

Nghiên cứu, đề xuất xây dựng công cụ quản lý tiêu thụ năng lượng trong chiếu sáng công cộng tại Việt Nam

Research and propose the development of energy consumption management tools for public lighting in Vietnam

> NGUYỄN HOÀNG MINH VŨ, NGUYỄN LÊ DUY LUÂN, NGUYỄN ANH TRIẾT

Trường Đại học Kiến trúc TP.HCM

Email: vu.nguyenhoangminh@uah.edu.vn; luan.nguyenleduy@uah.edu.vn; triet.nguyenanh@uah.edu.vn

TÓM TẮT

Chiếu sáng công cộng trong đô thị là đối tượng được giám sát chặt chẽ về tiêu thụ năng lượng theo chương trình mục tiêu quốc gia về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả. Tuy nhiên, hiệu quả giám sát và quản lý tiêu thụ năng lượng trong lĩnh vực này chưa thực sự hiệu quả; phương pháp và công cụ quản lý không đồng bộ giữa các địa phương. Điều này gây khó khăn cho việc thu thập và quản lý cơ sở dữ liệu chiếu sáng công cộng, một yêu cầu quan trọng trong lộ trình xây dựng đô thị thông minh ở nước ta. Trên cơ sở khảo sát, thu thập, và phân tích dữ liệu hiện trạng về: (1) Quy hoạch, thiết kế, xây dựng hệ thống chiếu sáng công cộng; (2) Tiêu thụ năng lượng của hệ thống chiếu sáng công cộng; và (3) Hệ thống và công cụ quản lý tiêu thụ năng lượng tại một số địa phương điển hình, bài báo đề xuất một công cụ quản lý tiêu thụ năng lượng có khả năng áp dụng rộng rãi trên phạm vi cả nước. Công cụ không chỉ phục vụ cho mục đích quản lý nhà nước về quản lý mức tiêu thụ năng lượng trên cơ sở đồng bộ và chuẩn hóa cơ sở dữ liệu; mà còn phục vụ cho nhu cầu cập nhật dữ liệu; đồng thời cho phép khai thác dữ liệu trực tuyến phục vụ cho mục đích lập báo cáo, nghiên cứu khoa học, và một số công tác khác.

Từ khóa: Chiếu sáng công cộng; sử dụng năng lượng hiệu quả; công cụ quản lý; tiêu thụ năng lượng.

ABSTRACT

Urban public lighting requires close monitoring of energy consumption to align with the National Energy Efficiency Program (VNEEP). However, the effectiveness of monitoring and managing energy consumption in this field is not really effective. The lack of consistent management practices and tools across localities makes collecting and consolidating urban lighting data difficult, an important prerequisite for developing smart urban infrastructure nationwide. Based on data collected from real contexts of urban lighting systems: (1) planning, design, and installation; (2) energy consumption data; and (3) energy management systems and tools deployed locally. This article proposes a standardized energy consumption management tool that can be widely adopted across all urban areas. The tool not only assists the government in monitoring energy use through consistent metrics and databases, but also enables regular data updates. Also, it facilitates online access to lighting data for reporting, research, and other purposes.

Key word: Public lighting; Energy efficiency; management tool; energy consumption.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Tốc độ đô thị hóa nhanh chóng tại Việt Nam trong ba thập kỷ vừa qua kéo theo sự tăng trưởng mạnh mẽ về nhu cầu năng lượng để đáp ứng các chỉ tiêu phát triển kinh tế - xã hội của đô thị. Trong quá trình phát triển đó, hệ thống chiếu sáng công cộng (CSCC) là một trong những hệ thống hạ tầng kỹ thuật (HTKT) thiết yếu đảm bảo cho sự phát triển an toàn, bền vững, và hiệu quả của đô thị.

Trong bối cảnh hệ thống CSCC ngày càng tăng trưởng về quy mô, số lượng, và nhu cầu công nghệ do sự phát triển của đô thị và

khoa học kỹ thuật, nhu cầu năng lượng cung cấp cho hệ thống cũng tăng lên đáng kể. Sự tăng trưởng này dẫn đến một số vấn đề đáng phải quan tâm: (1) hệ thống CSCC trải qua nhiều giai đoạn phát triển của đô thị và khoa học công nghệ, nên việc lắp đặt công nghệ trước và công nghệ sau, chủng loại trước và chủng loại sau có thể dẫn đến không tương thích về mặt kỹ thuật và điều khiển; (2) Sự tăng trưởng về quy mô làm cho hệ thống ngày càng mở rộng, số lượng thiết bị ngày càng lớn, nhiều chủng loại khiến cho việc quản lý dữ liệu ngày càng phức tạp; (3) Sự tăng trưởng về số lượng nếu không được kiểm

soát về mặt hiệu suất và chất lượng sẽ gây ra lãng phí năng lượng, dẫn đến lãng phí ngân sách và tài nguyên quốc gia; và (4) Sự tăng trưởng về nhu cầu công nghệ có thể gây ra áp lực lớn cho ngân sách quốc gia vì hầu hết công nghệ đều có giá thành rất cao. Mặc dù vậy, xu hướng phát triển hệ thống CSCC trong đô thị là xu hướng bắt buộc.

