BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC XÂY DỰNG HÀ NỘI

ĐỀ TÀI KHOA HỌC & CÔNG NGHỆ

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ VÀ VẬN HÀNH CÔNG TRÌNH BỆNH VIỆN NHẰM SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG TIẾT KIỆM, HIỆU QUẢ Ở VIỆT NAM

MÃ SỐ: RD 22 – 22

Hướng dẫn thiết kế và vận hành công trình bệnh viện sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả ở Việt Nam

Chủ nhiệm nhiệm vụ: TS. Lê Hồng Hà

Hà Nội, năm 2023

MỤC LỤC

PHẦN 1. MỞ ĐẦU **7**

1.1. Mục đích 7

1.2. Phạm vi áp dụng 7

1.3. Tài liệu viện dẫn 7

1.4. Giải thích thuật ngữ 9

1.4.1. Giải thích thuật ngữ về thiết kế 9

1.4.2. Giải thích thuật ngữ về quản lý vận hành 12

PHẦN 2. HƯỚNG DẪN CHUNG **13**

2.1. Nguyên tắc chung khi thiết kế, vận hành công trình bệnh viện nhằm sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả ở Việt Nam 13

2.2. Các dữ liệu cần thu thập, phân tích, đánh giá sơ bộ khi thiết kế công trình bệnh viện nhằm sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả 16

2.3. Thiết lập mục tiêu sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả 17

PHẦN 3. HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH BỆNH VIỆN NHẰM SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG TIẾT KIỆM, HIỆU QUẢ **19**

3.1. HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ QUY HOẠCH TỔNG MẶT BẰNG BỆNH VIỆN 19

3.1.1. Yêu cầu chung 19

3.1.2. Quy trình tổng thể thiết kế quy hoạch TMB kết hợp hướng và hình khối công trình 19

3.2. HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ TỔ HỢP KHÔNG GIAN 27

3.2.1. Yêu cầu chung 27

3.2.2. Quy trình và một số lưu ý khi tổ hợp không gian nhằm sử dụng NL TK-HQ 28

3.3. HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ LỚP VỎ CÔNG TRÌNH 33

3.3.1. Yêu cầu chung 33

3.3.2. Quy trình thiết kế lớp vỏ công trình bệnh viện nhằm sử dụng NL TK-HQ 34

3.3.3. Giải pháp thiết kế tường bao che bên ngoài công trình bệnh viện nhằm sử dụng NL TK-HQ 36

3.3.4. Giải pháp thiết kế mái công trình bệnh viện nhằm sử dụng NL TK-HQ45

3.3.5. Giải pháp thiết kế lỗ mở trên tường bao che/mái công trình 49

3.3.6. Giải pháp thiết kế nền tầng trệt công trình bệnh viện 64

3.4. HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ CÁC PHÒNG CHỨC NĂNG VÀ KHÔNG GIAN CHUYỂN TIẾP 65

3.4.1. Yêu cầu chung 65

3.4.2. Các giải pháp và lưu ý trong thiết kế các phòng chức năng và không gian chuyển tiếp 65

3.5. HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ HỆ THỐNG KỸ THUẬT CÔNG TRÌNH 73

3.5.1. Hướng dẫn thiết kế hệ thống HVAC 73

3.5.2. Hướng dẫn thiết kế hệ thống chiếu sáng 80

3.5.3. Hướng dẫn thiết kế hệ thống đun nước nóng 88

3.6. HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ HỆ THỐNG NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO 89

3.6.1. Thiết kế hệ thống điện mặt trời 89

3.6.2. Thiết kế hệ thống cung cấp nước nóng bằng năng lượng mặt trời 93

PHẦN 4. HƯỚNG DẪN QUẢN LÝ VẬN HÀNH CÔNG TRÌNH BỆNH VIỆN NHẰM SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG TIẾT KIỆM, HIỆU QUẢ 101

4.1. Yêu cầu chung 101

4.2. Thiết lập hệ thống quản lý năng lượng theo hướng dẫn của Luật 50/2010/QH12 và TCVN ISO 50001:2019 101

4.2.1. Hoạch định (Planning) 104

4.2.2. Thực hiện (Do) 111

4.2.3. Đánh giá kết quả thực hiện (Check) 112

4.2.4. Hành động cải tiến (Act) 113

4.3. Các giải pháp quản lý vận hành nhằm giảm mức tiêu thụ năng lượng trong công trình bệnh viện 114

4.3.1. Quy định, hành động cho các cơ sở, hệ thống, thiết bị sử dụng NL đáng kể trong bệnh viện 114

4.3.2. Sử dụng, lắp đặt thiết bị điều khiển, thiết bị TKNL 117

4.3.3. Quy định thời gian bảo trì kết cấu tòa nhà 118

4.3.4. Nâng cao nhận thức, năng lực liên tục cho nhân sự bệnh viện 118

TÀI LIỆU THAM KHẢO 120

PHỤ LỤC 1: PHÂN VÙNG KHÍ HẬU XÂY DỰNG TẠI VIỆT NAM *(QCVN 02:2022/BXD)* 122

PHỤ LỤC 2: BẢNG TRA CÁC HỆ SỐ PHỤC VỤ THIẾT KẾ 123

PHỤ LỤC 3: CÁC THÔNG SỐ TRA CỨU PHỤC VỤ TÍNH TOÁN CSTN 124

PHỤ LỤC 4: MỘT SỐ SẢN PHẨM KÍNH PHỔ BIẾN HIỆN CÓ TRÊN THỊ TRƯỜNG VIỆT NAM 125

PHỤ LỤC 5: MỘT SỐ GỢI Ý LỰA CHỌN VẬT LIỆU PHÁT THẢI THẤP VÀ CÓ LỢI CHO SỨC KHỎE 126

PHỤ LỤC 6: MỘT SỐ VÍ DỤ THỰC TẾ CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ ÁP DỤNG CÁC GIẢI PHÁP TKNL.....128

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT

Ký hiệu	Diễn giải
BV	Bệnh viện
BXMT	Bức xạ mặt trời
CSSK	Chăm sóc sức khỏe
CSTN	Chiếu sáng tự nhiên
e, %	Hệ số chiếu sáng tự nhiên
e_{min}, %	Hệ số chiếu sáng tự nhiên nhỏ nhất
EnB (Energy baseline)	Đường cơ sở năng lượng
EnMS (Energy Management System)	Hệ thống quản lý năng lượng
EnPI (Energy Performance Indicator)	Chỉ số hiệu quả năng lượng
ET (Efficiency temperature)	Nhiệt độ hiệu quả
EU (Energy use)	Các cơ sở, hệ thống, quá trình, thiết bị sử dụng năng lượng
e_{yc}, %	Hệ số chiếu sáng tự nhiên yêu cầu
HAS (Horizontal shadow angle)	Góc che nắng ngang
HQNL	Hiệu quả năng lượng
HTKT	Hệ thống kỹ thuật
HVAC	Hệ thống sưởi ấm, thông gió và điều hòa không khí
KCCN	Kết cấu che nắng
NL	Năng lượng
NL TK-HQ	Năng lượng tiết kiệm, hiệu quả
NLTT	Năng lượng tái tạo
OTTVM (Overall Thermal Transfer Value)	Chỉ số truyền nhiệt tổng qua mái - Cường độ dòng nhiệt trung bình truyền qua 1 m^2 kết cấu mái vào nhà, W/m^2;
OTTVT (Overall Thermal Transfer Value)	Chỉ số truyền nhiệt tổng qua tường: Cường độ dòng nhiệt trung bình truyền qua 1 m^2 tường ngoài vào nhà, W/m^2;
PTBV	Phát triển bền vững
R_o	Tổng nhiệt trở của kết cấu bao che, $m^2.K/W$.
SC (Shading Coefficient)	Hệ số che nắng
SEU (Significant energy use)	Các cơ sở, hệ thống, quá trình, thiết bị sử dụng năng lượng đáng kể
SHGC (Solar Heat Gain Coefficient)	Hệ số hấp thụ nhiệt của kính được công bố bởi nhà sản xuất hoặc được xác định theo các tiêu chuẩn hiện hành, không thứ nguyên. Trường hợp nhà sản xuất sử dụng hệ số che nắng thì SHGC= SC x 0,86;
TG-ĐHKK	Thông gió – Điều hòa không khí

TGTN	Thông gió tự nhiên
TMB	Tổng mặt bằng
U_o	Hệ số tổng truyền nhiệt, U0=1/R0, W/(m^2.K);
VKH	Vi khí hậu
VLXD	Vật liệu xây dựng
VSA (Vertical shadow angle)	Góc che nắng đứng
WFR (Window to Floor Ratio)	Tỷ lệ diện tích cửa sổ và diện tích sàn nhà, %
WWR (Window to Wall Ratio)	Tỷ số diện tích cửa sổ - diện tích tường (%)

LỜI NÓI ĐẦU

Vấn đề thiếu hụt năng lượng đang thu hút sự chú ý mạnh mẽ trên toàn Thế giới, bao gồm Việt Nam. Xét trên toàn vòng đời dự án, lĩnh vực xây dựng tiêu thụ khoảng 30%-40% tổng năng lượng tiêu thụ trên mọi lĩnh vực kinh tế-xã hội. Trong đó, công trình y tế được đánh giá là một trong các loại công trình tiêu thụ năng lượng lớn nhất - là nguyên nhân dẫn đến chi phí vận hành của bệnh viện tăng cao, tác động xấu đến môi trường và tính cạnh tranh giảm. Theo thống kê, bên cạnh việc thải ra lượng chất thải y tế rất lớn ra môi trường thì ngành y tế đang vận hành số lượng lớn các công trình và thiết bị công nghệ với mức tiêu thụ năng lượng rất cao.

Tại Việt Nam, Quy hoạch phát triển hệ thống y tế Việt Nam đến năm 2025, định hướng đến năm 2035 cũng nêu rõ mục tiêu bệnh viện phải là nơi khám chữa bệnh có môi trường tiện nghi, cần tối ưu hóa sử dụng năng lượng, nước và các tài nguyên khác thông qua việc ứng dụng các giải pháp, thiết bị tiết kiệm năng lượng, các giải pháp thiết kế kiến trúc công trình xanh và sử dụng năng lượng sạch. Cả nước hiện có trên 13.544 cơ sở khám chữa bệnh trên toàn quốc và con số này ngày càng tăng nhanh đi kèm với việc đầu tư nhiều loại trang thiết bị y tế có nhu cầu điện năng rất lớn. Nếu được quan tâm nghiên cứu và thúc đẩy đầu tư xây dựng mới và/hoặc cải tạo các công trình y tế có xét tới tính năng sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả sẽ mang đến lợi ích to lớn cho nền kinh tế và góp phần đảm bảo an ninh năng lượng quốc gia. Hiện nay, Việt Nam đã ban hành Luật 50/2010/QH12 về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả; hàng năm đều công bố danh sách các cơ sở sử dụng năng lượng trọng điểm trên toàn quốc, ban hành nhiều quy định về mức tiêu hao năng lượng, dãn nhãn năng lượng, kiểm toán năng lượng...Việt Nam đã ban hành QCVN 09:2017/BXD quy định các yêu cầu kỹ thuật tối thiểu đối với lớp vỏ bao che công trình, hệ thống thông gió và ĐHKK, hệ thống chiếu sáng, và các thiết bị điện khác áp dụng cho các dự án xây dựng mới hoặc cải tạo công trình có diện tích sử dụng từ 2500m^2 trở lên (trong đó bao gồm công trình y tế) để đảm bảo sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả.

Tài liệu hướng dẫn này cung cấp các hướng dẫn, khuyến nghị bổ sung, chi tiết nhằm hỗ trợ các chủ đầu tư, các đơn vị tư vấn xây dựng và cơ quan quản lý nhà nước áp dụng các quy định của QCVN 09:2017/BXD trong các công trình y tế.

Nhóm nghiên cứu

PHẦN 1. MỞ ĐẦU

1.1. Mục đích

Tài liệu trình bày các hướng dẫn thiết kế và vận hành các công trình bệnh viện nhằm sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả ở Việt Nam, trong đó tuân thủ QCVN 09:2017/BXD là cơ sở cho công trình sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả ở mức độ tối thiểu.

1.2. Phạm vi áp dụng

(a) Tài liệu được định hướng sử dụng cho dự án xây dựng mới các công trình bệnh viện có tổng diện tích sàn từ 2500m^2 trở lên nhằm sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả; nhưng các hướng dẫn và khuyến nghị của tài liệu cũng có thể áp dụng cho các dự án xây dựng công trình bệnh viện ở các quy mô và tuyến khác nhau hoặc các dự án cải tạo công trình bệnh viện trên cơ sở đánh giá sự phù hợp về chi phí, quy mô bệnh viện, công nghệ và các yếu tố khác;

(b) Tài liệu đưa ra các hướng dẫn và khuyến nghị liên quan đến (1) thiết kế quy hoạch tổng mặt bằng, (2) thiết kế lớp vỏ bao che công trình, (3) thiết kế các phòng và không gian chuyển tiếp, (4) thiết kế hệ thống kỹ thuật công trình, (5) thiết kế hệ thống năng lượng tái tạo, và (6) quản lý vận hành công trình;

(c) Tài liệu có thể được sử dụng bởi (những không giới hạn): chủ đầu tư, đơn vị tư vấn thiết kế, đơn vị tư vấn quản lý dự án, tổng thầu thi công, cơ quan quản lý nhà nước liên quan, người quản lý cơ sở/bệnh viện và nhân viên vận hành công trình;

(d) Ngoài ra, hướng dẫn này không nhằm mục đích thay thế cho các tiêu chuẩn kỹ thuật hoặc tài liệu tham khảo nhằm giải quyết đầy đủ các vấn đề bền vững/xanh trong thiết kế công trình bệnh viện (ví dụ như tiện nghi nhiệt, tiện nghi âm học, tiện nghi thị giác, chất lượng không khí trong nhà, hiệu quả sử dụng nước, cảnh quan và giao thông), ngoại trừ khi chúng liên quan đến việc sử dụng năng lượng. Đây cũng không phải là một tài liệu thiết kế toàn diện. Hướng dẫn này yêu cầu kỹ năng thiết kế tốt và có kiến thức chuyên môn về thiết kế bệnh viện.

(e) Hướng dẫn này không tập trung lên các phòng/không gian thông thường trong các bệnh viện như phòng/không gian hành chính và dịch vụ hậu cần đời sống (không phải hoạt động chuyên môn).

1.3. Tài liệu viện dẫn

- Luật sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả số 50/2010/QH12;

- Nghị định số 21/2011/NĐ-CP - Quy định chi tiết và biện pháp thi hành Luật sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả;

- Thông tư số 25/2020/TT-BCT - Quy định về việc lập kế hoạch, báo cáo thực hiện kế hoạch sử dụng NL TK-HQ; thực hiện kiểm toán năng lượng;

- QCXDVN 05:2008/BXD - Quy chuẩn xây dựng Việt Nam - Nhà ở và công trình công cộng - An toàn sinh mạng và sức khỏe;

- QCVN 02:2009/BYT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước sinh hoạt;

- QCVN 12:2014/BXD - Hệ thống điện của nhà ở và nhà công cộng;

- QCVN 09:2017/BXD - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về các công trình xây dựng sử dụng năng lượng hiệu quả;

- QCVN 06:2022/BXD - Quy chuẩn quốc gia về An toàn cháy cho nhà và công trình; Sửa đổi 1:2023 QCVN 06:2022/BXD;

- QCVN 02:2022/BXD – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng;

- QCVN 26:2010/BTNMT – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về tiếng ồn

- TCXDVN 4470 : 2012 Bệnh viện đa khoa – Tiêu chuẩn thiết kế;

- TCVN 9212:2012 - Bệnh viện đa khoa khu vực – Tiêu chuẩn thiết kế;

- TCVN 9213 : 2012 – Bệnh viện quận huyện – Tiêu chuẩn thiết kế;

- TCVN 9214:2012. Phòng khám đa khoa khu vực - Tiêu chuẩn thiết kế. Bộ Xây dựng;

- Tiêu chuẩn ngành y tế 52TCN – CTYT 38: 2005: Tiêu chuẩn thiết kế - Khoa phẫu thuật bệnh viện đa khoa;

- Tiêu chuẩn ngành y tế 52 TCN- CTYT 37: 2005: Tiêu chuẩn thiết kế - Các khoa xét nghiệm-bệnh viện đa khoa;

- Tiêu chuẩn ngành y tế 52 TCN- CTYT 40: 2005 Tiêu chuẩn thiết kế - Khoa chẩn đoán hình ảnh bệnh viện đa khoa;

- TCVN 9257:2012 về Quy hoạch cây xanh sử dụng công cộng trong các đô thị - Tiêu chuẩn thiết kế;

- TCVN 9359:2012 – Nền nhà chống nồm – Thiết kế về thi công áp dụng ở các vùng khí hậu miền Bắc và phía bắc miền Trung Việt Nam;

- TCVN 9258:2012 - Chống nóng cho nhà ở - Hướng dẫn thiết kế;

- TCVN 5687:2010[1], Thông gió – Điều hòa không khí - Tiêu chuẩn thiết kế;

- TCVN 7830:2015 - Máy điều hòa không khí không ống gió-Hiệu suất năng lượng;

- TCVN 5937: 2005 – Chất lượng không khí- Tiêu chuẩn chất lượng không khí xung quanh;

- TCXDVN 175:2005 Mức ồn tối đa cho phép trong công trình công cộng – Tiêu chuẩn thiết kế;

- TCVN 3254:1989 An toàn cháy – Yêu cầu chung;

- TCVN 5279: 1990 – An toàn cháy nổ - Bụi cháy – Yêu cầu chung;

- TCVN 5502 : 2003 - Nước cấp sinh hoạt – Yêu cầu chất lượng;

[1] TCVN 5687:2010 đang được soát xét và sắp công bố. Áp dụng tiêu chuẩn mới khi được công bố chính thức

- TCVN 6576:2020 - Máy điều hòa không khí và bơm nhiệt không ống gió - Thử và đánh giá tính năng;

- BS EN 12101-6:2022 – Smoke and heat control systems – Part 6: Specification for pressure differential systems. Kits (Hệ thống kiểm soát khói và nhiệt – Phần 6: Thông số kỹ thuật cho hệ thống áp suất chênh áp – Bộ công cụ);

- TCVN 10273-1:2013 (ISO 16358-1:2013) – Máy điều hòa không khí giải nhiệt gió và bơm nhiệt gió-gió – Phương pháp thử và tính toán các hệ số hiệu quả mùa – Phần 1: Hệ số hiệu quả mùa làm lạnh;

- TCXD 232:1999[2] - Tiêu chuẩn lắp đặt và nghiệm thu hệ thống thông gió, điều hòa không khí và cấp lạnh;

- Tiêu chuẩn SS 553:2016 – Code of practice for air-conditioning and mechanical ventilation in buildings (Tiêu chuẩn về điều hòa không khí và thông gió cơ khí trong công trình);

- Tiêu chuẩn SMACNA (2005) về chế tạo ống gió;

- ISO 12759:2010 - Fans. Efficiency classification for fans Quạt (Phân loại hiệu quả năng lượng đối với quạt);

- ASHRAE 90.1-2016 - Energy standard for buildings except low-rise residential buildings (Tiêu chuẩn năng lượng cho các tòa nhà, trừ nhà ở thấp tầng);

- ASHRAE 62.1-2010 - Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality (Thông gió cho chất lượng không khí bên trong chấp nhận được);

- ANSI/ASHRAE/ASHE Standard 170-2017 - Ventilation of Health Care Facilities (Thông gió cho các cơ sở y tế);

- TCVN ISO 50001 : 2019. Hệ thống quản lý năng lượng - Các yêu cầu và hướng dẫn sử dụng;

- TCVN ISO 50004 : 2016. Hệ thống quản lý năng lượng – Hướng dẫn áp dụng, duy trì và cải tiến hệ thống quản lý năng lượng;

- TCVN ISO 50006 : 2016. Hệ thống quản lý năng lượng - Đo hiệu quả năng lượng sử dụng đường cơ sở năng lượng (EnB) và chỉ số hiệu quả năng lượng (EnPI) - Nguyên tắc chung và hướng dẫn.

- Bộ Xây dựng (2019), Hướng dẫn áp dụng QCVN 09:2017/BXD.

1.4. Giải thích thuật ngữ

1.4.1. Giải thích thuật ngữ về thiết kế

- *Dây chuyền công năng:* Dây chuyền công năng là cách các phòng chức năng và không gian được kết hợp để đảm bảo rằng công việc chuyên môn hoặc các hoạt động hàng ngày có thể diễn ra một cách suôn sẻ. Điều này bao gồm việc xác định vị trí của các

[2] TCXD 232:1999 đang được soát xét và sắp công bố. Áp dụng tiêu chuẩn mới khi được công bố chính thức

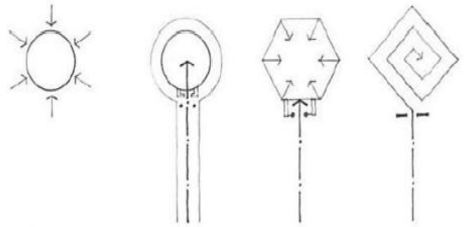
phòng và nhóm phòng, mối liên kết giữa chúng, cách chúng được thiết kế để phục vụ mục đích cụ thể và cách chúng tương tác với nhau.

- *Thiết kế tích hợp:* Thiết kế tích hợp trong kiến trúc (Integrated Design) là một cách tiếp cận toàn diện đối với việc xây dựng và thiết kế các công trình. Nó bao gồm việc kết hợp các phương pháp, nguyên tắc, và yếu tố khác nhau vào quá trình thiết kế và xây dựng, nhằm tối ưu hóa hiệu suất của công trình, đồng thời giảm thiểu tác động tiêu tốn năng lượng, tài nguyên và môi trường.

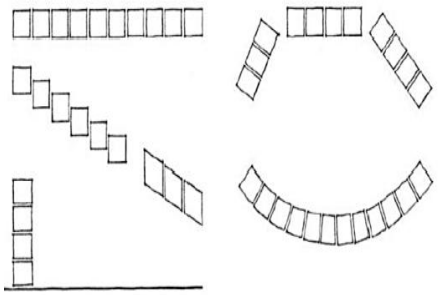
Thiết kế tích hợp trong kiến trúc đòi hỏi sự hợp tác chặt chẽ giữa các chuyên gia từ các lĩnh vực khác nhau, như kiến trúc sư, kỹ sư cơ điện, chuyên gia năng lượng, môi trường, và các chuyên gia về hệ thống thông minh. Qua việc làm việc cùng nhau từ giai đoạn ban đầu, các chuyên gia có thể đưa ra các giải pháp thiết kế toàn diện, nhằm đảm bảo rằng công trình sẽ được xây dựng với các tiêu chí năng lượng, môi trường và tiết kiệm tối đa [1].

- *Quy hoạch tổng mặt bằng:* Quy hoạch tổng mặt bằng bệnh viện là việc xác định vị trí, hướng, hình dáng, kích thước và tổ chức các không gian và công trình trong bệnh viện nhằm đảm bảo công năng, đảm bảo sự phù hợp với điều kiện tự nhiên, khí hậu, đáp ứng các yêu cầu về quy hoạch, môi trường, phòng cháy chữa cháy và các yêu cầu khác của bệnh viện.

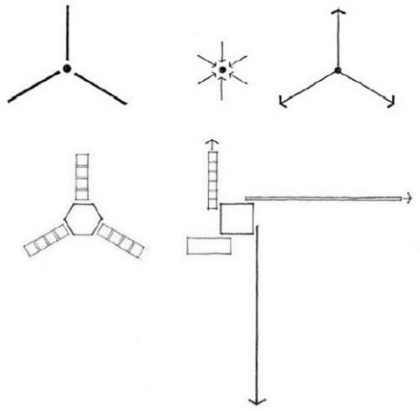
- *Các dạng tổ hợp không gian:* Tổ hợp không gian là những cách thức mà các không gian trong công trình được tổ chức và sắp xếp có sự liên hệ và liên kết về mặt công năng hoặc tạo hình của chúng từ cấp độ tổng thể đến chi tiết kèm theo yêu cầu về kiểm soát môi trường. Các dạng tổ hợp không gian chính gồm tổ hợp tập trung, tổ hợp tuyến, tổ hợp phân tia, tổ hợp theo cụm và tổ hợp dạng lưới (Hình 1, 2, 3, 4 và 5) [2].



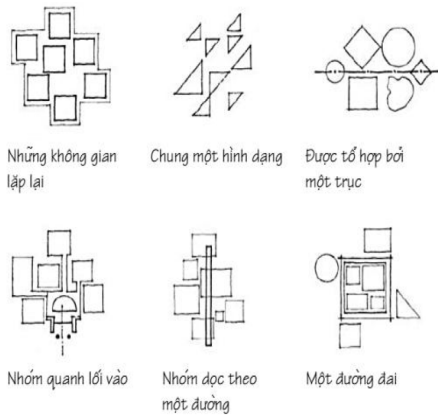
Hình 1 Minh họa tổ hợp tập trung



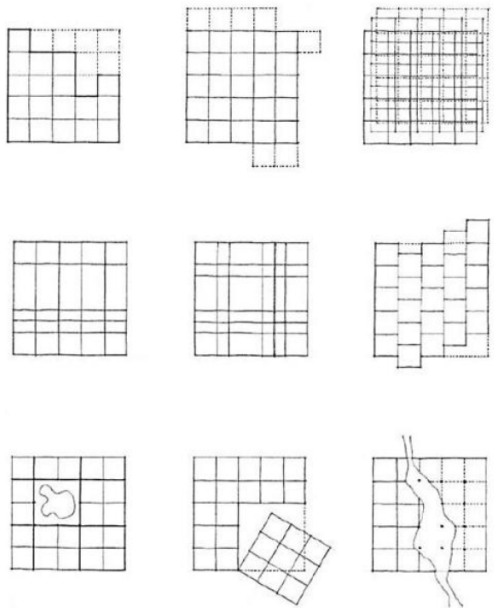
Hình 2 Minh họa tổ hợp tuyến



Hình 3 Minh họa tổ hợp tập phân tia



Hình 4 Minh họa tổ hợp tập theo cụm



Hình 5 Minh họa tổ hợp tập dạng lưới

- *Chỉ số truyền nhiệt tổng (Overall Thermal Transfer Value) OTTV*: Tổng lượng nhiệt truyền vào nhà qua toàn bộ diện tích bề mặt của vỏ bao che công trình bao gồm cả phần tường không xuyên sáng và cửa kính quy về cho 1 m^2 bề mặt ngoài của công trình, W/m^2;

- *Hệ số tổng truyền nhiệt (Thermal Transmittance) U0*: Cường độ dòng nhiệt không đổi theo thời gian đi qua một đơn vị diện tích bề mặt của kết cấu bao che khi chênh lệch nhiệt độ của môi trường không khí 2 bên kết cấu là 1 K, đơn vị đo $W/(m^2.K)$;

- *Tổng nhiệt trở (Thermal Resistance) R0*: R0 = 1/U0, đơn vị đo $m^2.K/W$;

- *Mật độ công suất chiếu sáng (Lighting Power Density), LPD*: Mật độ công suất chiếu sáng là tỷ số giữa công suất điện chiếu sáng và diện tích được chiếu sáng, W/m^2;

- *Vỏ công trình*: Vỏ công trình hay còn gọi là kết cấu bao che công trình, bao gồm tường và mái không xuyên sáng hoặc xuyên sáng (tường kính, cửa kính…) tạo thành các không gian khép kín bên trong công trình.

- *Chiếu sáng tự nhiên*: Chiếu sáng các phòng (trực tiếp hoặc gián tiếp) bằng ánh sáng bầu trời xuyên qua cửa lấy ánh sáng bố trí ở các kết cấu bao che.

- *Chiếu sáng nhân tạo*: Chiếu sáng bằng ánh sáng nhân tạo

- *Thông gió:* là quá trình "thay đổi" hoặc thay thế không khí trong bất kỳ không gian nào để cung cấp không khí chất lượng cao bên trong (tức là để kiểm soát nhiệt độ, bổ sung oxy, hoặc loại bỏ hơi ẩm, mùi hôi, khói, hơi nóng, bụi, vi khuẩn trong không khí, và carbon dioxide).

- *Điều hòa không khí hay điều hòa nhiệt độ* là quá trình loại bỏ nhiệt, độ ẩm và cải thiện chất lượng không khí trong phòng.

- *Pin mặt trời*: Pin mặt trời hay pin quang điện là một thiết bị được tạo thành từ các vật liệu bán dẫn như silicon, gallium arsenide và cadmium Telluride, v.v ... chuyển đổi ánh sáng mặt trời trực tiếp thành điện năng.

- *Hiện tượng PID*: Hiện tượng PID (Potential Induced Dagradation) là hiệu tượng suy giảm hiệu suất tiềm năng, có thể xảy ra trên tấm pin và gia tăng rất nhanh chóng chỉ trong một khoảng thời gian ngắn.

- *Bộ nghịch lưu quang điện*: Bộ nghịch lưu quang điện là một thành phần quan trọng của bất kỳ hệ thống quang điện năng lượng mặt trời nào có thể chuyển đổi đầu ra nguồn DC của mảng năng lượng mặt trời thành AC cho các thiết bị AC;

- *Bộ hấp thụ nhiệt (Collector):* Bộ hấp thụ nhiệt là các tấm hấp thụ nhiệt năng từ ánh sáng mặt trời để tạo ra nước nóng.

1.4.2. Giải thích thuật ngữ về quản lý vận hành

- *Năng lượng (energy):* bao gồm nhiên liệu, điện năng, nhiệt năng thu được trực tiếp hoặc thông qua chế biến từ các nguồn tài nguyên năng không tái tạo và tái tạo.

- *Tiêu thụ năng lượng (energy consumption):* Lượng năng lượng được sử dụng.

- *Hiệu suất năng lượng:* là chỉ số biểu thị khả năng của phương tiện, thiết bị chuyển hóa năng lượng sử dụng thành năng lượng hữu ích.

- *Hiệu quả năng lượng (energy performance):* Các kết quả có thể đo được liên quan đến hiệu suất năng lượng, sử dụng năng lượng, tiêu thụ năng lượng

- *Chỉ số hiệu quả năng lượng* (*energy performance indicator EnPI*): Thước đo hoặc đơn vị *hiệu quả năng lượng*

- *Hệ thống quản lý năng lượng (Energy Management System (EnMS))*: Tập hợp các yếu tố có liên quan hoặc tương tác lẫn nhau của bệnh viện để thiết lập chính sách năng lượng, mục tiêu, chỉ tiêu năng lượng, kế hoạch hành động và các quá trình để đạt được các mục tiêu và chỉ tiêu năng lượng.

- *Phạm vi của hệ thống EnMS*: Tập hợp các hoạt động của bệnh viện giải quyết thông qua *hệ thống EnMS*.

- *Chính sách năng lượng (Energy policy)*: Tuyên bố của tổ chức về các ý đồ, định hướng tổng thể và (các) cam kết liên quan đến hiệu quả năng lượng, được lãnh đạo cao nhất thể hiện một cách chính thức.

- *Bộ phận (đội, nhóm) quản lý năng lượng (Energy management team)*: Những người có trách nhiệm và quyền hạn đối với việc áp dụng có hiệu lực *hệ thống quản lý năng lượng* và trong việc đưa ra các *cải tiến hiệu quả năng lượng*

- *Cải tiến hiệu quả năng lượng (energy performance improvement):* Việc cải tiến các kết quả đo được về *hiệu suất năng lượng, tiêu thụ năng lượng*, được so sánh với *đường cơ sở năng lượng*

- *Mục tiêu năng lượng (energy target):* Kết quả cần đạt được khi *cải tiến hiệu quả năng lượng* có thể lượng hóa được.

- *Cải tiến liên tục (continual improvement):* Hoạt động lặp lại để nâng cao kết quả thực hiện

- *Đường cơ sở năng lượng (energy baseline EnB):* Các mốc quy chiếu định lượng cung cấp cơ sở cho việc so sánh *hiệu quả năng lượng.*

- *Các hệ thống, thiết bị, quá trình, cơ sở sử dụng năng lượng (energy use EU):* ví dụ hệ thống thông gió, chiếu sáng, gia nhiệt, làm mát, trang biết bị y tế, quá trình vận chuyển, bảo quản dữ liệu, quá trình sản xuất...

- *Các hệ thống, thiết bị, quá trình, cơ sở sử dụng năng lượng* có mức *tiêu thụ năng lượng* đáng kể và/hoặc có nhiều tiềm năng cho việc *cải tiến hiệu quả năng lượng* (*Significant energy use SEU*).

- *Xem xét năng lượng:* Việc phân tích hiệu suất năng lượng, *EU*, và mức *tiêu thụ năng lượng* trên cơ sở các dữ liệu và thông tin khác để nhận biết các *hệ thống, thiết bị, quá trình, cơ sở sử dụng năng lượng đáng kể* (SEU) và các cơ hội *cải tiến hiệu quả năng lượng.*

PHẦN 2. HƯỚNG DẪN CHUNG

2.1. Nguyên tắc chung khi thiết kế, vận hành công trình bệnh viện nhằm sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả ở Việt Nam

Nguyên tắc 1: *Cần xác định mục tiêu sử dụng năng lượng hiệu quả, tiết kiệm của dự án một cách có cơ sở, cụ thể và khả thi*[3]*. Các giải pháp thiết kế và quản lý vận hành bệnh viện nhằm sử dụng NL TK-HQ cần được lựa chọn phù hợp với mục tiêu TKNL đã đặt ra, phù hợp với quy mô của dự án và bối cảnh sử dụng bệnh viện.*

Mục tiêu tiết kiệm năng lượng của dự án cần được xác định trước để làm căn cứ tính toán, lựa chọn các giải pháp thiết kế, vận hành. Đây là bước tiền thiết kế quan trọng trong quá trình thiết kế bệnh viện nhằm sử dụng năng lượng tiết kiệm, tạo cơ sở đảm bảo tính đúng đắn và phù hợp với điều kiện dự án của nhiệm vụ thiết kế từ đó giúp đạt được

[3] Xem Mục 2.3 của Tài liệu hướng dẫn này

hiệu quả sử dụng năng lượng cần thiết. Cơ sở xác định các mục tiêu về tiết kiệm năng lượng có thể bao gồm, nhưng không giới hạn trong các yếu tố sau:

+ Yêu cầu tối thiểu trong QCVN 09:2017/BXD;
+ Nguồn lực đầu tư ban đầu và mục tiêu hiệu quả kinh tế trong vận hành;
+ Điều kiện để sử dụng nguồn vốn hỗ trợ từ các chương trình, chính sách, dự án chuyển đổi xanh trong và ngoài nước;
+ Quy mô phục vụ, công năng chính của bệnh viện;
+ Mong muốn của chủ đầu tư, cấp quản lý trực tiếp;
+ Các công nghệ, giải pháp tiết kiệm năng lượng sẵn có trên thị trường;
+ Điều kiện tự nhiên của khu vực xây dựng;
+ Kế hoạch hành động nhằm giảm phát thải ròng carbon của ngành và/hoặc địa phương.

Nguyên tắc 2: *Áp dụng quá trình thiết kế tích hợp với sự tham gia của nhiều bên*

Với loại hình công trình đặc biệt như BV, áp dụng phương pháp thiết kế tích hợp là điều vô cùng cần thiết để phát triển và thực hiện thành công mục tiêu thiết kế TKNL. Một nhóm thiết kế mở rộng bao gồm đơn vị tư vấn thiết kế, nhà thầu thi công, nhà cung ứng, chuyên gia công trình hiệu quả năng lượng, chuyên gia mô hình đánh giá năng lượng, người lập dự toán công trình, cán bộ quản lý và nhân viên từ các phòng chức năng liên quan của bệnh viện...tham gia, phối hợp xuyên suốt quá trình thiết kế sẽ giúp cho các giải pháp thiết kế có tính khả thi và hiệu quả. Các ý kiến từ người quản lý, vận hành công trình là rất quan trọng, giúp các nhà thiết kế đưa ra được các giải pháp TKNL phù hợp, hiệu quả cho mỗi dự án xây dựng bệnh viện.

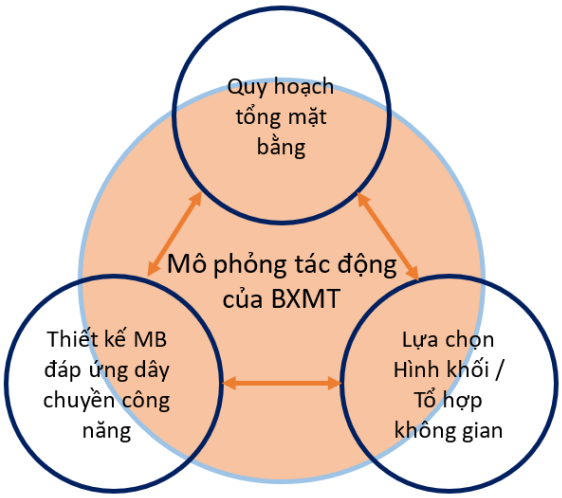
Nguyên tắc 3: *Thiết kế bệnh viện nhằm sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả cần tiên quyết đảm bảo tuân thủ các tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật chuyên môn liên quan, đồng thời đáp ứng yêu cầu về công năng, hoạt động chuyên môn của bệnh viện, lấy người bệnh làm trung tâm.*

Thiết kế bệnh viện cần đảm bảo các tiêu chuẩn thiết kế của các không gian, phòng chức năng chuyên môn khám chữa bệnh về kích thước, diện tích, vị trí, tiện nghi môi trường trong nhà, yêu cầu khử khuẩn, điều kiện thông gió, yêu cầu phòng cháy chữa cháy...Ngoài ra thiết kế bệnh viện hiệu quả sử dụng năng lượng cần vượt qua yêu cầu kỹ thuật điều trị bệnh, cần mang đến sự an toàn và thoải mái cho bệnh nhân.

