

Hoàn thiện quản lý hạ tầng chiếu sáng đô thị trên địa bàn quận Cầu Giấy, Hà Nội theo hướng bền vững

Completing urban lighting system management in Cau Giay district, Hanoi toward sustainability

> **TRẦN HẢI ĐĂNG¹, NGUYỄN LIÊN HƯƠNG¹, NGUYỄN THỊ KHÁNH PHƯƠNG^{2,*}**

¹Khoa Kinh tế & Quản lý xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

²Khoa Kiến trúc và Quy hoạch, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội; *Email: Phuongntk@huce.edu.vn

TÓM TẮT

Chiếu sáng đô thị (CSĐT) là nhu cầu tất yếu trong một đô thị hiện đại, nhằm đảm bảo các hoạt động của đô thị được diễn ra an toàn, đảm bảo trật tự an ninh đô thị, đáp ứng yêu cầu thẩm mỹ, làm đẹp cảnh quan môi trường và góp phần định vị bản sắc riêng cho đô thị. Chiến lược phát triển đô thị ứng phó biến đổi khí hậu, và quy hoạch CSĐT bền vững đòi hỏi hoàn thiện công tác quản lý hạ tầng chiếu sáng đô thị (HTCSĐT) đáp ứng theo mô hình đô thị thông minh, giảm phát thải khí nhà kính. Mục đích bài báo tập trung việc phân tích xu hướng phát triển CSĐT bền vững và một số kinh nghiệm thực tế trên thế giới, đồng thời phân tích thực trạng công tác quản lý HTCSĐT trên địa bàn quận Cầu Giấy, Hà Nội như một trường hợp nghiên cứu điển hình cho thực trạng HTCSĐT tại Việt Nam. Một số khuyến nghị về (i) *công tác quản lý và chính sách*, (ii) *giải pháp kỹ thuật*, (iii) *kiện toàn nhân lực* đã được đề xuất cho việc phát triển quản lý HTCSĐT bền vững, phù hợp bối cảnh Việt Nam hiện nay.

Từ khóa: Quản lý hệ thống chiếu sáng đô thị; chiếu sáng đô thị bền vững; biến đổi khí hậu; giảm phát thải khí nhà kính; mô hình đô thị thông minh

ABSTRACT

Urban lighting is an essential need in a modern city to ensure the safe conduct of urban activities, maintain urban security and order, meet aesthetic requirements, beautify the environmental landscape, and contribute to the identity of the city. The urban development strategy in response to climate change, and the planning of sustainable urban lighting, require the improvement of urban lighting system management to meet the standards of a smart city model and reduce greenhouse gas emissions. The purpose of this article is to analyze the trends of sustainable urban lighting development and some practical experiences worldwide, while also examining the current status of urban lighting system management in Cau Giay District, Hanoi, as a typical case study for the urban lighting system situation in Vietnam. Several recommendations regarding (i) management and policies; (ii) technical solutions; and (iii) human resource optimization have been proposed for the development of sustainable urban lighting system management, suitable for the current context of Vietnam.

Keywords: Urban lighting system management; sustainable urban lighting; climate change; reduce greenhouse gas emissions; smart city model.

1. XU HƯỚNG CSĐT BỀN VỮNG VÀ KINH NGHIỆM TRONG QUẢN LÝ CSĐT THÔNG MINH

Quản lý HTCSĐT bền vững là sự đáp ứng đồng thời các khía cạnh về Môi trường, Kinh tế, Xã hội với các yêu cầu cụ thể. Một hệ thống quản lý tốt cần đáp ứng sự tiết kiệm chi phí trong CSĐT ban đêm; đảm bảo sức khỏe và hạnh phúc, an toàn cho con người; đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật; đáp ứng yêu cầu về văn hóa và di sản; bảo vệ môi trường và tuân thủ quy định pháp lý.

Xu hướng đô thị hóa đang diễn ra là nguyên nhân dẫn đến khoảng 4,4 tỷ người sống tập trung ở các thành phố trên toàn cầu [1].

Nhu cầu tiêu thụ năng lượng tại các đô thị chiếm 70% mức sử dụng năng lượng của thế giới và đóng góp đáng kể góp phần vào lượng khí thải carbon toàn cầu [2] [3] [4] [5]. CSĐT là nền tảng của cơ sở hạ tầng đô thị, đóng một vai trò quan trọng trong các không gian đô thị. Các không gian được chiếu sáng hợp lý có thể tạo ra một môi trường an toàn hơn và hấp dẫn hơn để mọi người tham gia vào nhiều hoạt động khác nhau hoạt động ban đêm. Hiện nay, các HTCSĐT đóng góp tới 15% năng lượng của thế giới [6][7]. Hơn nữa, để đảm bảo các hệ thống này hoạt động hiệu quả, các chính quyền thành phố phân bổ hơn 40% ngân sách cho việc bảo trì HTCS công cộng. Sự tiêu thụ năng

lượng đáng kể này phụ thuộc một số yếu tố như loại đèn sử dụng, năng lực và trình độ kỹ thuật trong quản lý HTCSĐT.