Tại hội nghị Liên Hiệp Quốc về biến đổi khí hậu (BĐKH) lần thứ 26 (COP26), Việt Nam đã cam kết mục tiêu giảm phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050; đây là cam kết mạnh mẽ, thể hiện sự quyết tâm của Việt Nam trong việc ứng phó với BĐKH, đóng góp cho nỗ lực toàn cầu về cắt giảm phát thải khí nhà kính. Tại Việt Nam, tiêu thụ năng lượng (TTNL) trong CSCC được đề cập đến trong Nghị định 79/2009/NĐ-CP ngày 28/09/2009 của Chính phủ và Quyết định số 1874/QĐ-TTg ngày 11/10/2010 của Thủ tướng Chính phủ, được củng cố tính thực thi bằng Quyết định số 280/QĐ-TTg ngày 13/3/2019 của Thủ tướng Chính phủ và Nghị quyết 55-NQ/TW ngày 11/02/2020 của Ban chấp hành Trung ương Đảng. Tuy nhiên, sau 13 năm thì các mục tiêu được nêu ra trong Quyết định số 1874/QĐ-TTg đều chưa đạt được như mong muốn. Một số nguyên nhân có thể chỉ ra bao gồm: (1) Thiếu quy hoạch tổng thể về CSCC; (2) Thiếu hệ thống cơ sở dữ liệu (CSDL) về CSCC; (3) Quy chuẩn, tiêu chuẩn kỹ thuật chưa đồng bộ và chưa đảm bảo tính thực thi; và (4) Nhận thức chưa đầy đủ của xã hội về vai trò của CSCC. Trong số các nguyên nhân được nêu, CSDL là yếu tố quan trọng nhất để đảm bảo các nguyên nhân còn lại được điều chỉnh. Hiện nay, dữ liệu được thu thập và lưu trữ tại các địa phương bao gồm: (1) Dữ liệu về quy hoạch chiếu sáng được kèm theo trong hồ sơ quy hoạch chi tiết xây dựng đô thị; (2) Dữ liệu về đầu tư xây dựng công trình CSCC; (3) Hồ sơ thiết kế các giai đoạn và nghiệm thu công trình CSCC; (4) Dữ liệu thiết bị đèn chiếu sáng và thiết bị hỗ trợ; (5) Dữ liệu về TTNL của hệ thống; và (6) Các dữ liệu liên quan khác. Các dữ liệu này đang được quản lý rải rác ở nhiều cơ quan khác nhau và không thống nhất về cách thức lưu trữ, quản lý. Thực trạng này gây nhiều khó khăn cho công tác nghiên cứu khoa học, quản lý và vận hành hệ thống. Tuy nhiên các nghiên cứu về CSDL tập trung vẫn chưa được triển khai rộng rãi.

Nghiên cứu này đề xuất xây dựng một khung CSDL chung để định dạng cấu trúc dữ liệu chuẩn, và một công cụ quản lý CSDL về TTNL trong CSCC thống nhất, cho phép thực hiện các báo cáo, thống kê, phân tích về hệ thống CSCC và TTNL trong CSCC một cách nhanh chóng, thuận lợi.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Năm phương pháp nghiên cứu được ứng dụng để xây dựng khung cơ sở quản lý TTNL trong CSCC phù hợp với điều kiện của Việt Nam, bao gồm: (1) Nghiên cứu tại chỗ; (2) Tổng hợp dữ liệu; (3) Hệ chuyên gia; (4) Điều tra - khảo sát thực địa, và (5) Lập trình, mô hình hóa đối tượng.

3. TỔNG QUAN VỀ QUẢN LÝ TIÊU THỤ NĂNG LƯỢNG TRONG CHIẾU SÁNG CÔNG CỘNG

Trước xu thế chuyển dịch từ mô hình đô thị truyền thống sang mô hình đô thị thông minh, nhiều quốc gia đã có chiến lược quy hoạch và quản lý hiệu quả mức tiêu thụ năng lượng trong hệ thống CSCC. Năm 2016, Cộng hòa Armenia đã hoàn thành đồ án quy hoạch xanh hóa hệ thống CSCC dưới sự hỗ trợ của Cơ quan phát triển Liên hiệp quốc (UNDP). Trong dự án này, bảy phương pháp thu thập và phân tích dữ liệu đã được ứng dụng để xây dựng hệ thống CSDL TTNL hệ thống CSCC của 13 thành phố của Armenia. Sau 29 tháng làm việc, Armenia đã xây dựng được toàn bộ CSDL và hoàn thành đồ án quy hoạch tổng thể về chiếu sáng xanh trong các thành phố thí điểm [1]. Tại Israel, để thiết lập công cụ quản lý tiêu thụ điện

trong các hệ thống CSCC, Michael và Yahel đã xây dựng mô hình lập trình toán học kết hợp với mô hình dữ liệu thông tin để thiết lập CSDL về CSCC của toàn bộ các thành phố trên cả nước [2]. Một số mô hình quản lý TTNL trong CSCC khác có thể tham khảo trong [3], [4], [5]. Điểm chung của các mô hình và công cụ nêu trên bao gồm: (1) Được xây dựng trên cơ sở thu thập và phân tích dữ liệu hiện trạng để tìm được điểm chung về mẫu dữ liệu, độ phân giải dữ liệu, và phương pháp lưu trữ; (2) Công cụ thu thập dữ liệu bao gồm: bảng khảo sát các thông số của hệ thống chiếu sáng, đo lường tại chỗ, và thu thập dữ liệu qua CSDL của đối tác thứ ba; và (3) Điều phục vụ cho nhu cầu mô hình hóa chính xác hệ thống CSCC để kiểm soát hiệu quả mức TTNL của hệ thống, tối ưu hóa hệ thống, định hướng hiệu quả cho công tác lập quy hoạch và quản lý hệ thống CSCC của địa phương.

