nhau, nghĩa là phải có biện pháp để khử áp lực dư ở các tầng nhà phía dưới. Đó chính là điều kiện để phân phối nước đều giữa các tầng trong nhà [1].

2.2. Sơ đồ cấp nước cho nhà cao tầng

2.2.1. Sơ đồ cấp nước phân vùng song song

Phân chia số tầng nhà ra các vùng khác nhau để tạo áp lực đồng đều cho các vùng. Mỗi vùng từ 4-5 tầng. Với số tầng nhà của mỗi vùng như vậy là hợp lý vì độ chênh áp lực giữa các tầng không lớn lắm.

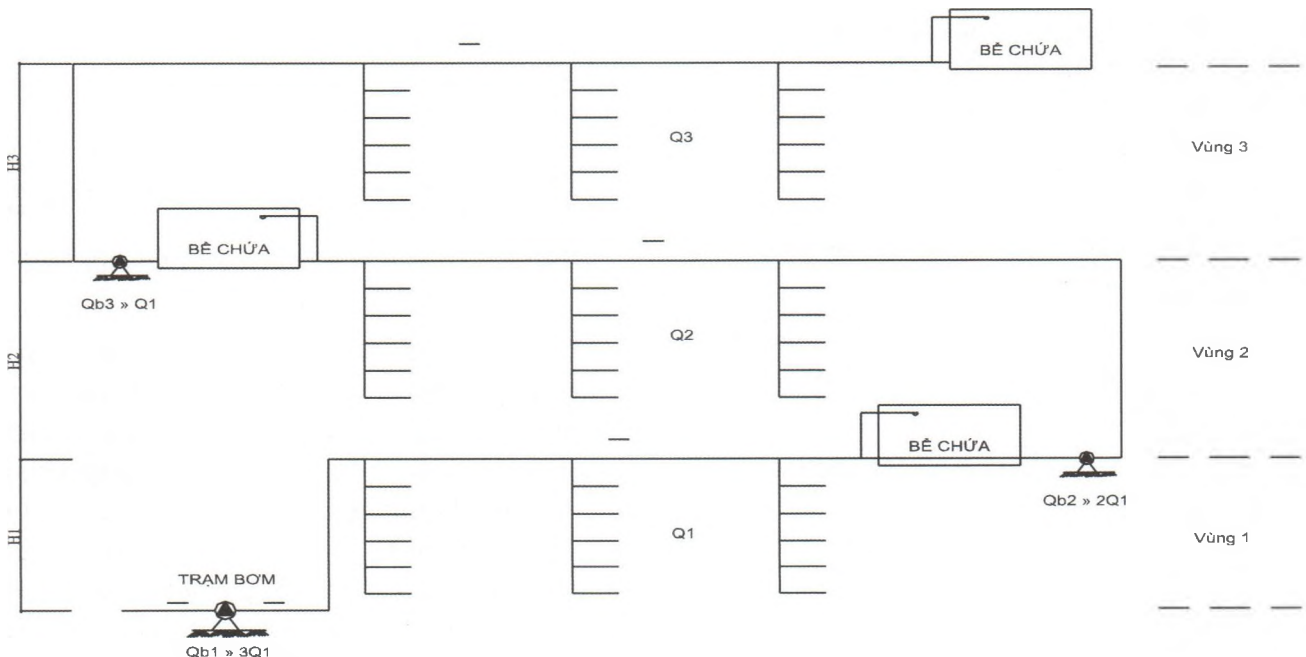


Hình 2. Sơ đồ cấp nước phân vùng song song cho nhà 12 tầng [1]

2.2.2. Sơ đồ cấp nước phân vùng nối tiếp

Khi nhà khá cao, khoảng 50 tầng trở lên, thì áp lực của máy bơm cho các vùng trên cũng có thể lên đến 100 mét cột nước, việc chọn mua máy bơm,

thiết bị, lắp đặt đường ống sẽ gặp nhiều khó khăn. Trong trường hợp này ta có thể sử dụng sơ đồ phân vùng nối tiếp.