Hiện nay ở Việt Nam, thiết kế công trình y tế (có tổng diện tích sàn trên 2500m^2) nhằm sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả cần tuân thủ các yêu cầu kỹ thuật được quy định trong QCVN 09:2017/BXD.

Nguyên tắc 4: *Ngay từ giai đoạn thiết kế cơ sở, cần thực hiện đồng bộ thiết kế quy hoạch tổng mặt bằng và các mặt bằng đáp ứng dây chuyền công năng, lựa chọn hình khối và tổ hợp không gian để tìm ra giải pháp tổng thể, toàn diện, phát huy vai trò của quy hoạch tổng mặt bằng trong TKNL*

Sự hợp lý trong quy hoạch TMB quyết định rất lớn đến tính năng sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả của công trình bệnh viện. Quá trình thiết kế TMB cần xét tới các yêu cầu của dây chuyền công năng của bệnh viện, hình khối công trình và tổ hợp không gian bên ngoài và bên trong các tòa nhà (Hình 6). Các nội dung thiết kế này có quan hệ chặt chẽ và phụ thuộc với nhau. Sự tác động qua lại và phối hợp của các công việc thiết kế này trên cơ sở phân tích, đánh giá tác động bức xạ mặt trời liên tục bằng phương pháp mô phỏng là chìa khóa cho việc thiết kế và tối ưu TMB nhằm thích ứng với bức xạ mặt trời trong điều kiện cụ thể của bệnh viện.



Hình 6. Thiết kế tích hợp dựa trên mô phỏng bức xạ mặt trời

Nguyên tắc 5: *Cần đảm bảo thích ứng và tận dụng tối đa điều kiện tự nhiên tại địa phương theo từng không gian/phòng chức năng*

Thực tế, các điều kiện tự nhiên có tác động trực tiếp rất lớn và quan trọng đối với vấn đề sắp xếp, bố trí mặt bằng, tổ chức hướng – giao thông, tạo lập tiện nghi sử dụng, cân bằng hiệu suất hoạt động, từ đó tăng tính năng sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả của các tòa nhà. Khi thiết kế công trình bệnh viện cần tận dụng tốt ánh sáng và thông gió tự nhiên, tận dụng tốt nguồn năng lượng mặt trời, và điều kiện cảnh quan tự nhiên xung quanh công trình.

Hơn nữa, do công trình bệnh viện có nhiều không gian/phòng khác nhau với các yêu cầu kỹ thuật về điều kiện môi trường trong phòng rất khác nhau, cho nên khi thiết kế cần xem xét phương pháp tiếp cận giải pháp theo từng không gian thay cho phương pháp toàn bộ tòa nhà[4].

Ví dụ, trên thực tế, thường các phòng bệnh nhân, hành lang, văn phòng chiếm hơn 50% diện tích tòa nhà và nhu cầu chiếu sáng lớn, bởi vậy việc tập trung nỗ lực thiết kế tận dụng tối ưu hóa năng lượng chiếu sáng trong những không gian này sẽ tối đa hóa tiềm năng tiết kiệm.

[4] Nguồn: American society of heating refrigerating and air conditioning engineers. (2012). *Advanced Energy Design Guide for Large Hospitals: Achieving 50% Energy Savings Toward a Net Zero Energy Building*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.

Nguyên tắc 6: *Khi thiết kế, quản lý vận hành cần đảm bảo hài hòa các yếu tố bản sắc văn hóa phong tục tập quán, thói quen, nhận thức về TKNL của những nhóm người liên quan*

Các yếu tố phong tục, tập quán địa phương có ảnh hưởng đến bố trí mặt bằng công năng, bố trí hệ thống kỹ thuật công trình và tính toán diện tích sử dụng. Càng chú trọng yếu tố này thì sử dụng càng tiện ích và chất lượng; cần bắt đầu từ tổ chức quy hoạch toàn thể đến cấu trúc các khoa, phòng, bộ phận trong từng hạng mục công trình, quan trọng nhất là khối khám bệnh và khối điều trị nội trú. Ví dụ, xuất phát điểm là do ở Việt Nam từ xưa đã hình thành tập tục khi có một người đi khám điều trị sẽ có một lượng "người nhà" đồng hành, bởi vậy cần có diện tích chỗ ngồi, không gian di chuyển tăng thêm và bởi vậy nhu cầu tiêu thụ năng lượng cũng tăng lên cho bộ phận này. Và hành vi, thói quen sử dụng thiết bị điện của người dân sẽ tác động lớn đến giải pháp thiết kế hệ thống kỹ thuật công trình bệnh viện và các giải pháp quản lý vận hành bệnh viện.

Nguyên tắc 7: *Thiết kế công trình bệnh viện cần đảm bảo tính linh hoạt, phù hợp công năng, quy mô hiện tại và dự kiến cho nhu cầu phát triển trong tương lai*

Quy mô, mật độ và cơ cấu dân số của từng vùng có ảnh hưởng đáng kể đến tính chất, đặc điểm về nhu cầu khám chữa bệnh của vùng đó, từ đó quy định các yêu cầu đối với đầu tư xây dựng, vận hành của các bệnh viện nói chung và với việc sử dụng năng lượng nói riêng. Công trình bệnh viện là công trình có vòng đời sử dụng lâu dài. Cùng với sự gia tăng dân số thì nhu cầu khám chữa bệnh ngày càng tăng, do vậy các bệnh viện với thiết kế ban đầu sau một thời gian sử dụng thường sẽ quá tải và không còn đáp ứng đủ về diện tích, máy móc thiết bị... Thêm vào đó công nghệ khám chữa bệnh cũng thay đổi nhanh với nhiều loại máy móc mới đi kèm nhu cầu sử dụng năng lượng mới. Do vậy các công trình bệnh viện sẽ cần có cải tạo, cơi nới, xây thêm các tòa nhà. Do đó các thiết kế ban đầu cần tính đến các khả năng mở rộng, xây mới của bệnh viện. Vấn đề quy hoạch TMB cần lưu ý để đảm báo tính năng TKNL cho các tòa nhà cũ và xây mới.

2.2. Các dữ liệu cần thu thập, phân tích, đánh giá sơ bộ khi thiết kế công trình bệnh viện nhằm sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả

Khi thiết kế công trình bệnh viện nhằm sử dụng NL TK-HQ, ngoài các dữ liệu cần thu thập khi thiết kế công trình thông thường, các dữ liệu sau nên được thu thập, phân tích, đánh giá bổ sung:

(1) Đặc điểm vị trí khu đất:

- Đặc điểm về kích thước, mật độ, tiềm năng che chắn của các công trình, kết cấu lân cận;
- Điều kiện khí hậu của khu vực;
- Tính kết nối giao thông của khu đất với khu vực xung quanh;
- Hệ thống cấp điện, cấp thoát nước ở khu vực.

(2) Đặc điểm công trình bệnh viện:

- Quy mô, tuyến bệnh viện, các hoạt động chuyên môn chính của bệnh viện;

- Các yêu cầu kỹ thuật, điều kiện vi khí hậu môi trường trong nhà cũng như độ kháng khuẩn… của từng khu vực, từng phòng chức năng của bệnh viện.

(3) Đặc điểm sử dụng, vận hành công trình:

- Đặc điểm của đối tượng sử dụng bệnh viện (cán bộ quản lý, bác sỹ, nhân viên, bệnh nhân, người nhà bệnh nhân…) về thời gian, mật độ sử dụng, văn hóa, thói quen trong sử dụng thiết bị công trình;
- Nhu cầu sử dụng điện năng của các hoạt động khám chữa bệnh và hoạt động chuyên môn khác của bệnh viện.

(4) Nguồn vốn của dự án đầu tư: Quy mô nguồn vốn sẽ quyết định đến việc xác định mục tiêu hiệu quả năng lượng và lựa chọn các giải pháp công nghệ xây dựng hiệu quả năng lượng;

(5) Đặc điểm vật liệu/sản phẩm/giải pháp công nghệ TKNL sẵn có trên thị trường: Khi lựa chọn giải pháp công nghệ TKNL, cần lưu ý đến sự sẵn có trên thị trường của các sản phẩm/giải pháp công nghệ. Hơn nữa, yếu tố về giá, tính thông dụng, phổ biến, khả năng đánh giá các tham số kỹ thuật của các vật liệu/sản phẩm/giải pháp công nghệ TKNL cũng là những yếu tố cần phải xét tới. Bên cạnh đó, tính dễ thi công lắp đặt, dễ sử dụng và dễ thay thế, sửa chữa, bảo trì của các sản phẩm, thiết bị TKNL cũng cần xem xét bổ sung.

2.3. Thiết lập mục tiêu sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả

Để thiết kế công trình bệnh viện nhằm sử dụng NL TK-HQ, việc thiết lập mục tiêu là nhiệm vụ quan trọng và cần thực hiện cẩn thận. Hiện có hai cách tiếp cận có thể áp dụng:

(1) Cách 1: Đặt mục tiêu tiết kiệm năng lượng ít hơn bao nhiêu % so với tòa nhà giả định cơ sở được xây dựng theo tiêu chuẩn/quy chuẩn hiện hành. Cụ thể hiện nay là QCVN 09:2017/BXD;

(2) Cách 2: Xác định các mức tiêu thụ năng lượng tuyệt đối cho toàn bộ tòa nhà (EUI)[5]. Tư vấn thiết kế và chủ đầu tư cố gắng xác lập EUI và từ đó làm cơ sở để thiết lập mục tiêu tiết kiệm năng lượng có tính tập trung và khả thi. Các mục tiêu EUI có thể được xác lập dựa trên nhiều nguồn dữ liệu, như:

- 50% mức sử dụng năng lượng được tính toán của tòa nhà tuân thủ QCVN 09:2017/BXD;
- Dữ liệu khảo sát mức tiêu thụ năng lượng của các tòa nhà bệnh viện tương tự về quy mô và điều kiện địa phương;
- Dữ liệu kết quả nghiên cứu điển hình về các bệnh viện hiệu suất cao với quy mô và vùng khí hậu tương tự;

[5] Tham khảo thêm tài liệu sau để xác lập EUI: Leach, M., Bonnema, E., Pless, S., & Torcellini, P. (2012). Setting Whole-Building Absolute Energy Use Targets for the K-12 School, Retail, and Healthcare Sectors (No. NREL/CP-5500-55131). National Renewable Energy Lab.(NREL), Golden, CO (United States);

Hiện nay, ở Việt Nam các nguồn dữ liệu ở trên hiện ít phổ biến, người thiết kế có thể tham khảo các trị số EUI được khuyến nghị cho các vùng khí hậu khác nhau như Bảng 1[6]:

Bảng 1: Các trị số EUI được khuyến nghị cho các vùng khí hậu khác nhau

Vùng khí hậu	Tải cắm/thiết bị kBtu/ft^2·yr	Tiêu thụ năng lượng cho chiếu sáng kBtu/ft^2·yr	Tiêu thụ năng lượng cho HVAC kBtu/ft^2·yr	Tiêu thụ năng lượng tổng kBtu/ft^2·yr
Nóng - Ẩm	38	18	68	124
Khô	38	18	63	119
Mát - Ẩm	38	18	69	125

Mục tiêu năng lượng ở Bảng 1 cơ bản có thể áp dụng cho các bệnh viện có các phòng/không gian sau:

• Nhà ăn, nhà bếp và cơ sở ăn uống;

• Khu vực hành chính, hội nghị, sảnh, phòng chờ và văn phòng;

• Khu tiếp tân/chờ đợi và phòng khám và điều trị;

• Các phòng làm việc và khu vực chứa đồ;

• Phòng y tá, phòng bệnh nhân, hành lang và phòng vệ sinh;

• Phòng mổ, phòng thủ thuật, phòng hồi sức và khu vực thiết bị tiệt trùng;

• Nhà thuốc, phòng thuốc, phòng thí nghiệm;

• Phòng phân loại, chấn thương và cấp cứu;

• Phòng vật lý trị liệu và chụp ảnh/X-quang;

• Phòng kho, tiếp nhận, giặt là, cơ/điện/viễn thông.

Giá trị EUI trong Bảng 1 có thể phải xem xét điều chỉnh phù hợp cho các bệnh viện:

• Có không gian đặc biệt hoặc không điển hình phát sinh nhiệt hoặc ô nhiễm cao;

• Có tỷ lệ không gian dành cho bệnh nhân nội trú và chẩn đoán/điều trị thấp. Một bệnh viện có tỷ lệ không gian phòng khám hoặc văn phòng lớn hơn sẽ có mục tiêu năng lượng thấp hơn;

• Được đặt ở nơi không có thời tiết điển hình trong vùng khí hậu tương ứng;

• Có các tải không điển hình.

[6] Nguồn: American society of heating refrigerating and air conditioning engineers. (2012). *Advanced Energy Design Guide for Large Hospitals: Achieving 50% Energy Savings Toward a Net Zero Energy Building*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.

PHẦN 3. HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH BỆNH VIỆN NHẰM SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG TIẾT KIỆM, HIỆU QUẢ

3.1. HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ QUY HOẠCH TỔNG MẶT BẰNG BỆNH VIỆN

3.1.1. Yêu cầu chung

Thiết kế quy hoạch TMB công trình bệnh viện nhằm sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả cần lưu ý:

- Cần xác định rõ mục tiêu và tiêu chí về tiết kiệm, hiệu quả năng lượng của công trình;
- Thiết kế TMB cần phù hợp với thực trạng vị trí khu đất, đường giao thông, hạ tầng kỹ thuật khu vực xây dựng (hệ thống điện, cấp thoát nước..);
- Cần tiến hành thiết kế TMB trong mối quan hệ chặt chẽ với tổ hợp không gian, lựa chọn hình khối, hướng và vị trí công trình[7,8].

3.1.2. Quy trình tổng thể thiết kế quy hoạch TMB kết hợp hướng và hình khối công trình

Quy trình thiết kế TMB công trình bệnh viện nhằm sử dụng NL TK-HQ là một quá trình phức tạp, nhiều vòng lặp để lựa chọn được giải pháp tối ưu. Hình 7 trình bày tổng thể quy trình này.

a) Bước tổ hợp không gian đáp ứng dây chuyền công năng

Quy hoạch TMB là công việc có tính tổng thể, chịu ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố, đồng thời cũng ảnh hưởng đến rất nhiều giải pháp, khía cạnh khác của công trình. Theo đó, quy trình tổ hợp không gian đáp ứng dây chuyền công năng của công trình có thể coi như một bước trong quy trình thiết kế quy hoạch TMB cho mục tiêu sử dụng năng lượng hiệu quả. Mục tiêu của bước này là đáp ứng tốt dây chuyền công năng và xác định được hình khối tổng thể của bệnh viện cũng như các hợp phần của nó. Chi tiết hướng dẫn được trình bày tại Mục 3.2.

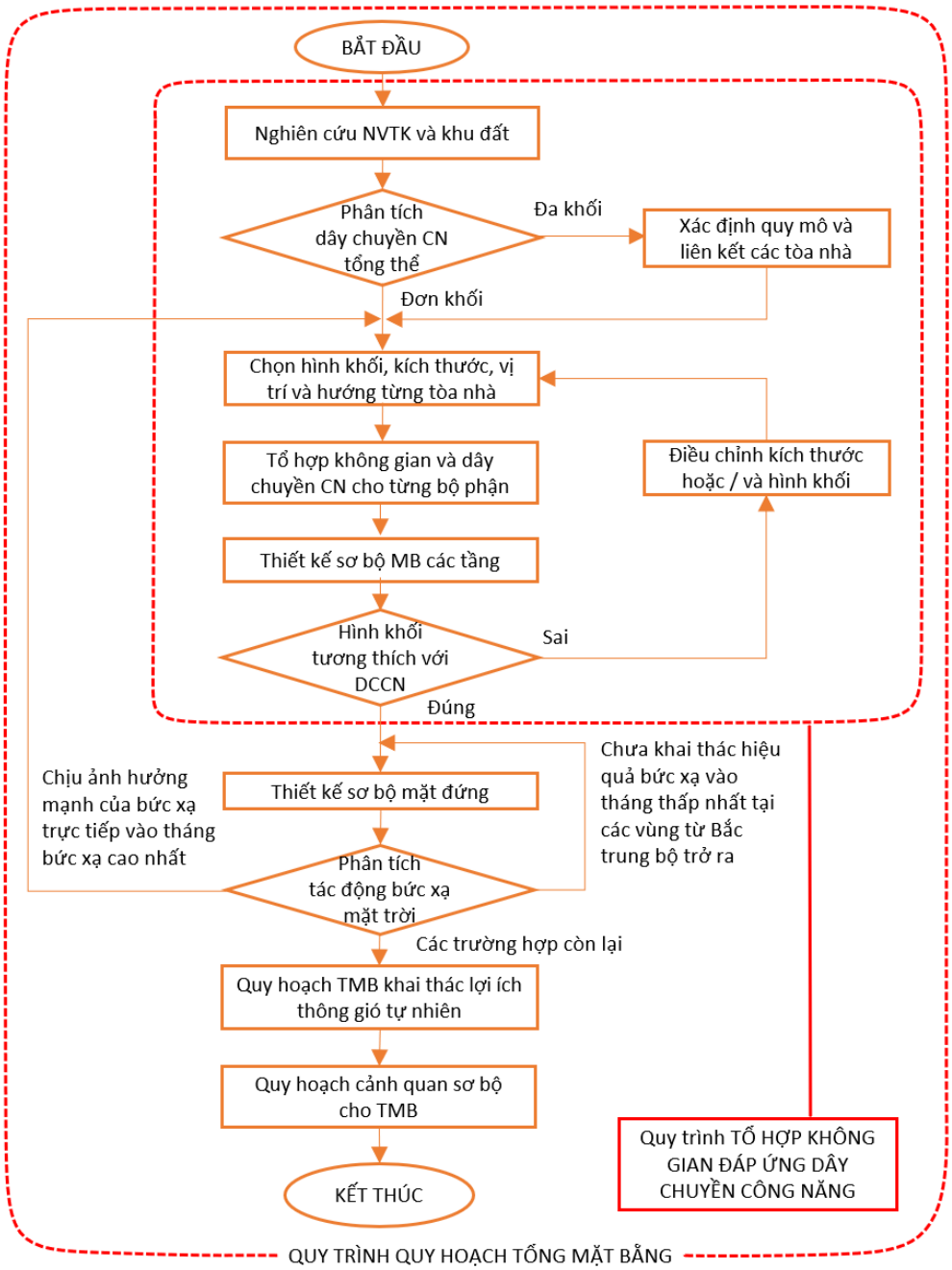
b) Thiết kế sơ bộ mặt đứng

Bước thiết kế sơ bộ mặt đứng công trình trong quy hoạch TMB bệnh viện nhằm sử dụng NL TK-HQ là bước tiếp theo sau bước tổ hợp không gian. Mục tiêu là nhằm tạo cơ sở đánh giá toàn bộ các giải pháp tổ hợp không gian, lựa chọn hình khối cho công trình sao cho hợp lý và đạt được hiệu quả sử dụng năng lượng.

---

[7] Thiết kế dây chuyền công năng và tổ hợp không gian của bệnh viện cần tuân thủ các Tiêu chuẩn kỹ thuật thiết kế bệnh viện gồm: TCXDVN 4470 : 2012 Bệnh viện đa khoa – Tiêu chuẩn thiết kế; TCVN 9212:2012 - Bệnh viện đa khoa khu vực – Tiêu chuẩn thiết kế; TCVN 9213 : 2012 – Bệnh viện quận huyện – Tiêu chuẩn thiết kế; TCVN 9214:2012. Phòng khám đa khoa khu vực - Tiêu chuẩn thiết kế. Bộ Xây dựng; Tiêu chuẩn ngành y tế 52TCN – CTYT 38: 2005: Tiêu chuẩn thiết kế - Khoa phẫu thuật bệnh viện đa khoa; Tiêu chuẩn ngành y tế 52 TCN- CTYT 37: 2005: Tiêu chuẩn thiết kế - Các khoa xét nghiệm-bệnh viện đa khoa; Tiêu chuẩn ngành y tế 52 TCN- CTYT 40: 2005 Tiêu chuẩn thiết kế - Khoa chẩn đoán hình ảnh bệnh viện đa khoa.

[8] Quy hoạch tổng thể, quy hoạch cảnh quan, hướng công trình tham khảo thêm TCVN 9258:2012 - Chống nóng cho nhà ở - Hướng dẫn thiết kế.



Hình 7. Quy trình thiết kế TMB bao gồm bước thiết kế tổ hợp không gian đáp ứng dây chuyền công năng

Yêu cầu của bước này:

+ Thiết kế sơ bộ mặt đứng công trình cho mục tiêu sử dụng NL TK-HQ nên được xem xét phù hợp với từng loại khu vực/không gian/phòng chức năng (tùy vào khu vực sử dụng hệ thống ĐHKK hoàn toàn, khu vực chỉ sử dụng thông gió tự nhiên, và khu vực sử dụng cả ĐHKK và thông gió tự nhiên);

+ Cần xem xét tích hợp đồng thời giải pháp hình khối và giải pháp lớp vỏ công trình tương thích với mỗi hướng mặt đứng để đảm bảo khai thác tối đa lợi ích và giảm thiểu bất lợi của bức xạ mặt trời và đảm bảo đáp ứng nhu cầu chiếu sáng và thông gió tự nhiên khác nhau cho mỗi khu vực/không gian chức năng riêng.

Các nội dung cần thực hiện trong bước thiết kế sơ bộ mặt đứng bao gồm:

+ Xác định các giải pháp lớp vỏ tiềm năng phù hợp cho mỗi khu vực/không gian chức năng có nhu cầu sử dụng ĐHKK và thông gió tự nhiên khác nhau nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng[9];

+ Phân tích, tổ hợp bố cục tổng thể cho từng mặt đứng gồm các mảng đặc, mảng rỗng và nhịp điệu của chúng nhằm đáp ứng yêu cầu về mỹ thuật;

+ Chạy phần mềm chuyên dụng hỗ trợ để mô phỏng và tính toán, đánh giá sơ bộ kết quả của các phương án, làm căn cứ lựa chọn phương án lớp vỏ tối ưu.

c) Bước phân tích tác động bức xạ mặt trời và lựa chọn giải pháp TMB thích ứng

Đây là một trong những bước quan trọng nhất trong quy trình thiết kế quy hoạch TMB bệnh viện nhằm sử dụng NL TK-HQ. Mục tiêu là phân tích tác động của BXMT đến các khối nhà trong bệnh viện để làm cơ sở quyết định về các giải pháp thiết kế TMB nhằm giảm thiểu tác động tiêu cực và khai thác tối đa lợi ích của BXMT, từ đó nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng của từng công trình.

Yêu cầu của bước này:

+ Cần xác định các yêu cầu, tiêu chí cụ thể của việc mô phỏng theo hướng đơn giản hóa để cho phép thực hiện đánh giá tác động với mô hình sơ bộ của công trình;

+ Cần đánh giá tác động của BXMT vào những giai đoạn ghi nhận bức xạ cao nhất và thấp nhất trong năm[10].

Các nội dung cần thực hiện trong bước này gồm:

+ Xây dựng mô hình sơ bộ công trình theo thiết kế mặt bằng và mặt đứng sơ bộ và các đối tượng có thể ảnh hưởng như công trình hiện hữu, cây lớn lân cận…Dùng công cụ tương thích để đánh giá tác động của BXMT[11].

+ Xác định các khoảng thời gian trong năm ở địa điểm xây dựng có mức bức xạ cao nhất, thấp nhất để tiến hành đánh giá[12];

+ Phân tích, đối sánh kết quả mô phỏng theo các tiêu chí đánh giá để đưa ra quyết định lựa chọn hay điều chỉnh giải pháp vị trí, hướng, hình khối, kích thước, mặt đứng, và mặt bằng công trình.

Các thông số đầu vào và thiết lập cho việc mô phỏng đánh giá tác động BXMT:

+ Vị trí địa lý của công trình. Những địa điểm thuộc các khu vực trong đô thị loại 2 trở xuống có thể không có sẵn trong dữ liệu phần mềm. Khi đó cho phép sử dụng địa điểm của trạm quan trắc khí hậu gần nhất có dữ liệu khí hậu trong phần mềm.

+ Thông số vật liệu: chỉ cần thiết lập ở mức độ đơn giản nhất sao cho phân biệt được vât liệu chắn sáng và vật liệu xuyên sáng.

---

[9] Hướng dẫn thiết kế lớp vỏ công trình chi tiết được trình bày tại Mục 3.3

[10] Các số liệu dùng để xác định khoảng thời gian đánh giá này có thể dựa vào Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN-02:2022/BXD về số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng tại Việt Nam.

[11] Một số cặp phần mềm phổ biến cho mô phỏng tác động BXMT như: Revit + Autodesk Insight360; ArchiCAD + Grasshopper + Ladybug

[12] Dựa trên số liệu của QCVN 02:2022/BXD

+ Khoảng thời gian trong ngày có tính tổng BXMT: nên chọn từ lúc mặt trời mọc tới lúc mặt trời lặn, trừ khi muốn nghiên cứu sâu hơn một vài thời điểm đặc biệt

Theo QCVN 02:2022/BXD thì hướng Tây (tiếp là hướng Đông) luôn chịu tác động của BXMT lớn nhất vào mùa nóng và hướng Nam là hướng có lợi nhất để các không gian trong công trình nhận được ánh nắng vào mùa lạnh đối với tất cả 07 vùng khí hậu của Việt Nam[13]. Từ khu vực Bắc Trung Bộ trở ra, là nơi mùa đông có khí hậu lạnh, cần lợi dụng BXMT vào mùa lạnh để sưởi ấm và nâng cao chất lượng vệ sinh không gian trong nhà. Do các giới hạn về chỉ giới, kích thước, điểm tiếp cận của khu đất cụ thể, các khối nhà có thể không đạt được hướng tối ưu, dưới đây là một số giải pháp:

+ Bổ sung giải pháp che nắng bằng các chi tiết kiến trúc kích thước lớn, vươn ra ngoài hình khối cơ bản của công trình và thường không gắn với tổ hợp không gian của công trình (Hình 8 & Hình 9);
+ Điều chỉnh khối lớn trong giải pháp hình khối để bổ sung khả năng che nắng bằng bóng đổ bản thân của các khối công trình (Hình 10).
+ Giải pháp hình khối cục bộ tại từng lỗ mở cửa sổ nhằm điều chỉnh hướng của cửa sổ[14] (Hình 11);
+ Giải pháp che nắng tận dụng tòa nhà lân cận (Hình 12);
+ Áp dụng các giải pháp che nắng cho lớp vỏ nhằm khắc phục những tác động bất lợi của BXMT nếu việc thay đổi hình khối hoặc hướng công trình không khả thi hoặc không hiệu quả trong điều kiện cụ thể[15].

Hình 8 Ví dụ giải pháp bổ sung che nắng bằng các chi tiết kiến trúc kích thước lớn. Bên trái: Bệnh viện Ridge, Ghana *(nguồn Ghanaweb.com)*; Bên phải: Bệnh viện tại Arve, Đông Nam nước Pháp *(nguồn www.caue74.fr)*

[13] Xem Phụ lục 1 của Hướng dẫn này về phân vùng khí hậu Việt Nam theo QC 02:2022/BXD
[14] Giải pháp về lớp vỏ công trình được trình bày chi tiết ở Mục 3.3
[15] Như trên

Hình 9 Ví dụ kết nối hành lang cầu phát huy tác dụng che nắng trên TMB

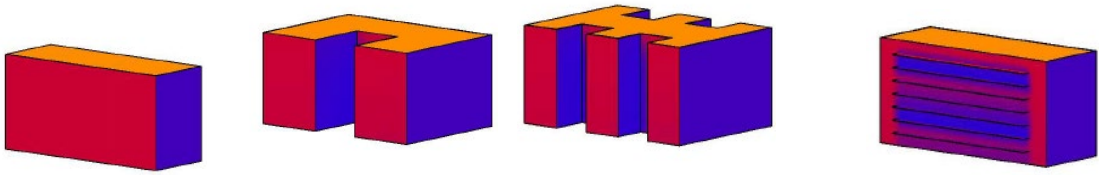
Hình 10 Ví dụ về giải pháp khối lớn để bổ sung che nắng. Bệnh viện Angeles, Puebla, Mexico, *nguồn architizer.com*

Hình 11 Ví dụ về giải pháp hình khối cục bộ để điều chỉnh hướng mở cửa sổ. a) Nhà bệnh nhân tại Bệnh viện Copenhagen, Đan Mạch (*nguồn: Linkarkitektur.com)*. b): Trung tâm nghệ thuật thị giác tại Đại học Harvard *(nguồn Wikipedia.org)*

Hình 12 Ví dụ về hiệu quả che nắng hướng Tây trong tháng có mức BXMT cao nhất bởi tòa nhà kề bên ở Bệnh viện Y học PKKQ, Thanh Xuân, Hà Nội

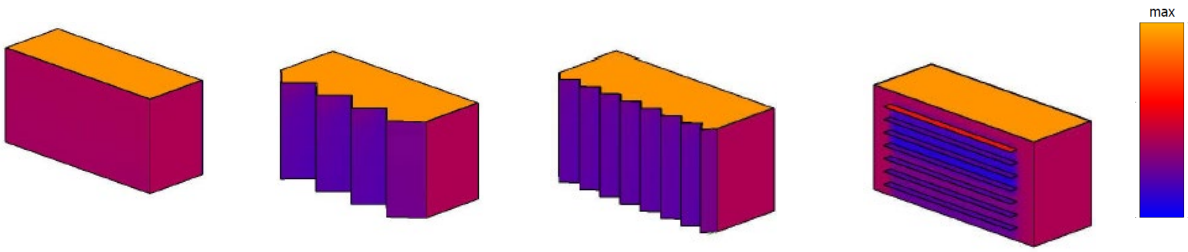
Hình 13 minh họa các nhóm giải pháp để xử lý hướng mặt đứng bất lợi khi thiết kế TMB. Việc lựa chọn những giải pháp này được thực hiện ở bước thiết kế sơ bộ mặt đứng trong quy trình chung và cần dựa trên sự phù hợp với dây chuyền công năng và tổ hợp không gian.

Trường hợp mặt đứng hướng Tây (nhìn từ hướng Tây Nam)



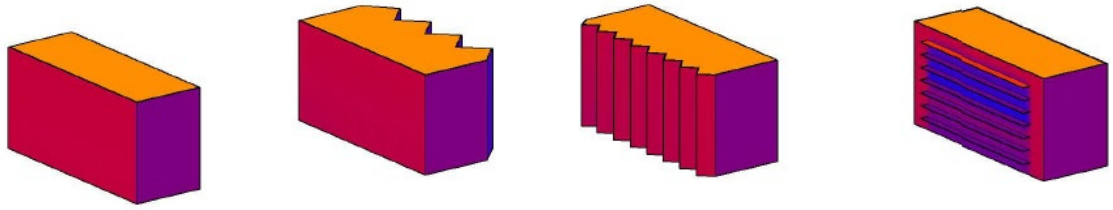
Hình khối gốc | Giải pháp điều chỉnh khối lớn | Giải pháp ban công che nắng mặt đứng

Trường hợp mặt đứng hướng Đông Bắc - Tây Nam (nhìn từ hướng Bắc)



Hình khối gốc | Giải pháp điều chỉnh khối lớn | Giải pháp ban công che nắng mặt đứng | Bức xạ TB

Trường hợp mặt đứng hướng Tây Bắc - Đông Nam (nhìn từ hướng Tây)



Hình khối gốc | Giải pháp điều chỉnh khối lớn | Giải pháp ban công che nắng mặt đứng

Hình 13 Các giải pháp xử lý hướng bất lợi của mặt đứng chính khi thiết kế TMB

d) Bước thiết kế TMB khai thác lợi ích hướng gió

Mục tiêu của bước này là quy hoạch TMB bệnh viện đảm bảo tận dụng tối đa lợi ích của thông gió tự nhiên, từ đó giảm thiểu nhu cầu sử dụng năng lượng cho làm mát và ĐHKK.

Yêu cầu của bước này gồm:

+ Khai thác tối đa lợi ích của các hướng gió tốt (về độ trong sạch, nhiệt độ, độ ẩm…) trong năm tạo nguồn thông gió tự nhiên thích hợp cho không gian bên trong công trình;
+ Khai thác hiệu quả tối đa hướng gió chủ đạo mùa nóng để làm mát bề mặt công trình, không gian ngoài nhà và làm mát giàn nóng điều hòa (nếu có).

Các nội dung cần thực hiện trong bước này gồm:

+ Phân tích tốc độ gió, hướng gió để xác định hướng gió tốt và bất lợi, hướng gió chủ đạo vào mùa nóng và mùa lạnh[16];
+ Định hướng giải pháp khai thác hướng gió tốt cho thông gió tự nhiên và giải pháp chắn gió bất lợi cho các khu vực chức năng và khu vực sảnh, hành lang phù hợp;
+ Xác định giải pháp khơi thông các luồng gió đi qua các khu vực chịu nhiều tác động của BXMT vào mùa nóng như các diện tường hướng Tây, hướng Đông, mặt sân hấp thụ nhiều BXMT…;
+ Bố trí các khu vực vệ sinh kém như khu vực tập kết rác, trạm xử lý nước thải, cửa thoát gió của khu vực nhà bếp…ở cuối hướng gió chủ đạo trung bình năm của khu vực theo số liệu của QCVN 02:2022/BXD.

e) Bước thiết kế cảnh quan sơ bộ cho TMB

Mục tiêu của bước này là quy hoạch tổng thể cảnh quan cho TMB bệnh viện sao cho tận dụng tối đa lợi ích của cảnh quan giúp giảm nhu cầu làm mát và tăng hiệu quả, chất lượng thông gió tự nhiên, từ đó giảm sử dụng năng lượng.

Yêu cầu của bước này gồm:

[16] Phân tích dựa vào số liệu tra cứu trong QCVN:02/2022 về số liệu điều kiện tự nhiên trong xây dựng hoặc sử dụng phần mềm mô phỏng chuyên dụng như Autodesk FSD

+ Giảm thiểu BXMT tới các bề mặt công trình và bề mặt không gian ngoài nhà như sân, đường, bãi đỗ xe…;
+ Khai thác tối đa hiệu quả của cây xanh và thảm thực vật trong việc lọc và hấp thụ bụi và chất có hại để cải thiện chất lượng không khí ngoài nhà.

Các nội dung cần thực hiện trong bước này gồm:

+ Bố trí cây xanh lấy bóng mát phù hợp với các không gian ngoài nhà về mặt mỹ quan và đáp ứng các yêu cầu về vệ sinh và an toàn[17].
+ Tăng diện tích các thảm thực vật, các bề mặt tự nhiên bằng các giải pháp phù hợp về kỹ thuật và kinh tế.

Sử dụng các loại cây nhỏ, cây bụi, thảm thực vật (gọi chung là thảm thực vật) giúp giảm hiệu ứng đảo nhiệt đô thị và cải thiện môi trường sinh thái cảnh quan ngoài nhà sẽ góp phần giảm nhu cầu năng lượng cho làm mát và ĐHKK trong bệnh viện. Trong bệnh viện nên sử dụng gạch lát mở (gạch trồng cỏ) cho các khu vực đỗ xe, bê tông rỗng thoát nước cho lối đi công cộng (Hình 14).

Bảng 2 Hướng dẫn chọn cây xanh bóng mát cho bệnh viện theo TCVN 9257-2012

Khu chức năng	Tính chất cây trồng	Kiến nghị trồng cây
Cây xanh bệnh viện	- Chọn cây có khả năng tiết ra các chất fitolcid diệt trùng và màu sắc hoa lá tác dụng tới hệ thần kinh, góp phần trực tiếp điều trị bệnh; - Chọn cây có tác dụng trang trí: màu sắc trong sáng, vui tươi, tạo sức sống; - Chọn cây có hương thơm.	- Long não, lan tua, ngọc lan, bạch đàn, dạ hương, hồng, mộc…; - Bánh hỏi, mai đào, móng bò trắng, địa lan, mai vàng, đào phai, dừa, cau đẻ, cau lùn…; - Ngọc lan, hoàng lan, lan tua, muồn, bằng lang, phượng, vàng anh.