Hầu hết các nhà sản xuất thiết bị chiếu sáng đều đã xây dựng chiến lược và giải pháp thu thập CSDL về thiết bị do đơn vị mình sản xuất. CSDL này phục vụ cho nhu cầu kiểm soát thiết bị, quản lý thị trường, và xây dựng chiến lược cạnh tranh. Philips đã ứng dụng nền tảng quản lý CityTouch ở hầu hết các thành phố lớn trên thế giới như Luân Đôn (Vương quốc Anh), Buenos Aires (Argentina), Rio de Janeiro (Brazil), Los Angeles (Hoa Kỳ), v.v...; Telensa phát triển nền tảng không dây và hệ thống quản lý hạ tầng chiếu sáng trung tâm PLANet tại các đô thị lớn trên thế giới; Silver Spring triển khai hệ thống thu thập và giám sát dữ liệu thông minh của họ thông qua nền tảng không dây Streetlight.Vision để kiểm soát toàn bộ lưới chiếu sáng mà họ quản lý ở châu Âu và châu Á; Osram ứng dụng nền tảng Street Lighting Control; Cisco ứng dụng mạng lưới chiếu sáng cảm biến, trong đó kết hợp thuật toán điều khiển, thuật toán kết nối đa bậc, và cảm biến nút tại thiết bị để quản lý và điều khiển các hệ thống chiếu sáng [6].

Tại Việt Nam, VNEEP được triển khai từ năm 2006 đã tạo được những chuyển biến đáng kể về nhận thức, cơ sở pháp lý và hiệu quả sử dụng năng lượng trong CSCC. Nhiều dự án nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng trong CSCC đã được triển khai như: CSCC sử dụng năng lượng hiệu quả tại Việt Nam (VEEPL), thành phố thông minh và hiệu quả năng lượng (SEECPL), đào tạo chiếu sáng thông minh và tăng cường hiệu quả năng lượng hệ thống chiếu sáng (DESL), v.v... Điểm chung của các dự án này là tập trung nghiên cứu, áp dụng công nghệ chiếu sáng mới, công nghệ điều khiển và quản lý vận hành hiện đại tích hợp giám sát đa chức năng để kiểm soát tốt hơn điện năng tiêu thụ của các hệ thống CSCC; đồng thời cung cấp nhiều tiện ích đa dụng hơn cho hoạt động của đô thị. Tuy nhiên, các nghiên cứu về CSDL và công cụ quản lý TTNL cho CSCC vẫn chưa được triển khai rộng rãi. Năm 2011, nghiên cứu “xây dựng cơ sở dữ liệu chiếu sáng đô thị phục vụ quản lý Nhà nước - giai đoạn 2” được thực hiện để điều tra, phân tích và xây dựng hệ thống cơ sở dữ liệu cho 32 đô thị đại diện cho các vùng, miền trên cả nước. Trong nghiên cứu này, hiện trạng của các hệ thống chiếu sáng đô thị được thu thập và đánh giá thông qua những tiêu chí chung như kết cấu hạ tầng lưới điện chiếu sáng, loại đèn sử dụng, phương thức điều khiển chiếu sáng, khoảng cách lắp đặt đèn, v.v... Từ đó, nghiên cứu xây dựng hệ thống phần mềm trên nền tảng SQL server 2010 và Visual Studio 2008 có khả năng cập nhật liên tục dữ liệu từ các đơn vị quản lý chiếu sáng đô thị, hỗ trợ các đơn vị này cập nhật, chỉnh sửa dữ liệu trực tuyến một cách hiệu quả và nhanh chóng [7]. Một số dữ liệu về CSCC khác tại Việt Nam được nghiên cứu, tổng hợp, trình bày và phân biện trong [8]. Từ đó đến nay, vẫn chưa ghi nhận được thêm nghiên cứu hoặc dự án nào khác liên quan đến lĩnh vực này.

4. XÂY DỰNG CƠ SỞ DỮ LIỆU HIỆN TRẠNG HỆ THỐNG CHIẾU SÁNG CÔNG CỘNG TẠI MỘT SỐ TỈNH, THÀNH ĐIỂN HÌNH Ở VIỆT NAM

Để xây dựng công cụ quản lý tiêu thụ năng lượng cho hệ thống CSDL, dữ liệu về hệ thống và dữ liệu TTNL định kỳ tại Cần Thơ, Nha Trang, và Đà Nẵng được thu thập, nghiên cứu, và phân tích để tìm ra các điểm tương đồng về dữ liệu và các điểm chung trong quản lý và lưu trữ CSDL. Dữ liệu được thu thập bằng nhiều phương pháp: thu thập trực tiếp tại cơ quan quản lý nhà nước và các đơn vị liên quan; khảo sát thực địa, ghi hình và phân tích; khai thác từ hệ thống thông tin địa lý (GIS); kế thừa dữ liệu thu thập được từ các nghiên cứu trước.

4.1. Dữ liệu hiện trạng tại TP Cần Thơ

Dữ liệu thu thập được từ TP Cần Thơ bao gồm:

- Quyết định số 27/2013/QĐ-UBND ngày 12/12/2013 của UBND thành phố ban hành Quy định phân cấp quản lý chiếu sáng đô thị và các hoạt động liên quan đến chiếu sáng đô thị;
- Quyết định số 509/QĐ-UBND ngày 28/02/2018 của UBND thành phố phê duyệt Chương trình sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả trên địa bàn TP Cần Thơ giai đoạn 2018-2020;
- Quyết định số 3183/QĐ-UBND ngày 05/12/2018 của UBND thành phố phê duyệt Quy hoạch Chiếu sáng đô thị TP Cần Thơ đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050;
- Kế hoạch số 66/KH-UBND ngày 22/3/2021 của UBND thành phố về việc thực hiện Chương trình quốc gia về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả trên địa bàn TP Cần Thơ giai đoạn 2021-2030;
- Hiện trạng hệ thống CSDL tại các quận Ninh Kiều, Bình Thủy, Ô Môn, Thốt Nốt và các huyện Vĩnh Thạnh, Cờ Đỏ, Thới Lai. Tuy nhiên, không thu thập được dữ liệu về điện năng tiêu thụ hàng tháng tại từng tủ.