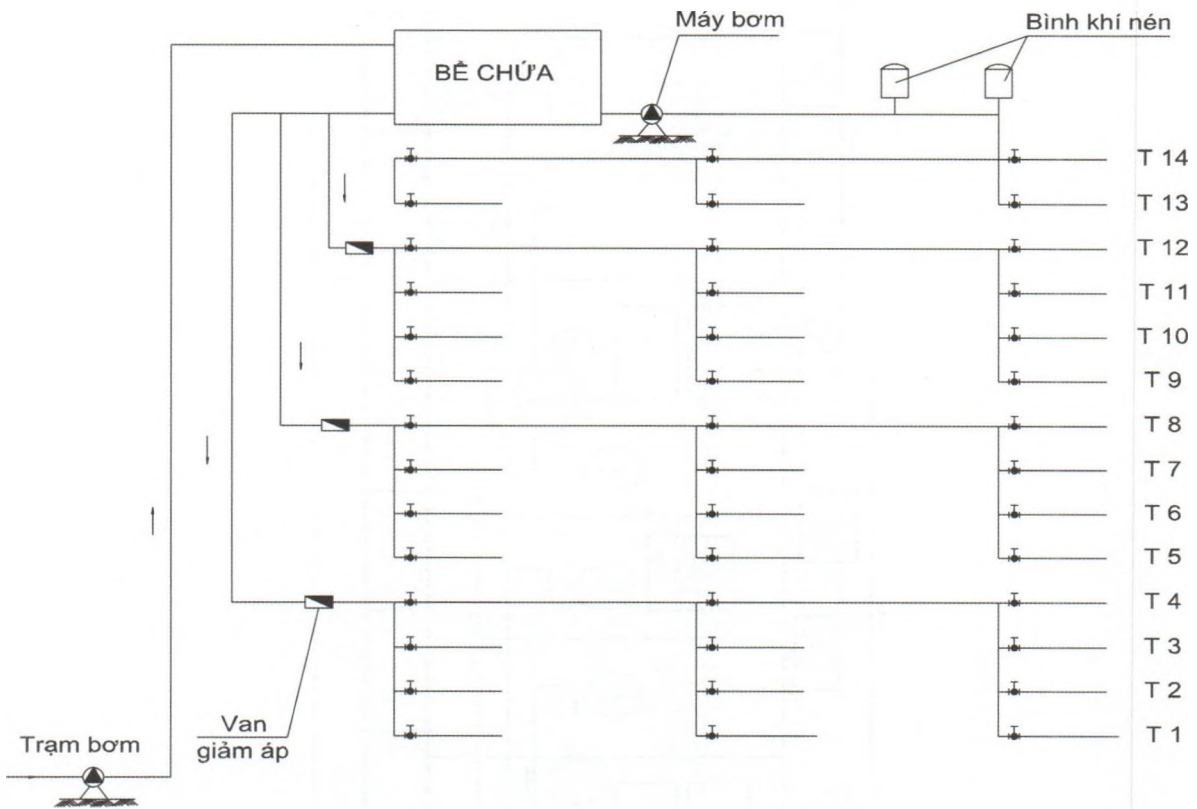


Hình 3. Sơ đồ HTCN phân vùng nối tiếp nhà 12 tầng [1]

2.2.3. Sơ đồ cấp nước không phân vùng

Đây là sơ đồ cấp nước mà hầu hết các công trình nhà cao tầng ở Việt Nam đang sử dụng. Trạm bơm bơm nước lên kết, sau đó nước từ kết sẽ cung

cấp nước cho toàn bộ ngôi nhà. Trạm bơm phải đảm bảo cấp đủ lưu lượng cho toàn bộ ngôi nhà cũng như đảm bảo áp lực đưa lên kết.



Hình 4. Sơ đồ cấp nước không phân vùng [1]