Hình 14 Sử dụng gạch lát mở với khả năng thấm nước để giảm sự tăng nhiệt của các mặt sân, bãi trong khuôn viên bệnh viện

[17] Việc lựa chọn và bố trí cây cần thích ứng với từng vùng khí hậu và tham khảo hướng dẫn của TCVN 9257-2012 về tiêu chuẩn thiết kế quy hoạch cây xanh sử dụng công cộng trong các đô thị.

Lưu ý:

Thiết kế quy hoạch TMB bệnh viện nhằm sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả có thể tham khảo các hướng dẫn chi tiết trong TCVN 9258:2012 - Chống nóng cho nhà ở - Hướng dẫn thiết kế về chọn hướng công trình, bố trí cảnh quan, và thiết kế giải pháp che nắng công trình.

3.2. HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ TỔ HỢP KHÔNG GIAN

3.2.1. Yêu cầu chung

Giải pháp tổ hợp không gian nhằm sử dụng NL TK-HQ cho công trình bệnh viện cần đáp ứng các yêu cầu chung gồm:

+ Tổ hợp không gian tổng thể của bệnh viện cần được xác định cụ thể về hình khối, kích thước, vị trí và hướng các tòa nhà dựa trên mối quan hệ chặt chẽ với quy hoạch TMB và điều kiện môi trường, khí hậu của khu vực;
+ Tổ hợp không gian cho từng bộ phận chức năng cần chi tiết hóa các giải pháp tổng thể đồng thời bám sát vào nhiệm vụ thiết kế, phù hợp với yêu cầu về dây chuyền công năng của công trình và đặc thù của bệnh viện về khám chữa bệnh.
+ Dây chuyền công năng tổng thể của bệnh viện cần phù hợp đặc thù chuyên môn của bệnh viện và phản ánh được quy mô phục vụ, cách phân bố các bộ phận chức năng khám chữa bệnh của bệnh viện;

Các nội dung cần thực hiện bao gồm:

+ Thu thập, phân tích các dữ liệu về nhiệm vụ thiết kế và điều kiện khu đất để làm cơ sở cho việc tổ hợp không gian đáp ứng yêu cầu về dây chuyền công năng của công trình và phù hợp, thích ứng với điều kiện môi trường và cảnh quan cụ thể của khu đất;
+ Xác định mối quan hệ giữa các khu vực chức năng trong bệnh viện, từ đó đề xuất các giải pháp bố trí các khu vực chức năng phù hợp với điều kiện cụ thể của từng bệnh viện;
+ Xác định quy mô sơ bộ của các khối nhà và liên kết giữa chúng trong bệnh viện, nhằm đảm bảo tính khoa học, hợp lý về mặt công năng, kỹ thuật và hiệu quả sử dụng năng lượng;
+ Xác định hình khối, kích thước, vị trí và hướng cho từng tòa nhà sao cho đáp ứng được yêu cầu công năng, kỹ thuật, kinh tế và thích ứng với điều kiện môi trường khu đất để đảm bảo sử dụng NL TK-HQ;
+ Thiết kế mặt bằng sơ bộ các tầng của các tòa nhà vừa nhằm chi tiết hóa và kiểm tra tính hợp lý của các ý tưởng tổ hợp không gian, dây chuyền công năng đồng thời đảm bảo các yêu cầu về công năng, kỹ thuật và hiệu quả sử dụng năng lượng của bệnh viện.

3.2.2. Quy trình và một số lưu ý khi tổ hợp không gian nhằm sử dụng NL TK-HQ

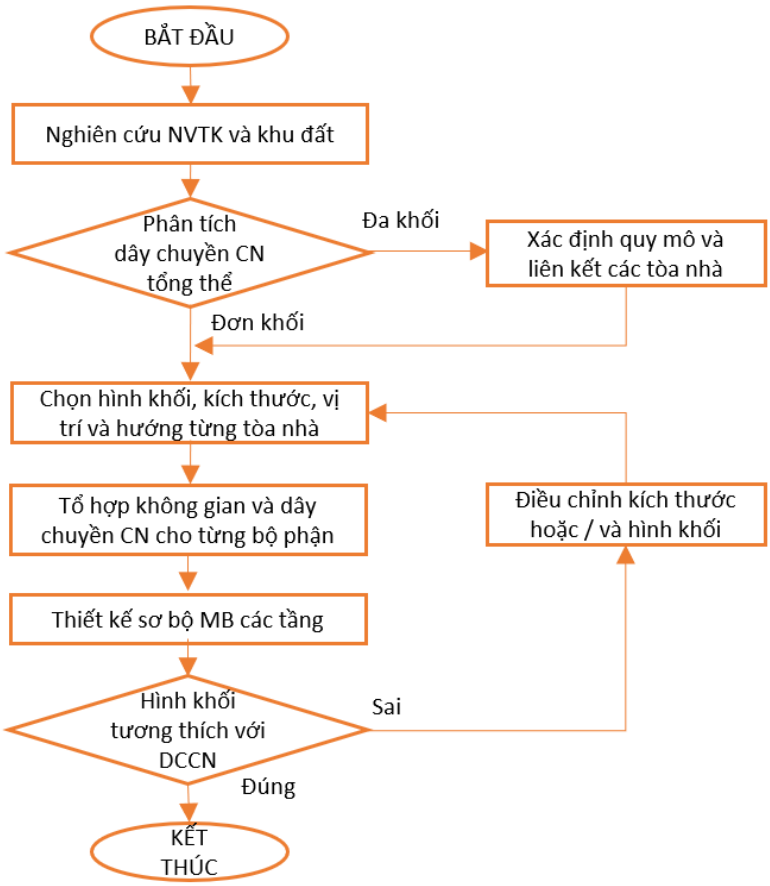
Hình 15 trình bày quy trình tổng thể thiết kế tổ hợp không gian đáp ứng yêu cầu về dây chuyền công năng của công trình nhằm sử dụng NL TK-HQ. Quy trình này cần được tích hợp vào trong quy trình thiết kế TMB bệnh viện. Trong quy trình trên, một số điểm cần lưu ý như sau:

a) Phân tích dây chuyền công năng tổng thể

Nhằm mục đích sử dụng NL TK-HQ trong bệnh viện, dây chuyền công năng tổng thể cho bệnh viện cần đảm bảo:

+ Phù hợp với đặc thù chuyên môn và số lượng bệnh nhân sẽ phục vụ;
+ Tối ưu hóa liên hệ giữa các bộ phận chức năng nhằm tăng hiệu quả sử dụng không gian, tăng năng suất lao động, giảm thời gian di chuyển và thất thoát nhiệt.

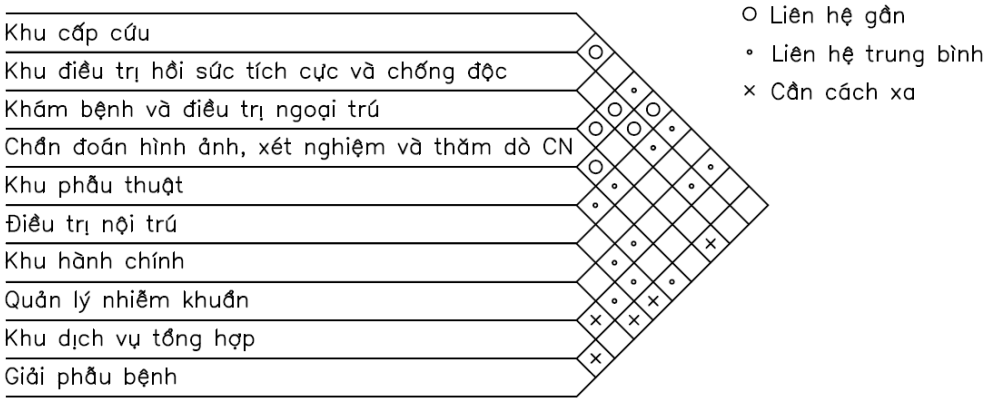
Tại bước này, tham vấn ý kiến của các chuyên gia chuyên môn y tế và những người sẽ đảm nhiệm việc quản lý vận hành các bộ phận chức năng trong bệnh viện là rất cần thiết.



Hình 15 Quy trình thiết kế tổ hợp không gian đáp ứng dây chuyền công năng

Kỹ thuật ma trận kế khuyến nghị được áp dụng để phân tích và tối ưu hóa liên hệ giữa các bộ phận chức năng. Ma trận kề gồm các hàng tương ứng với các khu vực chức năng cần phân tích mối quan hệ. Các hàng này kết thúc bằng các đường dóng chéo góc

45 độ sao cho đường dóng của mỗi hàng cắt đường dóng của tất cả các hàng còn lại tạo thành một hệ lưới ma trận có chu vi bao ngoài là một tam giác vuông cân. Các ô trong ma trận được đánh giá theo mức độ quan trọng của mối quan hệ giữa hai khu vực chức năng tương ứng. Hình 16 minh họa cách dùng ma trận kề để xác định mối quan hệ giữa các khu vực chức năng của bệnh viện điển hình. Mức độ chi tiết của việc phân khu chức năng và số lượng các cấp quan hệ giữa các khu vực chức năng cần được chọn theo yêu cầu cụ thể của việc phân tích dây chuyền công năng. Trong ví dụ ở hình dưới đây thì mức độ chi tiết phân khu và số lượng cấp quan hệ chỉ cần ở mức cơ bản. Các khu chức năng có nhiều liên hệ gần với nhau nên được bố trí cùng khối nhà hoặc trong những khối nhà nằm gần nhau. Ngược lại các khu chức năng không có liên hệ gần thì có thể được sắp xếp trong các khối nhà khác nhau.



Hình 16 Ví dụ áp dụng ma trận kề để xác định mối quan hệ giữa các khu vực chức năng của bệnh viện

Dựa vào kết quả phân tích các mối quan hệ này, nếu bệnh viện có quy mô phục vụ lớn hoặc diện tích khu đất lớn thì có thể chọn giải pháp tách các nhóm chức năng thành những khối nhà khác nhau nhằm đảm bảo đủ diện tích nhưng cần đi kèm các giải pháp đảm bảo mối quan hệ phối hợp giữa các khu vực chức năng. Ngược lại, trong các trường hợp diện tích khu đất không cho phép hoặc quy mô phục vụ của bệnh viện không lớn thì để tối ưu hóa mối liên hệ công năng nên gộp nhiều bộ phận chức năng trong một số ít các khối nhà.

b) Thiết kế tổ hợp không gian phù hợp với điều kiện khí hậu

Công việc này cần:

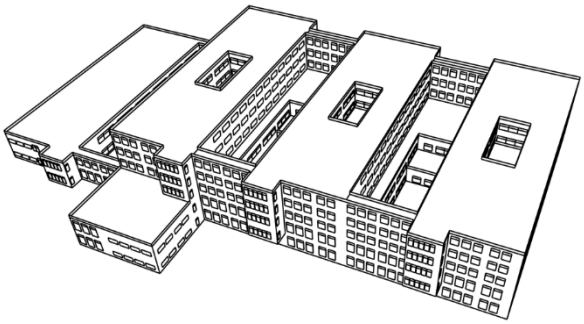
1) Lựa chọn hình khối và hướng công trình sao cho giảm thiểu tác động vào thời gian nóng nhất trong năm và khai thác tối đa lợi ích vào thời gian lạnh nhất trong năm của BXMT;

Chiếu sáng ban ngày hiệu quả bắt đầu bằng việc chọn hướng mặt trời phù hợp cho tòa nhà và các không gian bên ngoài. Đối với hầu hết các không gian, mặt đứng cung cấp ánh sáng ban ngày nên được định hướng trong phạm vi ±15° Bắc-Nam. Hơn nữa, hiệu quả chiếu sáng ban ngày tốt nhất đạt được trong phạm vi cách tường ngoài không quá 6 m. Trong những trường hợp mà công trình hoặc bộ phận của khối nhà cần nhiều thông

gió tự nhiên, giải pháp giảm khoảng cách giữa 2 mặt ngoài của khối nhà đó sẽ đồng thời có hiệu quả về thông gió và chiếu sáng tự nhiên. Cách này dẫn đến việc tạo ra khoảng sân và giếng trời trong những khối nhà lớn để ánh sáng ban ngày xuyên qua tốt hơn (xem Hình 17).

Để tối ưu hóa hình dạng tòa nhà để lấy ánh sáng ban ngày, cần giải pháp cân bằng giữa việc nâng cao tiếp xúc của mặt bên ngoài với ánh sáng ban ngày, cả BXMT trực tiếp và gián tiếp và việc tự tạo bóng cho khối công trình để tránh bức xạ trực tiếp vào những tháng nhiệt độ cao nhất trung bình lớn hơn 25°C.

Ngược lại, trong những trường hợp mà công trình hoặc bộ phận của khối nhà không cần hoặc cần ít thông gió tự nhiên thì khoảng cách giữa 2 mặt ngoài của khối nhà đó có thể lớn và sẽ phải chấp nhận nhiều không gian ở giữa khu vực đó không có chiếu sáng tự nhiên.



Hình 17: Ví dụ giải pháp tạo khoảng sân và giếng trời tận dụng ánh sáng ban ngày

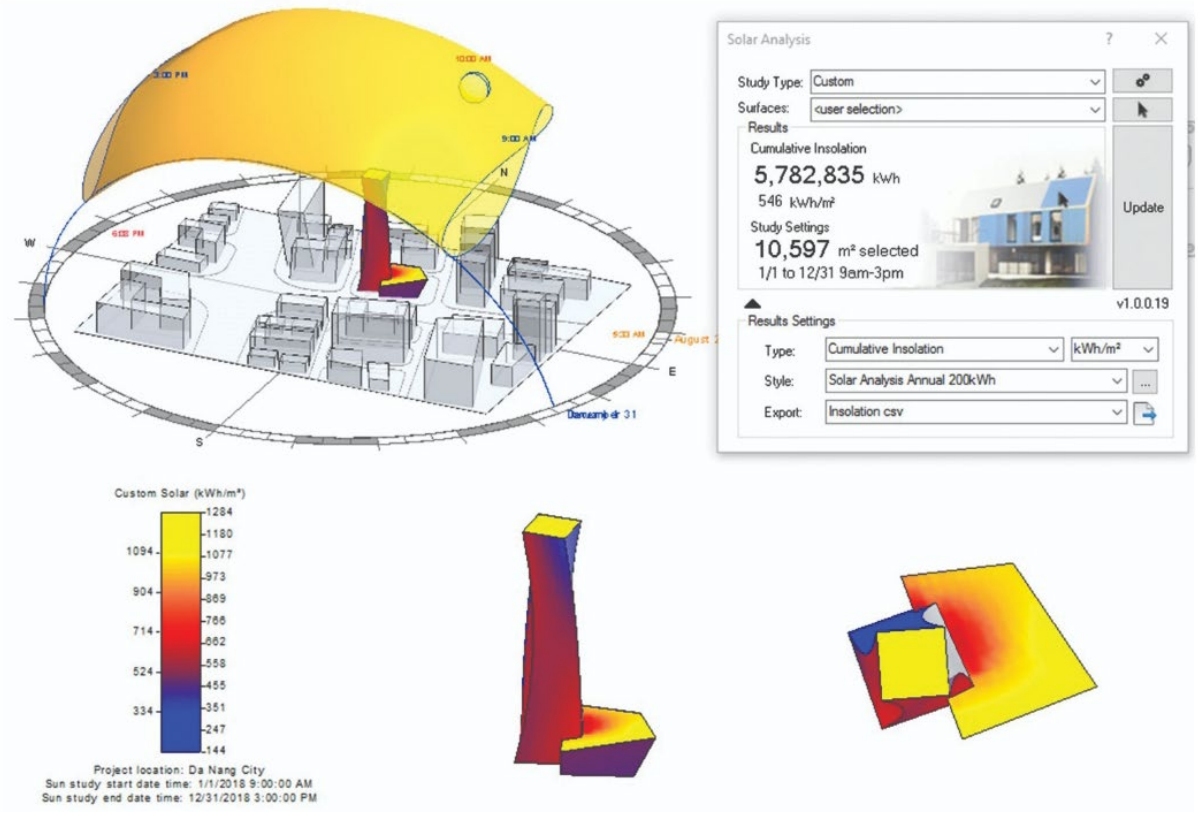
2) Khai thác hiệu quả những ưu thế chống nóng và /hoặc chống lạnh của các tổ hợp không gian.

Bước này nên áp dụng các công cụ mô phỏng năng lượng để đánh giá và lựa chọn phương án hình khối công trình sơ bộ nhằm đảm bảo thích ứng với điều kiện bối cảnh cụ thể của bệnh viện[18][19] [3]. Chỉ cần thiết lập hình khối công trình ở mức độ đơn giản đã cho phép đánh giá toàn diện và trực quan tác động của BXMT vào các thời điểm cụ thể tại mội vị trí cụ thể (Hình 18).

Lựa chọn loại tổ hợp không gian phù hợp với điều kiện khí hậu có thể tham khảo Bảng 3. Trong đó có dấu "+" thể hiện sự phù hợp của dạng tổ hợp không gian (hàng) và vùng khí hậu (cột). Lưu ý rằng, các tổ hợp không gian được xác định ở bước này cần đối chiếu với dây chuyền công năng, kết quả phân tích khu đất ở các bước trước và sẽ cần tiếp tục đánh giá ở các bước tiếp theo nhằm tìm ra phương án tối ưu nhất.

[18] Công cụ đồ họa phục vụ thiết kế công trình phổ biến hiện nay như Revit, Archicad, Allplan và SketchUp đều hỗ trợ xuất mô hình hình học định dạng IFC và gbXML để mô phỏng năng lượng nhanh và chính xác.

[19] Dữ liệu điều kiện khí hậu dùng để đưa vào mô hình có thể tham khảo Quy chuẩn QCVN 02:2022/BXD về số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng của Việt Nam.



Hình 18 Ví dụ kết quả mô phỏng BXMT bằng công cụ Solar Analysis – Insight Revit

Bảng 3: Sự phù hợp của các dạng tổ hợp không gian cơ bản với bảy vùng khí hậu của Việt Nam[20]

	Đồng bằng Bắc Bộ	Vùng Đông Bắc	Vùng Tây Bắc	Bắc Trung Bộ	Nam Trung Bộ	Tây Nguyên	Nam Bộ	Các đặc tính và khả năng giúp sử dụng năng lượng tiết kiệm hiệu quả nhờ phù hợp với điều kiện khí hậu
Tổ hợp tập trung	+	+	+	+				Tăng tính kết nối với không gian trung tâm lớn, có ưu thế trong việc chống lạnh
Tổ hợp tuyến theo phương ngang					+	+	+	Tăng tiếp xúc mặt ngoài tạo ưu thế thông gió tự nhiên, chiếu sáng tự nhiên.
Tổ hợp phân tia					+	+	+	Tăng kết nối đồng thời với không gian trung tâm lớn và với môi trường bên ngoài, có ưu thế trong việc chống nóng
Tổ hợp tuyến theo phương đứng	+			+	+		+	Tăng tính điển hình của mặt bằng, tăng tính khép kín của các khu vực chức năng, giảm thất thoát nhiệt.

[20] Các vùng khí hậu xem Phụ lục 1.

Tổ hợp theo cụm	+	+	+	+	+	+	+	Tăng tính kết nối theo từng nhóm chức năng, khả năng chống nóng và chống lạnh tương đương nhau
Tổ hợp dạng lưới	+	+	+	+	+	+	+	Tăng tính kết nối giữa các bộ phận, khả năng chống nóng và chống lạnh đều tốt

c) Thiết kế tổ hợp không gian phù hợp với quy mô phục vụ

Lựa chọn tổ hợp không gian đảm bảo phù hợp với quy mô phục vụ sẽ giúp tăng hiệu quả sử dụng không gian, từ đó tiềm năng nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng của công trình bệnh viện. Việc lựa chọn có thể tham khảo Bảng 4. Do sự phù hợp giữa tổ hợp không gian và quy mô phục vụ là tương đối linh hoạt nên hầu hết các tuyến bệnh viện có thể áp dụng nhiều dạng tổ hợp không gian. Chính vì thế giải pháp lựa chọn tổ hợp không gian trình bày ở trên mang tính định hướng cho giai đoạn thiết kế sơ bộ cũng như cho toàn bộ quá trình thiết kế.

Bảng 4: Sự phù hợp của các dạng tổ hợp không gian với các quy mô khám chữa bệnh tương ứng với các tuyến bệnh viện của Việt Nam

	Tuyến trung ương	Tuyến tỉnh, thành phố trực thuộc TW	Tuyến quận huyện	Tuyến xã	Các đặc tính và khả năng giúp sử dụng năng lượng tiết kiệm hiệu quả nhờ phù hợp với quy mô phục vụ
Tổ hợp tập trung	+	+			Tăng tính kết nối của nhiều bộ phận chuyên môn nhỏ trong một khu vực chức năng lớn, giúp tối ưu hóa hiệu quả sử dụng không gian với số lượng bệnh nhân lớn
Tổ hợp phân tia	+	+			Phù hợp với các tổ hợp phức tạp về chức năng và cần có không gian trung tâm để kết nối, có ưu thế trong việc chống nóng
Tổ hợp tuyến			+	+	Phù hợp với các cơ sở ý tế vừa và nhỏ, giúp tăng cường thông gió, chiếu sáng tự nhiên
Tổ hợp theo cụm	+	+	+		Tăng tính kết nối theo từng nhóm chức năng, khả năng chống nóng và chống lạnh tương đương nhau
Tổ hợp dạng lưới	+	+	+		Tăng tính kết nối giữa nhiều bộ phận, khả năng chống nóng và chống lạnh đều tốt

d) Đảm bảo sự phù hợp giữa dây chuyền công năng và tổ hợp không gian

Đảm bảo sự phù hợp giữa dây chuyền công năng và tổ hợp không gian là điều kiện cần thiết trong thiết kế công trình bệnh viện nhằm sử dụng NL TK-HQ. Tham khảo Bảng 5 để lựa chọn tổ hợp không gian phù hợp với dây chuyền công năng chính của bệnh viện.

Bảng 5: Sự phù hợp của các dạng tổ hợp không gian với dây chuyền công năng chính của các bộ phận trong bệnh viện

	Khu cấp cứu	Khu điều trị hồi sức tích cực và chống độc	Khám bệnh và điều trị ngoại trú	Chẩn đoán hình ảnh, xét nghiệm, thăm dò chức năng	Khu phẫu thuật	Điều trị nội trú	Khu hành chính	Quản lý nhiễm khuẩn	Khu DV tổng hợp	Giải phẫu bệnh	Các đặc tính và khả năng giúp sử dụng năng lượng tiết kiệm hiệu quả nhờ sự phù hợp công năng của các bộ phận
Tổ hợp tập trung			+ *						+		Tăng tính kết nối các không gian phụ với một không gian chính ở trung tâm
Tổ hợp phân tia			+ *		+	+	+		+		Tăng tính kết nối các nhóm không gian phụ với một không gian chính ở trung tâm
Tổ hợp tuyến			+			+	+	+	+	+	Kết nối theo tuyến các khu vực công năng đơn giản
Tổ hợp theo cụm	+	+		+				+		+	Kết nối theo cụm các khu vực liên quan về công năng
Tổ hợp dạng lưới	+	+		+	+		+				Tăng cường và linh hoạt hóa kết nối giữa các bộ phận

3.3. HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ LỚP VỎ CÔNG TRÌNH

3.3.1. Yêu cầu chung

Lớp vỏ bao che là thành phần kết cấu công trình có vai trò quan trọng thiết yếu giúp đảm bảo điều kiện tiện nghi môi trường trong nhà, đảm bảo an toàn trong quá trình sử dụng công trình, đảm bảo tiện nghi tầm nhìn. Hơn nữa, lớp vỏ bao che công trình cũng là yếu tố ảnh hưởng rất lớn, có tính chất quyết định đến mục tiêu sử dụng NL TK-HQ của công trình tại Việt Nam. Nhìn chung, thiết kế lớp vỏ bao che công trình bệnh viện nhằm sử dụng năng lượng TK-HQ cần chú ý:

(1) Đáp ứng yêu cầu thiết kế công trình bệnh viện được quy định trong các tiêu chuẩn kỹ thuật thiết kế bệnh viện hiện hành[21];

(2) Đối với các không gian sử dụng ĐHKK, lớp vỏ bao che cần đạt tối thiểu các yêu cầu kỹ thuật về tổng nhiệt trở R_0, hệ số hấp thụ nhiệt của kính (SHGC), hay chỉ

[21] TCXDVN 4470 : 2012 Bệnh viện đa khoa – Tiêu chuẩn thiết kế; TCVN 9212:2012 - Bệnh viện đa khoa khu vực – Tiêu chuẩn thiết kế; TCVN 9213 : 2012 – Bệnh viện quận huyện – Tiêu chuẩn thiết kế; TCVN 9214:2012. Phòng khám đa khoa khu vực - Tiêu chuẩn thiết kế. Bộ Xây dựng; Tiêu chuẩn ngành y tế 52TCN – CTYT 38: 2005: Tiêu chuẩn thiết kế - Khoa phẫu thuật bệnh viện đa khoa; Tiêu chuẩn ngành y tế 52 TCN- CTYT 37: 2005: Tiêu chuẩn thiết kế - Các khoa xét nghiệm-bệnh viện đa khoa; Tiêu chuẩn ngành y tế 52 TCN- CTYT 40: 2005 Tiêu chuẩn thiết kế - Khoa chẩn đoán hình ảnh bệnh viện đa khoa.

số truyền nhiệt tổng OTTV và một số yêu cầu khác được quy định trong QCVN 09:2017/BXD;

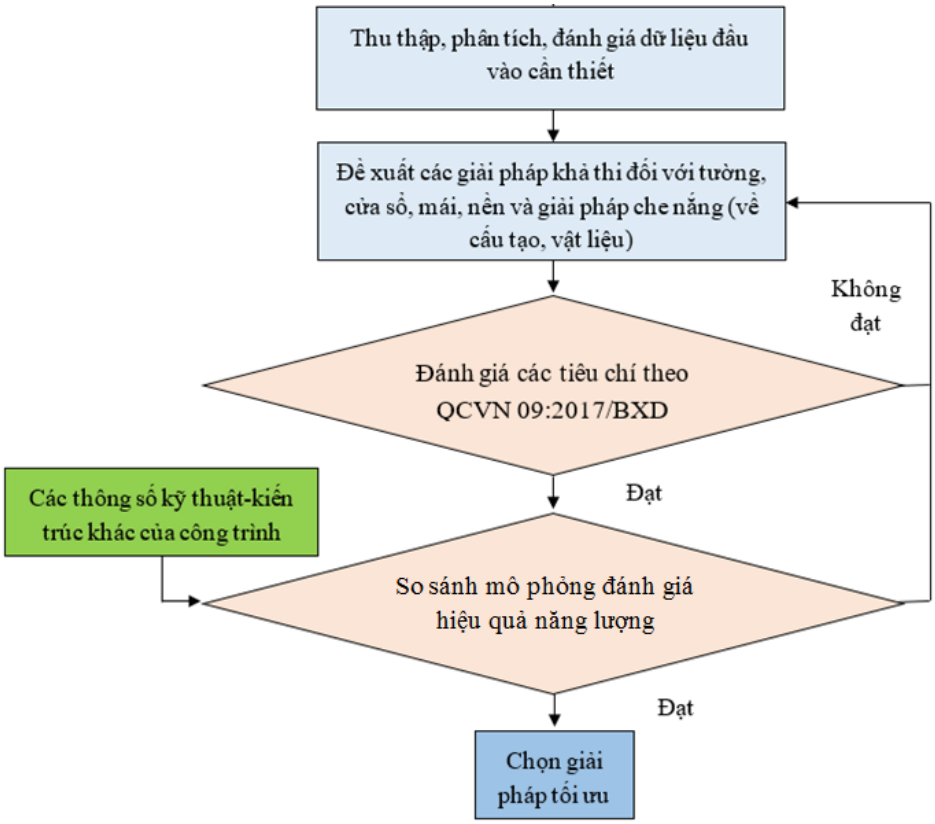
(3) Do công trình bệnh viện có nhiều loại phòng/không gian với yêu cầu thông số kỹ thuật môi trường trong phòng khác nhau, nhu cầu sử dụng ĐHKK và thông gió tự nhiên khác nhau nên thiết kế lớp vỏ bao che nhằm sử dụng NL TK-HQ cần lưu ý đảm bảo sự phù hợp với yêu cầu kỹ thuật của từng khu vực chức năng.

Các phần tiếp theo của Hướng dẫn sẽ trình bày quy trình tổng thể thiết kế lớp vỏ bao che và các giải pháp cụ thể được đề xuất cho lớp vỏ công trình bệnh viện sử dụng NL TK-HQ trong điều kiện Việt Nam, gồm:

- Các giải pháp cho tường bao che bên ngoài;
- Các giải pháp cho mái;
- Các giải pháp cho lỗ mở trên tường bao che/mái
- Các giải pháp cho nền tầng trệt.

3.3.2. Quy trình thiết kế lớp vỏ công trình bệnh viện nhằm sử dụng NL TK-HQ

Quy trình tổng thể thiết kế lớp vỏ bao che công trình bệnh viện sử dụng NL TK-HQ thể hiện trên Hình 19.



Hình 19: Quy trình thiết kế lớp vỏ công trình BV nhằm sử dụng NL TK – HQ

Bước 1: Thu thập dữ liệu để thiết kế lớp vỏ. Dữ liệu đầu vào cho quá trình thiết kế lớp vỏ bao che công trình BV nên gồm dữ liệu về công trình, dữ liệu về môi trường bên ngoài và một số dữ liệu khác. Dữ liệu về công trình gồm quy hoạch TMB, quy mô, hướng, hình khối công trình, dây chuyền chuyên môn, tổ hợp không gian và mặt bằng sàn

công trình. Dữ liệu môi trường bên ngoài gồm (nhưng không giới hạn): BXMT, nhiệt độ, độ ẩm, gió, độ ồn, ánh sáng, bụi...Một số dữ liệu khác ví dụ như vị trí, kích thước công trình lân cận, khoảng cách đến công trình hiện tại, cảnh quan xung quanh của khu đất...

Bước 2: Đề xuất các giải pháp khả thi đối với tường, cửa sổ, mái, nền và giải pháp che nắng (về cấu tạo, vật liệu). Để thực hiện bước này thì nên có sự tư vấn của các chuyên gia năng lượng.

- Giải pháp thiết kế lớp vỏ mặt đứng bao gồm:

  • Giải pháp thiết kế đối với phần không xuyên sáng (xem Mục 3.3.3.1)

  • Giải pháp thiết kế đối với phần xuyên sáng (xem Mục 3.3.3.2) trong đó cần đặc biệt lưu ý tới giải pháp về kết cấu che nắng và giải pháp lựa chọn vật liệu kính phù hợp cho tường bao che và cửa sổ

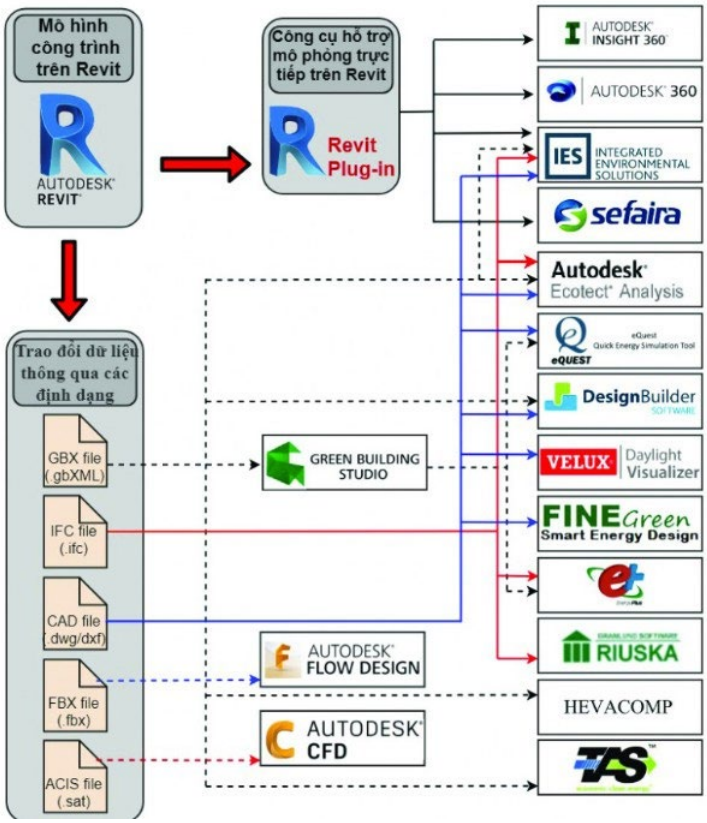
- Giải pháp thiết kế mái (xem Mục 3.3.4)

- Giải pháp thiết kế lỗ mở (xem Mục 3.3.5)

- Giải pháp thiết kế nền tầng trệt công trình BV (xem Mục 3.3.6)

Bước 3: Đánh giá các tiêu chí theo QCVN 09:2017/BXD

Các tiêu chí kỹ thuật được quy định trong QCVN 09:2017/BXD đối với lớp vỏ bao che công trình bao gồm: tổng nhiệt trở R_0, hệ số hấp thụ nhiệt của kính (SHGC), chỉ số truyền nhiệt tổng OTTV và một số yêu cầu khác về tỷ lệ kính/tường, hình dạng và kích thước kết cấu che nắng...



Hình 20. Một số phần mềm tương thích để mô phỏng năng lượng

Bước 4: So sánh mô phỏng đánh giá hiệu quả năng lượng và các thông số kỹ thuật - kiến trúc khác của công trình

Việc chạy mô phỏng đánh giá hiệu quả sử dụng năng lượng là một công cụ hữu hiệu có thể cân nhắc áp dụng (không bắt buộc) trong quá trình thiết kế bên cạnh các phương pháp áp dụng công cụ hỗ trợ tính toán được công bố trên trang web của BXD. Công việc này có thể được thực hiện bằng nhiều phần mềm phổ biến hiện nay như Design builder, Energy Plus, Quick Energy Simulation Tool…(Hình 20).

3.3.3. Giải pháp thiết kế tường bao che bên ngoài công trình bệnh viện nhằm sử dụng NL TK-HQ

3.3.3.1. Đối với phần không xuyên sáng

a) Giải pháp đảm bảo cách nhiệt tối thiểu phần tường bao ngoài không xuyên sáng

a1) Đối với khu vực/không gian/phòng sử dụng ĐHKK

> **QCVN 09:2017/BXD quy định:**
>
> "Tường bao ngoài công trình trên mặt đất (phần tường không xuyên sáng) của không gian có điều hòa không khí phải có giá trị tổng nhiệt trở nhỏ nhất $R_{0.min}$ không nhỏ hơn 0,56 m^2.K/W"

(1) Thông số vật lý của nhiều vật liệu xây dựng[22] phổ biến ở Việt Nam để tính toán R_0 có thể tham khảo Phụ lục 1, 2, 3 và 4 của QCVN 09:2017/BXD;

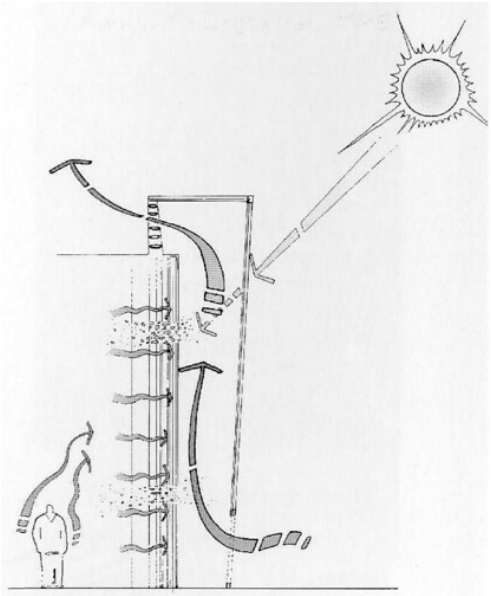
Có thể tính toán R_0 sử dụng *Bảng kiểm BE01 - Truyền nhiệt tường bao ngoài* công bố tại trang thông tin của Bộ Xây dựng http://tietkiemnangluong.xaydung.gov.vn/page-t308.html.

(2) Cấu tạo, loại và độ dày các lớp vật liệu để tạo nên tường bao ngoài không xuyên sáng thông dụng được nêu trong QCVN 09:2017/BXD.

(3) Giải pháp tường hai lớp

Mặt đứng hai lớp (double-skin facade) sẽ tạo ra lớp không khí đối lưu ở giữa giúp tăng hiệu quả cách nhiệt, đồng thời mang tới hiệu quả tản nhiệt vào ban đêm cao hơn so với kết cấu sử dụng vật liệu cách nhiệt bên ngoài. Trong trường hợp muốn giảm sự truyền nhiệt bức xạ giữa hai lớp vỏ, người thiết kế có thể bổ sung thêm lớp vật liệu có bề mặt phát xạ thấp ở mặt trong của lớp vỏ bên ngoài (rào cản bức xạ) ví dụ như nhôm (Xem Hình 21).

[22] Hệ số dẫn nhiệt λ của vật liệu do nhà sản xuất cung cấp hoặc áp dụng số liệu theo tiêu chuẩn TCVN 4605:1988, TCVN 9258:2012.