Các hệ thống Đèn đường thông minh (Smart Street Lighting- SSL) được định nghĩa là HTCS được trang bị đèn LED có thể giám sát và điều khiển ánh sáng dựa trên điều kiện môi trường [8]. Nó là một phần của hệ thống dựa trên mạng hệ thống, có khả năng gửi và nhận dữ liệu [9] [10], có các cảm biến và bộ truyền động để nhiều chức năng khác nhau như cảm biến giao thông và ánh sáng, giám sát môi trường, v.v. thông qua các hệ thống tiên tiến và chia sẻ dữ liệu với hệ thống trung tâm để điều tiết các hoạt động đô thị. Nghiên cứu của Yusup [11] tập trung vào việc so sánh hiệu quả tác động môi trường qua đo lường mức độ giảm phát thải khí CO₂ trước và sau khi đèn đường ở Bandung (Indonesia) được thay đổi từ đèn thông thường sang đèn LED, đồng thời lập bản đồ lượng CO₂ ở sáu khu vực phát triển. Cơ sở là nghiên cứu trường hợp trước và sau khi thay đổi hệ thống kỹ thuật với đèn LED. Kết quả cho thấy hệ thống cải tạo có thể giảm lượng khí thải CO₂ lên tới 26% ở thành phố Bandung. Nhìn chung, các tài liệu và nghiên cứu quản lý CSĐT hiện nay chủ yếu tập trung vào việc giảm năng lượng tiêu thụ trong khi vẫn đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật của CSĐT bằng việc áp dụng các giải pháp khoa học, kỹ thuật công nghệ, trí tuệ nhân tạo và kết nối dữ liệu Điều khiển tự động hóa [12]

2. ĐỊNH HƯỚNG PHÁT TRIỂN CSĐT TẠI VIỆT NAM VÀ THỰC TRẠNG QUẢN LÝ HTCSĐT TRÊN ĐỊA BÀN QUẬN CẦU GIẤY, HÀ NỘI

2.1. Cơ sở và định hướng phát triển CSĐT bền vững

Việt Nam mong muốn trở thành nền kinh tế có thu nhập cao vào năm 2045, đồng thời cam kết thực hiện đạt được mức phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050. Do đó, sẽ cần có các chiến lược tích cực trong việc giảm phát thải chính các lĩnh vực (năng lượng, giao thông, nông nghiệp và công nghiệp), kết hợp với định giá carbon để khuyến khích hành vi thay đổi trong doanh nghiệp và hộ gia đình.

Lộ trình phát thải ròng bằng 0 (Net Zero Pathway) được phát triển cho CCĐR¹ cho thấy Việt Nam sẽ cần đầu tư đáng kể trong các lĩnh vực phát thải chính nêu trên. Trong đó chuyển đổi năng lượng phải là xương sống của chương trình của quốc gia với tổng chi phí đầu tư cần thiết ước tính vào khoảng 81,3 tỷ USD theo giá trị hiện tại ròng từ năm 2022 đến năm 2040. Mục tiêu là giảm khí thải nhà kính (GHG) phát thải 9% vào năm 2030 và 21% vào năm 2040 so với kịch bản phát triển thông thường (BAU), mặc dù vậy để đạt được mức phát thải ròng vào năm 2050 vẫn còn là một khoảng cách lớn, cần sự nỗ lực liên ngành, xuyên ngành. Trong những năm gần đây, HTCSĐT cũng được định hướng phát triển giảm thiểu phát thải môi trường, hướng tới đô thị bền vững. Theo Điều 23 Nghị định 79/2009/NĐ-CP của Chính phủ, việc quản lý, vận hành HTCS công cộng đô thị gồm những nội dung sau, đây cũng là cơ sở xem xét trong đề xuất giải pháp hoàn thiện công tác quản lý đô thị bền vững:

1) Thực hiện tổ chức chiếu sáng công cộng đô thị theo đúng các quy trình kỹ thuật về chiếu sáng, bảo đảm an toàn và tiết kiệm điện, phòng, chống cháy nổ và thời gian vận hành HTCS công cộng đô thị theo quy định.

2) Lập kế hoạch hàng năm về xây dựng mới, thay thế, cải tạo, duy trì bảo dưỡng HTCS công cộng đô thị và tổ chức triển khai thực hiện theo kế hoạch được phê duyệt.

3) Định kỳ kiểm tra, đánh giá chất lượng nguồn sáng và các thiết bị của HTCS công cộng đô thị để đề xuất phương án sửa chữa và thay thế kịp thời.

4) Bảo vệ HTCS công cộng đô thị.

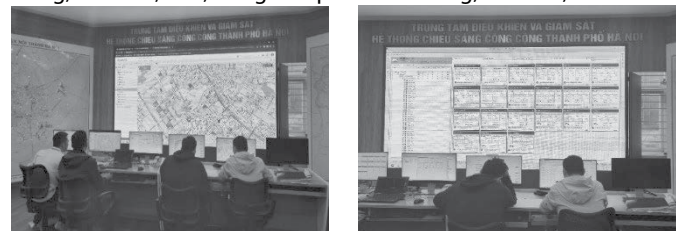
Về các nghiên cứu tập trung nâng cao năng lực quản lý và vận hành CSĐT đã được tiến hành: Dự án hợp tác giữa trường ĐH Bách

khoa TP.HCM với Công ty CP bóng đèn Điện Quang “Phát triển công nghệ chế tạo HTCS công cộng thông minh sử dụng LED” sử dụng đèn LED 100-200W kết nối với tủ điều khiển gateway và trung tâm điều khiển. Nghiên cứu của nhóm tác giả Trần Phương Nam “Nghiên cứu, thiết kế hệ thống đèn chiếu sáng đô thị theo hướng thông minh và tiết kiệm điện năng” [13] đã đề xuất mô hình hệ thống điều khiển chiếu sáng có truyền thông, sử dụng Server trung tâm và các thiết bị giám sát, điều khiển. Tương tự, một số nghiên cứu khác của các nhóm tác giả Nguyễn Thanh Tùng [14]; Nguyễn Văn Lộc [15] cũng tập trung đề xuất giải pháp nâng cao hiệu quả quản lý, vận hành HTCS.