3. Kết quả và thảo luận

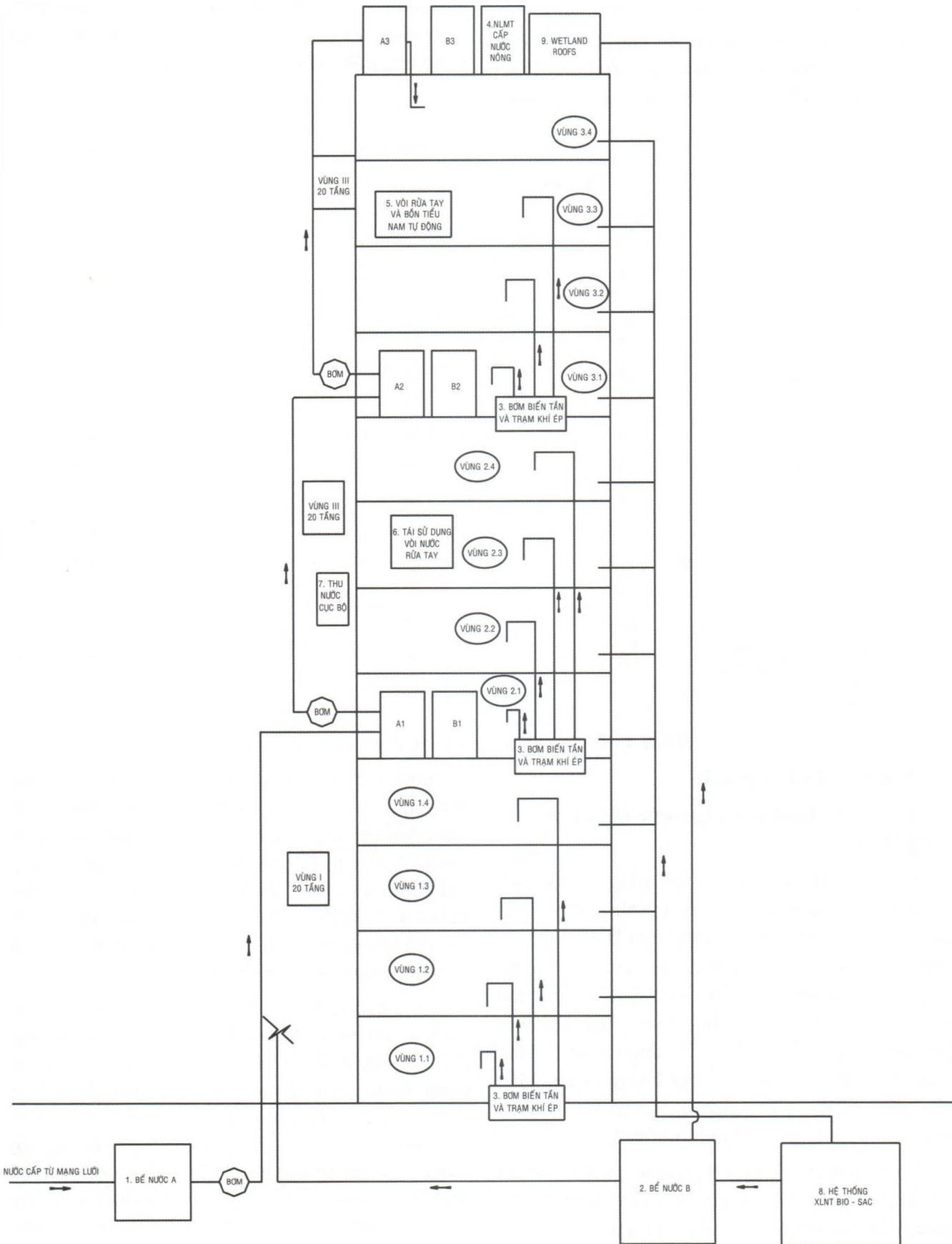
3.1. Sơ đồ hệ thống cấp nước tiết kiệm năng lượng

Sơ đồ giải pháp tiết kiệm năng lượng mới với giả thiết tòa nhà tính toán 60 tầng, chiều cao tính toán là 180m, diện tích sàn mái là 2000m². Ta chia sơ đồ thành 3 vùng cấp nước lớn, mỗi vùng 20 tầng, trong mỗi vùng ta chia thành 4 vùng cấp nước nhỏ mỗi vùng là 5 tầng. Lưu lượng cho mỗi vùng nhỏ là q. Áp lực cho mỗi vùng nhỏ là h. Máy bơm cho vùng I, bơm với lưu lượng là 8q. Máy bơm cho vùng II bơm với lưu lượng là 4q. Máy bơm vùng 3.4 bơm với lưu lượng là q.

Phân tích sơ đồ: Tòa nhà được áp dụng sơ đồ tiết kiệm năng lượng hạng A (nước sạch lấy từ mạng lưới cấp nước) và sơ đồ tiết kiệm năng lượng hạng B, Nước hạng B lấy từ nước mưa khi qua

mô hình wetland roofs, nước từ bể xử lý nước thải Bio-sac và nước từ sân đường. Phía trên tòa nhà sử dụng thiết bị thu năng lượng mặt trời cấp cho nước nóng. Ngoài ra từng khu vực nhỏ áp dụng công nghệ mới máy biến tần kết hợp trạm khí ép, thiết bị thu nước mưa cục bộ, hệ thống nước tự động từ vòi rửa tay và bồn tiểu nam và tái sử dụng vòi rửa tay cấp cho nước dội bồn cầu.