Hình 21: Minh họa giải pháp tường hai lớp

Lưu ý:

- Ở vùng khí hậu nóng ẩm như Việt Nam, giải pháp bổ sung lớp cách nhiệt tường hay tường hai lớp hay tường đôi có lớp cách nhiệt ở giữa chỉ nên được ưu tiên áp dụng đối với các bức tường hướng Đông và đặc biệt là hướng Tây để giảm chi phí xây dựng!

- Ở những vùng khí hậu có nhiệt độ ban ngày cao và nhiệt độ ban đêm thấp (chênh lệch nhiệt độ trong ngày lớn), như vùng cao nguyên, các bức tường bên trong và bên ngoài phải có công suất nhiệt lớn với độ trễ thời gian thích hợp để cân bằng sự thay đổi nhiệt độ. Để đạt được điều này, chúng phải được làm bằng vật liệu nặng.

a2) Đối với khu vực/không gian/phòng không sử dụng điều hòa không khí

Hiện nay, QCVN 09:2017/BXD không quy định yêu cầu kỹ thuật cho tường bao ngoài đối với những không gian không sử dụng ĐHKK. Tuy nhiên, để tăng tiện nghi nhiệt của môi trường trong phòng (từ đó có thể giúp giảm tiêu thụ năng lượng cho hệ thống quạt điện làm mát) và hiệu quả về mặt chi phí xây dựng, các giải pháp sau có thể xem xét được áp dụng:

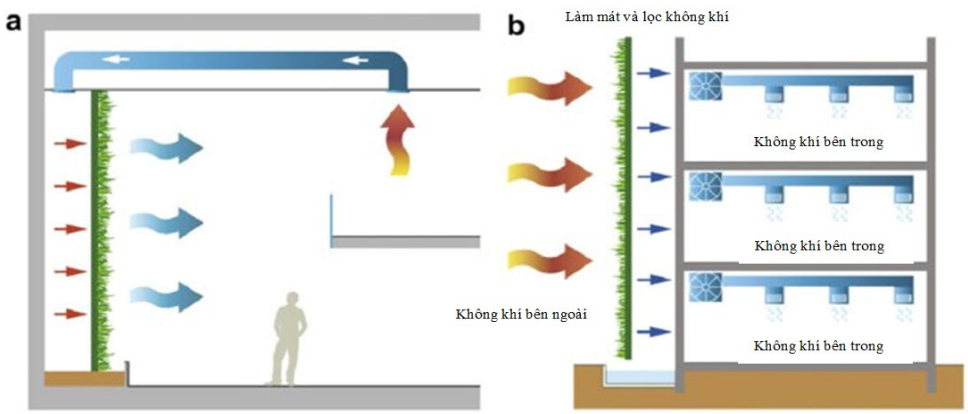
(1) Mặt ngoài tường bao che phủ các lớp vật liệu có hệ số hấp thụ nhiệt BXMT α thấp hoặc vật liệu có tính phản xạ bức xạ cao[23], ví dụ sơn.

(2) Sử dụng giải pháp cách nhiệt bằng một lớp vật liệu có nhiệt dung lớn (kết cấu đặc, nặng) gây ra sự trì hoãn tới dòng nhiệt, được đặc trưng bởi hệ số tắt dần (μ) và thời gian trễ (ϕ; giờ) và hệ số hàm nhiệt của kết cấu (Y;W/m2 K)[24];

(3) Giải pháp tường xanh

[23] Phụ lục 2 của Hướng dẫn này cung cấp danh mục một số vật liệu xây dựng phổ biến với các hệ số vật liệu chính.

[24] Như trên.



Hình 22: Giải pháp tường xanh a- trong nhà; b- ngoài nhà

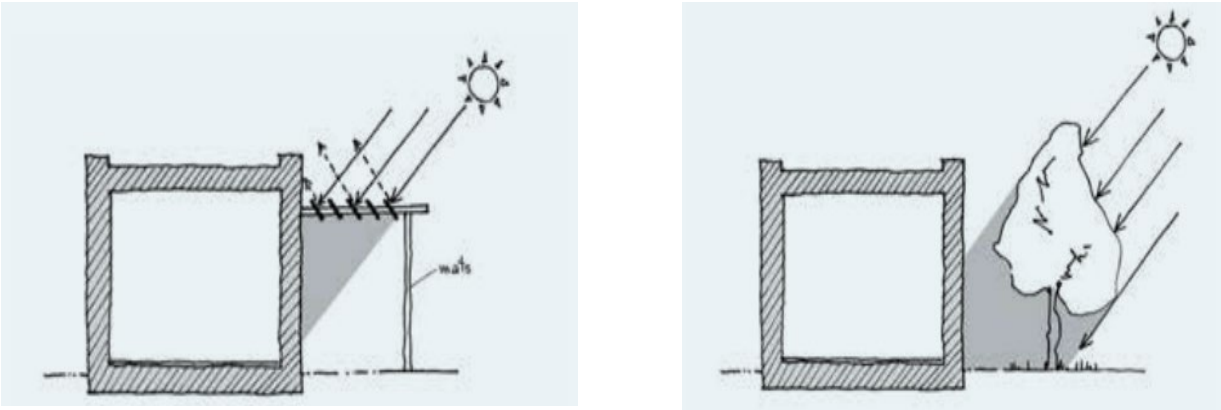
Tường xanh là một trong những giải pháp cách nhiệt hiệu quả, cải thiện VKH trong công trình, đồng thời đem lại giá trị thẩm mỹ cao. Đặc biệt trong môi trường BV, tường xanh góp phần ĐHKK, hấp thụ chất gây ô nhiễm, khí độc như formaldehyde, VOCs, Carbon Monoxide và rất nhiều loại khí độc có hại khác giúp không gian trở nên thoáng đãng và trong lành hơn. Bên cạnh đó cây xanh cũng có tác động tích cực trong việc giảm căng thẳng và mệt mỏi, hấp thụ tiếng ồn sẽ giúp cải thiện tinh thần làm việc của nhân viên y tế cũng như thúc đẩy quá trình hồi phục của bệnh nhân.

(4) Sử dụng các kết cấu che chắn nắng cho tường bao che (*xem mục b*).

b) Sử dụng kết cấu che nắng cho tường bao ngoài không xuyên sáng

Ngoài việc tận dụng các kết cấu/công trình lân cận để che nắng cho công trình thông qua giải pháp quy hoạch TMB, lựa chọn vị trí, hướng, hình khối công trình; có thể thiết kế bổ sung kết cấu che nắng cho tường bao ngoài (cả đối với phần xuyên sáng và phần không xuyên sáng đều mang lại hiệu quả đáng kể).

Ưu tiên sử dụng giải pháp kết cấu che chắn nắng các bức tường hướng về phía Đông, đặc biệt phía Tây; các kết cấu phổ biến hiện này gồm giàn che, lam che hoặc bằng cảnh quan xung quanh công trình. Việc tính toán thiết kế kết cấu che nắng trình bày chi tiết tại Mục 3.3.3.2.b của Hướng dẫn này.



Hình 23: Ví dụ kết cấu che chắn nắng cho công trình

3.3.3.2. Đối với phần xuyên sáng (cửa sổ kính, tường kính)

Kiểm soát hấp thụ nhiệt bức xạ qua phần tường xuyên sáng có để áp dụng các giải pháp sau: Tối ưu hóa kích thước, vị trí phần tường xuyên sáng, sử dụng tấm chắn nắng ngoài để ngăn BXMT qua phần tường xuyên sáng, và lựa chọn loại kính phù hợp.

a) Tối ưu hóa kích thước, vị trí phần tường xuyên sáng

Thông thường, tỉ lệ tường xuyên sáng (kính) so với toàn tường bao ngoài từ 15-40% là đủ cho tầm nhìn và ánh sáng tự nhiên vào trong mà không hấp thụ nhiều nhiệt mặt trời.

Chi tiết hướng dẫn thiết kế trình bày ở Mục 3.3.5 cùng hướng dẫn này.

b) Sử dụng kết cấu che nắng trực tiếp lên phần tường xuyên sáng

b1) Yêu cầu đối với kết cấu che chắn nắng

- Trong mọi trường hợp cần che nắng và tạo bóng râm từ phía ngoài cửa, đặc biệt nếu không gian được làm mát nhân tạo;

- Ưu tiên che nắng cho các cửa sổ hướng Đông và đặc biệt là hướng Tây;

- Đáp ứng được yêu cầu che nắng mùa hè trong phạm vi cho phép theo giờ trực xạ trên mặt phẳng tường, mái là lớn nhất; chống lóa, chống chói do trực xạ;

- Đảm bảo yêu cầu che mưa, chống hắt, tạt mưa khi có tốc độ gió trung bình;

- Không cản trở TGTN; đảm bảo yêu cầu CSTN; không hạn chế tầm nhìn ra bên ngoài và có hiệu quả trong tạo hình kiến trúc;

- Cấu tạo đơn giản và có hiệu quả kinh tế;

- Chọn vật liệu thiết bị che nắng và đặc tính bề mặt có hệ số hấp thụ bức xạ α thấp.

b2) Các dạng kết cấu che chắn nắng phổ biến, phù hợp với điều kiện Việt Nam

Hiện có thể phân thành 3 nhóm: kết cấu che nắng ngang, kết cấu che nắng dọc và kết cấu che nắng hỗn hợp (Hình 24, Hình 25, Hình 26).

Kết cấu che chắn nắng có thể cố định hoặc di động:

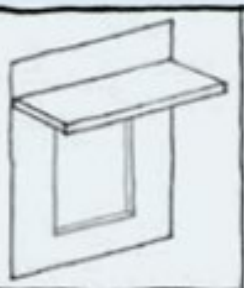
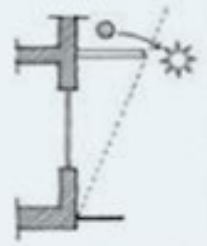
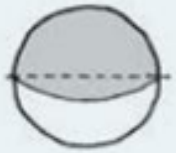
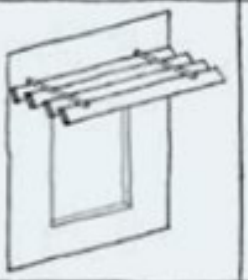
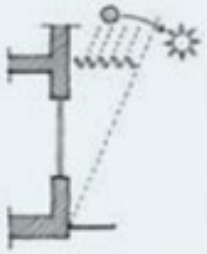
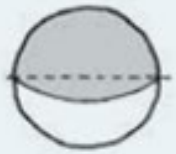
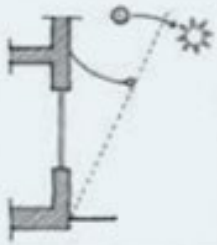
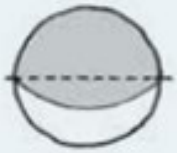
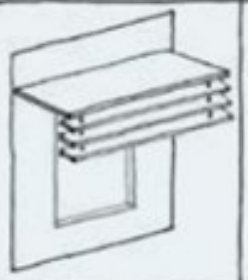
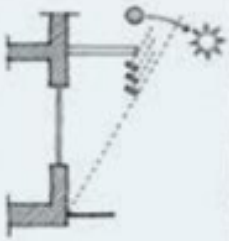
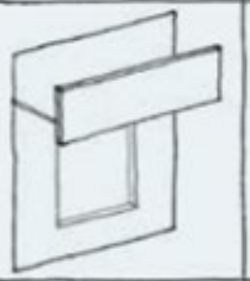
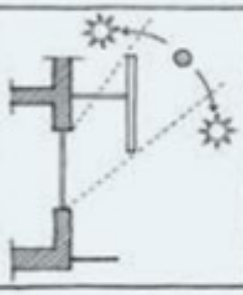
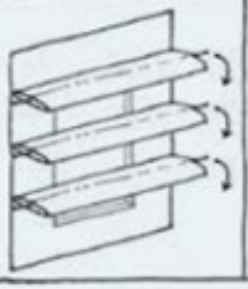
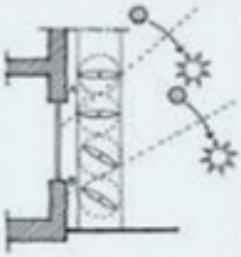
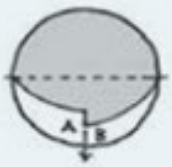
- Kết cấu cố định: ô văng, tấm ngang, mái đua, ban công, hành lang, hiên,...
- Kết cấu di động: chớp quay, mái hiên di động, rèm trượt, tấm trượt hoặc xoay...

Lưu ý:

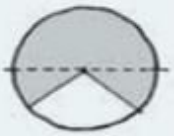
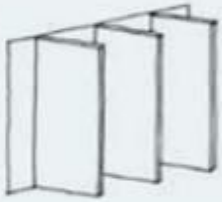
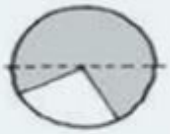
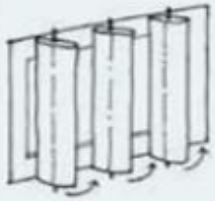
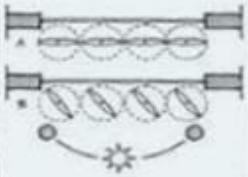
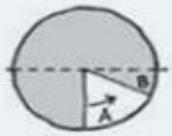
- Kết cấu che nắng ngoài có hiệu quả cao hơn kết cấu che nắng trong trong việc ngăn bức xạ mặt trời;

- Kết cấu che nắng ngang hiệu quả hơn cho mặt đứng hướng Nam, trong khi Kết cấu che nắng dọc hiệu quả hơn với mặt đứng hướng Đông và Tây;

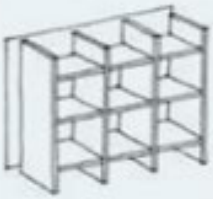
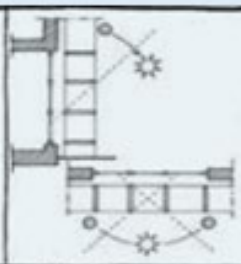
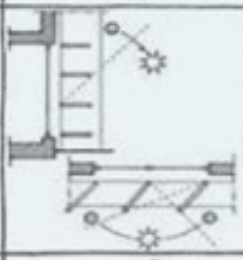
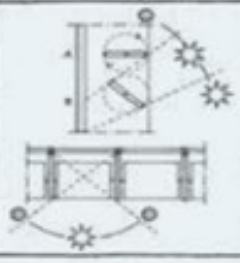
- Các công trình ở khu vực phía Nam cần sử dụng kết cấu che nắng ngang nhỏ hơn vì mặt trời ở góc cao hơn so với phía Bắc.

Kết cấu che nắng	Mặt cắt	Biểu đồ đường viền che nắng	Nhận xét
			KCCN ngang đặc che nắng rất hiệu quả với hướng Nam
			Nan chớp song song cho phép thoát nhiệt lên trên và hiệu quả với hướng Nam
			Bạt che ngang phù hợp theo mùa, hiệu quả với hướng Nam
			Nan chớp ngang treo dưới KCCN ngang, che được nắng khi mặt trời có độ cao thấp, hiệu quả với hướng Nam, Đông và Tây
			Tấm đứng song song với tường, che được nắng khi Mặt trời có độ cao thấp, hiệu quả với hướng Nam, Đông và Tây
			Chớp ngang xoay điều chỉnh theo ngày và theo mùa, hiệu quả với hướng Nam, Đông và Tây

Hình 24: Kết cấu che nắng ngang

Kết cấu che nắng	Mặt cắt	Biểu đồ đường viền che nắng	Nhận xét
			Tấm đứng hiệu quả với hướng Bắc, chếch Đông và chếch Tây
			Tấm đứng đặt xiên, hiệu quả với hướng Đông và Tây. Tấm đứng xiên nquay về hướng Bắc và cách xa tường giúp làm giảm truyền nhiệt
			Tấm đứng xoay được, linh hoạt theo ngày và theo mùa. Hiệu quả ở hướng Đông và Tây

Hình 25: Kết cấu che nắng đứng

Kết cấu che nắng	Mặt cắt	Biểu đồ đường viền che nắng	Nhận xét
			Che nắng hiệu quả ở hướng Đông và Tây
			Tấm đứng đặt nghiêng về hướng Bắc. Hiệu quả với hướng Đông và Tây
			Chớp ngang xoay được, hiệu qủa với hướng Đông và Tây

Hình 26: Kết cấu che nắng hỗn hợp

b3) Quy trình thiết kế kết cấu che chắn nắng

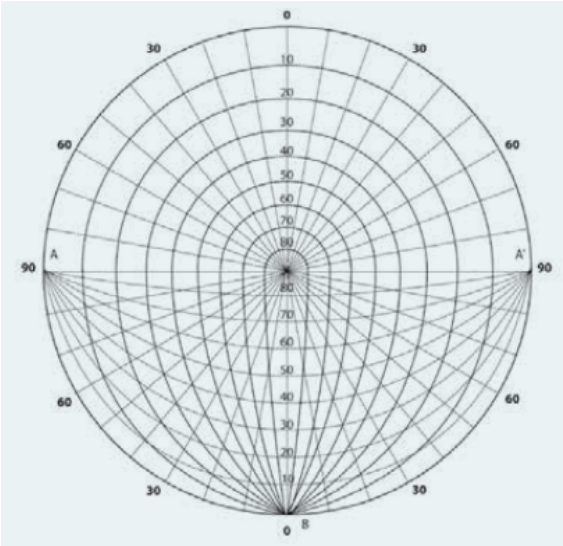
Quy trình thiết kế kết cấu che chắn nắng cơ bản có ba bước gồm:

- Lựa chọn hình thức kết cấu che nắng phù hợp
- Lựa chọn kích thước hợp lý của kết cấu che nắng
- Lựa chọn vật liệu che nắng phù hợp với thẩm mỹ và ý đồ kiến trúc

Cần căn cứ vào địa điểm xây dựng và hướng cửa cần che nắng để lựa chọn kết cấu che nắng cho phù hợp. Trước hết ta phải biết được khả năng che nắng của từng loại kết cấu để xác định nó có được áp dụng vào hướng nào.

b4) Tính toán kết cấu che nắng

- Bước 1: Xác định biểu đồ mặt trời địa phương hướng cửa sổ trên biểu đồ mặt trời.
- Bước 2: Xác định biểu đồ chỉ tiêu che nắng và những giờ cửa sổ cần che nắng;
- Bước 3: Lựa chọn kết cấu che nắng và xác định góc che nắng VSA hay HAS trên Biểu đồ mạng lưới hai hệ đường (Hình 27);
- Bước 4: Xác định kích thước kết cấu che nắng trên cở sở xác định giá trị góc VSA hay HSA trên biểu đồ đường viền che nắng [5].



Hình 27: Biểu đồ mạng lưới hai hệ đường theo phép chiếu nổi [5]

Với kết cấu che nắng ngang: L_{ng} = H.cotgVSA;

Với kết cấu che nắng đứng: $L_đ$ = B.cotgHSA.

Trong đó:

Lng; Lđ – độ dài đua ra của kết cấu che nắng ngang hoặc đứng tương ứng;

H – Chiều cao cửa sổ (trong trường hợp kết cấu che nắng đặt cao hơn mép trên cửa sổ thì phải cộng thêm độ cao từ mép trên cửa tới mép dưới kết cấu che nắng);

B – Bề rộng cửa sổ (trong trường hợp kết cấu che nắng đặt xa hơn cạnh cửa thì phải cộng thêm độ rộng từ cạnh cửa tới mép trong kết cấu che nắng).

Lưu ý:

Có thể áp dụng phần mềm tính toán kết cấu che nắng được công bố trên trang web của Bộ Xây dựng: http://kccn.xaydung.gov.vn/kccn/KCCN_TH1.

Tài liệu hướng dẫn sử dụng phần mềm:

http://tietkiemnangluong.xaydung.gov.vn/upload/content/tailieu/HD_KCCN.pdf

c) Lựa chọn vật liệu kính phù hợp cho tường bao che và cửa sổ

Kiểm soát lượng nhiệt hấp thụ qua cửa sổ là giải pháp cần phải có trong các phương án thiết kế thụ động để làm giảm tải làm mát. Hai trong số các phương án thiết kế hiệu quả nhất để giảm hấp thụ nhiệt qua cửa sổ gồm giảm tỷ số diện tích cửa sổ - diện tích tường (WWR) và hệ số hấp thụ nhiệt của kính (SHGC). Tỷ số diện tích cửa sổ - tường có ảnh hưởng đáng kể tới tải làm mát, bởi tỷ lệ này quyết định tổng lượng bức xạ qua diện tích cửa sổ. Kính có hệ số SHGC thấp sẽ làm giảm lượng nhiệt truyền vào không gian bên trong.

Quy chuẩn QC 09:2017/BXD quy định về SHGC[25]:

- Giá trị SHGC lớn nhất của tường kính và cửa kính được xác định riêng cho mỗi mặt tường theo các hướng Bắc, Nam (hướng Bắc, Nam có biên độ dao động trong khoảng ± 22,5^0 so với trục chính Bắc hoặc Nam), các hướng còn lại và phải thỏa mãn các giá trị trong Bảng 6;
- Giá trị SHGC tối đa đối với cửa kính trên mái bằng 0,3. Đối với không gian tầng áp mái sử dụng ánh sáng ban ngày, cho phép SHGC tối đa của cửa trời là 0,6;
- Trường hợp mặt đứng nhà có KCCN liên tục thẳng đứng hoặc nằm ngang, hệ số SHGC trong Bảng 6 được phép điều chỉnh bằng cách nhân với hệ số A trong Bảng 7 hoặc Bảng 8.

WWR (%)	SHGC		
	Hướng Bắc	Hướng Nam	Các hướng còn lại
20	0,90	0,90	0,80
30	0,64	0,70	0,58
40	0,50	0,56	0,46
50	0,40	0,45	0,38
60	0,33	0,39	0,32
70	0,27	0,33	0,27
80	0,23	0,28	0,23
90	0,20	0,25	0,20
100	0,17	0,22	0,17

CHÚ THÍCH:

- WWR tính cho từng mặt đứng, sau đó tính trung bình cho toàn bộ công trình;
- Khi WWR nằm giữa các trị số nêu trong bảng, cho phép nội suy tuyến tính SHGC;
- Giá trị SHGC của từng mặt đứng hoặc của toàn bộ công trình có thể xác định bằng giá trị trung bình theo tỷ trọng diện tích (Area-Weighted Average) của các phần xuyên sáng trên mặt đứng của công trình:

$$SHGC = \frac{\sum_{i=1}^{n}(SHGC_i \times A_i)}{A_1 + A_2 + ... + A_n}$$

trong đó: $SHGC_i$, A_i là giá trị SHGC và diện tích của phần xuyên sáng thứ i (i=1, n).

Bảng 6: Hệ số SHGC của kính phụ thuộc vào tỷ số WWR (QCVN 09:2017)[26]

[25] Có thể sử dụng bảng kiểm BE03- Bảng tính SHGC của kính, trên trang thông tin điện tử của Bộ Xây dựng (http://tknl.xaydung.gov.vn/index.aspx?page=xem-bang-tinh&iid=3-bang-tinh-be03) để tính giá trị SHGC;

Tỷ số PF=b/H	Hệ số A		
	Hướng Bắc	Hướng Nam	Các hướng còn lại
0,1	1,23	1,20	1,09
0,2	1,43	1,39	1,19
0,3	1,56	1,39	1,30
0,4	1,64	1,39	1,41
0,5	1,69	1,39	1,54
0,6	1,75	1,39	1,64
0,7	1,79	1,39	1,75
0,8	1,82	1,39	1,85
0,9	1,85	1,39	1,96
1,0	1,85	1,39	2,08

CHÚ THÍCH:

- PF (Projection Factor) = b/H, với các kích thước b là độ vươn xa của kết cấu che nắng so với mặt phẳng kính; H là chiều cao cửa kính tính từ mép dưới cửa đến mặt dưới kết cấu che nắng. Các kích thước b, H có cùng thứ nguyên;
- Kết cấu che nắng nằm ngang liên tục, đặt cách mép trên cửa kính một khoảng d với d/H ≤ 0,1 (sai số tính toán 10%).

Bảng 7: Hệ số A đối với KCCN nằm ngang cố định (QCVN 09:2017)

Tỷ số PF=b/B	Hệ số A		
	Hướng Bắc	Hướng Nam	Các hướng còn lại
0,1	1,25	1,11	1,01
0,2	1,52	1,19	1,03
0,3	1,75	1,22	1,05
0,4	1,82	1,25	1,06
0,5	1,85	1,28	1,09
0,6	1,85	1,30	1,10
0,7	1,89	1,30	1,12
0,8	1,89	1,30	1,14
0,9	1,89	1,30	1,16
1,0	1,89	1,30	1,18

CHÚ THÍCH:

- PF (Projection Factor) = b/B, với các kích thước b là độ vươn xa của kết cấu che nắng so với mặt phẳng kính; B là chiều rộng cửa kính tính từ mép bên cửa đến mặt trong của kết cấu che nắng. Các kích thước b, B có cùng thứ nguyên;
- Kết cấu che nắng thẳng đứng liên tục, đặt cách đến mép bên cửa sổ một khoảng e với e/B ≤ 0,1 (sai số tính toán 10 %).

Bảng 8: Hệ số A đối với KCCN thẳng đứng cố định (QCVN 09:2017)

Trường hợp trong công trình không thể lắp đặt nhiều loại kính có giá trị SHGC khác nhau (tính theo mỗi hướng), cho phép sử dụng một loại kính với giá trị SHGC trung bình theo tỷ trọng diện tích của các phần xuyên sáng như sau:

$$SHGC = \frac{\sum_{i=1}^{n}(SHGC_i * A_i)}{A_1 + A_2 + \cdots + A_n}$$

Trong đó:

$SHGC_i$ Giá trị SHGC của phần xuyên sáng thứ i, i = (1, n)

A_i Diện tích của phần xuyên sáng thứ i, i = (1, n)

QCVN 09:2017/BXD quy định: Nếu không áp dụng các quy định chi tiết về R_0 và SHGC nêu trên, cho phép xác định chỉ số truyền nhiệt tổng OTTV của kết cấu vỏ bao che không xuyên sáng và xuyên sáng và giá trị của chúng được quy định $OTTV_T$ của tường không vượt quá 60 W/m^2, $OTTV_M$ của mái không vượt quá 25 W/m^2.

Có thể sử dụng phần mềm "OTTV-VACEE 2017" (http://ottv.xaydung.gov.vn) do Hội Môi trường Xây dựng Việt Nam thiết lập để tính giá trị OTTV, được đăng tải trên trang thông tin điện tử của Bộ Xây dựng (http://tietkiemnangluong.xaydung.gov.vn/).

[26] Tương đương mục 2.1.2 QCVN 09:2017/BXD, BE01, BE03 Mã IFC.

Lưu ý:

Đối với các công trình tiếp giáp đường phố, không gian tầng sát mặt đất được thiết kế với chức năng trưng bày sản phẩm, quảng bá dịch vụ và hàng hóa, cho phép không phải tuân thủ các quy định về SHGC khi thỏa mãn tất cả các điều kiện sau: (a) Chiều cao tầng sát mặt đất không lớn hơn 6m; (b) Kết cấu che nắng liên tục với b/H > 0,5; (c) Diện tích tường kính và cửa kính nhỏ hơn 75% tổng diện tích tường của tầng sát mặt đất tại phía đường phố.

Lưu ý:

Tại Việt Nam, có thể chọn nhanh loại kính phù hợp bằng việc tham khảo danh mục sản phẩm kính phổ biến hiện có trên thị trường đã được phân tích về tính tuân thủ QCVN 09:2017/BXD trong Phụ lục 4 của tài liệu này.

3.3.4. Giải pháp thiết kế mái công trình bệnh viện nhằm sử dụng NL TK-HQ

Mái nhà ở vùng khí hậu nhiệt đới ẩm cần chú trọng yếu tố phản xạ, cách nhiệt và thông gió, vật liệu mái cần phải nhẹ. Ở các vùng cao nguyên, hệ thống thông gió trên mái nhà có thể không cần thiết, nhưng cách nhiệt và khối nhiệt là những yếu tố hữu ích bởi sự chênh lệch nhiệt độ trong ngày khá lớn.

QCVN 09:2017/BXD quy định:

- Nếu kết cấu mái bằng và mái có độ dốc dưới 15° nằm trực tiếp trên không gian có điều hòa không khí phải có giá trị tổng nhiệt trở R_0.min không nhỏ hơn 1,00 m^2.K/W;
- Nếu mái bằng vật liệu phản xạ: có thể sử dụng trị số nhiệt trở R_0.min nhân với hệ số 0,80 đối với mái được thiết kế bằng vật liệu phản xạ có độ phản xạ trong khoảng 0,70÷0,75 nhằm làm tăng độ phản xạ của bề mặt mái bên ngoài;
- Nếu mái có độ dốc từ 15° trở lên: có thể xác định tổng nhiệt trở tối thiểu của mái bằng cách nhân các trị số R_0.min với hệ số 0,85;
- Nếu kết cấu mái có hơn 90 % bề mặt mái được che chắn bằng một lớp kết cấu che nắng cố định có thông gió; lớp kết cấu che nắng phải cách bề mặt mái ít nhất 0,3 m thì mới được xem như là có thông gió giữa lớp mái và lớp che nắng cho mái (mái 2 lớp có tầng không khí đối lưu ở giữa) thì không cần đảm bảo điều kiện về R_0.

Để đạt được yêu cầu QCVN 09:2017/BXD nêu trên, có thể xem xét áp dụng một số cách sau:

a) Sử dụng các lớp cách nhiệt bổ sung cho mái công trình bằng BTCT

Bảng 9: Giải pháp cách nhiệt mái đáp ứng QCVN 09:2017/BXD[27]

Loại cách nhiệt	Cách nhiệt dạng tấm: được bán theo cuộn có độ dày khác nhau và thường làm từ bông khoáng	Vật liệu rời: làm từ hạt bần, đá vermiculite, bông khoáng hoặc sợi cellulose, thường được đổ giữa các dầm để cách nhiệt cho tầng áp mái Cách nhiệt thổi: làm từ sợi cellulose, bông khoáng hoặc Polyurethane, có thể được phun vào một vùng cụ thể hoặc tác	Cách nhiệt thổi: làm từ sợi cellulose, bông khoáng hoặc Polyurethane, có thể được phun vào một vùng cụ thể hoặc tách biệt	Tấm cách nhiệt cứng: làm từ nhựa bọt như xốp polystyrene, polyurethane hoặc polyisocyanurate
Giá trị λ	0,034 – 0,044	0,035 – 0,055	0,023 – 0,046	0,020 – 0,081
Độ dày yêu cầu	25-30 mm	25-38 mm	16-32 mm	14-55 mm

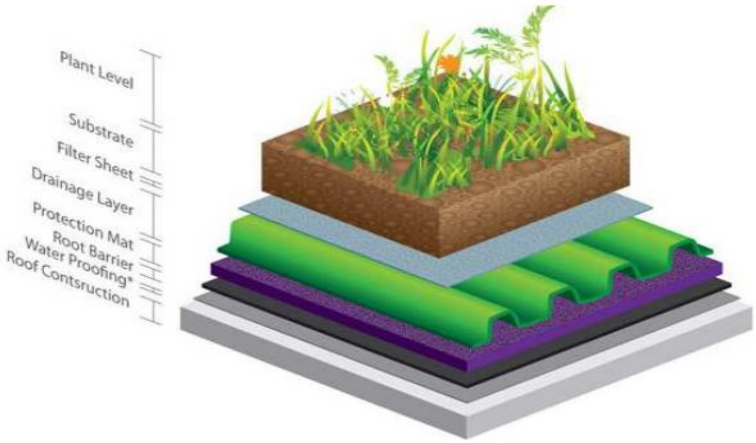
Tham khảo nội dung hướng dẫn Mục A02 của tài liệu "Hướng dẫn áp dụng Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về công trình xây dựng sử dụng năng lượng hiệu quả QCVN 09:2017/BXD" của BXD và IFC (2019). Trong đó có đề xuất một số giải pháp cách nhiệt mái phù hợp với khí hậu nhiệt đới có hệ số dẫn nhiệt tương ứng (giá trị λ) và độ dày tối thiểu cần thiết để đáp ứng Quy chuẩn (dùng cho tấm sàn bê tông cốt thép nằm ngang dày 150mm) (xem Bảng 9).

Có thể sử dụng *Bảng kiểm BE02 – Truyền nhiệt mái công trình* công bố trên trang thông tin điện tử của Bộ Xây dựng (http://tknl.xaydung.gov.vn/index.aspx?page=xem-bang-tinh&iid=2-bang-tinh-be02) để tính giá trị R_0 cho kết cấu mái.

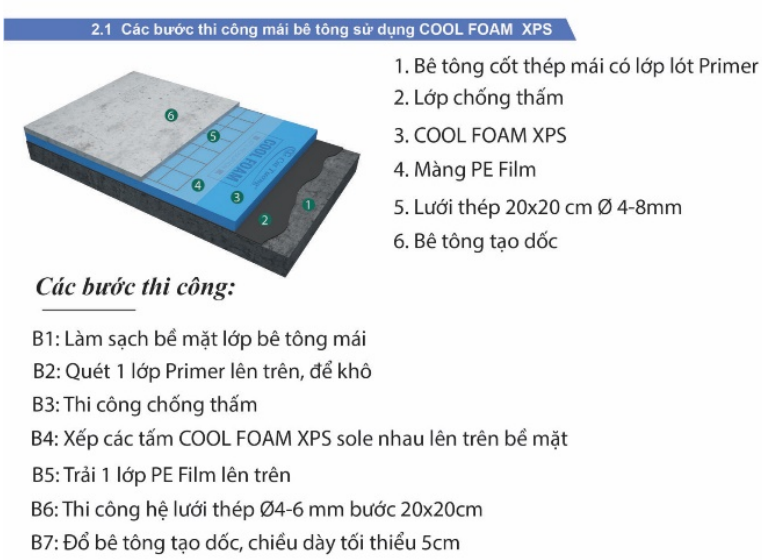
b) Giải pháp kết cấu che chắn bổ sung để cách nhiệt cho mái công trình BTCT

Mái xanh, hệ thống mái xanh có tác dụng cung cấp bóng râm và hấp thụ bức xạ nhiệt làm giảm nhiệt độ bề mặt vào mùa hè và ấm áp vào mùa đông. Tuy nhiên giải pháp này có chi phí thi công và duy trì bảo dưỡng cao, tăng tải trọng công trình, đòi hỏi khâu xử lý chống thấm chặt chẽ và phức tạp.

[27] Bộ xây dựng (2019), "Hướng dẫn áp dụng Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về công trình xây dựng sử dụng năng lượng hiệu quả QCVN 09:2017/BXD"



Hình 28: Cấu trúc cơ bản của mái xanh *(lớp cây, đất, tấm lọc, lớp thoát nước, lớp bảo vệ, lớp ngăn rễ, lớp chống thấm, kết cấu sàn mái)*



Hình 29: Lớp cấu tạo mái kết hợp vật liệu chống nóng Cool foam XPS [6]

Phương án khác là kết hợp lắp đặt hệ thống pin năng lượng mặt trời áp mái để vừa cung cấp năng lượng tái tạo vừa che chắn nắng cho mái công trình.

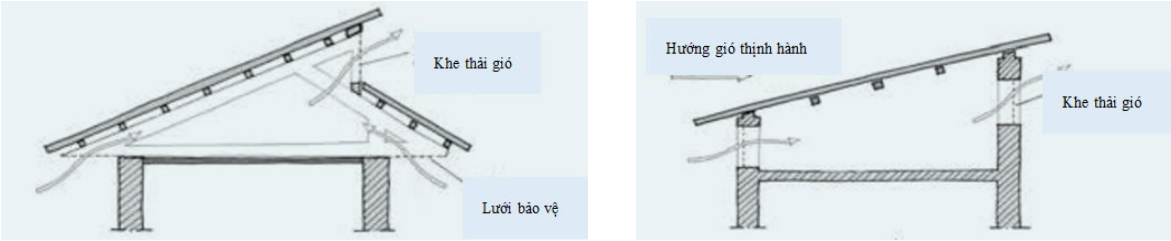
Hình 30: Giải pháp cách nhiệt mái bằng các thiết bị cố định

c) Áp dụng giải pháp mái hai lớp

(1) Mái hai lớp kết hợp thông gió khoang khí đệm

Khe thải gió cần có kích thước lớn hơn khe đón gió và đặt ở các độ cao khác nhau để tạo dòng chuyển động không khí nhờ hiệu ứng ống khói (stack effect). Lớp mái thứ hai trên trần bê tông thường là vật liệu mái tôn, mái ngói (đất nung, xi măng, đá đen), tấm lợp mái nhựa, tấm lợp bitum phủ đá, tấm lợp hợp kim titan kẽm,v.v (Hình 31, Hình 32).