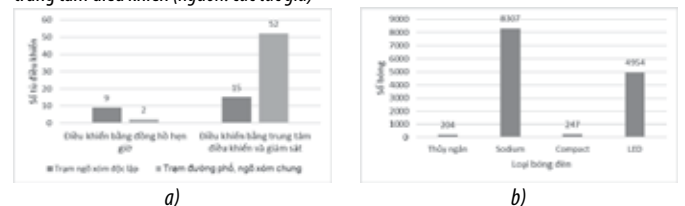
2.2. Quản lý HTCS trên địa bàn quận Cầu Giấy

2.2.1. Quản lý bằng phần mềm Citywork

Trong xu thế phát triển đô thị bền vững, nhiều thành phố trên khắp thế giới đã triển khai HTCS thông minh, đảm bảo cung cấp chất lượng ánh sáng tốt hơn, an toàn giao thông được cải thiện, tiết kiệm chi phí điện năng, giảm thải khí CO₂ gây hiệu ứng nhà kính. Các tủ điều khiển chiếu sáng được kết nối với máy tính từ phòng giám sát Trung tâm điều khiển để thực hiện đóng cắt, kiểm tra điện áp, dòng điện... ứng dụng cùng phần mềm Citywork kết nối ứng dụng Hapulico Smart phối hợp với EVN về quản lý chỉ số điện năng tiêu thụ, đánh giá chất lượng, phản ánh, tra cứu giải đáp mọi sự cố trong công tác quản lý HTCS (Hình 1). Số lượng thiết bị chiếu sáng đô thị thuộc địa bàn quận Cầu Giấy quản lý trên chiếu dài tuyến đèn 140,39km được thống kê như trên hình 3, bao gồm: 11 tủ điều khiển bằng đồng hồ hẹn giờ, 67 tủ điều khiển bằng Trung tâm điều khiển và giám sát; 13.712 bóng đèn với tổng công suất điện 913,26 kw chiếu sáng cho đường phố, ngõ xóm, vườn hoa, quảng trường và công viên (thuộc Sở Xây dựng và quận Cầu Giấy quản lý). Trong đó bóng LED - 4.954 chiếm 36,11%; bóng Sodium - 8307 bóng, chiếm 60,6%; bóng cao áp thủy ngân - 204 bóng, chiếm 1,49%; bóng compact - 247 bóng, chiếm 1,8%.



Hình 1. Bản đồ hiện trạng HTCS quận Cầu Giấy (trên phần mềm Citywork) và hình ảnh trung tâm điều khiển (nguồn: các tác giả)



Hình 2. Số lượng thiết bị chiếu sáng: tủ điều khiển (a); các loại bóng đèn (b) (nguồn: các tác giả)

2.2.2. Quản lý HTCS về mật tần suất sử dụng theo khung giờ trên địa bàn Quận

Việc quản lý HTCS về mật tần suất sử dụng theo khung giờ được thực hiện bởi chức năng của Trạm điều khiển HTCS với ba chức năng chính: điều chỉnh độ sáng, quản lý năng lượng, và kiểm soát từ xa.

- Điều chỉnh độ sáng: Trạm điều khiển chiếu sáng giúp điều chỉnh độ sáng của các nguồn ánh sáng, tối ưu hóa mức sáng theo nhu cầu và điều kiện môi trường.

- Chức năng quản lý năng lượng giúp giảm độ lãng phí và tối ưu hóa sử dụng điện, đồng thời giảm chi phí vận hành.

¹ Climate Change and Development Report

- Tại một số tuyến đường được lắp đặt cảm biến ánh sáng kết nối với hệ thống trung tâm điều khiển có khả năng kiểm soát từ xa, báo hiệu thời tiết, môi trường giúp người quản lý thực hiện việc đóng cắt linh hoạt và hợp lý theo từng khu vực.

Bảng 1. Đặc điểm hai loại trạm điều khiển HTCS sử dụng trên địa bàn Quận (tác giả tổng hợp)

Loại trạm	Mô tả	Ưu/nhược điểm
- Đối với các trạm đóng cắt bằng Trung tâm điều khiển với chế độ cơ bản như sau:	+ Nguyên lý hoạt động: Kết nối thông qua sóng di động GSM/3G,4G + Hệ thống được lắp đặt điều khiển từ xa, có bộ phận điều khiển trung tâm giám sát trực tiếp mọi hoạt động thông qua phần mềm điều khiển trên máy tính.	- Ưu điểm: + Thao tác vận hành trên phần mềm + Dễ dàng đóng cắt và theo dõi điện áp, dòng điện của HTCS từ trung tâm. Nhược điểm: + Chi phí đầu tư cao. + Sử dụng chủ yếu cho chiếu sáng đèn đường
- Đối với các trạm đóng cắt bằng đồng hồ với chế độ cơ bản như sau: Có thể điều khiển tự động và điều khiển bằng tay	+ Chế độ đóng cắt mùa hè: Vận hành 100% từ 18h30 đến 23h, cắt chế độ vận hành 70% từ 23h, đến 5h cắt toàn bộ không vận hành. + Chế độ đóng cắt mùa đông: Vận hành từ 17h30 đến 23h, cắt chế độ vận hành 70% từ 23h, đến 6h cắt toàn bộ không vận hành.	- Ưu điểm: + Chi phí đầu tư thấp. + Thao tác vận hành đơn giản. + Dễ dàng cài đặt theo thời gian, theo mùa. - Nhược điểm: + Không cho phép cài đặt chế độ điều khiển phức tạp. + Không cho phép điều khiển nhiều cụm đèn với chế độ hoạt động khác nhau. + Không có chức năng giám sát và điều khiển từ xa.