4.2. Dữ liệu hiện trạng tại TP Nha Trang

Dữ liệu khảo sát tại TP Nha Trang bao gồm: thông số từng điểm đèn, số lượng tủ điện chiếu sáng và tủ điện điều khiển, khối lượng vật tư hệ thống chiếu sáng và dữ liệu tiêu thụ chi tiết của khu vực phía Bắc, phía Nam, phía Tây và khu vực trung tâm TP Nha Trang.

- Có 401 mã trạm, công suất trung bình trên mỗi trạm là 32.321 kWh/tháng (từ tháng 11/2021 đến 11/2022);
- Hệ thống chiếu sáng phía Bắc thành phố gồm 231 tủ, điều khiển 3741 trụ với 7.683 đèn; Ba khu vực còn lại gồm 502 tủ, điều khiển 22.738 trụ với 25.391 đèn. Tổng cộng 833 tủ, 26.479 trụ với 33.074 đèn.
- Hệ thống sử dụng mạng điện 3 pha 4 dây đối với các đèn có công suất lớn hơn 150W và mạng điện 1 pha 2 dây đối với đèn có công suất dưới 150W.

4.3. Dữ liệu hiện trạng tại TP Đà Nẵng

Dữ liệu khảo sát tại TP Đà Nẵng bao gồm:

- Quyết định số 1314/QĐ-UBND ngày 26/3/2019 của UBND thành phố về việc Phê duyệt Quy hoạch chiếu sáng đô thị TP Đà Nẵng đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050;
- Quyết định 4335/QĐ-UBND ngày 08/8/2017 của UBND thành phố về việc Phê duyệt Chương trình phát triển hệ thống điện chiếu sáng công cộng thành phố Đà Nẵng đến năm 2020, tầm nhìn 2030;
- Báo cáo số 07/BC-CSCCĐN ngày 08 tháng 02 năm 2022 Tổng hợp lưới điện chiếu sáng công cộng TP Đà Nẵng (tính đến 31/01/2021).
- Hồ sơ tiến điện chiếu sáng năm 2021 và 2022, gồm bảng kê nội dung thanh toán/tạm ứng tại các quận Liên Chiểu, Hải Châu, Cẩm Lệ, Sơn Trà, Thanh Khê, Hòa Vang.

4.4. Đánh giá và phân tích dữ liệu hiện trạng

Từ dữ liệu thu thập được từ các thành phố trên, một số nhận xét và đánh giá được nêu ra như sau:

- Dữ liệu tại mỗi địa phương tương đối đầy đủ, đáp ứng được nhu cầu quản lý tại địa phương;

- Dữ liệu không đồng nhất về cấu trúc, hình thức, định dạng, gây khó khăn cho việc tổng hợp, đối sánh giữa các địa phương với nhau;
- Độ phân giải của dữ liệu không đồng bộ do nhu cầu, phạm vi và phân cấp quản lý của mỗi địa phương là khác nhau;
- Phương pháp lưu trữ và công cụ quản lý khác nhau ở mỗi địa phương, gần như không thể tìm được sự thống nhất giữa các địa phương với nhau.

- Từ đó, yêu cầu phải chuẩn hóa CSDL theo một định dạng, hình thức, và độ phân giải chung. Phương pháp phân tích, xử lý dữ liệu thủ công kết hợp phân tích tự động bằng R được áp dụng để xử lý dữ liệu với các nguyên tắc:

- Không thể hiện thông tin về dữ liệu tiêu thụ theo trụ và chủng loại đèn mà thể hiện theo trạm hoặc khu vực;
- Dữ liệu về tiêu thụ tại trạm hoặc khu vực quản lý được sử dụng làm dữ liệu chuẩn, điện năng tiêu thụ trên các tuyến hoặc điểm sáng được nội suy theo hàm nội suy và sử dụng các hàm phân phối chuẩn theo tỷ lệ;
- Tên của trạm được lấy theo địa chỉ trạm, nếu không có địa chỉ trạm thì sẽ lấy theo tên của tuyến chiếu sáng để chuẩn hóa tên trạm;
- Chiều cao trụ đèn và chủng loại cấp cấp nguồn được giả định là giống nhau theo tiêu chuẩn về quy hoạch đô thị. Trong tương lai, dữ liệu này được kỳ vọng sẽ được các địa phương cập nhật trực tiếp lên hệ thống.
- Đối với các khu vực đã có đầy đủ thông tin chi tiết về thông số đèn và thông số vận hành, có thể tính toán điện năng tiêu thụ theo công thức (1), chi phí điện năng tiêu thụ được tính theo công thức (2):

$$A_i = \frac{P_{\text{đmđ}} \times h \times N_i}{1000} \quad (1)$$

$$C_{ij} = A_{ij} \times 1,902 \times 1,1 \quad (2)$$

Trong đó, $P_{\text{đmđ}}$ là công suất định mức của đèn, [W]; h là thời gian hoạt động của đèn, [giờ], đối với các điểm sáng không có thông tin về thời gian hoạt động thì lấy trung bình bằng 9 giờ/ngày; N là số đèn lắp đặt trên tủ chiếu sáng thứ i [đèn]; C_{ij} là chi phí điện năng (thành tiền) của tủ chiếu sáng thứ i ở tháng thứ j , [VNĐ]; A_{ij} là điện năng tiêu thụ của tủ chiếu sáng thứ i ở tháng thứ j , [kWh]; 1,902 là đơn giá tiền điện trung bình giả định đã có xét đến dự phòng trượt giá, [VNĐ/kWh]; và 1,1 là hệ số tính thuế VAT của giá điện.