Hình 31: Lỗ thông gió tầng gác mái [4]

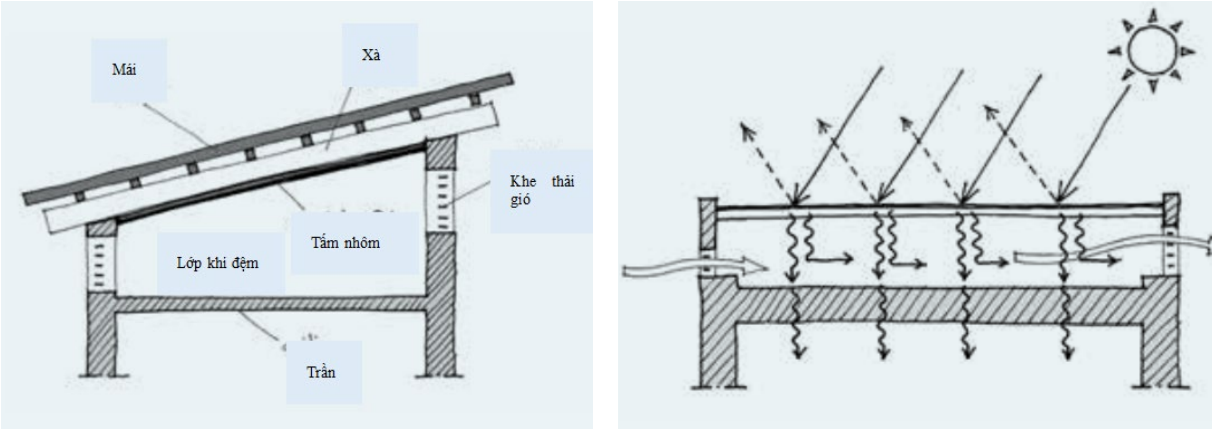


Hình 32: Thiết kế thông gió cho mái dốc[28] [4]

(2) Mái hai lớp kết hợp tấm cách nhiệt

Tấm chống nóng nên được dán lên bề mặt bên trong của mái nhà (Hình 33-a).

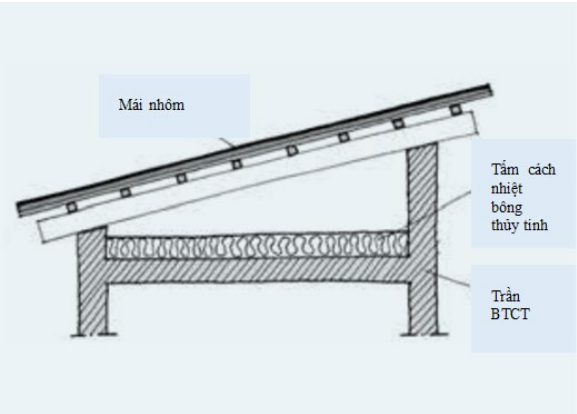
Một giải pháp đơn giản và hiệu quả khác là che chắn bằng mái vật liệu nhẹ, vật liệu trần phải dày và có khoang thông gió giữa hai lớp mái (Hình 33-b).



Hình 33: a- Mái hai lớp kết hợp tấm chống nóng; b- Mái bằng hai lớp [4]

[28] [4] Vincent Kitio Federico M. Butera, Rajendra Adhikari, Niccolò Aste, "SUSTAINABLE BUILDING DESIGN FOR TROPICAL CLIMATES Principles and Applications for Eastern Africa"

Trong trường hợp không thông gió khoang đệm không khí, trần bên dưới mái phải dày (VD: bê tông dày tối thiểu 10-15 cm, phủ lớp cách nhiệt 5cm, Hình 34. Nếu sử dụng tấm tôn mạ kẽm thì độ dày lớp cách nhiệt phải tăng ít nhất 3 cm. Trong cả hai trường hợp nên bổ sung lớp cách nhiệt có bề mặt phản chiếu trên lớp cách nhiệt hoặc ở bề mặt dưới của mái nhà.



Hình 34: Mái nhôm, trần BTCT và tấm cách nhiệt [4]

d) Áp dụng giải pháp cách nhiệt bằng lớp không khí đệm

Bố trí không gian phụ trợ ở tầng áp mái (tầng kỹ thuật, khu vực căng tin, giải khát). Đây là giải pháp có tác dụng tương tự như giải pháp mái hai lớp nhằm giảm thiểu tác động trực tiếp của bức xạ nhiệt tới không gian sử dụng bên trong toà nhà. Giải pháp này không chỉ đem lại hiệu quả cách nhiệt cao hơn giải pháp mái hai lớp, mà còn đem lại hiệu quả trong việc bảo vệ các thiết bị kỹ thuật khỏi tác động trực tiếp của điều kiện tự nhiên giúp tăng hiệu suất hoạt động và kéo dài tuổi thọ của thiết bị. Tuy nhiên những không gian phụ trợ này cũng cần được lưu ý thiết kế thông gió tốt.

3.3.5. Giải pháp thiết kế lỗ mở trên tường bao che/mái công trình

3.3.5.1. Yêu cầu chung

Thiết kế lỗ mở trên tường bao che công trình bệnh viện cần lưu ý các điểm sau:

(1) Tiên quyết đảm bảo đạt yêu cầu thiết kế chiếu sáng tự nhiên, thông gió tự nhiên, nhu cầu về tầm nhìn, khả năng kết nối ngoài trời cho công trình bệnh viện được quy định trong tiêu chuẩn hiện hành.

Tại Mục 7.4 của TCVN 4470:2012:

7.4.6. Thiết kế chiếu sáng tự nhiên cho công trình bố trí hành lang giữa (có chiều dài không lớn hơn 20 m) có thể lấy ánh sáng từ mọi phía. Hành lang giữa dài hơn 40 m phải được chiếu sáng từ hai phía và có khoang lấy sáng không được nhỏ hơn 3 m cách đầu hồi từ 20 m đến 25 m.

7.4.7. Diện tích cửa sổ lấy sáng tự nhiên phải đảm bảo quy định:

- Đối với phòng bệnh nhân, nhân viên: không nhỏ hơn 20 % diện tích sàn;

- Đối với các phòng phụ trợ: không nhỏ hơn 15 % diện tích sàn.

7.4.8. Hướng mở cửa sổ các phòng chủ yếu trong bệnh viện tham khảo bảng K.1. (Ngoại trừ các phòng sạch như phòng mổ, phòng tiểu phẫu, hành lang mổ, khu vô trùng, hồi sức, ICU, CCU)

Bảng K.1- Hướng mở cửa sổ các gian phòng chủ yếu trong bệnh viện

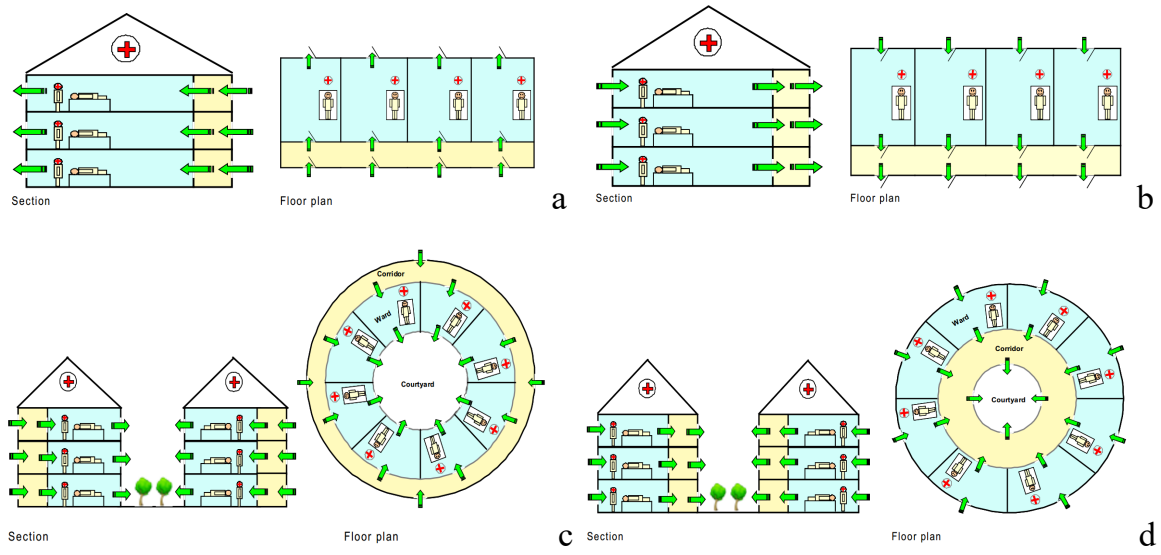
Loại phòng	Hướng cửa sổ		
	Có lợi	Cho phép	Bất lợi
1. Phòng mổ, nội soi, cân đo chính xác	Bắc	Lân cận Bắc trong khoảng 30°	Các hướng khác
2. Phòng khám, điều trị, thủ thuật, xét nghiệm	Nam và Đông Nam	Bắc	Các hướng khác
3. Phòng bệnh nhân, giải trí	Nam	Đông Nam	Các hướng khác
4. Phòng phụ trợ, khu vực hành chính quản trị	Nam và Đông Nam	Tất cả các hướng trừ hướng bất lợi	Tây và lân cận Tây
5. Phòng thay quần áo, cầu thang, hành lang, khu vệ sinh, nơi thu hồi đồ bẩn	Tất cả các hướng		

(2) Tiên quyết đảm bảo yêu cầu ngăn ngừa lây nhiễm chéo trong bệnh viện[29].

Lưu ý:

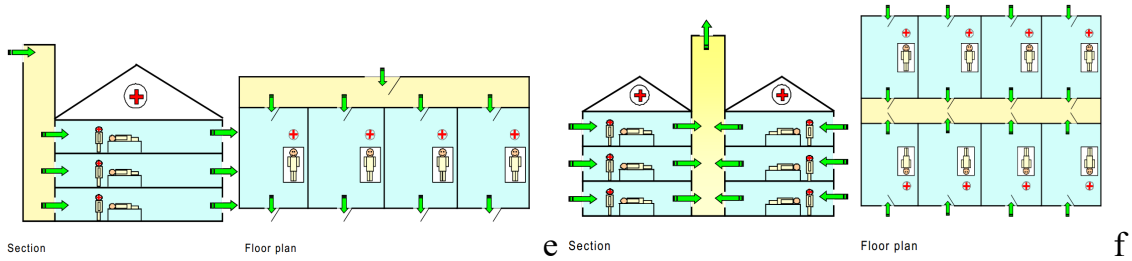
Trong BV, có bốn loại hệ thống TGTN cơ bản có thể đảm bảo ngăn ngừa lây nhiễm chéo trong BV được minh họa trong Hình 35[30] [7].

Phương pháp tổ chức TGTN trong Hình 35-a, c, e, f phù hợp tổ chức cho các khối bệnh phòng thuộc nhóm chức năng Khu điều trị nội trú - khu bệnh phòng và kỹ thuật nhằm đảm bảo không lây nhiễm chéo, tuy nhiên với giải pháp Hình 35-f cần lưu ý tổ chức các khoa phòng có bệnh truyền nhiễm ở cuối hướng gió, hướng thoát gió. Phương pháp trong Hình 35-b, d phù hợp cho các khối phòng khám bệnh nhằm đảm bảo an toàn cho đội ngũ nhân viên y tế.



[29] WHO, "Natural Ventilation for Infection Control in Health-Care Settings", 2009

[30] [7] WHO, "Natural Ventilation for Infection Control in Health-Care Settings", 2009



Hình 35: Cách tổ chức TGTN tránh lây nhiễm chéo trong BV

a, b -hành lang một bên; c, d - sân trong; c-tháp gió; d-giếng trời

(3) Bệnh viện là loại công trình có những quy định nghiêm ngặt về vấn đề an toàn vệ sinh và vô khuẩn, có hạn chế nhất định trong áp dụng giải pháp thiết kế thụ động khai thác TGTN và CSTN. Hầu hết các không gian phụ trợ trong công trình BV và các khu vực phòng điều trị nội trú của bệnh nhân đều có thể tận dụng TGTN và CSTN. Những không gian không áp dụng những giải pháp này thường là không gian có yêu cầu vô khuẩn hoặc yêu cầu chắn phóng xạ, bức xạ ra môi trường bên ngoài. Có thể tổng quan phạm vi áp dụng chiến lược thiết kế TGTN, CSTN trong công trình BV trong Bảng 10.

Bảng 10: Phạm vi áp dụng giải pháp TGTN, CSTN

Ký hiệu	Công năng	TGTN	CSTN	Ghi chú
A	**Giao thông**			
A.1	Hành lang và các sảnh	v[31]	v	
A.2	Cầu thang	o	o	Trừ thang thoát hiểm
A.3	Đường dốc	v	v	
B	**Các khu vực đón, tiễn**			
B.1	Khu đón tiếp, làm thủ tục, thanh toán	v	v	
B.2	Khu chờ	v	v	
B.3	Phòng đệm	v	v	
B.4	Cấp phát thuốc, hiệu thuốc	v	v	
B.4	Phòng sinh hoạt chung	v	v	
C	**Khoa khám bệnh đa khoa và điều trị ngoại trú**			
C.1	Các phòng khám	v	v	Hướng gió đảm bảo an toàn cho nhân viên y tế
C.2	Lấy mẫu, xét nghiệm, siêu âm, chụp, nội soi, điện tim,...	x	x	
C.3	Phòng tư vấn	v	v	Hướng gió đảm bảo an toàn cho nhân viên y tế
D	**Khu điều trị nội trú – khu bệnh phòng và kỹ thuật**			
D.1	Khoa Nội	v	v	Khoa thần kinh nhiễm khuẩn cần tách biệt như bệnh truyền nhiễm
D.2	Khoa Lao	o	v	Cần thiết kế thành đơn nguyên riêng, TGTN cần tránh ảnh hưởng tới các khu vực khoa phòng khác. Phòng xét nghiệm vô trùng AFB và

[31] v – Có thể áp dụng, x – Không áp dụng, o – Áp dụng có điều kiện

Ký hiệu	Công năng	TGTN	CSTN	Ghi chú
				Xquang không cần TGTN. CSTN
D.3	Khoa Lão học	v	v	
D.4	Khoa ngoại	v	v	
D.5	Khoa phụ sản	v	v	
D.6	Khoa nhi	v	v	
D.7	Khoa mắt	v	v	
D.8	Khoa Tai – Mũi – Họng	v	v	
D.9	Khoa Răng – Hàm – Mặt	v	v	
D.10	Khoa truyền nhiễm	o	v	Cần thiết kế thành đơn nguyên riêng
D.11	Khoa cấp cứu	x	x	
D.12	Khoa hồi sức tích cực – chống độc	x	x	
D.13	Khoa Y học cổ truyền	v	v	
D.14	Khoa Vật lý trị liệu – phục hồi chức năng	v	v	Trừ các phòng điều trị thủy trị liệu, nhiệt, quang điện
D.15	Khoa ung bướu và y học hạt nhân	x	x	
E	**Khu kỹ thuật nghiệp vụ**			
E.1	Khoa phẫu thuật – gây mê hồi sức	x	x	Khu vực phụ trợ có thể áp dụng TGTN, CSTN
E.2	Khoa chẩn đoán hình ảnh	x	x	
E.3	Khoa vi sinh, hóa sinh, huyết học	x	x	
E.4	Khoa truyền máu	x	x	
E.5	Khoa giải phẫu bệnh	x	x	
E.6	Khoa lọc máu	x	x	
E.7	Khoa nội soi	x	x	
E.8	Khoa thăm dò chức năng	x	x	
E.9	Khoa dược	x	x	
E.10	Khoa dinh dưỡng	x	x	
E.11	Khoa quản lý nhiễm khuẩn	x	x	
F	**Khu vực nội bộ**			
F.1	Các phòng trực y bác sĩ	v	v	
F.2	Các phòng nghỉ y bác sĩ	v	v	
F.3	Các phòng nhân viên, thay đồ, WC	v	v	
F.4	Quản lý, hành chính	v	v	
F.5	Phòng họp, chẩn đoán, hướng dẫn, đào tạo	v	v	
F.6	Giảng đường	v	v	
G	**Phụ trợ**			
G.1	Kho/tập trung thiết bị	o	o	Có thể áp dụng, nhưng không phải trường hợp cần ưu tiên
G.2	Vệ sinh thiết bị, khu vực rửa, khử trùng, tiệt trùng	o	o	
G.3	WC/tắm	v	v	
G.4	Khu để cáng, p.điều khiển, lưu trữ và xử lý hình ảnh, p.HCQT	o	o	Có thể áp dụng, nhưng không phải trường hợp cần ưu tiên
G.5	Khu vực sạch đóng gói, khu vực rửa	o	o	

Ký hiệu	Công năng	TGTN	CSTN	Ghi chú
G.6	Phòng kỹ thuật, phòng bơm,...	o	o	
G.7	Phòng điện, phòng kỹ thuật nhân viên, trực PCCC, phòng UPS	o	o	
H	**Dịch vụ**			
H.1	Cafe	v	v	
H.2	Căng tin	v	v	
H.3	Cửa hàng	v	v	

(4) Đảm bảo đạt yêu cầu QCVN 09:2017/BXD: Diện tích lỗ thông gió, cửa sổ đóng mở được trên tường hoặc mái không được nhỏ hơn 5 % diện tích (sàn) sử dụng của phòng tiếp giáp với không gian bên ngoài[32]; Tỷ lệ cửa sổ/tường WWR không được vượt quá 40%.

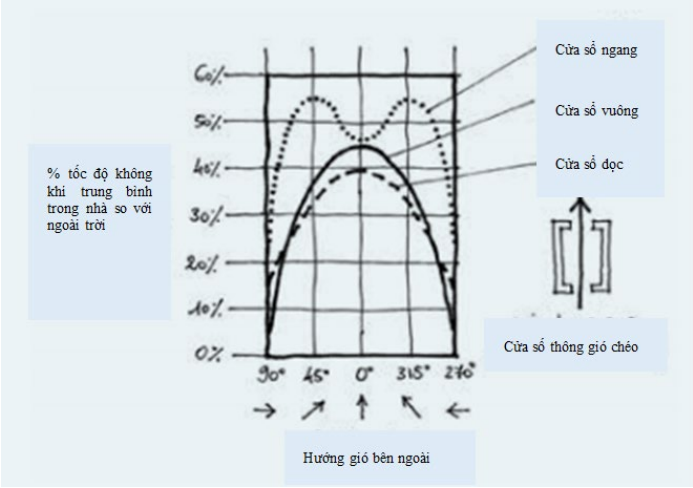
(5) Đối với những khu vực sử dụng thông gió tự nhiên: Trong điều kiện khí hậu Việt Nam, tỷ lệ chiều cao lỗ cửa mở được và chiều cao phòng khoảng 0,4 là hợp lý, chiều rộng cửa nên ≥ 0,5 chiều rộng phòng [8].

3.3.5.2. Một số giải pháp thiết kế lổ mở trên tường bao che/mái công trình

a) Giải pháp thiết kế lỗ mở tăng cường thông gió tự nhiên

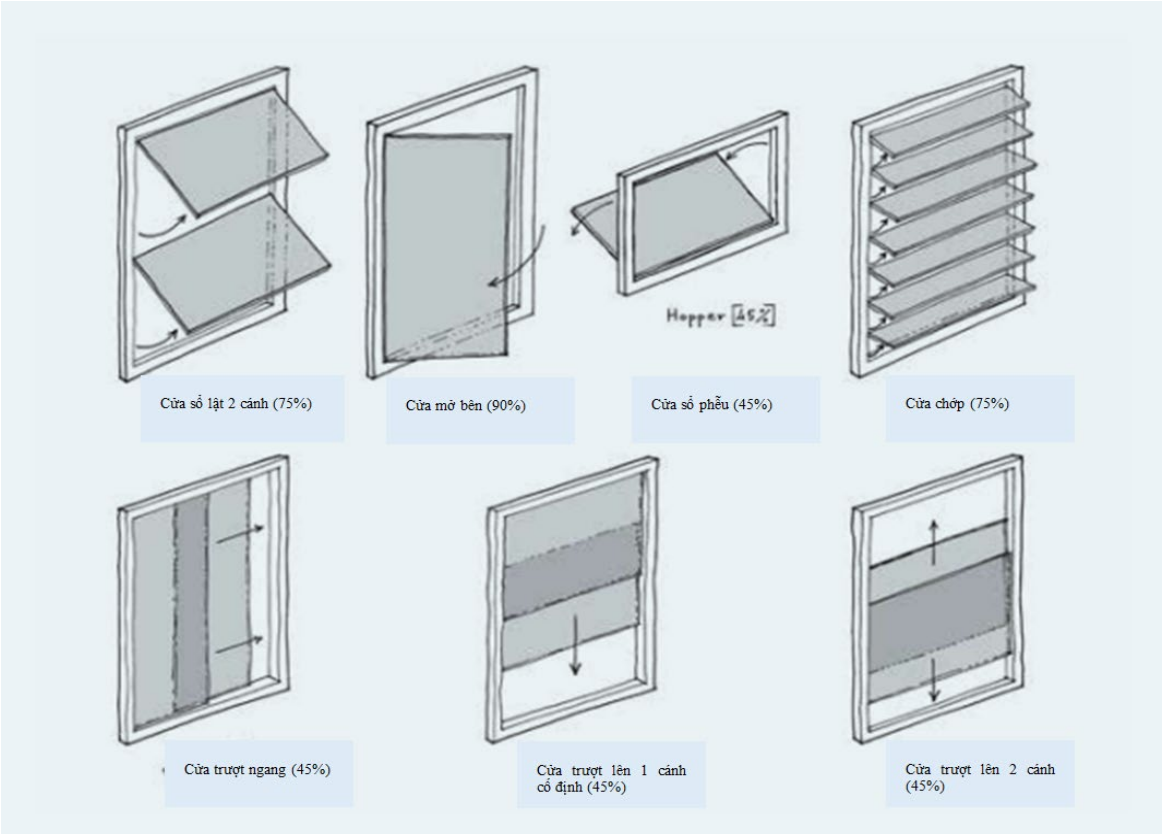
(1) Điều kiện tốt nhất để thúc đẩy thông gió xuyên phòng là cửa gió ra cao hơn và rộng hơn cửa gió vào (hoặc tối thiểu là diện tích bằng nhau).

(2) Cửa nên phát triển theo chiều rộng để có thể tăng cường hiệu quả TGTN (Hình 36, Hình 37). Loại tốt nhất là những loại cho phép diện tích mở có thể điều chỉnh tối đa.



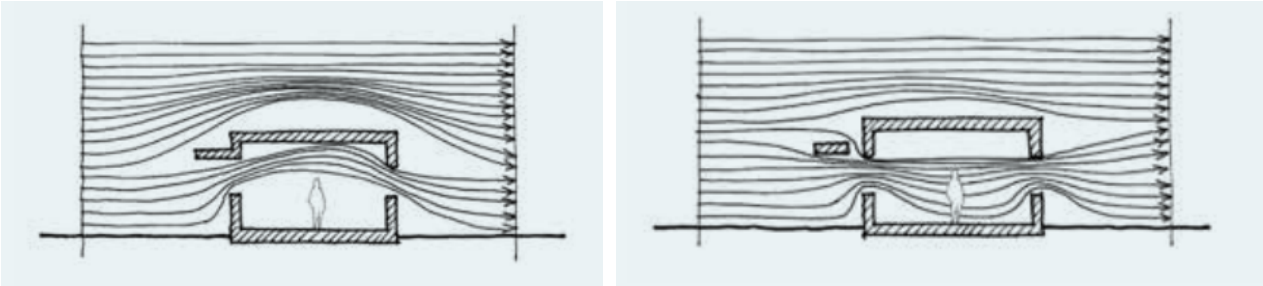
Hình 36: Ảnh hưởng của hình dáng cửa sổ tới vận tốc không khí [4]

[32] Tương đương mục 2.2.1-1 QCVN 09:2017/BXD, AC01 Mã IFC



Hình 37: Mức độ lưu thông không khí của những loại cửa sổ khác nhau

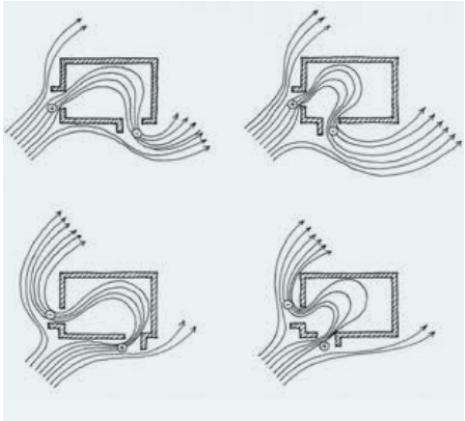
(3) Ô văng nằm ngang phía trên lỗ mở sẽ làm dòng chảy hướng lên trên. Nếu phần ô văng cách xa tường thì dòng chảy bị lệch một nửa độ cao (Hình 38);



Hình 38: Ảnh hưởng của thiết kế ô văng tới dòng chuyển động không khí

(4) Khi cửa gió vào và cửa gió ra thẳng hàng, hệ thống thông gió chéo sẽ được kích hoạt; hướng gió tạo với hướng mặt chính nhà góc từ 30° - 45° sẽ đạt được hiệu quả thông gió cao hơn [9];

Nếu phòng có lỗ mở thông gió trên các bức tường liền kề, tường cánh có thể làm tăng đáng kể hiệu quả TGTN (Hình 39).



Hình 39: Cải thiện dòng chuyển động KK bằng lỗ mở trên các bức tường liền kề và tường cánh

Trong trường hợp các phòng chỉ có một mặt tiếp xúc với tự nhiên và có một cửa đón gió duy nhất, nên chia một cửa đón gió thành hai, đặt càng xa nhau càng tốt; có thể kết hợp thêm tường cánh thẳng đứng (Hình 40).

Hình 40: Thông gió với tường cánh trong phòng chỉ có một mặt tiếp xúc với tự nhiên

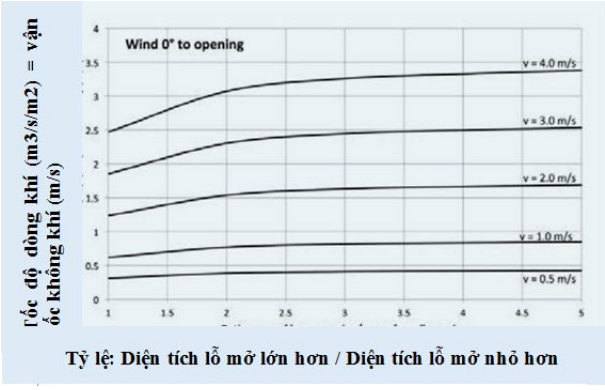
(5) Ước tính kích thước của các lỗ mở (đối diện nhau) trong trường hợp thông gió chéo, phương trình sau có thể được thực hiện [10][33]:

V = K.A.v

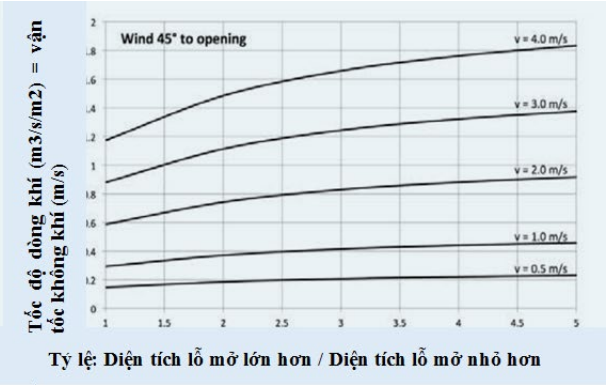
Trong đó:
V = tốc độ dòng khí [m^3/s];
K = hệ số hiệu quả;
A = diện tích thực của cửa vào, bằng cửa ra [m^2];
v = tốc độ gió ngoài trời [m/s].

Đối với các cửa mở đối diện có diện tích bằng nhau, K = 0,6 đối với gió vuông góc với cửa (hoặc 0°) và K = 0,3 đối với gió ở góc 45°.

Tốc độ dòng không khí cũng có thể tính toán được bằng cách sử dụng các biểu đồ ở Hình 41 (gió ở góc 0°) và Hình 42 (gió ở góc 45°).



Hình 41: Tốc độ dòng khí trên m^2 thông qua khe hở nhỏ hơn (hoặc vận tốc không khí tính bằng m/s) với tốc độ gió khác nhau - Gió ở góc 0° [10]



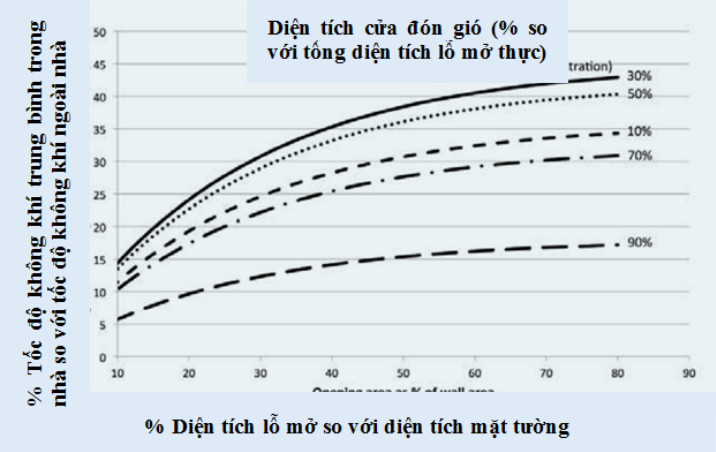
Hình 42: Tốc độ dòng khí trên m^2 thông qua khe hở nhỏ hơn (hoặc vận tốc không khí tính bằng m/s) với tốc độ gió khác nhau - Gió ở góc 45° [10]

[33] Bansal N. K., Hauser Gerd, Minke Gernot (1994). *Passive building design : a handbook of natural climatic control*. Elsevier Science B.V. Amsterdam, Amsterdam.

Mối quan hệ giữa diện tích của các cửa và vận tốc không khí bên trong nhà được tính theo phần trăm của tốc độ gió bên ngoài, đối với phòng thông gió chéo có các cửa mở đối diện ở giữa, được biểu thị trong Hình 43, đối với các giá trị khác nhau của diện tích cửa vào được biểu thị bằng % trên tổng diện tích lỗ mở thực (đầu vào + đầu ra), có tính đến ảnh hưởng của các kích cỡ đầu vào và đầu ra khác nhau.

Các giá trị của tốc độ không khí bên trong thay đổi nếu vị trí của các cửa sổ thay đổi, tức là nếu chúng không ở giữa và đối diện (Hình 44). Đối với một vận tốc gió bên ngoài nhất định, giá trị vận tốc không khí bên trong trung bình phải được hiệu chỉnh theo Hình 45 & Hình 46.

Hình 44 tóm tắt ảnh hưởng của một số loại cửa chớp đơn giản đến chuyển động của không khí trong phòng, đưa ra hệ số hiệu chỉnh áp dụng cho vận tốc không khí trong nhà trung bình thu được với Hình 45 & Hình 46. Sự hiện diện của hiên ở phía đón gió hoặc khuất gió của căn phòng sẽ ảnh hưởng đến chuyển động của không khí.



Hình 43: Tốc độ không khí trung bình trong nhà tương ứng với các diện tích khác nhau của các lỗ thông gió chéo [10]

Hướng gió → / Vị trí cửa sổ ↓	% hiệu chỉnh: wind ↓ 0°	% hiệu chỉnh: 45° wind
	0	0
	-10	+40
	-10	-15
	-15	0
	-15	0
	0	0
	-10	+40
	-10	-15
	0	-60
	-20	-10
	-20	-60

Hình 44: Ảnh hưởng của vị trí lỗ mở tới vận tốc không khí trong nhà [10]

Loại chớp	% hiệu chỉnh vận tốc gió TB trong nhà
	0°
Lam ngang đơn	-20
Lam kết hợp (ngang, dọc)	+5
Lam ngang liên tục	-10
Lam ngang liên tục	-15

Hình 45: Ảnh hưởng của cửa chớp tới vận tốc gió trong nhà [10]

Loại mái hiên	Vị trí	% hiệu chỉnh vận tốc gió TB trong nhà
		0°
Mở 3 hướng	Đón gió	+15
	Khuất gió	+15
Mở 2 hướng	Đón gió	0
	Khuất gió	0
Mặt mở song song với tường phòng	Đón gió	-10
	Khuất gió	0
Mặt mở vuông góc với tường phòng	Đón gió	-50
	Khuất gió	0

Hình 46: Ảnh hưởng của mái hiên tới vận tốc gió trong nhà [10]

(6) Một số lưu ý bổ sung:

- Định hướng tòa nhà để bề mặt tiếp xúc tối đa với hướng gió thịnh hành (trong khoảng 0° - 30°);

- Xem xét các nhu cầu khác nhau khi định hướng tòa nhà và kích thước cửa sổ tùy theo khí hậu: thông gió ban ngày ở vùng khí hậu nóng ẩm; thông gió ban đêm ở vùng khí hậu nóng khô với sự thay đổi nhiệt độ trong ngày đáng kể; thông gió vừa phải ở vùng khí hậu vùng cao mát mẻ;

- Cây có tán lá lớn, thân trơ trụi cao tới đỉnh cửa sổ, có thể làm chệch hướng gió xuống dưới và thúc đẩy chuyển động không khí ở phần khuất gió của tòa nhà;

- Không nên trồng hàng rào và cây bụi trong khoảng cách 8 m tính từ tường bao ngoài tòa nhà vì sẽ làm chệch hướng chuyển động của không khí đi vào cửa đón gió. Tuy nhiên, chuyển động của không khí ở phần khuất gió của tòa nhà có thể được tăng cường bằng cách trồng các hàng rào cây bụi thấp cách tòa nhà 2 m;

- Thiết kế thông gió chéo sẽ hiệu quả khi hạn chế độ sâu của tòa nhà. Các yếu tố kiến trúc có thể được sử dụng để khai thác gió thịnh hành bao gồm: tường cánh và lan can được sử dụng để tạo ra các vùng áp suất dương, âm nhằm tạo ra sự thông gió chéo;

- Tốc độ không khí bên trong không gian thay đổi đáng kể tùy thuộc vào vị trí của các khe hở. Chiến lược hiệu quả nhất là bố trí các khoảng trống so le trên các bức tường đối diện. Cần giới hạn chiều rộng của phòng nếu không thể bố trí các khe hở trên hai bức tường khác nhau;

- Các khoảng mở lớn, cửa ra vào và cửa sổ cần được bảo vệ khỏi sự tác động và xâm nhập của BXMT;

- Các cửa hút và thoát khí ở trên cao sẽ không tạo ra chuyển động không khí ở cao độ có hoạt động trong nhà diễn ra. Chuyển động không khí tối đa ở một mặt phẳng cụ thể đạt được bằng cách giữ chiều cao ngưỡng cửa ở mức 85% chiều cao tới hạn (chẳng hạn như so với chiều cao đầu). Các mức sau đây được khuyến nghị: Để ngồi trên ghế = 0,75 m; Để ngồi trên giường = 0,60 m; Để ngồi trên sàn = 0,40 m;

- Lưu lượng lớn nhất trên một đơn vị diện tích của các lỗ hở đạt được bằng cách sử dụng các cửa hút và thoát khí có diện tích gần bằng nhau ở cùng một cao độ;

- Trong các phòng có kích thước bình thường có cửa sổ giống nhau trên các bức tường đối diện, tốc độ không khí trong nhà trung bình tăng nhanh khi tăng chiều rộng cửa sổ lên tới 2/3 chiều rộng tường;

- Trong trường hợp phòng chỉ có một bức tường nhìn ra bên ngoài, nên bố trí hai cửa sổ trên bức tường đó thay vì một cửa sổ;

- Cửa sổ mở một phía có thể thông gió cho không gian ở độ sâu 6 - 7 m. Với hệ thống thông gió chéo, độ sâu lên tới 15 m có thể được TGTN. Tích hợp với không gian thông tầng hoặc ống khói để tăng hiệu ứng thông gió theo chiều cao cũng có thể áp dụng cho các không gian có mặt bằng sâu hơn;

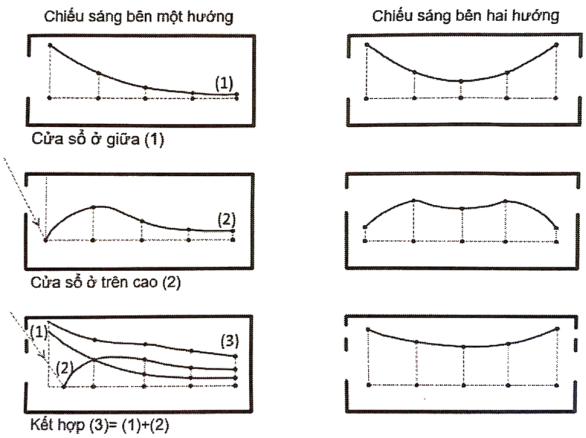
- Mái hiên giúp thúc đẩy chuyển động không khí trong khu vực làm việc bên trong tòa nhà. Một mái hiên mở về ba phía sẽ làm tăng chuyển động không khí trong phòng đối với hầu hết các hướng của tòa nhà;

- Chuyển động của không khí trong tòa nhà không bị ảnh hưởng bởi việc xây dựng một tòa nhà khác có chiều cao bằng hoặc nhỏ hơn ở phía khuất gió, nhưng sẽ giảm đi đôi chút nếu tòa nhà ở phía khuất gió cao hơn khối đón gió.

b) Giải pháp thiết kế lỗ mở tận dụng hiệu quả chiếu sáng tự nhiên

b1) Vị trí và hướng cửa lấy sáng

Cửa ở vị trí cao (sát trần hoặc nằm trên mái) sẽ cho khả năng phân bố ánh sáng đồng đều vào sâu trong phòng. Vị trí cửa cũng cần tính đến mối quan hệ giữa tầm nhìn ra bên ngoài và tầm mắt của người ngồi. Cửa thiết kế lấy sáng từ các hướng Đông và Tây sẽ cung cấp cho không gian ánh sáng trực xạ với cường độ thay đổi đáng kể trong ngày.