Với các nhà cao tầng hiện nay chỉ đang sử dụng sơ đồ truyền thống chưa chia vùng cấp nước, chưa sử dụng đồng thời các giải pháp và tái sử dụng được nước xám trong tòa nhà. Ngoài ra các giải pháp kết hợp như dùng bơm biến tần và trạm khí ép kết hợp với thu nước mưa cục bộ, tận dụng nước trong tòa nhà và ứng dụng công nghệ tự động. Điều này dẫn đến máy bơm hoạt động với lưu lượng giảm, năng lượng điện trong tòa nhà giảm, nước được sử dụng đúng mục đích, tận dụng được nguồn nước mưa dồi dào.



Hình 5. Sơ đồ tiết kiệm năng lượng tòa nhà 60 tầng đề xuất [1]

3.2. Phân tích các giải pháp

3.2.1. Sơ đồ cấp nước hạng A

Sơ đồ cấp nước tiết kiệm năng lượng loại A: Nước cấp từ thành phố cấp vô bể chứa nước ngầm A. Đối với nhà 60 tầng ta dùng sơ đồ phân vùng nối tiếp (cho 3 vùng lớn) mỗi vùng 20 tầng, trong các vùng nhỏ ta dùng sơ đồ mắc song song chia thành 4 vùng nhỏ mỗi vùng là 5 tầng. Đối với vùng I ta dùng 4 bơm biến tần kết hợp với bình khí ép cấp nước cho từng vùng nhỏ (mỗi vùng 5 tầng). Tương tự đối với vùng II nước từ bể chứa trên tầng 20 sẽ được 4 bơm biến tần kết hợp bình khí ép cấp nước cho 4 vùng nhỏ (mỗi vùng 5 tầng). Đối với vùng 3 ta sử dụng 3 máy bơm biến tần và trạm khí ép cấp nước cho 3 vùng nhỏ, riêng vùng nhỏ trên dùng nước trực tiếp từ bể chứa nước trên mái vừa cấp nước, vừa điều hòa năng lượng bơm. Toàn bộ nước sẽ được hệ thống thoát nước hạng A phân phối và cấp về cho mục đích sử dụng là tắm, vòi rửa chén, nấu ăn, máy giặt, nước uống.

3.2.2. Sơ đồ cấp nước hạng B

Sơ đồ cấp nước tiết kiệm năng lượng loại B: Bể chứa nước ngầm hạng B sẽ thu nước từ nguồn nước mưa được lấy qua các hệ thống thu nước cục bộ, nước mái nhà đã qua hệ thống wetland roofs và vỉa hè sẽ qua xử lý sơ bộ và được trữ ở đây, một nguồn cấp nước là nước phát sinh từ tòa nhà qua hệ thống ống thoát nước xám như nước rửa chén, nước thoát sàn, qua hệ thống xử lý nước thoát nước sinh hoạt của tòa nhà mà ở đây ta lựa chọn Công nghệ xử lý nước thải Bio-Sac (Hàn Quốc), nước từ bể chứa nước hạng B cũng sẽ đi theo sơ đồ cấp nước tiết kiệm năng lượng như trên nhưng sẽ qua hệ thống ống cấp hạng B cấp cho xả bồn cầu, vòi xịt bồn cầu, nước xả bồn tiêu, dùng cho tưới cây, rửa đường, rửa xe, chữa cháy và các hoạt động công cộng khác không cần chất lượng nước cao.

3.2.3. Tính toán và so sánh 2 giải pháp

a. Trường hợp không áp dụng sơ đồ tiết kiệm năng lượng

Nước được bơm từ bể nước ngầm lên bể nước đặt trên mái sau đó cấp cho 60 tầng.

Giả thiết lưu lượng cấp cho mỗi vùng nhỏ là q, áp lực là h [1].