2.2.3. Nhận định chung về thực trạng công tác quản lý HTCS trên địa bàn quận Cầu Giấy

Thực trạng công tác quản lý HTCS công cộng quận Cầu Giấy đang có sự phân cấp như sau: Sở Xây dựng sẽ có nhiệm vụ quản lý, đầu tư xây dựng, cải tạo, nâng cấp, mở rộng, bảo dưỡng, sửa chữa, cấp điện HTCS công cộng trên các tuyến đường phố, trong công viên, vườn hoa, quảng trường và các khu vực công cộng khác. Còn HTCS trong ngõ ngách sẽ được Trung tâm phát triển quỹ đất có nhiệm vụ đầu tư xây dựng mới, cải tạo, nâng cấp, mở rộng HTCS, duy tu, bảo dưỡng và sửa chữa. Sự phân cấp này đang tạo ra nhiều lỗ hổng trong công tác quản lý, có thể đưa ra một vài hạn chế sau: cấp điện cho HTCS trên địa bàn quận là do cấp Thành phố quản lý, cấp điện từ thành phố đi vào ngõ ngách do cấp Quận quản lý được điều khiển chung một tủ chiếu sáng, vì vậy thực hiện phân cấp này gây ra hiện tượng "đa báo" dẫn đến chồng chéo, không thống nhất trong quản lý; việc triển khai nâng cấp và thay thế đèn LED trong ngõ ngách cũng gây nhiều trở ngại khi triển khai các dự án nâng cấp, hiện đại hóa HTCS, khó đảm bảo tính thống nhất, không đồng bộ công nghệ giữa tuyến đường phố và trong ngõ ngách khi có sự phân cấp này; thêm vào đó, việc dân cư tự ý lắp đặt đèn chiếu sáng dẫn ra thường xuyên, gây thất thoát và mất an toàn lưới điện, khi có sự việc không may xảy ra tai nạn thì khó quy trách nhiệm cho các cấp và các cơ quan liên quan.

Trên địa bàn Quận đã được trang bị đảm bảo chiếu sáng với tỷ lệ trên 95% với ngõ xóm. Công tác quản lý HTCS đã triển khai áp dụng tiến bộ khoa học công nghệ trong quản lý vận hành tổ chức HTCS công cộng trên địa bàn như:

- sử dụng phần mềm Citywork để quản lý mạng chiếu sáng,
- cập nhật và tổng hợp mạng lưới chiếu sáng mới nhất và dễ dàng;
- tiếp nhận ý kiến phản hồi nhanh từ khách hàng;
- tích hợp điều khiển giám sát từ xa;
- cập nhật, nhắc nhở việc bảo trì, bảo dưỡng, thay thế linh kiện, thiết bị theo lịch v.v.

Về con người, đơn vị quản lý, vận hành HTCS công cộng đô thị có đội ngũ cán bộ và công nhân có bề dày kinh nghiệm, đảm bảo trang thiết bị và phương tiện kỹ thuật cần thiết để đáp ứng các yêu cầu cơ bản trong thực hiện nhiệm vụ được giao. Tuy nhiên, một số vấn đề tồn tại khiến công tác quản lý chưa đạt hiệu quả tốt nhất:

1) Mạng lưới chiếu sáng công cộng là một công trình hạ tầng kỹ thuật mang tính chất hệ thống, có tính liên hệ chặt chẽ với

Ngày nay, tủ điện chiếu sáng linh hoạt và hiện đại hơn nhờ tích hợp module mới cài đặt trực tiếp trên điện thoại mà không cần đến tận nơi điều khiển. Đặc điểm hai loại trạm điều khiển được cho ở bảng 1 dưới đây:

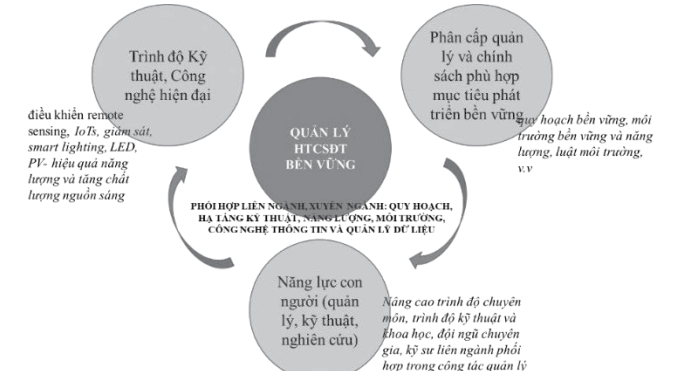
nhau. Khác với các lĩnh vực hạ tầng khác như công viên cây xanh, hè phố, giao thông,...có thể dễ dàng phân đoạn để quản lý theo địa giới hành chính. Thực hiện việc phân cấp quản lý không hợp lý sẽ dẫn đến chồng chéo, không thống nhất trong công tác quản lý. Việc phân cấp về quận huyện hiện nay đang vướng mắc về việc tách nguồn giữa đường phố do Sở Xây dựng quản lý, và các trạm đường phố - ngõ xóm chung trạm do Quận quản lý.