Hình 47: Vị trí cửa sổ và đặc điểm phân bố ánh sáng đối với cửa sổ một hai phía

b2) Diện tích cửa lấy sáng

(1) Xác định sơ bộ diện tích cửa lấy sáng theo chỉ số CSTN tĩnh

Phương pháp này tính đầy đủ các yếu tố ảnh hưởng đến CSTN trong và ngoài công trình: hệ số chắn nắng, đặc điểm truyền sáng cửa kính, hệ số che khuất ánh sáng bởi công trình lân cận, đặc điểm không gian được chiếu sáng.

Theo các tiêu chuẩn này, khi chiếu sáng bên yêu cầu tỷ lệ diện tích cửa và diện tích sàn nhà $S_{cửa}/S_{sàn}$ (thường ký hiệu là WFR - Window to Floor Area Ratio, %) trong không gian phụ thuộc vào giá trị HSCSTN tối thiểu - e_{min} được tính cho điểm sâu nhất trong phòng. Công thức tính như sau[34]:

$$\frac{S_{cửa}}{S_{sàn}} = \frac{e_{min}.\eta_o.K_j.MF}{\tau_o.\rho_o}.100\%$$

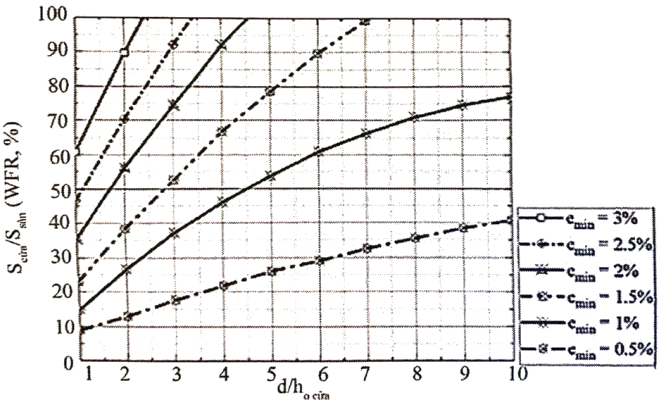
Trong đó:
$S_{cửa}, S_{sàn}$: diện tích cửa sổ và sàn nhà, m2
τ_o: Hệ số truyền sáng của cửa kính
ρ_o: Hệ số tổng lượng ánh sáng phản xạ từ bề mặt nội ngoại thất tới điểm tính;
K_j: Hệ số tính đến sự giảm ánh sáng do tòa nhà đối diện che chắn;
MF: Hệ số dự trữ, tính đến sự bám bụi vào kính;
η_o: Hệ số đặc tính chiếu sáng của cửa tính đến đặc điểm không gian chiếu sáng

Để thuận tiện cho người thiết kế, biểu đồ thể hiện quan hệ giữa tỷ lệ Scửa/Ssàn và tỷ lệ chiều sâu phòng (d) với chiều cao từ mặt phẳng làm việc đến mép trên của cửa ($h_{0.cửa}$) theo giá trị e_{min} yêu cầu có thể lấy theo Hình 48.

[34] Tham khảo các thông số phục vụ tính toán CSTN trong phụ lục 3

Các giá trị trong biểu đồ Hình 48 dùng cho loại cửa sổ kính khung gỗ cánh mở. Khi cửa sổ kính có khung bằng các loại vật liệu khác, diện tích cửa sổ thiết kế cần chia cho hệ số điều chỉnh tại Bảng 11.

Ưu điểm: có thể tính nhanh thiết kế cửa lấy sáng dựa trên HSCSTN yêu cầu có xem xét đến đặc điểm không gian phòng và chiều cao cửa lấy sáng. Thiết kế cửa có tính đến ảnh hưởng công trình đối diện. Nhược điểm: cần tra cứu các hệ số thực nghiệm.



Hình 48: Mối quan hệ WFR theo giá trị e_{min} phụ thuộc tỷ lệ d và $h_{o.cửa}$

Bảng 11: Hệ số điều chỉnh k_1

Loại kính và khung sử dụng	k1
Vách kính một lớp, khung thép	1,26
Cửa mở, kính một lớp, khung thép	1,05
Cửa mở, kính hai lớp, khung thép đơn	0,75
Cửa mở, kính hai lớp khung thép đôi	1,00

(2) Xác định sơ bộ diện tích cửa lấy sáng theo chỉ số CSTN động:

Yêu cầu chiếu sáng tự chủ trong không gian cần đạt trên 50% diện tích được chiếu sáng đủ với mức độ rọi duy trì yêu cầu theo công năng, cần dựa trên yêu cầu độ rọi được nêu trong tiêu chuẩn thiết kế BV đa khoa[35].

Trong nghiên cứu [11] tỷ lệ $S_{cửa}/S_{sàn}$ (%) được khuyến nghị cho Việt Nam tối thiểu từ 13,4 – 27,5%, tương ứng với giá trị HSCSTN yêu cầu e_{yc} là 1,2% (theo yêu cầu độ rọi 300 lux) và 2,0% (theo yêu cầu độ rọi 500 lux), xem Bảng 12.

Bảng 12: Khuyến nghị tỷ lệ $S_{cửa}/S_{sàn}$,%, phụ thuộc e_{yc} trong không gian được chiếu sáng ở Hà Nội.

Chú thích: e_{yc} – HSCSTN yêu cầu (%); $e_{yc.min}$ – HSCSTN yêu cầu nhỏ nhất tại điểm nằm sâu trong phòng (%); d – chiều sâu phòng, m; $h_{o.cửa}$ – chiều cao tính đến mép trên cửa sổ kể từ mặt phẳng làm việc,m

	Hà Nội					
	$\frac{d}{h_{o.cửa}} = 4$			$\frac{d}{h_{o.cửa}} = 5$		
E_{yc} (lux)	e_{yc} (%)	$e_{yc.min}$ (%)	WFR (%)	e_{yc} (%)	$e_{yc.min}$ (%)	WFR (%)
500	2,0	0,67	23,2	2,0	0,67	27,5
300	1,2	0,40	13,4	1,2	0,40	16,3

Tỷ lệ $S_{cửa}/S_{sàn}$ khuyến nghị nêu trên được xác định dưới điều kiện lý tưởng, cửa sử dụng kính trắng trong, không tính đến ảnh hưởng các tòa nhà che chắn, sự cản sáng bị che nắng và ảnh hưởng nội thất. Trên thực tế tỷ lệ $S_{cửa}/S_{sàn}$ thường được tăng thêm khi

[35] TCVN 4470:2012 Bệnh viện đa khoa – Tiêu chuẩn thiết kế

cân nhắc đến ảnh hưởng che bóng của các công trình lân cận hay sử dụng loại kính màu (có đặc tính quang học khác kính trong). Các không gian có tỷ lệ chiều sâu lớn hơn thì yêu cầu diện tích cửa cần tăng tương ứng để đảm bảo CSTN.

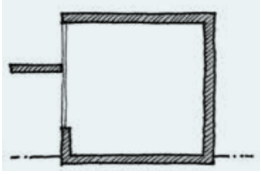
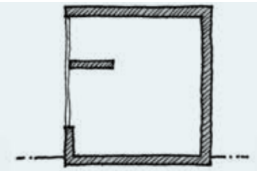
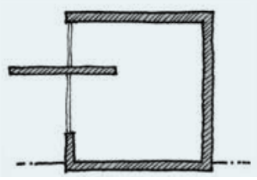
Lưu ý

- Giảm thiểu bề mặt kính ở mặt đứng phía Đông và đặc biệt là hướng Tây;
- Cửa sổ chạy ngang sẽ đem tới hiệu quả TGTN tốt hơn;
- Hoàn thiện bề mặt tường nội thất sáng màu;
- Tính toán và lựa chọn kích thước cửa sổ với sự trợ giúp của chuyên gia NL;
- Bằng mô hình mô phỏng kiểm tra chất lượng ánh sáng và kiểm soát độ chói;
- Yêu cầu chuyên gia NL thực hiện phân tích tham số để tối ưu hóa mặt tiền cả từ quan điểm về chất lượng CSTN và mức tiêu thụ năng lượng;
- Nếu không có lời khuyên của chuyên gia, hãy lựa chọn các giải pháp thiết kế lớp vỏ có kết hợp các thiết bị che nắng hoặc tấm phản quang.

b3) Các hệ thống tăng cường chiếu sáng tự nhiên

(1) Tấm phản quang (light shelf)

Bề mặt phải có màu sáng hoặc có đặc tính phản chiếu và cần phải bảo dưỡng định kỳ để tránh làm mất đi các đặc tính của nó. Hình 49 minh họa ba vị trí có thể lắp đặt của tấm phản quang, trong đó phương án lắp bên trong nhà (Hình 49-b) sẽ cho hiệu quả ánh sáng phản xạ thấp nhất, và không ngăn chặn được sự xâm nhập của bức xạ trực tiếp. Hai phương án còn lại đem lại hiệu quả tăng cường chiếu sáng tự nhiên tốt hơn, trong đó phương án lắp đặt kết hợp (Hình 49-c) sẽ đem lại hiệu quả chống chói cao. Độ sâu tối thiểu của tấm phản quang đặt bên ngoài được xác định theo yêu cầu về độ che nắng.

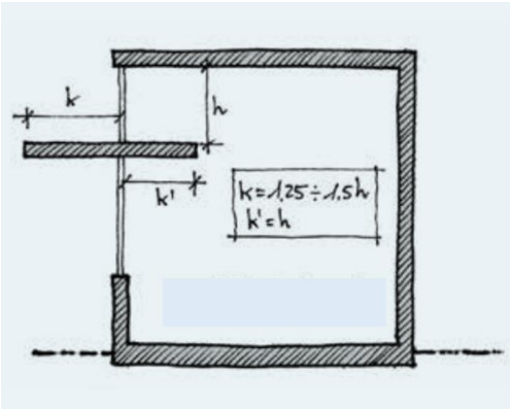
a)  b)  c) 

Hình 49: Các vị trí có thể lắp đặt của tấm phản quang

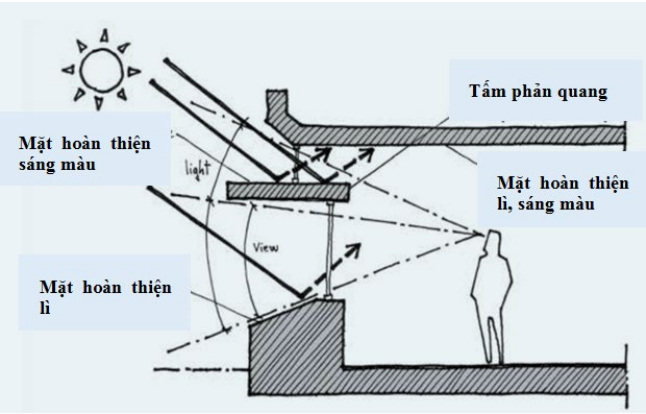
a- Bên ngoài nhà, b- Bên trong nhà, c-Kết hợp

Độ sâu cần thiết của tấm phản quang sẽ lớn hơn đối với mặt tiền hướng Đông và Tây. Ở các mặt tiền trong phạm vi ± 20 ° về phía Nam/Bắc ở các vĩ độ gần xích đạo), tấm phản quang bên ngoài phải có độ sâu từ 1,25 - 1,5 lần chiều cao cửa sổ phía trên; đối với hơn ±20° về hướng Nam/Bắc, độ sâu nên được mở rộng từ 1,5 - 2,0 lần (Hình 50). Trên thực tế, để có được kết quả tốt, chiều cao cửa sổ, độ sâu của tấm phản quang và chiều cao của cửa kính ở trên phải được tính toán theo vĩ độ, khí hậu và hướng cụ thể, sử dụng các công cụ tính toán thích hợp. Nếu độ sâu tối ưu của tấm phản quang bên ngoài quá lớn, thì có thể kết hợp giải pháp vát chéo bệ cửa sổ bên dưới (Hình 51), hoặc thay thế tấm phản quang trong nhà bằng hệ lam cách đều nhau (Hình 52). Một giải pháp khác là thay thế hệ

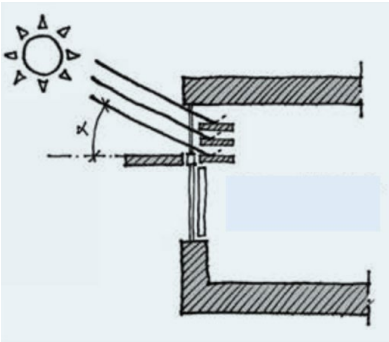
lam trong nhà bằng hệ thanh phản quang, cố định hoặc di động, ở bên trong (Hình 53), hoặc bên ngoài cửa kính trên. Trong trường hợp này, Tấm ô văng bên ngoài có chức năng duy nhất là chống nắng cho lớp kính bên dưới.



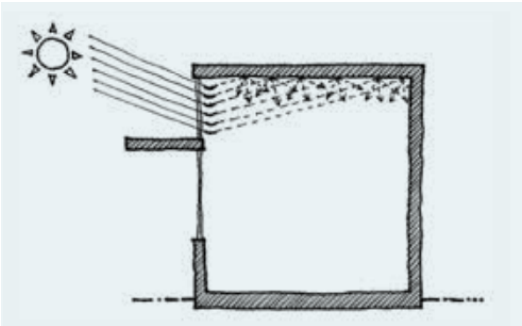
Hình 50: Kích thước tấm phản quang tùy thuộc theo hướng công trình



Hình 51: Giải pháp tấm phản quang kết hợp vát chéo bệ cửa sổ dưới

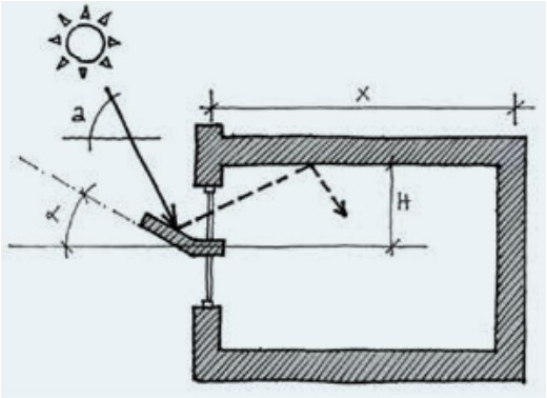


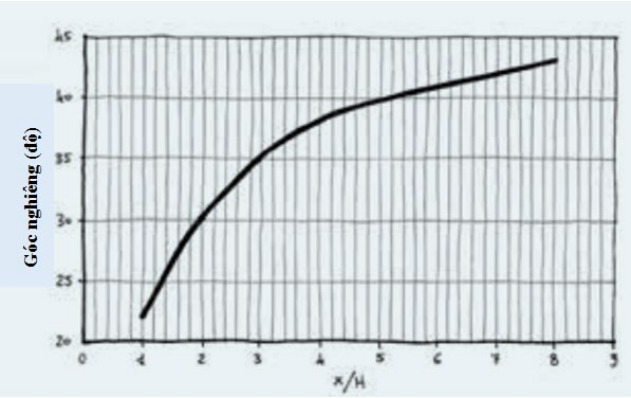
Hình 52: Giải pháp tấm phản quang kết hợp lam cố định

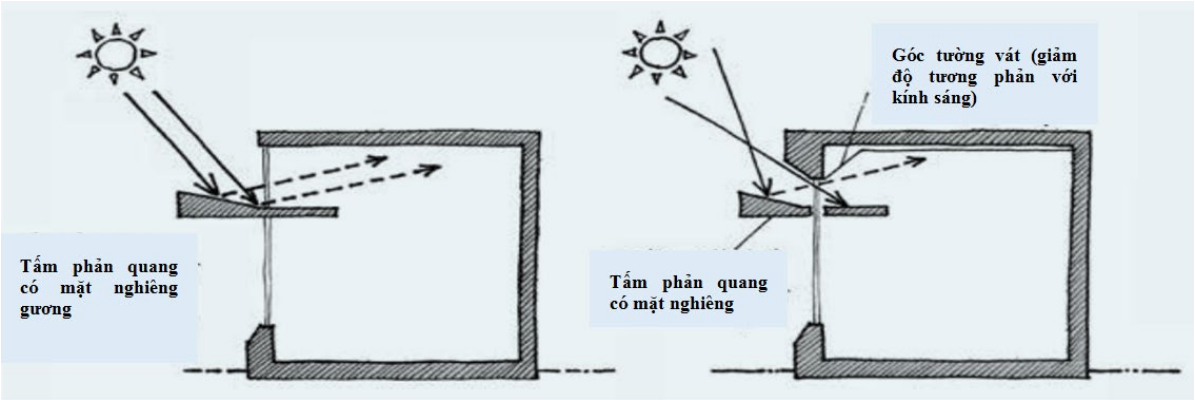


Hình 53: Giải pháp tấm phản quang kết hợp thanh phản quang di động hoặc cố định

Ở vĩ độ thấp, nếu tấm phản quang hướng về phía Nam hoặc phía Bắc nghiêng lên trên, ánh sáng tự nhiên gián tiếp đi vào phòng sẽ được tăng cường. Góc nghiêng tối ưu ở các vĩ độ gần xích đạo phụ thuộc vào tỉ số X/H như Hình 54.







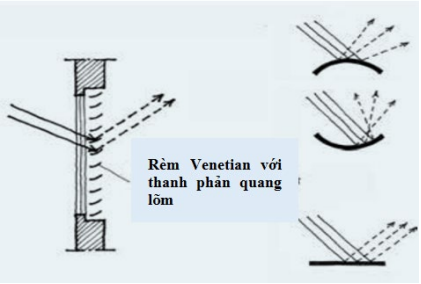
Hình 54: Giải pháp tấm phản quang nghiêng và cách lựa chọn góc nghiêng phù hợp

Lưu ý khi sử dụng tấm phản quang

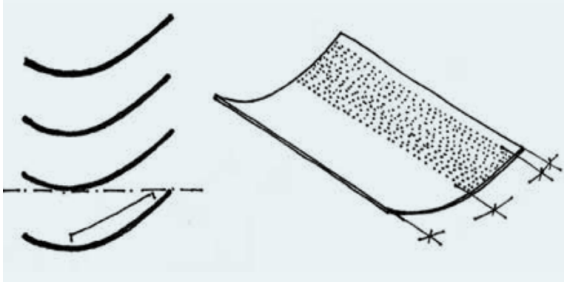
- Tấm phản quang hữu ích cho CSTN và che nắng.
- Kính được sử dụng trong cửa sổ phía trên phải trong suốt.
- Các tấm phản quang và hệ chớp cần phải đặc hoặc mờ.
- Sau thiết kế sơ bộ ban đầu, nên tối ưu hóa tấm phản quang bằng mô hình mô phỏng để dự đoán tác dụng và hiệu suất của chúng với độ chính xác hợp lý.

(2) Rèm venetian có thanh phản quang

Các thanh này có thể phẳng hoặc cong, cố định hoặc di động, đục lỗ hoặc đặc. Loại thanh đục lỗ cho phép mức độ chiếu sáng hợp lý bên trong và tầm nhìn ra bên ngoài, ngay cả khi chúng được đóng hoàn toàn (Hình 55 & Hình 56).

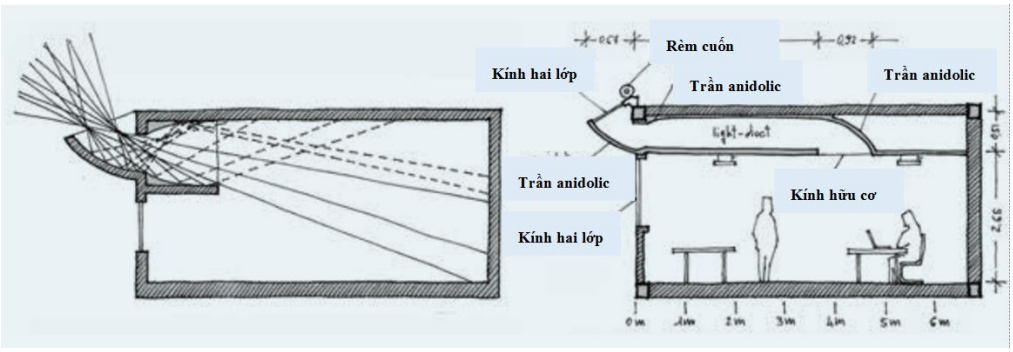


Hình 55: Rèm Venetian với thanh phản quang



Hình 56: Giải pháp tấm phản quang kết hợp vát chéo bệ cửa sổ dưới

(3) Hệ thống trần anidolic



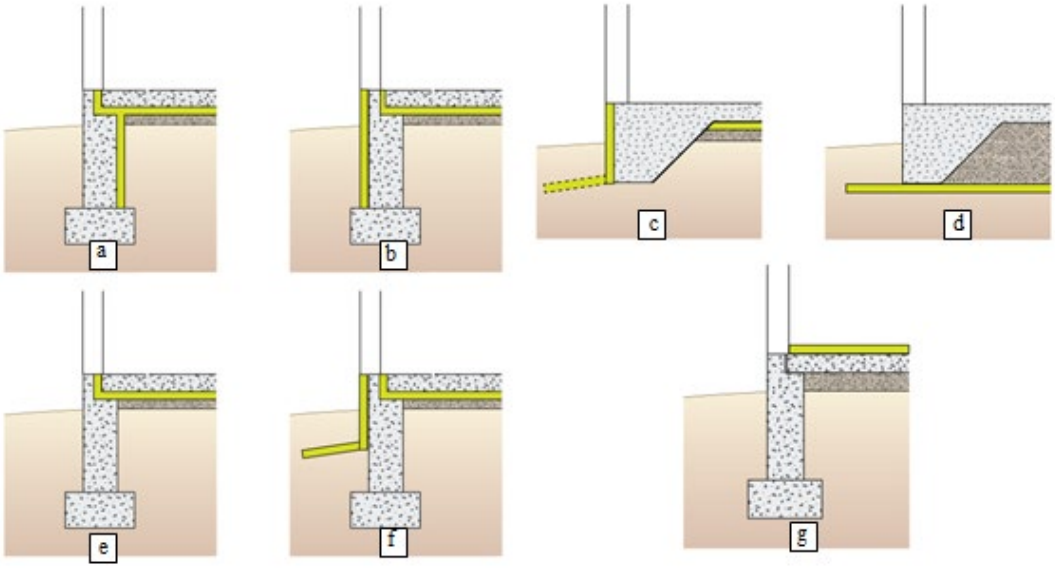
Hình 57: Hệ thống trần anidolic

3.3.6. Giải pháp thiết kế nền tầng trệt công trình bệnh viện

Đối với những công trình BV xây mới không có tầng hầm, cần cân nhắc việc bổ sung lớp cách nhiệt cho nền tầng trệt. Cách nhiệt nền tầng trệt mang lại một số lợi ích về HQNL trong công trình BV như sau: Hiệu suất nhiệt; Tiết kiệm năng lượng; Tăng sự thoải mái; Tác động tích cực tới môi trường; Ngăn chặn sự ngưng tụ; Giảm tiếng ồn. Nghiên cứu [14] đã chỉ ra rằng nền móng không được cách nhiệt tốt có thể chiếm từ 10 đến 15% tổng lượng nhiệt thất thoát của tòa nhà. Cách nhiệt móng sẽ giúp sàn nhà ấm hơn trong mùa đông, do đó cải thiện sự thoải mái của người sử dụng và giảm sử dụng năng lượng làm ấm. Việc lựa chọn đúng vật liệu cách nhiệt và bố trí ở vị trí phù hợp sẽ làm giảm sự ngưng tụ, do đó giảm thiểu các vấn đề về nấm mốc.

Lưu ý

- Thiết kế nền, sàn công trình BV cần đặc biệt lưu ý tới khả năng chịu tải, độ mài mòn của sàn và vật liệu ốp, lát tại những phòng chức năng có thiết bị y tế lớn;
- Cần tuân thủ TCVN 9359:2012 – Nền nhà chống nồm – Thiết kế về thi công áp dụng ở các vùng khí hậu miền Bắc và phía bắc miền Trung Việt Nam.



Hình 58: Các vị trí có thể lắp đặt cách nhiệt nền [12]

Có nhiều giải pháp khác nhau để lắp đặt tấm cách nhiệt cho nền móng (Hình 58). Hai thành phần truyền nhiệt chủ yếu cần được xem xét khi thiết kế nền móng là phần chu vi nền móng và phần tấm sàn tiếp giáp với mặt đất. Lớp cách nhiệt ngoài có thể được đặt thẳng đứng bên ngoài tường móng giúp giảm tổn thất nhiệt ở rìa nền móng (Hình 58-b). Ngoài ra có thể kéo dài tấm cách nhiệt theo chiều ngang từ tường móng để kiểm soát sự xâm nhập của sương giá gần móng (Hình 58-c, Hình 58-f). Với những giải pháp tấm cách nhiệt nằm ngang dưới tấm sàn dưới cao độ mặt đất (Hình 58-d) cần cân nhắc lựa chọn vật liệu phù hợp tránh nguy cơ tích tụ độ ẩm làm giảm giá trị tổng nhiệt trở của tấm sàn, vật liệu tấm cách nhiệt XPS (Extruded Polystyrene) là một lựa chọn phổ biến [14]. Vật liệu cách nhiệt cũng có thể được đặt thẳng đứng bên trong tường móng kết hợp với tấm cách nhiệt nằm ngang dưới tấm sàn (Hình 58-a) nhằm làm giảm sự thất thoát nhiệt ở vị trí tiếp

giáp giữa chu vi nền và tường móng (Hình 58-b, Hình 58-e, Hình 58-f). Một lựa chọn khác để cách nhiệt cho nền móng là đặt vật liệu cách nhiệt trên tấm sàn (Hình 58-g), đây là lựa chọn duy nhất cho các trường hợp cải tạo công trình, hoặc thích hợp cho công trình xây mới khi vật liệu hoàn thiện sàn là vật liệu gỗ.

3.4. HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ CÁC PHÒNG CHỨC NĂNG VÀ KHÔNG GIAN CHUYỂN TIẾP

3.4.1. Yêu cầu chung

Trong hướng dẫn này, không gian chuyển tiếp bao gồm các không gian giao thông nội bộ (hệ thống hành lang, đường dốc, hành lang cầu, cầu thang, sảnh thang), không gian tiếp đón (sảnh tiếp đón, sảnh chờ), không gian hiên, ban công, lô-gia[36].

Việc thiết kế các phòng chức năng và không gian chuyển tiếp nhằm sử dụng NL TK-HQ cần lưu ý các điểm sau:

- Tiên quyết đảm bảo yêu cầu điều kiện môi trường trong phòng chức năng về tiện nghi nhiệt, tiện nghi âm học, tiện nghi thị giác (bao gồm tầm nhìn ra bên ngoài), khả năng thông gió, khả năng khử khuẩn, chống lây nhiễm, chất lượng không khí và tiêu chuẩn kích thước được yêu cầu bởi các hoạt động chức năng chuyên môn riêng của mỗi phòng/khu vực[37];

- Cần xem xét tổng thể và lựa chọn tích hợp các giải pháp một cách hợp lý từ các nhóm giải pháp về: vị trí, kích thước/thể tích phòng, bố cục mặt bằng phòng, lớp vỏ phòng, vật liệu nội thất, và hệ thống kỹ thuật công trình trong phòng[38];

- Nên xem xét giải pháp riêng cho từng loại không gian (gồm các không gian lâm sàng và các không gian phi lâm sàng) trên cơ sở xem xét tổng thể về các tương tác giữa chúng. Hai loại không gian chức năng này càng được tách biệt rõ ràng thì công trình càng có tiềm năng tiết kiệm năng lượng. Ví dụ: nếu khu văn phòng có thể được cách ly về mặt cơ học ở một phần riêng biệt của tòa nhà hoặc thậm chí trong một tòa nhà riêng biệt thì những không gian đó có thể được thông gió tự nhiên dễ dàng hơn; từ đó giúp tiết kiệm và hiệu quả năng lượng hơn.

3.4.2. Các giải pháp và lưu ý trong thiết kế các phòng chức năng và không gian chuyển tiếp

Theo Bảng 10 của Hướng dẫn này về phân chia các khu vực chức năng của BV, có thể nhóm các phòng/không gian của bệnh viện thành 2 nhóm chính gồm: (1) Các không gian lâm sàng (Bao gồm Khoa khám bệnh đa khoa và điều trị ngoại trú, Khu điều trị nội

[36] Tuân thủ các quy chuẩn, tiêu chuẩn kỹ thuật thiết kế bệnh viện hiện hành: TCXDVN 4470 : 2012 Bệnh viện đa khoa – Tiêu chuẩn thiết kế; TCVN 9212:2012 - Bệnh viện đa khoa khu vực – Tiêu chuẩn thiết kế; TCVN 9213 : 2012 – Bệnh viện quận huyện – Tiêu chuẩn thiết kế; TCVN 9214:2012. Phòng khám đa khoa khu vực - Tiêu chuẩn thiết kế. Bộ Xây dựng; Tiêu chuẩn ngành y tế 52TCN – CTYT 38: 2005;

[37] Như trên;

[38] Thiết kế hệ thống kỹ thuật công trình được trình bày chi tiết trong Mục 3.5 của Hướng dẫn này

trú, Khu kỹ thuật nghiệp vụ) và (2) các không gian phi lâm sàng (hỗ trợ chức năng của bệnh viện nhưng không được sử dụng trực tiếp để cung cấp dịch vụ chăm sóc gồm Khu vực nội bộ, Không gian phụ trợ, Dịch vụ, Các khu vực đón, tiễn và giao thông).

Khu vực Khoa khám bệnh đa khoa và điều trị ngoại trú và Khu kỹ thuật nghiệp vụ thường là một trong những không gian tiêu tốn nhiều năng lượng nhất trong một bệnh viện lớn; chúng gồm phòng cấp cứu, phòng phẫu thuật, chẩn đoán hình ảnh và dịch vụ khác liên quan đến chẩn đoán và điều trị các tình trạng bệnh lý. Khu vực này thường phải đối mặt với một số điều kiện dẫn đến mức tiêu thụ năng lượng cao:

- Yêu cầu kiểm soát nhiễm trùng, lây nhiễm;
- Các khu vực bên trong hầu như luôn cần được làm mát quanh năm, trong khi các khu vực bên ngoài có sự thay đổi theo mùa từ sưởi ấm sang làm mát và ngược lại. Khi được cung cấp bởi một hệ thống HVAC duy nhất, điều này có thể làm tăng lượng sưởi ấm cần thiết ở các khu vực bên ngoài trong mùa nóng (vì không khí đến từ hệ thống HVAC chung phải đủ mát để điều hòa các khu vực bên trong);
- Các yêu cầu về quy tắc đối với thông gió cơ học, điều áp không gian và tốc độ thông gió cao cho tất cả các không gian, đặc biệt là các dãy phòng phẫu thuật;
- Tải cắm liên quan đến các thiết bị y tế tiêu tốn nhiều năng lượng như máy quét MRI, CT và PET;
- Mức độ ánh sáng cao cần thiết cho các hoạt động lâm sàng, thường có yêu cầu về ánh sáng chuyên dụng (ví dụ: đèn xanh dùng trong phòng mổ);
- Thông thường, nhiều phòng của khu vực này hoạt động suốt ngày đêm;
- Các phòng thường yêu cầu chiều cao lớn hơn, có thể làm tăng nhu cầu thông gió, làm mát.

Khu vực điều trị nội trú bao gồm các phòng ngủ của bệnh nhân và các không gian hỗ trợ; thường có ít thiết bị hơn và ít không gian sử dụng nhiều năng lượng hơn nhưng nhu cầu tiêu thụ năng lượng cũng khá cao. Một số yếu tố ảnh hưởng đến mức tiêu thụ năng lượng của khu vực này gồm:

- Yêu cầu kiểm soát nhiễm trùng, lây nhiễm cao dẫn đến tốc độ thay đổi không khí tương đối cao trong các không gian và tăng cường thông gió và/hoặc các yêu cầu nghiêm ngặt về điều áp ở một số không gian, chẳng hạn như không gian âm và dương- phòng cách ly áp lực;
- Tải cắm liên quan đến máy tính và, trong một số trường hợp, thiết bị y tế tiêu tốn nhiều năng lượng hơn;
- Xu hướng sử dụng phòng dịch vụ dành cho một bệnh nhân dẫn đến cần nhiều không gian và do đó, nhu cầu sử dụng năng lượng cho mỗi bệnh nhân nhiều hơn;
- Mức độ ánh sáng cao cần thiết cho các hoạt động lâm sàng, điển hình là đèn khám đặc biệt trong phòng bệnh nhân;
- Các phòng hoạt động suốt ngày đêm và quanh năm;

- Phòng bệnh nhân theo quy định phải có cửa sổ nhìn ra bên ngoài. Phương pháp quy hoạch y tế thông thường nhất là đặt các phòng bệnh nhân dọc theo chu vi tòa nhà với các không gian dành cho nhân viên và hỗ trợ ở bên trong với rất ít hoặc không có ánh sáng ban ngày và tầm nhìn.

Hầu hết các hướng dẫn, khuyến nghị trong hướng dẫn này dành cho khu vực nội trú đều tương tự như dành cho các phòng/không gian/khu vực khác của nhóm các không gian lâm sàng, mặc dù sự khác biệt cố hữu về công năng, nhu cầu ánh sáng ban ngày, thay đổi không khí và các yêu cầu khác gây ra một số vấn đề riêng về hiệu quả năng lượng.

a) Bố cục không gian

a1) Sử dụng phương pháp tiếp cận thích ứng với khí hậu để tối ưu hóa thiết kế

Hướng dẫn này nhằm mục đích sử dụng NL TK-HQ, đạt tối thiểu QCVN 09:2017/BXD mà không yêu cầu lập mô hình năng lượng, nhưng các chương trình mô phỏng năng lượng và chiếu sáng ban ngày giúp việc đánh giá các giải pháp tiết kiệm năng lượng nhanh hơn và thiết kế chiếu sáng ban ngày chính xác hơn nhiều. Phương pháp thiết kế đáp ứng điều kiện khí hậu sẽ xem xét các yếu tố môi trường bên ngoài ảnh hưởng đến hiệu suất của tòa nhà tại một địa điểm cụ thể. Trong trường hợp chiếu sáng ban ngày, những cân nhắc này bao gồm sự sẵn có của năng lượng mặt trời, số giờ ban ngày có nắng và nhiều mây, đường đi và mô hình mặt trời, điều kiện thời tiết điển hình và những yếu tố về địa điểm như hiệu ứng che bóng của các công trình lân cận.

a2) Các loại không gian, vị trí, bố cục không gian

✓ Ánh sáng ban ngày là yêu cầu quan trọng đối với tất cả các không gian được sử dụng trong các cơ sở chăm sóc sức khỏe. Tuy nhiên, nhu cầu chiếu sáng đối với các nhóm người sử dụng bệnh viện là khác nhau. Mục đích của Hướng dẫn này là xác định các không gian có lợi nhất để tận dụng ánh sáng ban ngày và bảo tồn năng lượng, đồng thời đề xuất các chiến lược cho phép bố trí các không gian ở chu vi của tòa nhà. Tiềm năng tiết kiệm năng lượng thông qua chiếu sáng ban ngày khác nhau và phụ thuộc vào loại không gian sử dụng, có thể được mô tả chung như sau:

- Khu điều trị nội trú và khoa khám bệnh đa khoa và điều trị ngoại trú: Về bản chất, phòng bệnh nhân yêu cầu tiên quyết theo quy chuẩn, tiêu chuẩn kỹ thuật thiết kế chuyên ngành[39]. Trong phòng bệnh nhân, yêu cầu về mức độ chiếu sáng thường thấp và việc kiểm soát ánh sáng ban ngày được quyết định bởi tình trạng của bệnh nhân và nhu cầu cá nhân. Việc ưu tiên đáp ứng nhu cầu của bệnh nhân khiến phòng bệnh nhân trở thành không gian không phù hợp để làm nguồn thu ánh sáng ban ngày và TKNL;

[39] TCXDVN 4470 : 2012 Bệnh viện đa khoa – Tiêu chuẩn thiết kế; TCVN 9212:2012 - Bệnh viện đa khoa khu vực – Tiêu chuẩn thiết kế; TCVN 9213 : 2012 – Bệnh viện quận huyện – Tiêu chuẩn thiết kế; TCVN 9214:2012. Phòng khám đa khoa khu vực - Tiêu chuẩn thiết kế. Bộ Xây dựng; Tiêu chuẩn ngành y tế 52TCN – CTYT 38: 2005

- Khu kỹ thuật nghiệp vụ: Thường bị chi phối bởi các tiêu chí quy hoạch, chẳng hạn như khoảng cách lưu thông, khoảng cách gần và các yêu cầu lân cận, phòng mổ và phòng thủ thuật thường nằm ở lõi của sàn, không có tầm nhìn và ánh sáng ban ngày. Việc chia nhỏ khu vực này đòi hỏi phải lập kế hoạch cẩn thận, nhưng việc xác định vị trí các không gian này ở chu vi tòa nhà để lấy ánh sáng ban ngày và tầm nhìn là khả thi mà không ảnh hưởng đến tính linh hoạt;

- Khu vực nội bộ (như phòng khám, phòng bác sỹ, điều dưỡng và văn phòng). Xác định vị trí không gian dành cho nhân viên trên chu vi tòa nhà là điều cần thiết để nâng cao hiệu suất làm việc của nhân viên và là chiến lược thiết kế tạo điều kiện thuận lợi cho nỗ lực tiết kiệm năng lượng bằng cách giảm tải ánh sáng điện và làm mát;

- Không gian công cộng (như giao thông, khu vực đón, tiễn, dịch vụ): Những không gian này mang lại tiềm năng lớn nhất để thu ánh sáng ban ngày và TKNL do chiều sâu và chiều cao của chúng.