5. XÂY DỰNG KHUNG CƠ SỞ QUẢN LÝ TIÊU THỤ NĂNG LƯỢNG CHIẾU SÁNG CÔNG CỘNG TẠI VIỆT NAM

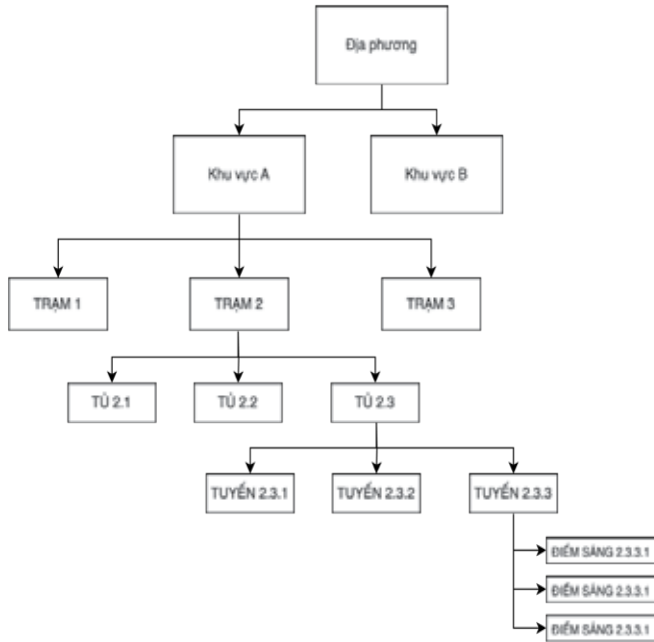
5.1. Mô hình cây kế thừa

Dựa vào kết quả khảo sát, đánh giá và phân tích dữ liệu hiện trạng, kết hợp với các kết quả khoa học về thiết kế cơ sở dữ liệu, nghiên cứu để xuất chuẩn hóa cơ sở dữ liệu theo mô hình cây thừa kế các đối tượng (xem Hình 1). Việc thiết lập mô hình cây thừa kế dựa trên các cơ sở và đề xuất sau:

- Các địa phương đang phân cấp quản lý hệ thống CSDL theo ranh giới hành chính (như TP Cần Thơ), hoặc theo khu vực (như TP Nha Trang), hoặc quản lý tập trung tại trung tâm điều khiển (như TP Đà Nẵng). Do đó, để dễ dàng đồng bộ dữ liệu trên giao diện công cụ thì cần cho phép người dùng được lựa chọn hình thức quản lý trong công cụ;
- Số lượng điểm sáng trên các tuyến là khác nhau, do đó để đảm bảo nguyên tắc cân bằng công suất trên các pha và để thuận tiện xây dựng các kịch bản chiếu sáng tiết kiệm năng lượng về sau thì nghiên cứu để xuất chuẩn hóa mạng điện hạ thế 3 pha 4 dây cho mỗi tuyến chiếu sáng và phân pha cho đèn trên mỗi tuyến, không sử dụng mạng điện một pha;
- Số lượng tuyến được điều khiển tại mỗi tủ chiếu sáng là khác nhau, dao động từ 1 đến 8 tuyến; công suất tiêu thụ trên mỗi tuyến

sẽ khác nhau do chiều dài vật lý và độ rộng lòng đường của đường giao thông khác nhau. Do đó, để đảm bảo các yêu cầu về kỹ thuật điện khi có tích hợp truyền dẫn thông tin và thu thập dữ liệu, để xuất lắp đặt thiết bị đo đếm trên mỗi tuyến. Thiết bị này có thể là thiết bị đo đếm từ xa hoặc đo đếm thủ công;

- Tủ chiếu sáng được cấp nguồn từ một hoặc nhiều trạm biến áp công cộng trong khu vực, hoặc được cung cấp trực tiếp từ trạm biến áp chuyên dụng cho chiếu sáng.



Hình 1. Mô hình cây thừa kế các đối tượng trong CSDL

- Lắp đặt thiết bị đo đếm cấp 2 tại mỗi trạm biến áp để thu thập dữ liệu tiêu thụ từ các tủ chiếu sáng, dựa vào đó có thể kiểm soát được tổng tổn thất công suất trên đường nguồn từ trạm biến áp đến các tủ chiếu sáng;

- Đối với địa phương không thuận lợi để thiết kế quản lý và điều hành mạng lưới chiếu sáng theo ranh giới hành chính (ví dụ khu vực Tây Nam Bộ với đặc thù đường sông, kênh, rạch hoặc khu vực miền núi Đông Bắc Bộ, Tây Bắc Bộ, khu vực Tây Nguyên với đặc thù phân bố dân cư rải rác và đường giao thông kết nối các khu dân cư dài, trắc trở) thì có thể thiết kế trạm chiếu sáng của khu vực hoặc quản lý và vận hành hệ thống chiếu sáng theo khu vực (như trường hợp của TP Nha Trang). Lúc này, có thể lắp đặt thiết bị đo đếm cấp 1 tại trạm.