2) Việc quản lý khai thác, vận hành HTCS hiệu quả đòi hỏi các nhà thầu có uy tín, năng lực kinh nghiệm, có tính cam kết cao để kịp thời sửa chữa, thay thế, khắc phục sự cố lưới điện đảm bảo tỷ lệ bóng sáng luôn ở mức cao theo yêu cầu của thành phố. Hiện trạng vẫn thiếu sự phối hợp nhịp nhàng và nhanh chóng liên cơ quan trong công tác quản lý nhằm nâng cao chất lượng vận hành, duy tu thông qua việc lựa chọn nhà thầu quản lý và vận hành uy tín.

3) Vốn chủ yếu từ ngân sách nhà nước, nên còn hạn hẹp, nhiều tuyến đường nhỏ, ngõ vẫn chưa được cơ quan chính quyền để ý tới đến việc thay thế, sửa chữa những bóng đèn đã cũ và hiệu suất chiếu sáng kém trên địa bàn quận.

4) Thiếu quy định về định mức trong các hoạt động quản lý và vận hành đối với yêu cầu dịch chuyển các HTCS thông minh, hiện đại, bền vững, hướng đến thực hiện tín chỉ môi trường, tín chỉ carbon trong quản lý chiếu sáng đô thị hiện đại.

3. ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP HOÀN THIỆN CÔNG TÁC QUẢN LÝ HTCSĐT



Hình 3. Đề xuất phương pháp tiếp cận quản lý CSĐT theo hướng bền vững (nguồn: các tác giả)

Từ phân tích những tồn tại hiện hữu, việc hoàn thiện công tác quản lý chiếu sáng đô thị có thể được cải thiện từ việc tiếp cận thông qua các **giải pháp gián tiếp**: (i) Phân cấp quản lý, chính sách, cơ chế tài chính; (ii) trình độ Kỹ thuật, công nghệ; (iii) Năng lực con người (hình 3); các **giải pháp trực tiếp** liên quan việc (i) *lập Kế hoạch - Quy hoạch*, (ii) *Chính sách* và (iii) *hoạt động Triển khai*. Theo đó, cần thiết tiếp cận Mô hình quản lý HTCSĐT thị phù hợp yêu cầu tăng trưởng xanh giai đoạn 2030-2050; tập trung công nghệ và quản lý CSĐT thông minh đảm bảo an ninh, an toàn, thẩm mỹ, hiệu quả năng lượng; đòi hỏi có sự liên kết chặt chẽ giữa các cấp quản lý và liên kết liên ngành, xuyên ngành. Trong khuôn khổ bài báo, chúng tôi sẽ đề cập các giải pháp gián tiếp như hình 3.

- **Các giải pháp chung về phân cấp quản lý, chính sách, tài chính**

Giải quyết các tồn tại về sự chồng chéo trong quản lý giám sát, vận hành, bảo trì, thay thế sửa chữa HTCS đường phố và ngõ xóm trên địa bàn Thành phố và địa bàn Quận và các cơ chế, chính sách tài chính đáp ứng sự phát triển hướng tới HTCS Thông minh, bền vững.

1) Hoàn thiện phân cấp quản lý HTCSĐT:

-Cần thực hiện quy hoạch chung chiếu sáng cho từng đô thị dựa trên chiến lược quy hoạch chiếu sáng quốc gia, triển khai công tác quản lý CSĐT trên địa bàn Quận dựa trên quy hoạch chiếu sáng cho từng đô thị.

-Toàn bộ HTCSĐT nên được quy về đầu mối Thành phố quản lý. Việc đầu tư, sửa chữa, xây mới HTCS (bao gồm cả lập kế hoạch, Kiểm tra, Bảo vệ HTCS) phân cho cấp Quận quản lý với sự giám sát của Thành phố.

-Khuyến nghị về tiếp cận quản lý liên ngành, xuyên ngành, có sự phối hợp chặt chẽ của các chuyên gia: nhà quy hoạch hạ tầng; chuyên gia công nghệ chiếu sáng thông minh/hiệu quả năng lượng; chuyên gia về năng lượng, môi trường; chuyên gia về công cụ cơ sở dữ liệu, bảng tính; người làm chính sách (hình 4).

2) Đảm bảo hệ thống thiết bị chiếu sáng được dán nhãn chứng nhận hiệu quả năng lượng theo lộ trình trong quyết định của Thủ tướng Chính phủ. Hỗ trợ tài chính và các chính sách khuyến khích đối với công nghệ CSĐT thông minh, giúp giảm thiểu chi phí và tăng cường sự thuận đẩy của các doanh nghiệp và chủ đầu tư.

3) Giải pháp về tài chính trong phát triển hạ tầng CSĐT thông minh:

- Cần có chỉ dẫn kỹ thuật về HTCS thông minh làm cơ sở căn cứ lựa chọn trang thiết bị và công nghệ.