✓ Các khuyến nghị sau đây áp dụng cho các không gian không nằm trên chu vi tòa nhà nhưng cho phép TKNL hơn nếu chúng được thiết kế tuân theo các quy tắc cụ thể[40]:

- Khối nhà chẩn đoán và điều trị. Định hình diện tích tòa nhà để cho phép ít nhất 40% diện tích tấm sàn nằm trong phạm vi khoảng 4,5m tính từ tường chu vi;

- Khối nhà điều trị nội trú. Đảm bảo rằng ít nhất 75% không gian sử dụng (không bao gồm phòng bệnh nhân) nằm trong phạm vi 6m tính từ tường chu vi. Ở những nơi không thể sử dụng hệ thống chiếu sáng từ trên xuống, tấm sàn nên được thiết kế sâu tối đa khoảng 18-20m.

- Hành lang nội bộ: Trong các tòa nhà một tầng hoặc trên các tầng cao nhất, nơi nguồn ánh sáng bên yếu, nên sử dụng ánh sáng từ trên xuống để cung cấp ánh sáng ban ngày cho hành lang và các không gian liền kề. Lưu ý đảm bảo các phòng y tá, thường được đặt sâu trong các ngóc ngách của khu vực lưu thông và khu vực chờ, có ánh sáng ban ngày và tầm nhìn tốt;

- Phòng hội nghị: Phòng hội nghị là không gian đông người, tạo ra lượng nhiệt bên trong cao chỉ trong một khoảng thời gian ngắn. Để giảm thiểu tải điện làm mát, các phòng hội nghị chỉ nên được đặt ở chu vi mặt tiền phía Bắc hoặc trong nhà, tránh các bức tường chu vi hướng về phía Tây, Nam và Đông;

- Từ quan điểm hiệu suất năng lượng, các khu vực công cộng và không gian dành cho nhân viên là những không gian có lợi nhất để tận dụng ánh sáng ban ngày, điều này nhấn mạnh tầm quan trọng của việc bố trí các không gian này trên chu vi, tốt nhất là theo hướng Bắc và Nam. Mặc dù phòng bệnh nhân trong bệnh viện thường có cửa sổ lớn và chiếm một phần đáng kể chu vi tòa nhà nhưng chúng không thể được coi là nguồn tiết kiệm năng lượng hiệu quả.

---

[40] Nguồn: American society of heating refrigerating and air conditioning engineers. (2012). *Advanced Energy Design Guide for Large Hospitals: Achieving 50% Energy Savings Toward a Net Zero Energy Building*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers

b) Giải pháp lớp vỏ của phòng chức năng, không gian chức năng

Lưu ý bổ sung:

- Thiết kế chiếu sáng tự nhiên cho công trình bố trí hành lang giữa (có chiều dài không lớn hơn 20 m) có thể lấy ánh sáng từ mọi phía. Hành lang giữa dài hơn 40 m phải được chiếu sáng từ hai phía và có khoang lấy sáng không được nhỏ hơn 3 m cách đầu hồi từ 20 m đến 25 m;

- Diện tích cửa sổ lấy sáng tự nhiên phải đảm bảo quy định:

  + Đối với phòng bệnh nhân, nhân viên: không nhỏ hơn 20% diện tích sàn;

  + Đối với các phòng phụ trợ: không nhỏ hơn 15% diện tích sàn.

- Hướng mở cửa sổ các gian phòng chủ yếu trong bệnh viện tham khảo phụ lục K của TCVN 4470:2012 *(Ngoại trừ các phòng sạch như phòng mổ, phòng tiểu phẫu, hành lang mổ, khu vô trùng, hồi sức, ICU, CCU)*

Đối với tường phòng/không gian cũng là tường bao che công trình thì các giải pháp thiết kế chi tiết xem tại Mục 3.3.3 của cùng Hướng dẫn này. Trong đó cần lưu ý lựa chọn giải pháp lớp vỏ cần phù hợp với yêu cầu điều kiện môi trường của riêng mỗi phòng/không gian.

Đối với một số phòng/không gian có yêu cầu nghiêm ngặt về điều kiện môi trường trong phòng, sử dụng ĐHKK liên lục, có thể cần xem xét bổ sung hệ thống ngăn rò rỉ không khí giữa phòng với bên ngoài và với các phòng nội bộ khác. Việc kiểm soát rò rỉ không khí xem xét giữa:

- Nền tầng một và tường;
- Tường và tường, cửa sổ hoặc cửa đi;
- Tường, sàn và mái;
- Các đường ống, ống dẫn...

c) Giải pháp vật liệu nội thất

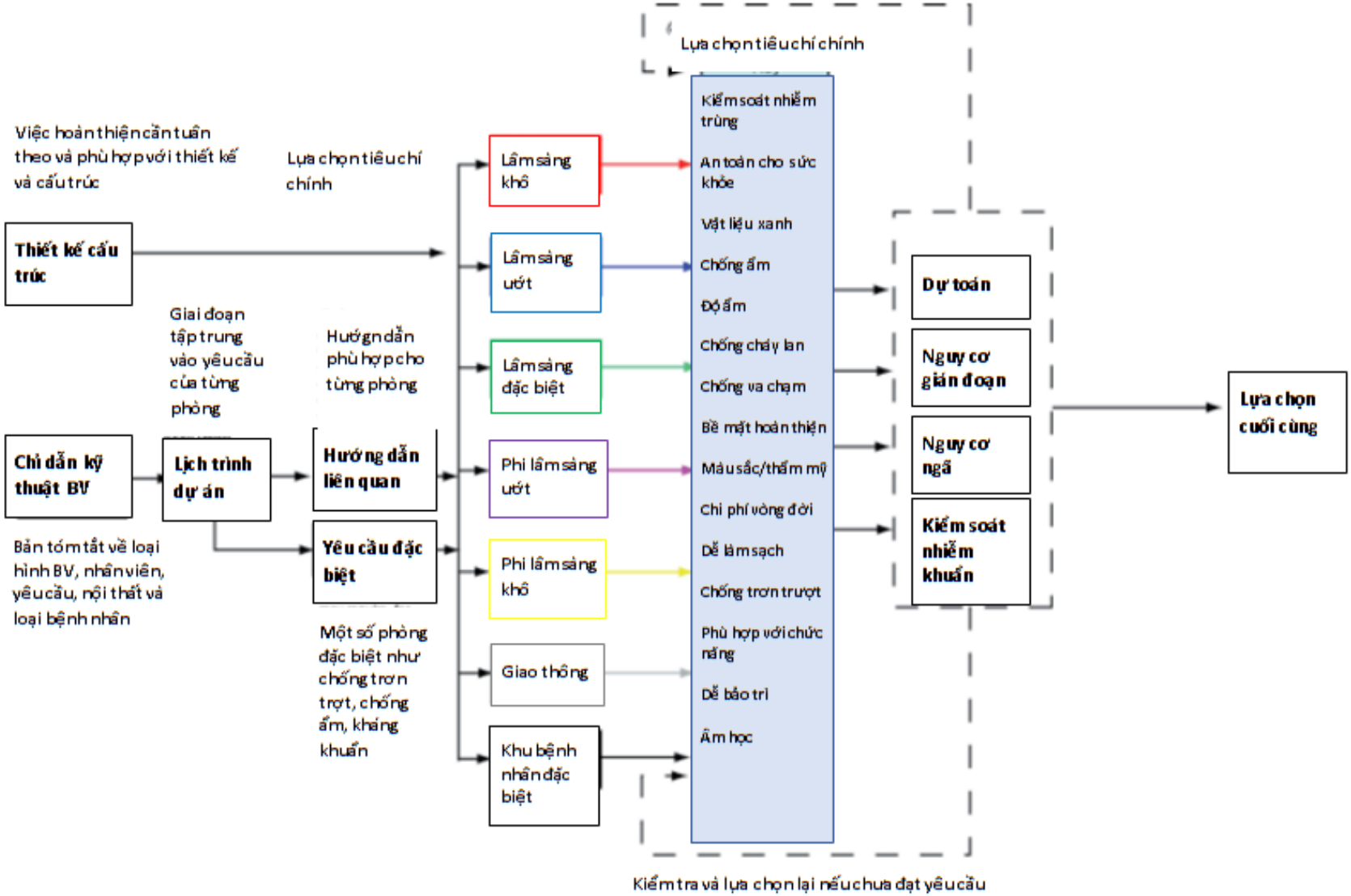
Chọn màu sáng (tốt nhất là màu trắng) cho tường, sàn và trần nhà bên trong để tăng khả năng phản chiếu ánh sáng và giảm yêu cầu về ánh sáng cũng như ánh sáng ban ngày. Màu sắc của trần, tường, sàn và đồ nội thất có tác động lớn đến hiệu quả của chiến lược chiếu sáng ban ngày.

Độ phản xạ của trần phải đạt ít nhất 85% đối với hệ thống chiếu sáng trực tiếp và trên 90% đối với hệ thống chiếu sáng gián tiếp và chiếu sáng ban ngày. Có thể sử dụng gạch màu trắng hiệu suất cao hoặc sơn trần màu trắng có độ phản chiếu cao trên bề mặt cứng. Đối với hệ thống chiếu sáng ban ngày, hệ số phản xạ trung bình của tường phải ít nhất là 50% và 70% đối với các phần tường liền kề và cách trên 2m so với nguồn sáng. Độ phản xạ bề mặt sàn ít nhất phải là 20%.

Cơ bản quy trình chọn vật liệu hoàn thiện công trình bệnh viện như Hình 59.

Ngoài vấn đề nhằm tối ưu hiệu quả ánh sáng, vật liệu hoàn thiện cũng cần đảm bảo yêu cầu về độ an toàn, sức khỏe, tránh phơi nhiễm của con người và môi trường với các hóa chất độc hại (Tham khảo Phụ lục 5 của Hướng dẫn này). Nhìn chung, nên sử dụng các loại vật liệu, vật tư đã được chứng nhận an toàn bởi bên thứ 3, không sử dụng các vật liệu góp phần hình thành các chất ô nhiễm hữu cơ khó phân hủy (POP) và không sử dụng vật liệu có chứa hoặc phát ra hóa chất có độ độc hại cao. Có thể tham khảo LOTUS cho việc lựa chọn vật liệu hoàn thiện xanh, bền vững[41].

[41] Lotus Công trình xây mới – LOTUS NC V3 – Hướng dẫn kỹ thuật (2019)



Hình 59: Quy trình lựa chọn vật liệu hoàn thiện

d) Giải pháp thiết kế không gian hiên, logia, ban công

Ở các vùng khí hậu nhiệt đới, việc cung cấp không gian chuyển tiếp hoặc trung gian giữa bên trong và bên ngoài tòa nhà có thể cung cấp không gian bóng mát cho tòa nhà và có tác dụng làm mát không khí đi vào. Có nhiều loại không gian chuyển tiếp có thể được sử dụng trong thiết kế tòa nhà, chẳng hạn như hiên, ban công, logia, giếng trời và hành lang.

(1) Không gian hiên

Không gian hiên, sảnh ngoài tòa nhà đóng vai trò tạo ấn tượng đầu tiên về BV, không gian này cần có tính nhận diện cao, tăng cảm giác hiện đại, tân tiến và sự thú vị cho bệnh nhân. Không gian này cần có tầm nhìn rõ ràng từ ngoài vào và cả từ trong ra. Sảnh bên ngoài nhà cần thiết kế hệ thống mái hiên lớn phù hợp với thẩm mỹ hình khối công trình đem lại tác dụng che chắn BXMT và đồng thời che mưa, gió cho khu vực đón trả khách giúp tăng tiện nghi sử dụng cho người bệnh.

Không gian sảnh chính trong tòa nhà cần có màu sắc nhẹ nhàng, tươi tắn, biển chỉ dẫn rõ ràng bằng bảng biểu trên cao hoặc chỉ dẫn trên sàn. Quầy tiếp tân hoặc quay hỗ trợ phải dễ nhận thấy mà không cản trở giao thông chung. Không gian cần kết nối nhanh chóng, riêng biệt, không bị gián đoạn vào các khu vực lâm sàng, tránh nhìn trực diện vào khu vực bệnh nhân.

(2) Không gian logia, ban công

Không gian hiên, logia, ban công không chỉ đóng góp vai trò lớn trong vấn đề thẩm mỹ mặt đứng tòa nhà mà còn là một trong những giải pháp của chiến lược che nắng cho lớp vỏ tòa nhà khi tạo ra các không gian trung gian chuyển tiếp giữa không gian bên ngoài và bên trong tòa nhà, cung cấp tầm nhìn cho người sử dụng bên trong tòa nhà và đồng thời cung cấp bóng râm cho mặt đứng của tòa nhà đó như một thiết bị che nắng ngang cố định. Giải pháp này không chỉ giảm thiểu sự tác động trực tiếp của BXMT lên các thành phần mặt đứng có đặc tính trong suốt, làm giảm đáng kể mức tăng nhiệt tòa nhà, giảm tải làm mát và cải thiện chất lượng ánh sáng bên trong tòa nhà mà còn cải thiện sự thoải mái của thị giác bằng cách kiểm soát độ chói và giảm tỷ lệ tương phản bên trong không gian nội thất tòa nhà.

Không gian logia, ban công tạo ra khoảng lùi trên mặt đứng công trình hình thành một vùng trung gian thúc đẩy luồng TGTN có lợi cho tòa nhà. Khối không khí ở khu vực này khi bị làm nóng bởi mặt trời sẽ gây ra hiện tượng TGTN do áp chênh lệch áp suất giúp không khí bên trong tòa nhà thoát ra ngoài và được thế chỗ bởi luồng khí tươi.

Giải pháp thiết kế ban công, logia có thể cải thiện hiệu suất TGTN trong nhà, qua đó cải thiện mức độ thoải mái về nhiệt và chất lượng không khí trong nhà nhưng cũng có thể đem lại những tác động tiêu cực đến hiệu suất TGTN nếu không được thiết kế hợp lý. Nên tránh thiết kế ban công/logia quá sâu bởi sẽ ảnh hưởng tiêu cực tới hiệu suất TGTN do cản trở sự xâm nhập của luồng không khí vào không gian trong nhà [13].

Khi ban công/lôgia được bố trí ở góc 90º và 45º so với hướng gió chủ đạo thì hiệu suất TGTN sẽ được cải thiện. Kết quả thông gió chéo sẽ hiệu quả hơn nữa khi lỗ mở được bố trí ở diện tường đối diện với lỗ mở ra ban công, hoặc kết hợp với hệ thống thông gió giếng trời.

Giải pháp bố trí ban công/logia cần được cân nhắc đồng thời với các giải pháp lỗ mở và bố trí hành lang của tòa nhà để có thể đảm bảo các vấn đề liên quan tới kiểm soát lây nhiễm chéo và đảm bảo an toàn cho đội ngũ nhân viên y tế trong BV (tham khảo nội dung hướng dẫn thiết kế lớp vỏ mục 5).

Các không gian ban công/logia có thể kết hợp với không gian phụ trợ kỹ thuật phục vụ lắp đặt các hệ thống kỹ thuật ngoài nhà, điều này sẽ giúp kéo dài tuổi thọ và hiệu suất hoạt động của các thiết bị kỹ thuật ngoài nhà.

3.5. HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ HỆ THỐNG KỸ THUẬT CÔNG TRÌNH

3.5.1. Hướng dẫn thiết kế hệ thống HVAC

3.5.1.1. Các giải pháp và lưu ý trong thiết kế hệ thống thông gió, ĐHKK (HVAC)

Với điều kiện khí hậu của Việt Nam, nhiệt độ dễ chịu chủ yếu nhờ vào làm mát bên trong, giảm độ ẩm và mức độ ô nhiễm của nguồn khí cấp cho công trình. Điều kiện "dễ chịu" thường được xác định theo tiêu chuẩn, bao gồm nhiệt độ trong nhà vào mùa hè khoảng 25ºC và độ ẩm tương đối đạt 60%. Trong hầu hết bệnh viện lớn ở Việt Nam hiện nay, ĐHKK là một trong những hệ thống thiết bị tiêu hao năng lượng nhiều nhất. Thiết kế tối ưu hệ thống HVAC nhằm sử dụng NL TK-HQ cần lưu ý điểm sau:

(1) Khi thiết kế hệ thống HVAC cho bệnh viện phải nghiên cứu áp dụng các giải pháp kỹ thuật, kể cả các giải pháp tổ hợp giữa công nghệ và kết cấu, kiến trúc, nhằm bảo đảm tiên quyết:

+ Điều kiện vi khí hậu và độ trong sạch của môi trường không khí tiêu chuẩn trong vùng làm việc của các phòng chức năng, phòng thí nghiệm, phòng xét nghiệm, kho dược bệnh viện trong bệnh viện theo các tiêu chuẩn hiện hành[42] (các thông số vi khí hậu (nhiệt độ, độ ẩm, tốc độ gió,...) cũng là cơ sở cho phần tính toán mô phỏng hiệu quả năng lượng cho tòa nhà sau này);

+ Độ ồn và độ rung tiêu chuẩn phát ra từ các thiết bị và hệ thống HVAC, trừ hệ thống thông gió sự cố và hệ thống thoát khói[43];

+ Điều kiện tiếp cận an toàn để sửa chữa các hệ thống HVAC;

+ Độ an toàn cháy nổ của các hệ thống HVAC[44];

(2) Việc thiết kế hệ thống HVAC hiệu quả năng lượng cần xem xét tổng thể các yếu tố chính sau: hiệu suất tối thiểu của ĐHKK, hiệu suất tối thiểu của quạt, diện tích cửa sổ

[42] Theo các Phụ lục A, D, F, và G của TCVN 5687:2010 và TCVN 5937:2005;
[43] Theo TCXD 175:2005;
[44] Theo TCVN 3254:1989 và TCVN 5279-90

đóng mở, lưu lượng thông gió tối thiểu, hiệu suất thu hồi nhiệt, cách nhiệt tối thiểu cho ống dẫn. Tất cả các chỉ số này cần thỏa mãn các yêu cầu được quy định trong QCVN 09:2017/BXD;

+ Thiết bị ĐHKK và máy sản xuất nước lạnh (Chiller) phải có chỉ số hiệu quả COP hoặc CSPE tối thiểu tại các điều kiện đánh giá tiêu chuẩn và không nhỏ hơn các giá trị nêu trong Bảng 2.3, Bảng 2.4 của QCVN 09:2017/BXD[45];

+ Phòng mổ phải luôn được duy trì ở áp suất dương đối với tất cả các không gian liền kề. Chênh lệch áp suất phải được duy trì ở giá trị ít nhất là +0,01 in. wc (2,5 Pa). Trong thiết kế ĐHKK phòng mổ và các phòng chức năng khác của bệnh viện thì bội số trao đổi không khí và áp suất các phòng cần phải tuân thủ theo bảng 7.1 của tiêu chuẩn ANSI/ASHRAE Standard 170-2017.

+ Nồng độ bụi (độ sạch của không khí) trong các phòng mổ khác với khu vực gây mê, hậu phẫu, hành lang sạch, hành lang bẩn,… Không khí được làm sạch trước khi thổi vào các phòng chức năng thông qua cá bộ lọc (filter) như MERV8, MERV14, MERV16, HEPA,… và độ sạch của không khí trong các phòng chức năng của bệnh viện cần phải tuân thủ theo bảng 7.1, 8.1 và 9.1 của tiêu chuẩn ANSI/ASHRAE Standard 170-2017.

+ Diện tích tối thiểu cửa sổ đóng mở được theo QCVN 09:2017/BXD: cơ bản, giải pháp thông gió tự nhiên sẽ có hiệu quả cho đến chiều sâu tối đa tương đương 2,5 lần chiều cao cửa sổ. Do đó,

++ Cách tính toán diện tích và vị trí lỗ mở trên trường/mái công trình thích hợp[46];

++ Diện tích các lỗ thông gió, cửa sổ đóng mở được trên tường hoặc trên mái không được nhỏ hơn 5 % diện tích (sàn) sử dụng của phòng tiếp giáp với không gian bên ngoài;

++ Vị trí lắp đặt cửa sổ trong phòng phù hợp có thể cải thiện tốc độ gió lưu thông bên trong. Thông gió xuyên phòng sử dụng lỗ thông gió ở cả phía có gió và khuất gió để tạo dòng không khí mạnh;

+ Lưu lượng thông gió tối thiểu, tối ưu để cho mức thông gió vừa đủ để cảm thấy dễ chịu và tốt cho sức khỏe, đồng thời hạn chế tiêu hao năng lượng. QCVN 09:2017/BXD quy định:

---

[45] Quy trình kiểm tra, đánh giá hiệu suất năng lượng của thiết bị được thực hiện theo TCVN 7830:2015, TCVN 6576:2020 và TCVN 10273-1:2013 (ISO 16358-1:2013); và có thể tham khảo *Bảng kiểm AC02 - Hiệu suất hệ thống làm lạnh* để tính toán COP tại trang thông tin của BXD (http://tietkiemnangluong.xaydung.gov.vn/)

[46] Tính toán diện tích lỗ mở, xác định vị trí lỗ mở trình bày chi tiết tại Mục 5.5.2.1 của cùng Tài liệu Hướng dẫn. Có thể tham khảo bảng kiểm AC01 để tính toán diện tích cửa sổ mở được tại trang thông tin của BXD (http://tietkiemnangluong.xaydung.gov.vn/)

Phải đảm bảo các yêu cầu về thông gió theo Quy chuẩn Xây dựng Việt Nam QCXDVN 05:2008/BXD:

Lưu lượng thông gió hút thải tối thiểu đối với văn phòng	
Phòng	**Lưu lượng thông gió hút thải tối thiểu**
Phòng có máy in, máy photocopy với tần suất sử dụng lớn (trên 30 phút mỗi giờ)	20 (l/s)/máy khi sử dụng (nếu máy sử dụng liên tục thì áp dụng mức thông gió chung).
Vệ sinh và tắm của văn phòng	Hút không liên tục với lưu lượng 15 (l/s)/hương sen hoặc bồn; 6 (l/s)/tiểu hoặc xí
Bếp	Hút không liên tục (nhưng đồng thời với quá trình chế biến) với lưu lượng: 15 l/s đối với lò vi sóng 30 l/s đối với chụp hút trực tiếp trên 1 bếp

+ Hiệu suất thu hồi nhiệt:

Các công trình bệnh viện sử dụng hệ thống điều hòa tiêu thụ năng lượng lớn để làm mát, tạo ẩm, hoặc khử ẩm không khí. Có thể giảm lãng phí bằng cách sử dụng hệ thống thu hồi nhiệt thải để giữ lại năng lượng hữu ích.

QCVN 09:2017/BXD quy định:

Các tòa nhà sử dụng hệ thống điều hòa không khí trung tâm phải có thiết bị thu hồi nhiệt. Hiệu suất thu hồi nhiệt của thiết bị tối thiểu là 50%.

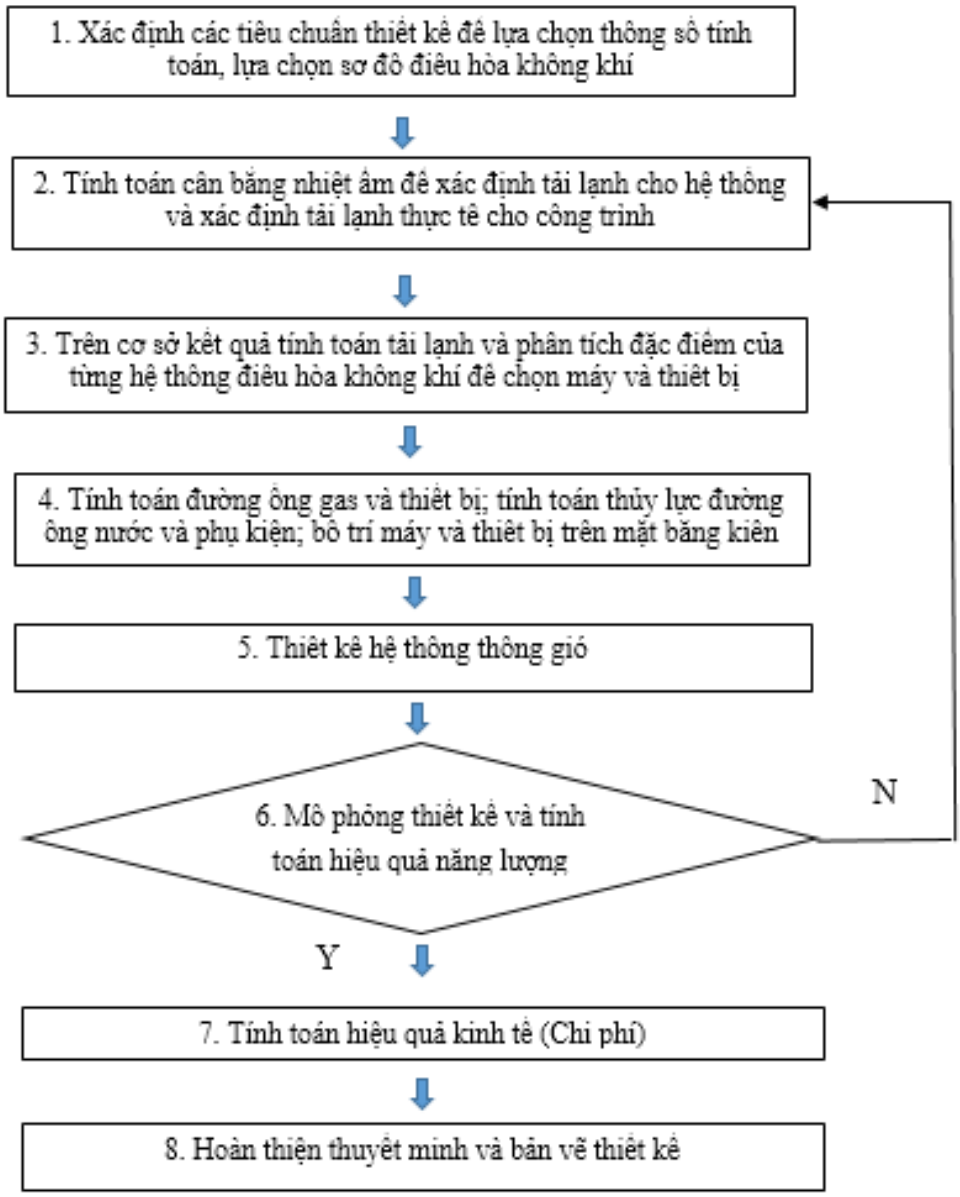
+ Cách nhiệt cho ống dẫn: Ống dẫn không khí lạnh/nóng và nước lạnh/nóng có thể có gây tổn thất năng lượng đáng kể nếu có chênh lệnh lớn giữa nhiệt độ bên trong và bên ngoài ống và cần được cách nhiệt phù hợp[47].

Yêu cầu cách nhiệt ống theo ASHRAE 90.1-2010							
Khoảng Nhiệt độ Vận hành Lỏng và Sử dụng (°C)	**Độ dẫn nhiệt của lớp cách nhiệt**		**Kích thước danh định của ống (cm)**				
	Độ dẫn nhiệt	**Nhiệt độ trung bình, ° C**	**<2,54**	**2,54 đến 3,81**	**3,81 đến <10,16**	**10,16 đến <20,32**	**>20,32**
			Độ dày lớp cách nhiệt (cm)				
>176,7	0,046-0,049	121,1	11,4	12,7	12,7	12,7	12,7
121,7-176,7	0,042-0,046	93,3	7,6	10,2	11,4	11,4	11,4
93,9-121,1	0,039-0,043	65,6	6,4	6,4	6,4	7,6	7,6
60,6-93,3	0,036-0,042	51,7	3,8	3,8	5,1	5,1	5,1
40,6-60	0,030-0,040	37,8	2,5	2,5	3,8	3,8	3,8
4,4-15,6	0,030-0,039	23,9	1,3	1,3	2,5	2,5	2,5
<4,4	0,029-0,037	23,9	1,3	2,5	2,5	2,5	3,8

(3) Hệ thống HVAC phải kết hợp thích hợp với lớp vỏ kiến trúc của tòa nhà để kiểm soát sự xâm nhập của không khí chưa được xử lý, cùng với các chất gây ô nhiễm và độ ẩm ngoài trời [14].

[47] Theo tiêu chuẩn kỹ thuật TCVN 5687:2010, ASHRAE 90.1 và các tiêu chuẩn kỹ thuật tương đương khác.

3.5.1.2. Quy trình thiết kế hệ thống HVAC



Hình 60. Quy trình thiết kế hệ thống thông gió, điều hòa

Bước 1: Xác định các tiêu chuẩn thiết kế để lựa chọn thông số tính toán, lựa chọn sơ đồ điều hòa không khí:

Các tiêu chuẩn thiết kế bao gồm:

+ QCVN 09:2017/BXD, Quy chuẩn xây dựng Việt Nam - Các công trình xây dựng sử dụng năng lượng có hiệu quả;

+ TCVN 5687:2010[48] - Thông gió – Điều hòa không khí – Tiêu chuẩn thiết kế;

+ TCXD 232 : 1999[49] về chế tạo, lắp đặt và nghiệm thu hệ thống ĐHKK, thông gió và cấp lạnh;

[48] TCVN 5687:2010 đang được soát xét. Áp dụng tiêu chuẩn mới khi được công bố chính thức

[49] TCXD 232 : 1999 đang được soát xét. Áp dụng tiêu chuẩn mới khi được công bố chính thức

+ Tiêu chuẩn SS 553:2016 – Code of practice for air-conditioning and mechanical ventilation in buildings (Tiêu chuẩn về điều hòa không khí và thông gió cơ khí trong công trình);

+ Tiêu chuẩn SMACNA (2005) về sản xuất ống gió;

+ TCVN 4470:2012- Bệnh viện đa khoa – Tiêu chuẩn thiết kế.

+ ASHRAE 62.1-2010 - Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality (Thông gió cho chất lượng không khí bên trong chấp nhận được);

+ ANSI/ASHRAE/ASHE Standard 170-2017 - Ventilation of Health Care Facilities (Thông gió cho các cơ sở y tế);

- Thông số tính toán (TSTT) của không khí trong phòng phải lấy theo Phụ lục A của TCVN 5687:2010 hoặc TCVN 4470:2012;

- TSTT của không khí ngoài trời (sau đây gọi tắt là TSTT bên ngoài) dùng để thiết kế thông gió tự nhiên và thông gió cơ khí là nhiệt độ cao nhất trung bình của tháng nóng nhất về mùa hè hoặc nhiệt độ thấp nhất trung bình của tháng lạnh nhất về mùa đông trong năm (tham khảo TCVN 5687:2010[50] về TSTT bên ngoài).

- Không khí ngoài (gió tươi) và không khí tuần hoàn trong các phòng được lắp ĐHKK phải được lọc sạch bụi và diệt khuẩn trước khi thổi vào phòng; đảm bảo nồng độ bụi sau khi lọc không vượt quá:

+ Nồng độ cho phép theo TCVN 5937:2005 – Chất lượng không khí- Tiêu chuẩn chất lượng không khí xung quanh;

+ 30% nồng độ cho phép của không khí vùng làm việc ở nhà hành chính - sinh hoạt;

+ Nồng độ cho phép theo yêu cầu kỹ thuật đối với thiết bị thông gió.

+ Trong thiết kế ĐHKK phòng mổ và các phòng chức năng khác thì bội số trao đổi không khí và áp suất các phòng tham khảo Bảng 7.1 của tiêu chuẩn ANSI/ASHRAE Standard 170-2017.

Bước 2: Tính toán cân bằng nhiệt ẩm để xác định tải lạnh cho hệ thống và xác định tải lạnh thực tế cho công trình

[50] Tiêu chuẩn TCVN 5687:2010 đang được soát xét. Khi Tiêu chuẩn mới được ban hành thì cần cập nhật theo tiêu chuẩn mới.

Bảng 13. Nhiệt độ, độ ẩm quy định trong bệnh viện[51]

Khu vực	Nhiệt độ (°C)	Độ ẩm (%)	Số lần luân chuyển không khí/ giờ (lần/giờ)	Ghi chú
Điều trị tích cực	từ 21 đến 24	≤ 70	từ 10 đến 15	
Kỹ thuật can thiệp	từ 20 đến 24	≤ 70	từ 10 đến 15	
Phòng xét nghiệm, Xquang, siêu âm	từ 21 đến 26	≤ 70	từ 3 đến 5	
Chẩn đoán hình ảnh	từ 21 đến 26	≤ 70	≥ 6	
Phòng mổ, phòng hồi tỉnh hành lang vô khuẩn	từ 21 đến 24	từ 60 đến 70	từ 15 đến 20	
Tiền mê, hành lang sạch	từ 21 đến 26	≤ 70	từ 5 đến 15	
Lamina HOT	từ 19 đến 22	≤ 60	20	
Khu vực sạch	từ 21 đến 26	≤ 70	từ 1 đến 2	Khoa Xét nghiệm

Bước 3: Lựa chọn máy và thiết bị (bước này cần hiệu chỉnh năng suất lạnh cho hệ thống)

Bước 4: Tính toán đường ống gas và thiết bị (Refnet Joint, Resnet Header) (Nếu hệ thống là VRV, VRF); Tính toán thủy lực đường ống nước và phụ kiện (van, tê, cút, … vv) (Nếu hệ thống là Chiller); Bố trí máy và thiết bị trên mặt bằng kiến trúc

Bước 5: Thiết kế hệ thống thông gió bao gồm:

+ Hệ thống phân phối gió lạnh, cấp khí tươi;
+ Hút khí thải; hút khói;
+ Tăng áp cầu thang;
+ Thông gió tầng hầm;
+ Bố trí thiết bị trên mặt bằng công trình.

Lưu ý:

- Các hệ thống TG chung trong tòa nhà bệnh viện không có điều kiện thông gió tự nhiên nhất là các tầng hầm, cần được thiết kế với ít nhất 2 quạt thổi và/hoặc 2 quạt hút với lưu lượng mỗi quạt không nhỏ hơn 50% lưu lượng thông gió. Có thể thiết kế 1 hệ thống thổi và 1 hệ thống hút nhưng phải có quạt dự phòng;

- Hệ thống thông gió lắp tại các phòng bệnh đông bệnh nhân sẽ giúp làm mát gió tươi (gió thiên nhiên) nhằm làm giảm năng lượng tiêu thụ cho máy ĐHKK;

- Cửa lấy không khí ngoài của hệ thống thông gió cơ khí cũng như cửa sổ hoặc lỗ thông gió để mở dùng cho thông gió tự nhiên[52] phải được bố trí tại những vùng không có dấu hiệu ô nhiễm của không khí bên ngoài, đặc biệt là ô nhiễm mùi;

[51] TCVN 4470:2012 - Bệnh viện đa khoa – Tiêu chuẩn thiết kế

[52] Thiết kế lỗ mở trên tường, mái công trình xem thêm nội dung ở Mục 3.3.5 của Hướng dẫn này.

- Mép dưới của cửa lấy không khí ngoài cho hệ thống thông gió cơ khí hoặc hệ thống ĐHKK phải nằm ở độ cao ≥ 2 m kể từ mặt đất, Đối với các vùng có gió mạnh mang theo nhiều cát và bụi, mép dưới của cửa lấy không khí ngoài phải nằm ở độ cao ≥ 3 m kể từ mặt đất và phải bố trí buồng lắng cát-bụi sau cửa lấy không khí ngoài;

- Với những bệnh viện có quy mô nhỏ thì việc sử dụng máy lạnh cục bộ kết hợp công nghệ Inverter mang lại một sự tiết kiệm rất lớn. Việc đầu tư đổi mới công nghệ cho hệ thống ĐHKK hiện hữu bằng công nghệ điều hòa inverter sẽ giúp các bệnh viện tiết kiệm được 35% chi phí điện năng sử dụng và góp phần cải thiện môi trường không khí xanh sạch trong bệnh viện.