Khi đó công suất điện của máy bơm là:

$$N_1 = \frac{\gamma \times Q_1 \times H_1}{102 \times \eta_b} \quad (\text{kW})$$

Trong đó :

- γ : Tỷ trọng riêng của chất lỏng bơm; (kG/m^3)

- η_b : Hiệu suất máy bơm;

$$\text{Với } Q_1 = 12q, H_1 = 12h: N_1 = \frac{\gamma \times 12q \times 12h}{102 \times \eta_b}$$

$$\text{đặt } K = \frac{\gamma}{102 \times \eta_b}$$

$$\rightarrow N_1 = 144 \times K \times q \times h \quad (\text{kW})$$

b. Trường hợp áp dụng sơ đồ tiết kiệm năng lượng

Khi đó tổng công suất điện của máy bơm cho tòa nhà:

$$N_2 = N_1 + N_{1,1} + N_{1,2} + N_{1,3} + N_{1,4} + N_{2,1} + N_{2,2} + N_{2,3} + N_{2,4} + N_{2,5} + N_{3,1} + N_{3,2} + N_{3,3} + N_{3,4} \quad (\text{kW})$$

Tổng công suất điện của máy bơm cho tòa nhà:

$$N_2 = 32 \times K \times q \times h + K \times q \times h + 2 \times K \times q \times h + 3 \times K \times q \times h + 4 \times K \times q \times h + 16 \times K \times q \times h + K \times q \times h + 2 \times K \times q \times h + 3 \times K \times q \times h + 4 \times K \times q \times h + K \times q \times h + 2 \times K \times q \times h + 3 \times K \times q \times h + 4 \times K \times q \times h = 78 \times K \times q \times h \quad (\text{kW})$$

c. So sánh 2 giải pháp

Ta có :

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{78 \times K \times q \times h}{144 \times K \times q \times h} = 0,54$$

$$\Rightarrow N_2 = 0,54 \times N_1 \quad (\text{kW})$$

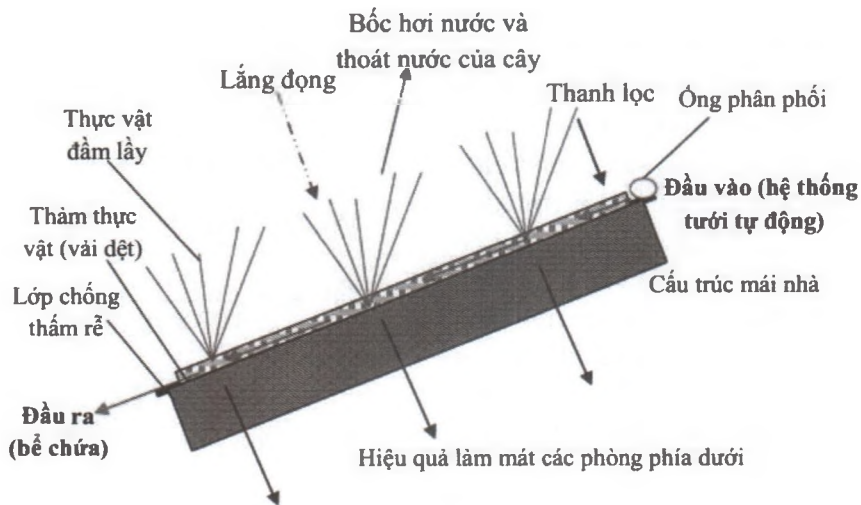
Vậy đối với phương án 2 sử dụng sơ đồ tiết kiệm năng lượng ta tiết kiệm được 46% so với phương án 1.

3.2.4. Ứng dụng mô hình wetland roofs (WR) vào nhà cao tầng

Chi phí đầu tư khi lắp đặt WR dạng mở rộng trung bình khoảng 1 triệu/m². Vậy với tòa nhà 60 tầng diện tích tính toán là 2000 m² ta phải đầu tư khoảng 2 tỷ cho tổng chi phí thiết kế, thi công,

quản lý, bảo dưỡng mô hình WR. Tuy giá thành ban đầu cho thấy việc lắp đặt WR cao và đòi hỏi

kỹ thuật lắp đặt nhưng tuổi thọ rất dài khoảng 60 năm.



Hình 6. Nguyên lý hoạt động của WR [2]

Với mái nhà 2000 m² áp dụng mô hình WR tùy theo từng vùng và theo khí hậu thời tiết khác nhau mà hàng năm ta có thể loại bỏ khoảng 16,9 kg chất ô nhiễm trong không khí.