- Bổ sung, thay thế và hoàn thiện hệ thống định mức, dự toán cho phù hợp công nghệ, trang thiết bị và năng lực của công tác quản lý vận hành, trang thiết bị và công nghệ mới hiện đại. Xây dựng ước tính tổng mức tiêu thụ năng lượng và lượng khí thải CO₂ của các HTCSĐT được lắp đặt.

4) Định hướng hoàn thiện chính sách

- Rà soát và hoàn thiện các Quy định, Chính sách và Khuyến nghị quốc gia Hiện hành tập trung vào các vấn đề liên quan. Tăng cường các cơ sở pháp lý, chính sách về quản lý HTCSĐT theo hướng bền vững.

- Khi đã hoàn thiện khái niệm HTCSĐT thông minh, bền vững và xác định rõ các nhiệm vụ quản lý, để thực thi cần có các chính sách khuyến khích tín chỉ các bon, thuế doanh nghiệp, thuế xuất, nhập khẩu, giá, công tác đấu thầu trong các dự án chiếu sáng đô thị.

- **Các giải pháp kỹ thuật**

1) Phát triển quy hoạch chung toàn diện, đảm bảo theo lộ trình phát triển đô thị thông minh và mục tiêu phát thải ròng bằng 0 đến 2050. Đánh giá thực trạng và căn cứ thực trạng để có kế hoạch thực hiện theo lộ trình đạt được cam kết: cắt giảm CO₂ với HTCS thông minh sử dụng thiết bị hiệu suất cao.

2) Cập nhật ứng dụng kỹ thuật, công nghệ trong quản lý vận hành HTCSĐT:

- Tăng cường ứng dụng hệ thống giám sát, số hóa dữ liệu trong quản lý nhằm hoàn thiện và tăng cường công tác xử lý, lưu trữ dữ liệu thực (Hình 4).

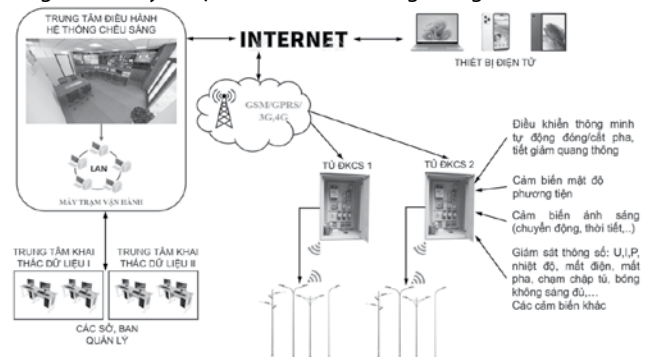
- Phát triển cơ sở dữ liệu kiểm kê, thu thập dữ liệu chứa thông tin liên quan đến HTCS đường phố ở các đô thị

- Mở rộng kết nối Trung tâm Điều khiển cho toàn bộ tủ điện chiếu sáng hiện có.

- IoT kết nối truyền tải dữ liệu: cài đặt IoT cổng kết nối (Agent trong Gateway) để đạt được khả năng giao tiếp hai chiều giữa đèn đường và nền tảng quản lý. Tất cả dữ liệu thời gian thực sẽ được tìm nạp như trạng thái thiết bị, điện áp hiện tại, nhiệt độ môi trường, GIS, v.v.

- Công nghệ AI, machine learning và lập trình kịch bản ngắt đống, dimming theo công suất thiết kế

3) Triển khai chuyển đổi sang năng lượng sạch: đáp ứng xu hướng quốc gia về Chuyển đổi công bằng năng lượng (JETP) - giảm dần và thay thế năng lượng hóa thạch sang năng lượng tái tạo (NLTT). Có kế hoạch ứng dụng pin năng lượng mặt trời kết nối đến chiếu sáng điều khiển cảm ứng, dựa trên nền tảng quản lý thông minh là kỹ thuật cần triển khai trong thời gian tới.



Hình 4. Đề xuất thực hiện tổ chức CSĐT với kích bản CSĐT thông minh (nguồn: các tác giả)

- **Giải pháp kiên toàn nhân lực**

HTCSĐT thông minh, bền vững vẫn là một khái niệm đặc thù và mới mẻ, cần có một cách tiếp cận tổng thể cả về chính sách và cập nhật khoa học công nghệ. Để thực hiện một cách hiệu quả công tác quản lý và vận hành HTCSĐT thông minh, bền vững, đòi hỏi đơn vị chức năng đứng vai trò quản lý của Thành phố là Sở Xây dựng cần đảm bảo khả năng kiểm tra, kiểm soát từ quy hoạch, đầu tư đến vận hành, bảo trì hệ thống có tính nhất quán cao. Nguồn nhân lực quản lý, chuyên viên trực tiếp tham gia công tác quản lý cần nắm được các chiến lược quy hoạch, phát triển chung và có trình độ khoa học, công nghệ phù hợp. Có thể liệt kê một số vị trí chức năng, ngành, chuyên ngành liên quan:

- Chuyên gia chính sách, làm việc trong lĩnh vực chiếu sáng và chính sách chiếu sáng đô thị