Mô hình phục vụ cho việc tái cấu trúc dữ liệu có sẵn từ các địa phương. Thiết kế cấu trúc cơ sở dữ liệu là quá trình mô hình hóa nhằm chuyển đổi các đối tượng từ thế giới thực sang các bảng trong hệ thống cơ sở dữ liệu đáp ứng các yêu cầu lưu trữ và khai thác dữ liệu. Trong đó: (1) Con người là đối tượng tham gia vào hệ thống, để xác định các dữ liệu cần lưu trữ, cần khai thác; (2) Tài liệu - dữ liệu là đối tượng cần lưu trữ và khai thác; và (3) Cơ sở vật chất là đối tượng vật chất cần quản lý. Do đó, hai thành phần quan trọng của khung cơ sở dữ liệu sẽ bao gồm: (1) Danh sách các đối tượng và thuộc tính của chúng; và (2) Sơ đồ trao đổi dữ liệu: bao gồm mối liên hệ của những bảng dữ liệu với nhau.

5.2. Thiết lập danh sách các đối tượng quản lý

Để xuất thiết lập danh sách các đối tượng cần được quản lý và định danh trong khung cơ sở quản lý như dưới đây. Mối quan hệ giữa các đối tượng được xác định thông qua các kết nối và các dữ liệu cần được theo dõi.

(a) Đối tượng người dùng: quản lý người dùng truy cập vào hệ thống.

user_id	Khóa chính. Định danh tài khoản
user_name	Khóa ngoại. Định danh, dùng làm tên đăng nhập.
password	Mật khẩu đăng nhập tài khoản
date_created	Ngày tạo tài khoản
date_updated	Ngày cập nhật thông tin tài khoản
email	Địa chỉ email dùng để gửi thông báo.
is_manager	Boolean. Xác định tài khoản Bộ hay không (nếu không là loại tài khoản Địa phương)

(b) Đối tượng khu vực: quản lý các khu vực của địa phương.

tu_id	Khóa ngoại. Định danh tủ.
tram_id	Khóa ngoại. Định danh trạm.
ten	Khóa ngoại. Tên khu vực (cấp con của Địa phương).

(c) Đối tượng trạm: quản lý các trạm trong một khu vực.

tram_id	Khóa chính. Định danh trạm.
khu_vuc_id	Khóa ngoại. Khu vực đặt trạm.
ten_tram	Khóa ngoại. Thể hiện tên trạm.
dia_chi	Địa chỉ của trạm.

(d) Đối tượng tủ: quản lý các tủ trong một trạm.

tu_id	Khóa ngoại. Định danh tủ.
tram_id	Khóa ngoại. Trạm lắp đặt tủ.
ten	Khóa ngoại. Thể hiện tên của tủ.
cong_to	Mã thiết bị công-tơ lắp tại tủ.

(e) Đối tượng trụ: quản lý các trụ kết nối vào một tủ.

tru_id	Khóa ngoại. Định danh trụ.
tu_id	Khóa ngoại. Định danh tủ mà trụ kết nối.
so_luong	Số lượng trụ đèn
loai_tru	Loại trụ, kiểu trụ.
tiếp_dia	Trụ có tiếp địa hay không.
chieu_cao	Chiều cao của trụ đèn
day	Đội dài dây của trụ đèn.
can_den	Đặc điểm. Có cần đèn hay không có

(f) Đối tượng bộ đèn: quản lý các đèn được gắn vào trụ.

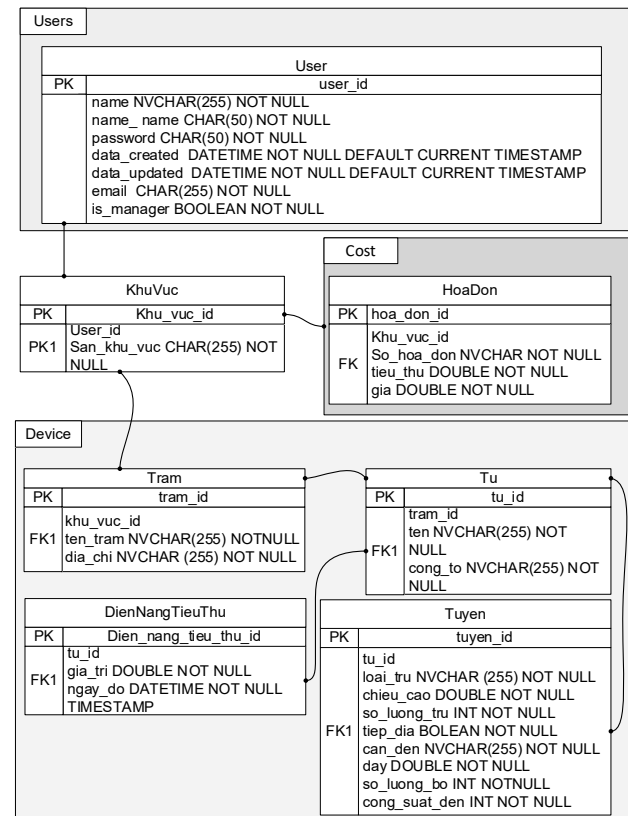
bo_den_id	Khóa chính. Định danh bộ đèn.
tru_id	Khóa ngoại. Định trụ mà bộ đèn lắp vào.
loai_den	Loại đèn lắp trên trụ.
so_luong_bo	Số lượng bộ đèn trên một trụ
cong_suat	Công suất đèn

(g) Điện năng tiêu thụ: quản lý năng lượng tiêu thụ được ghi nhận tại tủ.

dien_nang_tieu_thu_id	Khóa chính.
tu_id	Khóa ngoại.
cong_suat	Công suất tiêu thụ
ngay_do	Thể hiện ngày đo đặc điện năng tiêu thụ

5.3. Thiết lập sơ đồ trao đổi dữ liệu

Quá trình trao đổi dữ liệu giữa các đối tượng quản lý được mô hình hóa theo sơ đồ Hình 2.