Với lượng mưa trung bình ở TP. HCM là 1949mm/năm = 0,0056 m/ngày, lượng nước mưa sử dụng khi qua mô hình wetland roofs là 60% vậy với diện tích tòa nhà đang tính toán là 2000 m² thì hàng ngày khối lượng nước trung bình ta tiết kiệm được là:

$$Q_{tk} = 2000 \times 0,0056 \times 60\% = 6,73 \text{ m}^3/\text{ngày}$$

3.2.5. Tái sử dụng nước sinh hoạt

Nước đi theo hệ thống thoát nước tập trung qua công nghệ xử lý nước thải Bio-Sac (Hàn Quốc). Nước sau khi được xử lý sẽ đi qua bể nước ngầm hạng B của tòa nhà sau đó cấp cho nhu cầu dùng nước bình thường như tưới cây, rửa đường, nước xả bồn cầu, bồn tiểu nam, rửa sàn, vòi rửa chén thô.

3.2.6. Thu nước mưa cục bộ

Áp dụng vòng hình tròn đặt bên trong ống máng tại các khớp nối thì phần lớn nước mưa đổ dọc theo đường ống và bị phân tách điểm khớp nối này và chảy qua một ống nối khác để vào bể chứa. Từng phòng sẽ có 1 bể chứa nước với mục đích tưới cây, lau sàn nhà và các hoạt động không cần

chất lượng nước sạch khác.

3.2.7. Nước từ vòi rửa tay tái sử dụng để dội nhà vệ sinh

Nhà vệ sinh không yêu cầu chất lượng nước sạch nên khi nước từ vòi rửa tay sẽ được lọc sơ bộ sau đó cấp vô nhà vệ sinh, đi cùng với giải pháp nước hạng B cấp cho tòa nhà. Hệ thống này góp phần tiết kiệm 18.900 m³ /năm.

4. Kết luận

Thực tế này cho thấy một điều, tiết kiệm năng lượng nói chung và hệ thống cấp nước nói riêng hiện rất hạn chế. Vấn đề này sinh ở đây đối với nhà siêu cao tầng do tiêu chuẩn sử dụng nước đối với loại này phải cao nên ngoài chất lượng nước đảm bảo thì cần phải cấp nước lạnh và nước nóng ổn định, việc quản lý vận hành, bảo trì, bảo dưỡng cần được chú trọng tối đa, trong sơ đồ cấp nước cần có máy bơm dự phòng phòng trường hợp máy bơm gặp sự cố.

Đối với mạng lưới cấp nước hạng B cũng cần có máy bơm dự phòng phòng trường hợp những tháng mưa không ổn định sẽ bơm nước từ hạng A qua cấp nước đảm bảo tính liên tục và ổn định của hệ thống. Năng lượng mặt trời cũng cần nối với điện của tòa nhà phòng trường hợp những ngày mưa liên tục tòa nhà thiếu nước nóng để sử dụng.

Kết quả tính toán chưa đi sát với chi phí cụ thể của từng giải pháp, chỉ mới khái toán sơ bộ về phân vùng cấp nước chứ chưa đi sâu vào các chi phí từng giải pháp cụ thể và so sánh với chi phí sử dụng sơ đồ truyền thống do việc thu thập số liệu nhà siêu cao tầng gặp nhiều khó khăn.

Tuy nhiên từ trong việc thiết kế hệ thống cấp thoát nước cho các nhà cao tầng nhằm tiết kiệm năng lượng, giảm phát thải cac-bon, góp phần vào sự nghiệp bảo vệ môi trường và ứng phó với biến đổi khí hậu... sẽ cung cấp thêm các thông tin cần thiết cho các nhà hoạch định chính sách.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Nguyễn Văn Tín, “Giải pháp tiết kiệm năng lượng cho hệ thống cấp nước nhà cao tầng ở Việt Nam”, *Kỷ yếu hội thảo khoa học: Các công trình Hạ tầng Kỹ thuật và phát triển bền vững đô thị*, 2015.
- [2]. Võ Thị Diệu Hiền, “Nghiên cứu ứng dụng mô hình đất ngập nước trên mái nhà để xử lý nước thải sinh hoạt”, Luận văn Thạc sĩ Ngành Kỹ thuật Môi trường, Đại học Bách Khoa TP HCM, 2012.