- Chuyên gia công nghệ chiếu sáng thông minh/hiệu quả năng lượng

- Chuyên gia sử dụng năng lượng hiệu quả

- Chuyên gia quy hoạch hạ tầng kỹ thuật đô thị

- Chuyên gia về công cụ cơ sở dữ liệu/bảng tính

4. KỊCH BẢN GIẢM PHÁT THẢI CO₂ VỚI VIỆC LED HÓA TOÀN BỒ HÊ THỐNG CSĐT QUÂN CẦU GIẤY

Để đánh giá hiệu quả bền vững môi trường khi thực hiện giải pháp tăng cường áp dụng tiến bộ khoa học công nghệ trong quản lý, bài báo tiến hành so sánh kịch bản giảm phát thải CO₂ với việc LED hóa toàn bộ hệ thống bóng đèn sử dụng trong CSĐT của Quận. Kịch bản thiết kế hợp lý theo nhu cầu chiếu sáng hiện tại với cơ cấu thiết bị chiếu sáng (13.712 bóng LED: Bóng LED công suất trung bình 14w dùng cho đèn trang trí vỉa hè, sân vườn, công viên,

ngõ xóm; Bóng LED công suất trung bình 75w dùng cho đèn chiếu sáng đường phố, cầu vượt, ngõ xóm, nơi có diện tích chiếu sáng nhỏ và vừa; Bóng LED công suất trung bình 200w dùng cho đèn chiếu sáng đường phố, cầu vượt, đường quốc lộ, nơi có diện tích chiếu sáng lớn; Bóng LED công suất trung bình 400w dùng cho nơi có diện tích chiếu sáng rất lớn.

Sử dụng công thức [11] tính tổng công suất điện dùng cho chiếu sáng trên địa bàn Quận:

$$E_{CO_2} = ef \times ep \times ln \times oh \quad (1)$$

Trong đó: ECO_2 : nguồn phát thải CO_2 ; ef : hệ số phát thải (lấy theo Công văn số 1278/BĐKH-TTBVTOD) với $ef=0,7221 \text{ tCO}_2/\text{MWh}$; ep : công suất điện; ln : Số lượng đèn; oh : giờ hoạt động (10h/ngày và tính cho 365 ngày trong năm).

Tính công suất điện sử dụng khi hệ thống được thay toàn bộ bóng LED, ta có:

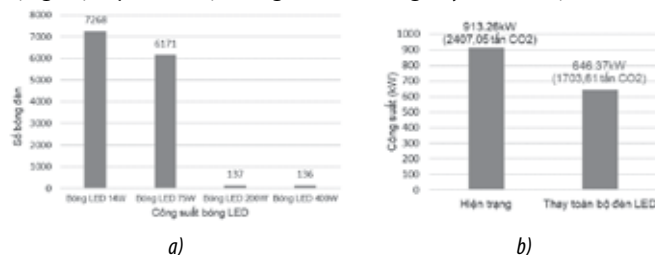
$$ep = (7268 \times 0,014) + (6171 \times 0,075) + (137 \times 0,2) + (136 \times 0,4) = 646,37 \text{ kW} = 0,64637 \text{ MW} \quad (2)$$

Quy đổi theo hệ số phát thải quốc gia, lượng CO_2 được tính:

$$0,7221 \times 0,64637 \times 10 \times 365 = 1703,61 \text{ tấn } CO_2 \quad (3)$$

Với các số liệu trên ta có tỷ số phần trăm giảm thải CO_2 của phương án thay thế toàn bộ bóng LED (PA2) còn 70% so với hiện trạng (PA1), tương ứng 1703,61 tấn CO_2 quy đổi. Nói cách khác, sau khi thay thế toàn bộ hệ thống LED, thì lượng khí thải giảm được khoảng 30% mỗi năm (hình 5). Khi sử dụng kết hợp quản lý chiếu sáng bằng dimming và cảm ứng ánh sáng theo cường độ (xem bảng 1), năng lượng tiêu thụ vào lượng CO_2 phát thải có thể giảm thêm khoảng 15-17%.

Có thể nói, lợi ích đem lại từ Quản lý HTCSĐT bền vững, sử dụng hệ thống quản lý thông minh thể hiện khả năng tối ưu hóa cấu hình đèn đường và công tác giám sát, bảo trì cũng như giảm chi phí năng lượng, cắt giảm phát thải CO_2 ra môi trường. Công nghệ IoT được áp dụng cho phép thực hiện giám sát và quản lý đèn đường từ xa, tự động hóa quy trình quản lý và đảm bảo hoạt động hiệu quả của hệ thống CSĐT thường xuyên, tiết kiệm.



Hình 5. Số lượng đèn LED thay thế trong CSĐT quận Cầu Giấy theo kịch bản (a); So sánh công suất phát thải CO_2 của 2 Trường hợp: Hiện trạng và khi Thay toàn bộ đèn LED

5. KẾT LUẬN, KIẾN NGHỊ

Bài báo là kết quả tổng hợp, phân tích xu hướng hiện đại của công tác quản lý HTCSĐT trong và ngoài nước, phân tích trường hợp nghiên cứu trên địa bàn quận Cầu Giấy, Hà Nội. Phân tích dữ liệu thực trạng công tác quản lý HTCSĐT trên địa bàn Quận cho thấy tiếp cận kỹ thuật tương đối đầy đủ, tuy nhiên còn thiếu sự đồng bộ cơ bản: Việc áp dụng nền tảng công nghệ kỹ thuật chưa thống nhất dẫn đến không thể xác định ngay các vấn đề xảy ra trên hệ thống. Sự hạn chế về tài chính, thiếu sự phối hợp liên cấp, liên ngành khiến công tác theo dõi, bảo trì đèn đường là một thách thức đối với cơ quan quản lý HTCS trên địa bàn Quận và Thành phố.