Hình 2. Sơ đồ trao đổi dữ liệu giữa các đối tượng quản lý

6. XÂY DỰNG CÔNG CỤ QUẢN LÝ TIÊU THỤ NĂNG LƯỢNG TRONG CHIẾU SÁNG CÔNG CỘNG

6.1. Giới thiệu công cụ

Trang quanlychieusang.vn được xây dựng để hỗ trợ quản lý TTNL CSCC tại Việt Nam một cách chi tiết, trực quan. Công cụ cho phép các địa phương cập nhật dữ liệu định kỳ lên CSDL chung. Từ

đó, các cơ quan chức năng, hay chính địa phương, có thể theo dõi mức độ tiêu thụ dựa vào việc khai thác các dữ liệu đã được cập nhật dưới dạng các biểu đồ dữ liệu; đồng thời hỗ trợ công tác báo cáo, thống kê.

Công cụ có 2 loại tài khoản: (1) tài khoản Địa phương được cấp cho các địa phương nhằm mục đích cập nhật và khai thác dữ liệu tại địa phương; và (2) tài khoản Bộ cho phép khai thác dữ liệu của tất cả các địa phương có trên hệ thống.

6.2. Thiết kế phương thức cập nhật dữ liệu

Hệ thống cho phép tài khoản người dùng tải lên các tập tin (file) dưới định dạng bảng tính (excel) theo mẫu đã được chuẩn hóa. Sau khi tập tin được tải lên hệ thống, hệ thống sẽ quét để kiểm tra sự tương thích của dữ liệu trên tập tin với các ngăn CSDL và phân bổ chúng vào ngăn CSDL phù hợp. Dựa vào mức độ cập nhật, hệ thống sẽ hỗ trợ hai loại dữ liệu cần cập nhật tương ứng với hai mẫu bảng tính khác nhau: (1) Bảng tính dữ liệu thiết bị chiếu sáng: chứa các thông tin về số lượng bộ đèn, trụ đèn đã được phân chia về các tủ điều khiển; (2) Bảng tính tiêu thụ: chứa các thông tin về công suất tiêu thụ, điện năng tiêu thụ, thời gian đo và thành tiền điện năng tiêu thụ của từng tủ điều khiển.

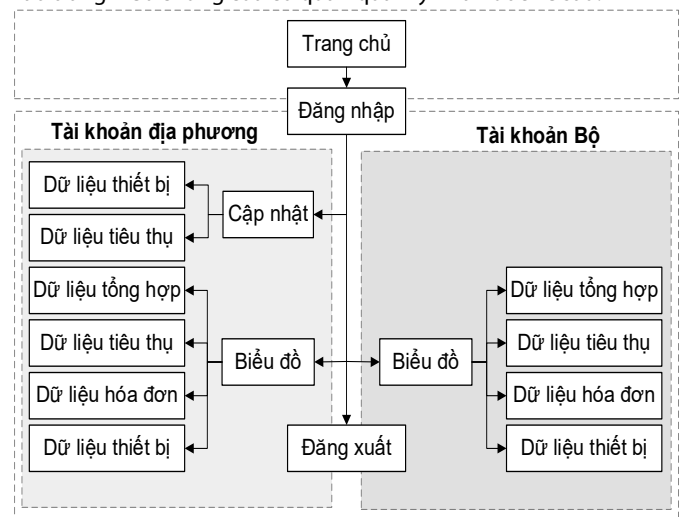
6.3. Sơ đồ trang web

Sơ đồ trang web được thể hiện ở Hình 3.

6.4. Ngôn ngữ lập trình và các framework

Công cụ sử dụng các nền tảng lập trình và framework sau:

(a) Ngôn ngữ lập trình Javascript: dùng để tạo trang web tương tác, cho phép giao diện của công cụ có thể tương tác linh hoạt, có khả năng phản hồi tương tác người dùng và thay đổi bố cục nội dung, khả năng tương thích cao nên dễ dàng tích hợp công cụ này vào trang web chung của cơ quan quản lý nhà nước về sau.



Hình 3. Sơ đồ biểu diễn cấu trúc trang web/công cụ quản lý tiêu thụ năng lượng trong chiếu sáng công cộng

(b) Ngôn ngữ lập trình Python: sử dụng để lập trình chức năng xử lý dữ liệu ban đầu, đảm bảo dữ liệu thô sau quét sẽ được đưa vào đúng ngăn cơ sở dữ liệu đã được định sẵn.

(c) Framework React: sử dụng mô hình virtual DOM để xây dựng giao diện người dùng động trên web.

(d) Framework Django: được sử dụng để xây dựng chức năng đăng nhập, đăng ký và đăng xuất của website.

(e) Module Pandas: là thư viện mã nguồn mở cho phép xử lý dữ liệu CSV, excel hoặc các định dạng khác. Nền tảng này cho phép thao tác dữ liệu nhanh chóng và hiệu quả hơn.

(f) FPT Cloud computing: là nền tảng điện toán đám mây dùng để lưu trữ, trao đổi và truy xuất dữ liệu.

6.5. Giao diện công cụ

Khi truy cập vào đường dẫn quanlychieusang.vn, người dùng sẽ được dẫn vào giao diện chính như Hình 4. Thực hiện theo hướng dẫn có sẵn trên giao diện, người dùng sẽ khai thác được một số tính năng cơ bản của công cụ như:

- Tải bảng mẫu có định dạng chuẩn của dữ liệu;
- Cập nhật dữ liệu;
- Khai thác dữ liệu;
- Truy xuất biểu đồ dữ liệu dưới dạng thống kê, mô tả;
- Và một số tính năng khác.



Hình 4. Giao diện chính của công cụ

7. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Công cụ được đề xuất trong nghiên cứu vừa có tầm quan trọng chiến lược lộ trình chuyển đổi số trong lĩnh vực hạ tầng kỹ thuật, vừa là giải pháp hữu dụng để kiểm soát TTNL trong CSCC. Quá trình nghiên cứu cho thấy:

- Công cụ là một trong những yếu tố mắc xích trong quá trình xây dựng lộ trình thay thế, cải tạo, quản lý, và phát triển đô thị theo định hướng thông minh;
- Mỗi địa phương có cách thu thập, quản lý CSDL TTNL khác nhau. Sự không đồng bộ này gây khó khăn cho cơ quan quản lý cấp Bộ trong việc tập hợp, tổng hợp dữ liệu khi cần thiết. Công cụ là một giải pháp quản lý tập trung, đồng bộ CSDL theo thể thức thống nhất giữa các địa phương nhưng không làm thay đổi đáng kể cách thức quản lý và lưu trữ hiện hành;

Ưu điểm của công cụ là tính cơ bản, đơn giản đối với người dùng, không yêu cầu thay đổi cách thức quản lý và lưu trữ dữ liệu hiện hành của địa phương. Ngược lại, nhược điểm của công cụ bao gồm tính bảo mật kém, dữ liệu lưu trữ trên điện toán đám mây có thể bị xâm nhập và khai thác bất hợp pháp. Do đó, các nghiên cứu chuyên sâu về công cụ này sẽ tập trung vào việc hoàn thiện giao diện, bổ sung các tính năng mới (như chức năng mô phỏng hiệu quả năng lượng của phương án chiếu sáng, phân vùng dữ liệu theo lĩnh vực, lọc tách dữ liệu với các định dạng mở rộng, thu thập dữ liệu từ xa, tự báo cáo và liên kết với các cơ sở dữ liệu khác, v.v...), và đảm bảo tính bảo mật của công cụ.

Đối với cơ quan quản lý cấp Bộ, cần triển khai phổ biến công cụ đến các địa phương để sớm xây dựng kế hoạch chuẩn hóa dữ liệu toàn quốc; chuyển giao cho đơn vị chức năng để tích hợp các chương trình quản lý có liên quan đến CSCC; chuyển giao cho các hiệp hội nghề nghiệp có liên quan đến hạ tầng kỹ thuật và các nhà sản xuất thiết bị để phản biện, góp ý và hoàn thiện công cụ; và xây dựng kế hoạch tập huấn triển khai ứng dụng công cụ trên phạm vi cả nước, và ban hành đầy đủ cơ chế và chế tài để triển khai áp dụng công cụ trong thực tế.

Đối với các địa phương, cần chủ động chuẩn hóa dữ liệu tại địa phương; lập kế hoạch tích hợp dữ liệu lên hệ thống; tổ chức lập quy

hoạch chiếu sáng đô thị, lập kế hoạch cải tạo, duy tu, đầu tư xây dựng, nâng cấp hệ thống chiếu sáng đô thị bám sát mục tiêu SDNLTK&HQ; đồng thời tích cực thử nghiệm công cụ và phản hồi, góp ý để hoàn thiện hơn.

Trên đây là kết luận và một số đề xuất điều chỉnh, bổ sung với mong muốn tăng cường hơn nữa hiệu quả TTNL trong CSCC; đồng thời tăng cường tính tự nguyện tuân thủ các quy định quản lý nhà nước về CSCC, góp phần vào nỗ lực cắt giảm tiêu thụ năng lượng và khí thải nhà kính của Chính phủ, đảm bảo cam kết “phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050” của Việt Nam tại Hội nghị COP26.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bộ Bảo vệ Thiên nhiên của Cộng hòa Armenia (2016) “Green Urban Lighting - UNDP/GEF/00074869 Project – Progress Report on activities performed from January 2014 to May 2016”.
- [2]. Michael, D. and Yahel, G. (2018) “Decision Support Information System for Urban Lighting”. Issues in Informing Science and Information Technology. Vol. 15, pg. 109-124.
- [3]. Giat, Y. (2013) “The effects of output growth on preventive investment policy”. American Journal of Operations Research. Vol. 3(06), 474. <https://doi.org/10.4236/ajor.2013.36046>.
- [4]. Atkinson, M. A., Bayazit, O. and Karpak, B. (2015) “A case study using the analytic hierarchy process for IT outsourcing decision making”. International Journal of Information Systems and Supply Chain Management (IJSSCM). Vol. 8(1), pg. 60-84. <https://doi.org/10.4018/ijsscm.2015010104>.
- [5]. Dreyfuss, M. and Giat, Y. (2018) “Insider-risk support model for an academic institution's information system”. Information Resources Management Journal (IRMJ). Vol. 31(1). <http://doi.org/10.4018/IRMJ.2018010104>.
- [6]. Hannah, G. (nd) “The future of street lighting - The potential for new service development”. Truy cập tại <https://iotuk.org.uk/wp-content/uploads/2017/04/The-Future-of-Street-Lighting.pdf> (truy cập ngày 11/06/2021).
- [7]. TS Vũ Minh Mão và cộng sự (2013) “Nghiên cứu xây dựng cơ sở dữ liệu chiếu sáng đô thị phục vụ quản lý Nhà nước - giai đoạn 2”. Đề tài Nghiên cứu khoa học cấp Bộ, mã số RD 62-12, Bộ Xây dựng, nghiệm thu ngày 03/01/2013.
- [8]. PGS. TS Nguyễn Hồng Tiến (2019) “Quản lý chiếu sáng đô thị Việt Nam - cơ hội, khó khăn, thách thức và các giải pháp”.
- [9]. Nguyễn Văn Tuấn, Phân tích dữ liệu với R, NXB Tổng hợp TP.HCM, 2014.