Một số giải pháp đã được đề xuất dựa trên thực trạng được phân tích, liên quan việc mở rộng kết nối Trung tâm điều khiển cho toàn bộ tủ điều khiển chiếu sáng hiện có; Thay thế toàn bộ

các chủng loại đèn cũ bằng đèn công nghệ LED có tuổi thọ cao, tiết kiệm năng lượng; Đưa quản lý chiếu sáng đô thị về một đầu mối là Sở Xây dựng: công tác đầu tư xây dựng, lập kế hoạch hàng năm về bảo trì, bảo dưỡng, nâng cấp giao cho Sở Xây dựng; công tác quản lý các số liệu liên quan, giám sát việc thi công lắp đặt, bảo trì, bảo dưỡng, thay thế, nâng cấp giao về cho các quận. Về cơ bản, các khuyến nghị chung có thể chia thành ba nhóm: (i) *Xem xét lại phân cấp quản lý cho Thành phố, theo định hướng chiến lược phát triển đô thị thông minh và chiến lược về chuyển đổi và công bằng năng lượng*; (ii) *hoàn thiện thể chế, chính sách, hành lang pháp lý và quy định, hướng dẫn thực hiện công tác quản lý HTCSĐT thông minh, bền vững*. (iii) *thực hiện tiếp cận quản lý với trình độ nhân lực đáp ứng khả năng phối hợp liên ngành, xuyên ngành*. Bài báo chứng minh với việc thực hiện tiếp cận ứng dụng công nghệ LED hóa toàn bộ HTCS trên địa bàn quận, tổng năng lượng tiêu thụ trong năm và lượng khí thải CO_2 tương ứng có thể giảm 30-47%.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. «The World Bank. Urban Development Kernel Description,» [Online]. Available: Available online: <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/overview> (accessed on 8 September 2023).
2. Lin B., Zhu J., «Impact of energy saving and emission reduction policy on urban sustainable development: Empirical evidence from China,» *Appl. Energy*, vol. 239, p. 12–22, 2019.
3. [Online]. Available: <https://bnews.vn/som-giai-quyet-bat-cap-trong-quan-ly-he-thong-chieu-sang/317854.html>.
4. [Online]. Available: <https://baodienbienphu.com.vn/tin-tuc/xa-hoi/204730/quy-hoach-chieu-sang-do-thi-ben-vung>.
5. Phạm Thị Hải Hà, Nguyễn Công Thịnh, Nguyễn Thị Khánh Phương, Đỗ Hải Hưng, «Các trở ngại và cơ hội trong thiết kế công trình cân bằng năng lượng (ZEBs) ở Việt Nam,» *Tạp chí Xây dựng*, Vol. 91 di 9212-2023, pp. 24-31, 2023.
6. «IEA. Greenhouse Gas Emissions Kernel Description,» [Online]. Available: www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/greenhousegas-emissions-from-energy-data-explorer.
7. Pasolini, G., Toppan, P., Zabini, F., De Castro, C., & Andrisano, O., «Design, deployment and evolution of heterogeneous smart public lighting systems. Applied Sciences,» vol. 9, n. 16, p. 3281, 2019.
8. Petritoli, E.; Leccese, F.; Pizzuti, S.; Pieroni, F., «Smart lighting as basic building block of smart city: An energy performance comparative case study,» *Measurement*, vol. 136, p. 466-477, 2019.
9. Avotins, A.; Apse-Apsitis, P.; Kunickis, M.; Ribickis, L., «Towards smart street LED lighting systems and preliminary energy saving results,» in *In Proceedings of the 2014 55th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Tech*.
10. [Online]. Available: <https://www.syawalengineering.com/v1/products-brands/smart-system-solution/smart-street-lighting/>.
11. Yusup G. S. B., Melda R. J., Maman I., & Li J., «Sustainable low carbon urban lighting analysis: a case study of Bandung city,» *Journal of Engineering Sciences*, vol. 7, n. 1, pp. H9-H18., 2020.
12. Agramelal, F., Sadik, M., Moubarak, Y., & Abouzahir, S., «Smart Street Light Control: A Review on Methods, Innovations, and Extended Applications,» *Energies*, vol. 16, n. 21, p. 7415, 2023.
13. N. T. P., «Nghiên cứu, thiết kế hệ thống đèn chiếu sáng đô thị theo hướng thông minh và tiết kiệm điện năng,» *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, vol. 6, n. 3, 2023.
14. Tùng, N. T., Hoàng, T. Đ., Cường, Đ. M., «Nghiên cứu thiết kế hệ thống điều khiển, giám sát đèn chiếu sáng thông minh,» *TNU Journal of Science and Technology*, vol. 189, n. 13, pp. 99-105, 2018.
15. V. L. Nguyễn, «Nghiên cứu đề xuất giải pháp nâng cao hiệu quả vận hành cho HTCS tại TP Quảng Ngãi (Doctoral dissertation),» Trường Đại học Bách khoa-Đại học Đà Nẵng, 2018.
16. [Online]. Available: <https://bizflycloud.vn/tin-tuc/da-duyet-gioi-thieu-fog-computing-va-ung-dung-trong-he-sinh-thai-iot-2018011814061279.htm>.