- Đối với những phòng mổ được thiết kế tiêu chuẩn điều hòa riêng cho phòng mổ. Không khí khi đưa vào phòng mổ phải đảm bảo cấp độ sạch nên sẽ được qua các thiết bị lọc làm cho cột áp quạt rất lớn. Không khí trong phòng mổ phải được kiểm soát về nhiệt độ và độ ẩm, và đòi hỏi ít bảo trì sự cố điều đó làm cho hệ thống Điều hòa Chiller giải nhiệt nước được ưu tiên sử hàng đầu.

- Thông thường cụm làm lạnh nước được đặt ở phòng máy tầng hầm hoặc trên sân thượng, nước được làm lạnh đi đến các cụm FCU, AHU để làm lạnh không khí trong phòng. Những FCU thường có cột áp nhỏ nên việc lưu lượng gió đi qua các bộ lọc sẽ làm tổn thất cột áp khá lớn. Để xử lý trường hợp này ta sử dụng thiết bị sản phẩm Fan Filter Unit (FFU). FFU là thiết bị tích hợp quạt đi kèm với phin lọc HEPA và hộp lọc, thường gắn trên trần phòng sạch. Vật liệu hộp có thể làm bằng tôn tráng kẽm, sơn tĩnh điện hoặc Inox. Mặt nạ bằng inox soi lỗ. FFU có thể được gắn trực tiếp lên trần dạng độc lập hoặc có thể kết hợp với một hệ thống buồng thổi lạnh tạo ra dòng khí thẳng cho các phòng mổ có yêu cầu độ sạch cao.

Bước 6: Mô phỏng thiết kế và tính toán hiệu quả năng lượng:

Mô phỏng là một bước khuyến khích thực hiện khi thiết kế TKNL. Các chương trình mô phỏng năng lượng (xem Hình 20) là các công cụ hữu ích không chỉ đánh giá hiệu quả cuối cùng của giải pháp mà còn có thể hỗ trợ phân tích tiềm năng tiết kiệm năng lượng trong công (Có thể dùng một số phần mềm mô phỏng năng lượng như DesignBuilder, DesignBuilder, EnergyPlus, OpenStudio,...).

* Các thông số dùng trong mô phỏng:

- Nhiệt độ không khí trong nhà và ngoài nhà:

- Vận tốc gió và độ ẩm của không khí trong phòng;

- Công suất lạnh của hệ thống ĐHKK;

- Công suất điện của dàn nóng và dàn lạnh của hệ thống ĐHKK;

- Công suất điện của quạt trong hệ thống thông gió.

Bước 7: Tính toán hiệu quả kinh tế

Bước 8: Hoàn thiện hồ sơ thiết kế

3.5.2. Hướng dẫn thiết kế hệ thống chiếu sáng

3.5.2.1. Các giải pháp và lưu ý trong thiết kế hệ thống chiếu sáng

Chiếu sáng nhân tạo công trình bệnh viện thường chiếm hơn 20%-30% tổng lượng điện tiêu thụ, đây là một phần quan trọng trong chi phí vận hành bệnh viện và do đó cũng là trọng tâm trong quản lý tiết kiệm năng lượng của bệnh viện. Tối ưu hóa lắp đặt hệ thống chiếu sáng có thể giảm đáng kể mức tiêu thụ điện, lên đến 40%-50%. Khi thiết kế hệ thống chiếu sáng nhân tạo trong bệnh viện nhằm sử dụng NL TK-HQ cần lưu ý các điểm sau đây:

(1) Đảm bảo đồng thời yêu cầu tiện nghi thị giác (xem Bảng 14) và hiệu suất sử dụng năng lượng; trong đó nên đảm bảo mật độ công suất chiếu sáng bên trong bệnh viện theo quy định hiện hành[53];

> Theo QCVN 09:2017/BXD, mật độ công suất chiếu sáng LPD cho bên trong công trình không được vượt quá mức tối đa cho phép là 11W/m^2.

Bảng 14. Độ rọi tối thiểu các khu vực trong bệnh viện *(TCVN 4470:2012)*

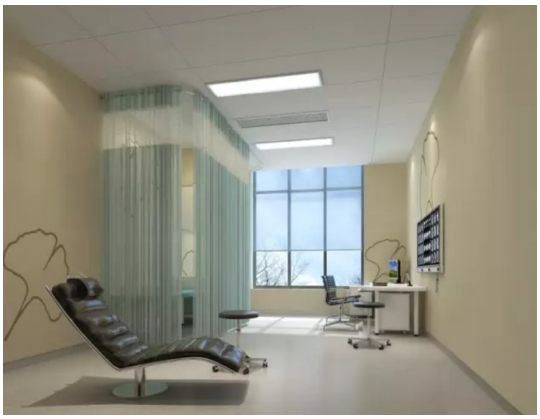
Khu vực	Độ rọi tối thiểu (lux)	Ghi chú
Phòng đợi, tiếp nhận, phân loại	200	
Nơi đăng ký, lấy số và nhận trả kết quả	200	
Nơi chuẩn bị, phòng vệ sinh, tháo thụt, thay quần áo	150	
Hành lang, lối đi	200	
Phòng hành chính, văn phòng	150	
Phòng hội chẩn	500	
Kho (dụng cụ, thiết bị, vật phẩm y tế và dược phẩm, đồ bẩn)	150	
Khám chữa răng		
Chiếu sáng chung	500	
So màu răng	5.000	
Khám Tai Mũi Họng		
Chiếu sáng chung	500	
Chiếu sáng cục bộ	1.000	Đèn cục bộ

(2) Ưu tiên sử dụng nguồn phát sáng hiệu suất cao, thiết bị chiếu sáng có độ phân bổ ánh sáng phù hợp, lắp đặt mạng lưới đèn tối ưu và tích hợp hệ thống kiểm soát thông minh; đặc biệt cần tận dụng tối đa ánh sáng tự nhiên.

(3) Thiết kế và lắp đặt hệ thống chiếu sáng nhân tạo của bệnh viện nên tối ưu cho từng khu vực/không gian do mỗi khu vực/không gian có nhu cầu ánh sáng khác nhau về cường độ và thời gian sử dụng:

[53] QCVN 09:2017/BXD

- Các phòng khám thông thường thường có kích thước nhỏ nên sử dụng đèn LED trần, với ánh sáng đều, độ chiếu sáng trong khoảng 300lx;



Hình 61. Giải pháp dùng đèn LED chiếu sáng cho các phòng khám

Hình 62. Giải pháp chiếu sáng đèn LED cho các phòng xét nghiệm

- Phòng khám cấp cứu là một hình thức đặc biệt của phòng khám ngoại trú nhằm thực hiện chẩn đoán và điều trị khẩn cấp tại các địa điểm, nói chung nên sử dụng ánh sáng trắng 6000K, thiết kế chiếu sáng cho 300-500lx;

- Khoa xét nghiệm và phòng thí nghiệm cần môi trường sáng sủa và không bị chói. Độ sáng khuyến nghị là 300-500lx. Việc sử dụng thiết bị chiếu sáng ngoài việc xem xét các yếu tố ảnh hưởng đến môi trường chiếu sáng, còn cần xem xét không để ảnh hưởng đến trạng thái làm việc bình thường của thiết bị, dụng cụ y tế.

- Khoa khám ngoại ngoài việc quan sát, chuẩn đoán còn cần tạo ra bầu không khí không ngột ngạt, mang đến cho bệnh nhân một môi trường chiếu sáng thoải mái, thư giãn, độ chiếu sáng không nên quá cao, nên chiếu sáng 150-300lx;

- Phòng khám nhãn khoa có phòng sáng và phòng tối, độ chiếu sáng phòng sáng từ 10000lx đến 50lx, độ chiếu sáng phòng tối từ 50 lx đến 0lx có phạm vi thay đổi, cần thiết kế điều chỉnh độ sáng.

- Hệ thống chiếu sáng trực đêm trong phòng bệnh nhân cần đảm bảo độ rọi 5 lux trên mặt ngang cách sàn 0,8 m.

- Tiêu chuẩn yêu cầu độ sáng trong phòng mổ là hơn 750 lx. Thiết kế được khuyến nghị là 1000 lx. Đồng thời, sự phát triển màu sắc cần được cải thiện nhiều nhất có thể để nâng cao khả năng tập trung của nhân viên y tế vào mô tổn thương, máu và những thay đổi màu sắc khác trong việc xác định và phán đoán. Đồng thời, phòng mổ cũng phải được trang bị hệ thống chiếu sáng khẩn cấp.

Hình 63. Giải pháp dùng đèn LED chiếu sáng cho phòng mổ

Hình 64. Giải pháp dùng đèn LED chiếu sáng cho các phòng nội trú

- Thiết kế chiếu sáng phòng bệnh thông thường là kiểu kết hợp, nguồn sáng cần có nhiệt độ màu ấm và không nhấp nháy. Cung cấp ánh sáng trong phòng với độ rọi từ 100-150lx, bệnh nhân có thể ở trạng thái thoải mái. Lưu ý bệnh nhân nằm nhiều thời gian hơn, không nên sử dụng ánh sáng trực tiếp với độ sáng cao, tốt nhất nên sử dụng bóng đèn có nguồn sáng diện tích lớn hoặc ánh sáng gián tiếp.

(4) Cần xem xét tổng thể đến các yếu tố hiệu suất, quang thông, cường độ sáng, nhiệt độ màu, chỉ số kết xuất màu (CRI), tuổi thọ của bóng đèn, vùng chiếu sáng và giải pháp kiểm soát nguồn sáng;

- Độ rọi tối thiểu: QCVN 09:2017/BXD quy định: "Độ rọi nhỏ nhất cho phép trong nhà ở và công trình công cộng phải tuân thủ Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 12:2014/BXD "Hệ thống điện của nhà ở và nhà công cộng". Theo đó:

Tên công trình, gian, phòng	Nhóm phòng	Cấp công việc	Mặt phẳng quy định độ rọi - độ cao cách mặt sàn m	Độ rọi nhỏ nhất cho phép lx	Ghi chú
7 Bệnh viện, nhà điều dưỡng 7.1 Phòng mổ	1	IIa	Ngang - 0,8	1000	Trên bàn mổ phải có thêm đèn mổ đảm bảo độ rọi 3000 lx
7.2 Phòng: gây mê, đẻ, hậu phẫu, phòng băng bó	1	IIa	Ngang - 0,8	500	
7.3 Phòng bác sĩ, phòng khám bệnh chung, văn phòng	1	IIb	Ngang - 0,8	500	Trên bàn mổ phải có thêm đèn mổ đảm bảo độ rọi 3000 lx
7.4 Phòng liệu pháp vật lí	1	IIIc	Ngang - 0,8	100	
7.5 Phòng (khoa) X quang	1	IIIc	Ngang - 0,8	100	
7.6 Phòng bệnh nhân	2	Ibc	Ngang - 0,8	100	
7.7 Phòng hội chẩn, giảng đường	1	IIb	Ngang - 0,8	400	
7.8 Phòng: y tá, hộ lí, trực của y tá, hộ lí	1	IIIa	Ngang - 0,8	300	
7.9 Phòng bác sĩ trưởng khoa	1	IIb	Ngang - 0,8	200	
7.10 Phòng xét nghiệm	1	IIb	Ngang - 0,8	350	
7.11 Phòng dược a) Gian bán hàng	2	IIc	Ngang - 0,8	300	-
b) Nơi nhận đơn thuốc và để thuốc đã pha chế	1	IIIa	Ngang - 0,8	300	Trên bàn mổ phải có thêm đèn mổ đảm bảo độ rọi 3000 lx
7.12 Kho thuốc dụng cụ y tế	-	IIIc	Đứng - 1,0 (trên giá)	75	-
7.13 Phòng để nồi hấp diệt trùng	-	IIIc	Ngang - 0,8	75	-
7.14 Buồng máy phóng xạ	-	IIIc	Ngang - 0,8	75	-

7.15 Phòng để chăn màn, nơi gửi đồ đạc của bệnh nhân	-	IIIc	Đứng - 1,0 (trên giá)	75	-
7.16 Phòng mổ tử thi và Nhà xác	-	-	Ngang - 0,8	500	-
7.17 Phòng đăng kí, phòng cấp cứu	1	IIc	Ngang - 0,8	200	Cần có ổ cắm để bổ sung chiếu sáng tại chỗ
8 Phòng y tế					
8.1 Phòng chờ khám	2	IIIc	Ngang - 0,8	500	Cần có ổ cắm để bổ sung chiếu sáng tại chỗ
8.2 Phòng đăng kí, phòng nhân viên trực, phòng của người phụ trách	1	IIc	Ngang - 0,8	300	
8.3 Phòng bác sĩ, phòng băng bó	1	IIb	Ngang - 0,8	400	
8.4 Phòng liệu pháp vật lý	1	IIIc	Ngang - 0,8	100	-
8.5 Buồng để nồi hấp tẩy trùng, kho thuốc và bông băng	-	IIIc	Ngang - 0,8	75	

- Mật độ công suất chiếu sáng tối đa LPD (W/m^2)[54].

> **QCVN 09:2017/BXD quy định:** Mật độ công suất chiếu sáng (LPD) cho bên trong công trình không được vượt quá mức tối đa cho phép 13 (W/m^2) đối với bệnh viện và 11 (W/m^2) đối với trạm y tế, chăm sóc sức khỏe khác.

Có thể sử dụng *bảng kiểm LT02 – Mật độ công suất chiếu sáng tối đa* tại trang thông tin của Bộ xây dựng (http://tietkiemnangluong.xaydung.gov.vn/).

+ Vùng chiếu sáng: Việc chia khu vực thành các vùng chiếu sáng phù hợp cho phép điều khiển chiếu sáng tốt hơn, có thể tắt các bóng đèn tại khu vực không có người sử dụng bằng tay hoặc tự động bằng cảm biến.

> **QCVN 09:2017/BXD quy định:**
> - Thiết bị tắt chiếu sáng khi không có nhu cầu sử dụng phải được thiết kế và lắp đặt cho các khu vực có diện tích tối đa 2500 m^2 trên một tầng sàn;
> - Mỗi thiết bị điều khiển chiếu sáng được thiết kế và lắp đặt trên diện tích sử dụng tối đa 250m^2 đối với khu vực rộng đến 1000 m^2 và tối đa 1000 m^2 đới với khu vực rộng hơn 1000 m^2.

(5) Cần xem xét đến tổng thể hệ thống gồm: nguồn phát sáng hoặc đèn; các thành phần phụ trợ; thiết bị; và bộ điều khiển. Mỗi thành phần có ảnh hưởng đến chất lượng của việc lắp đặt, đến sự thoải mái về thị giác và mức tiêu thụ năng lượng. Mỗi loại đèn có một kiểu lắp đèn tương ứng. Mỗi bộ đèn có chứa các thành phần phụ trợ cần thiết để đèn hoạt động tốt;

---

[54] Hiện nay trong Dự thảo QCVN 04-3:202x/BXD - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về công trình xây dựng, Phần 3 – Các công trình xây dựng sử dụng năng lượng hiệu quả, sẽ áp dụng quy định mật độ công suất chiếu sáng theo International Energy Conservation Code (IECC) (2021) Section 405: Electrical power and lighting system C.405.3.2 Interrior lighting power allowance. Table C405.3.2. Do đó khi quy chuẩn nói trên ban hành thì áp dụng mật độ chiếu sáng theo quy chuẩn đó.

(6) Cần quan tâm tối ưu cả hệ thống chiếu sáng bên trong và bên ngoài vì nhu cầu chiếu sáng bên ngoài là rất lớn.

Chiếu sáng ngoài trời bệnh viện, bao gồm lối vào bệnh viện, khu vườn nghỉ ngơi, đường bệnh viện, bãi đậu xe và chiếu sáng bên ngoài tòa nhà, v.v.

- Ánh sáng trắng có thể được sử dụng ở lối vào không chỉ để đáp ứng yêu cầu về giao thông và luồng giao thông mà còn phù hợp với các tiêu chuẩn giám sát và quản lý bệnh viện, độ chiếu sáng khuyến nghị 300-500lx.

- Đường bệnh viện đều có thể duy trì độ chiếu sáng 20-30lx, khoảng cách cột đèn nên để vừa và nhỏ để cải thiện độ đồng đều chiếu sáng.

- Chiếu sáng bãi đậu xe có thể là đèn LED chạy bằng năng lượng mặt trời, cung cấp ánh sáng cơ bản. Bãi đỗ xe ngầm hoặc bán ngầm có thể là đèn huỳnh quang hoặc đèn LED gắn trên trần và được điều khiển bằng cảm biến tự động.

- Vườn nghỉ ngơi nội trú chủ yếu dùng để làm đẹp môi trường, đồng thời cung cấp cho bệnh nhân không gian nghỉ ngơi và đi lại ngoài trời, nên sử dụng ánh sáng ấm áp, độ chiếu sáng không quá cao, nếu hành lang có gian hàng thì có thể phác thảo đường nét hợp lý để tránh quá chói.

Công trình bệnh viện thường là một tòa nhà tương đối lớn, và yêu cầu về chiếu sáng cảnh quan cũng là một phần quan trọng trong chiếu sáng bệnh viện. Chiếu sáng cảnh quan bên ngoài bệnh viện phải phù hợp với bệnh viện, tránh quá lộng lẫy và tiết kiệm năng lượng. Bố trí các tòa nhà bệnh viện bằng đèn LED treo tường hoặc thanh đèn LED, sử dụng thiết bị chiếu sáng LED cho logo bệnh viện và lắp đặt màn hình hiển thị LED nếu cần thiết để giảm lượng điện tiêu thụ và tiết kiệm năng lượng.

(7) Một số loại đèn tiết kiệm năng lượng và phụ kiện hỗ trợ có thể tham khảo

Để tiết kiệm năng lượng, hầu hết đèn được lắp đặt trong bệnh viện nên là đèn LED, tuy nhiên tại một số bệnh viện lâu chưa được cải tạo thì vẫn còn một số đèn ống huỳnh quang T8 với và chấn lưu có hiệu suất cao (Hình 65). Có sử dụng bộ phận phản xạ ánh sáng vào trong các bộ đèn và treo hoặc tích hợp trên trần nhà. Đặc điểm của chúng được đưa ra trong Bảng 15.

Hình 65. Các dạng đèn Led và huỳnh quang có trên thị trường Hà Nội

Một bộ phụ kiện đèn dùng để phân phối, lọc hoặc biến đổi công suất ánh sáng của đèn, có thể bao gồm:

+ Khung lắp đặt, cho phép lắp ráp các thành phần khác nhau của bộ đèn (gương phản xạ, cửa kính, tấm che, bộ khuếch tán, v.v.) và cố định bộ phụ kiện đèn vào trần hoặc tường.

+ Chóa phản sáng, phản xạ ánh sáng do đèn phát ra và hướng nó đến nơi mong muốn.

+ Các tấm chắn, giúp bảo vệ mắt khỏi bị chói, ngăn không cho đèn bị nhìn trực diện.

+ Bộ khuếch tán hoặc bộ phận bảo vệ, đôi khi thay thế các tấm chắn và bảo vệ đèn khỏi môi trường.

+ Tấm che cho phép gắn các thiết bị phụ trợ điện (chấn lưu, bộ khởi động, v.v.).

Hình 66. Các dạng phụ kiện chóa đèn (Nguồn: Internet)

Về cơ bản, có thể áp dụng ba loại phân phối công suất chiếu sáng của đèn (Hình 67):

- Mở rộng, nơi chùm sáng từ bộ đèn chiếu rộng, cho độ rọi tương đối đồng đều;
- Chuyên sâu, với chùm ánh sáng hẹp tạo ra khả năng chiếu sáng nổi bật;
- Không đối xứng, có thể được sử dụng để chiếu sáng các bề mặt thẳng đứng như tường hoặc vị trí thích hợp để tiện thao tác khám chữa bệnh.

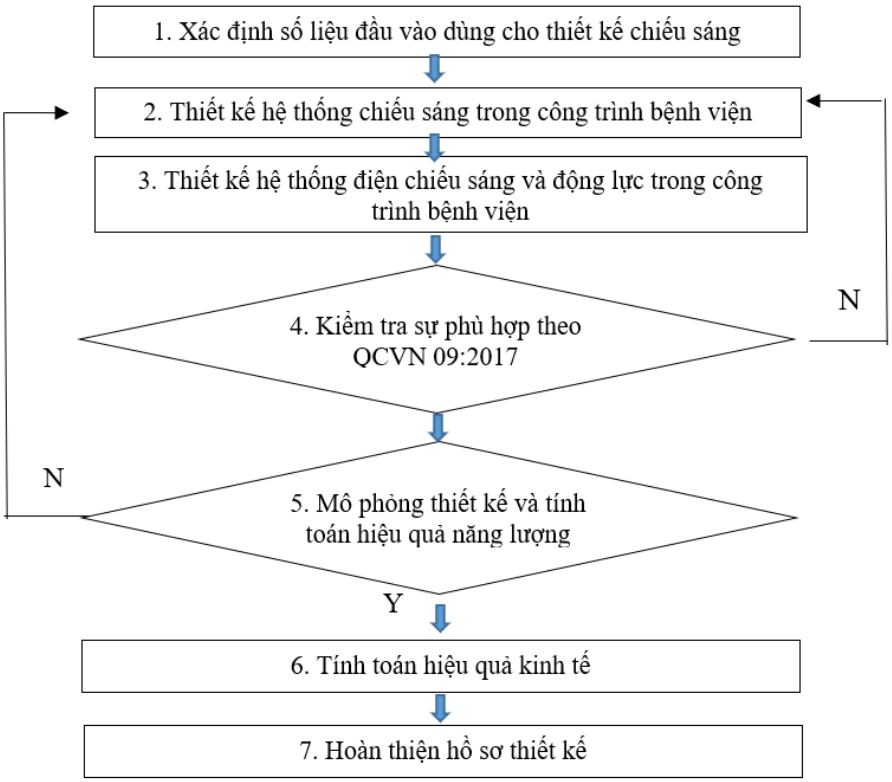
Hình 67. Các dạng phân phối ánh sáng cơ bản

Ngoài công tắc tắt-bật cơ bản, nhằm mục tiêu nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng, hệ thống chiếu sáng nhân tạo nên xem xét lắp đặt thêm các thiết bị điều khiển gồm công tắc điều chỉnh độ sáng, công tác hẹn giờ, máy cảm biến chuyển động/hiện diện...

Bảng 15. Đặc điểm của một số loại đèn hiệu quả năng lượng có trên thị trường Hà Nội

Loại đèn	Hoạt động	Nguồn điện khả dụng	Hiệu quả	Nhiệt độ màu	Tuổi thọ
Ống huỳnh quang; Ống T8, T5 phải được sử dụng với chấn lưu điện tử; Ống tròn.	Ống huỳnh quang hoạt động với nguyên tắc phóng điện xảy ra trong chất khí để tạo ra ánh sáng. Để hoạt động, một trong những ống này cần có chấn lưu và bộ khởi động, có vai trò hạn chế, kiểm soát và bắt đầu phóng điện.	Từ 14 W-58 W. Chiều dài của ống thay đổi tùy theo công suất của nó. Quang thông của ống thay đổi trong khoảng từ 1300 lm đến 5000 lm.	Hiệu suất phát sáng rất tốt, dao động giữa 60 lm/W và 105 lm/W.	Nhiệt độ màu thay đổi theo loại bột được sử dụng trong ống: từ trắng ấm (2700 K) đến trắng lạnh (6700 K). Chỉ số hoàn màu (CRI) không hoàn hảo nhưng khá tốt (CRI 80-95).	Tuổi thọ của đèn ống huỳnh quang phụ thuộc vào loại chấn lưu và loại bộ khởi động có thể lên đến 20.000 giờ.
Đèn huỳnh quang compact	Đèn huỳnh quang compact là những ống huỳnh quang thu nhỏ được gấp lại, có kích thước được giảm bớt để có thể sử dụng chúng thay thế đèn sợi đốt.	Công suất 3-23 W với loại có chấn lưu tích hợp; - Từ 5 W đến hơn 80 W đối với những loại có chấn lưu bên ngoài. Quang thông từ 100 lm đến hơn 6000 lm.	Hiệu suất phát sáng tốt, từ 35-80 lm/W. Lớp năng lượng của chúng nói chung là A và B	Màu sắc có thể thay đổi giữa trắng ấm (2700 K) và trắng lạnh (6500 K). CRI là tốt, với phạm vi từ 80 đến 90.	Tuổi thọ đèn huỳnh quang compact có chấn lưu tích hợp: từ 6000 giờ đến 10.000 giờ.
Điốt phát sáng (Đèn LED)	Đèn LED là một chất bán dẫn bao gồm một mặt phân cách giữa hai vật liệu, một vật liệu thừa electron và vật liệu kia thì thiếu hụt. Khi một điện áp được đặt vào bề mặt phân cách, các electron dư thừa sẽ di chuyển đến vùng thâm hụt và tái kết hợp ở đó. Sự tái kết hợp này tạo ra bức xạ có màu sắc phụ thuộc vào các thành phần.	Công suất của đèn LED trên thị trường thay đổi trong khoảng 0,007 W đến 3 W. Quang thông của chúng thay đổi trong khoảng từ 1,5 lm đến 200 lm. Cần phải lưu ý rằng quang thông của chúng rất thay đổi theo nhiệt độ môi trường.	Đèn LED hiện có trên thị trường có hiệu suất từ 20 lm/W đến 30 lm /W (ánh sáng trắng). Lớp năng lượng của chúng thay đổi từ D đến B.	Nhiệt độ màu của đèn LED thay đổi từ ấm (2700 K) đến mát (6500 K). Nhưng hiệu suất của chúng tốt hơn đối với màu lạnh. CRI từ 50 đến 80.	Tuổi thọ đèn LED có thể rất thay đổi theo nhiệt độ môi trường và điện áp áp dụng; có thể từ 5000 giờ đến hơn 100.000 giờ.

3.5.2.2. Quy trình thiết kế hệ thống chiếu sáng



Hình 68. Quy trình thiết kế hệ thống chiếu sáng bệnh viện

Bước 1: Xác định số liệu đầu vào dùng cho thiết kế chiếu sáng bệnh viện

+ Xác định loại hình, mục đích sử dụng của các phòng chức năng của bệnh viện;
+ Xác định loại hình kết cấu, kích thước các phòng chức năng của bệnh viện;
+ Quy mô công trình: khối tầng, số tầng, diện tích sàn mỗi tầng, tổng diện tích sàn;
+ Đặc điểm vật liệu, màu sơn của tường và trần;
+ Xác định các phụ tải bố trí trong công trình;
+ Nguồn điện cấp cho công trình.

Bước 2: Thiết kế hệ thống chiếu sáng trong công trình bệnh viện (theo phương pháp cải thiện quang thông hoặc theo phần mềm (Dialux) hoặc theo suất phụ tải chiếu sáng)

+ Liệt kê các phòng chức năng – tra độ rọi và chỉ số hoàn màu yêu cầu;
+ Tính toán số lượng đèn các phòng chức năng cần thiết;
+ Xác định phương án bố trí đèn;
+ Lựa chọn loại đèn chất lượng, phù hợp với yêu cầu chiếu sáng của các phòng chức năng;
+ Thử lại thiết kế bằng phần mềm thiết kế chiếu sáng (Dialux) để kiểm tra độ đồng đều của ánh sáng trong phòng chức năng.

Bước 3: Thiết kế hệ thống điện chiếu sáng và động lực trong công trình bệnh viện

+ Phân tích/lựa chọn phương án cấp điện và lập sơ đồ nguyên lý cấp điện toàn nhà bao gồm các tủ điện toàn nhà, các tủ điện chiếu sáng tầng, các tủ điện động lực chính;

+ Tính toán xác định công suất điện cần cấp cho chiếu sáng và ổ cắm cho các phòng/tầng của bệnh viện;

+ Tính toán xác định công suất tính toán của các thiết bị động lực /mạch điện động lực/tủ điện động lực trong công trình;

+ Tính toán xác định tổng công suất điện toàn bộ công trình;

+ Bố trí thiết bị và vạch tuyến đi dây điện trên mặt bằng tầng được giao;

+ Thiết lập sơ đồ nguyên lý cấp điện cho các tủ điện phòng, tủ điện vùng, tủ điện tầng, và tủ điện động;

+ Tính toán lựa chọn dây dẫn, thiết bị bảo vệ cho các lộ điện tổng, nhánh của các tủ điện nói trên;

+ Tính toán bù nâng cao hệ số công suất cosϕ;

+ Tính chọn số lượng và công suất máy biến áp và máy phát điện theo yêu cầu.

Bước 4: Kiểm tra sự phù hợp so với các quy định của QCVN 09:2017/BXD

Bước 5: Mô phỏng thiết kế và tính toán hiệu quả năng lượng

Bước này cần kết hợp với các phần thiết kế thông gió, ĐHKK,... để tránh được các lỗi, xung đột dễ nảy sinh ở giai đoạn phát triển kỹ thuật, tiết kiệm năng lượng và tránh được tăng chi phí ngoài dự kiến. (Có thể dùng một số phần mềm sử dụng mô phỏng năng lượng như DesignBuilder, Integrated Envionmental Solution, EnergyPlus, OpenStudio,...)

*Các thông số cần thiết dùng trong mô phỏng:

- Thông số về thông gió và ĐHKK (trình bày ở mục 3.5.2.1);
- Thông số về độ rọi yêu cầu của ánh sáng nhân tạo bên trong nhà;
- Nhiệt độ màu, quang thông của đèn;
- Thông số về công suất điện của các thiết bị chiếu sáng (các loại đèn);

Bước 6: Tính toán hiệu quả kinh tế

Bước 7: Hoàn thiện hồ sơ thiết kế

3.5.3. Hướng dẫn thiết kế hệ thống đun nước nóng

Nhu cầu đun nước nóng có thể tiêu hao năng lượng đáng kể trong các công trình bệnh viện. Hệ thống đun nước nóng dịch vụ thường hoạt động liên tục và có thể gây ra thất thoát liên tục. Thất thoát năng lượng có thể do thiết bị đun nước nóng có hiệu suất thấp hoặc mất nhiệt từ ống dẫn nước hay bình đun.

QCVN 09:2017/BXD quy định:

- Tất cả các thiết bị đun nước nóng, lò hơi cấp nước nóng sử dụng cho công trình phải có hiệu suất tối thiểu như trong Bảng 16[55];

- Bơm nhiệt cấp nước nóng phải đạt hiệu quả COP tối thiểu như trong Bảng 17;

Bảng 16. Hiệu suất tối thiểu của thiết bị đun nước nóng

Loại thiết bị	Hiệu suất tối thiểu E_T, %
Các bộ đun, trữ nước dùng khí đốt	78
Các bộ đun nước tức thời dùng khí đốt	78
Các bộ đun, cung cấp nước nóng bằng khí đốt	77
Các bộ đun, cung cấp nước nóng bằng dầu	80
Các bộ đun, cung cấp nước nóng dùng khí đốt và dầu	80
Lò hơi công suất nhiệt 10-350 kW, đốt củi, giấy	60
Lò hơi công suất nhiệt 10-2000 kW, đốt than nâu	70
Lò hơi công suất nhiệt 10-2000 kW, đốt than đá	73
Bộ đun nước nóng bằng điện trở	Emin = 5,9 + 5,3$V^{0,5}$ (W)

Chú thích:

- Hiệu suất tối thiểu của bộ đun nước nóng dùng khí đốt hoặc dầu được đưa ra dưới dạng hiệu suất nhiệt E_T (Thermal Efficiency), trong đó bao gồm cả thất thoát nhiệt từ các ngăn của bộ đun;
- Hiệu suất tối thiểu của bộ đun nước nóng bằng điện trở được xác định từ lượng thất thoát ở trạng thái chờ tối đa (Stanby Loss, SL) khi chênh lệch nhiệt độ giữa nước đun và môi trường xung quanh là 40^0 C. Trong công thức trên, V là dung tích đo bằng lít;
- Quy trình thử nghiệm được tiến hành theo tiêu chuẩn ANSI Z21.10.3 hoặc các tiêu chuẩn khác áp dụng cho công trình.

Bảng 17. Hiệu suất tối thiểu COP của bơm nhiệt cấp nước nóng

Loại thiết bị	COP, kW/kW
Bơm nhiệt với nguồn nhiệt từ không khí	≥ 3,0
Bơm nhiệt với nguồn nhiệt từ nước	≥ 3,5
Bơm nhiệt: Khi chạy để cung cấp nước nóng Khi chạy điều hòa không khí và cung cấp nước nóng	 ≥ 3,0 ≥ 5,5

Với hệ thống đun nước nóng bằng NLMT sẽ được trình bày ở mục 3.6.2 của Hướng dẫn này.

3.6. HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ HỆ THỐNG NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO

3.6.1. Thiết kế hệ thống điện mặt trời

Năng lượng mặt trời được ứng dụng rộng rãi để sản xuất điện năng, đun nước nóng.... Hiện có nhiều nguồn năng lượng tái tạo khác nhau để sản xuất điện như: năng

[55] Có thể tham khảo *Bảng kiểm SW02a - hiệu suất của hệ thống đun nước nóng* và *Bảng kiểm SW02b – Hiệu suất COP của bơm nhiệt cấp nước nóng* tại trang thông tin của Bộ xây dựng http://tietkiemnangluong.xaydung.gov.vn/

lượng mặt trời, năng lượng gió, năng lượng thủy lực, và địa nhiệt... Nhìn chung, các nguồn NL tái tạo này cần được tăng cường sử dụng, nhưng đối với quy mô của các tòa nhà bệnh viện, tài liệu này khuyến nghị xem xét giải pháp lắp đặt, sử dụng năng lượng mặt trời bổ sung nguồn điện cho hệ thống chiếu sáng và đun nước nóng.

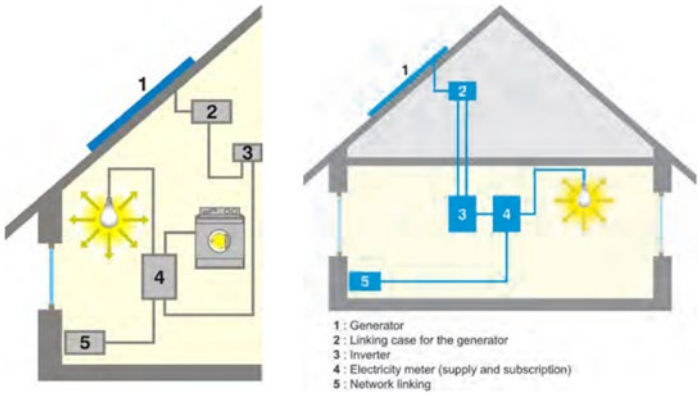
Ở Việt Nam, với số lượng giờ nắng dồi dào, dù ở bất cứ tỉnh thành nào tại Việt Nam, khi lắp đặt điện mặt trời, các bệnh viện cũng sẽ nhận được những lợi ích lớn trong TKNL.

3.6.1.1. Cấu tạo hệ thống điện mặt trời

Đối với các công trình bệnh viện, nên tiêu thụ trực tiếp điện mặt trời được sản xuất trong giờ làm việc và có thể cung cấp điện năng dư thừa cho lưới điện công cộng trong thời gian nghỉ. Thiết kế một hệ thống điện mặt trời là xây dựng một quan hệ tương thích giữa các thành phần của hệ về mặt định tính và định lượng, để đảm bảo một sự truyền tải năng lượng hiệu quả cao từ máy phát - pin mặt trời đến các tải tiêu thụ ở các phòng trong bệnh viện.

- Một hệ thống điện mặt trời được kết nối với lưới điện bao gồm các thành phần cơ bản sau:

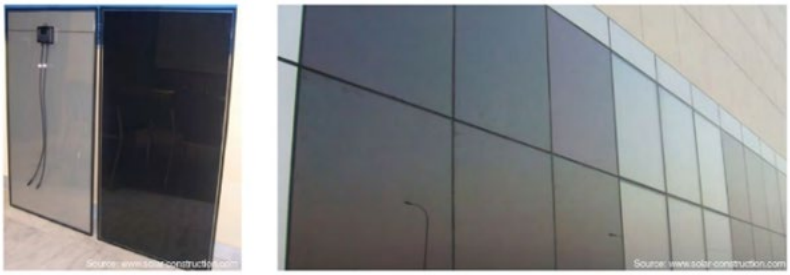
+ Hệ thống tấm pin quang điện (1);
+ Hộp nối (2);
+ Bộ nghịch lưu quang điện (3) (chuyển đổi dòng điện một chiều được tạo ra bởi các tấm pin thành dòng điện xoay chiều có thể sử dụng được);
+ Đồng hồ đo điện (4);
+ Hộp nối với nguồn điện (5).



Hình 69. Sơ đồ hệ thống năng lượng mặt trời áp mái

- Hiện nay cơ bản có ba công nghệ tấm pin quang điện theo phương thức sản xuất (Hình 70):

+ Thế hệ đầu tiên - tấm pin kết tinh: tấm đa tinh thể, tấm đơn tinh thể;
+ Thế hệ thứ hai – tấm pin màng mỏng: Silicon vô định hình;
+ Thế hệ thứ ba – tầm pin đa chức năng: Tấm nhiều lớp, tấm năng lượng mặt trời tập trung, pin mặt trời hữu cơ.



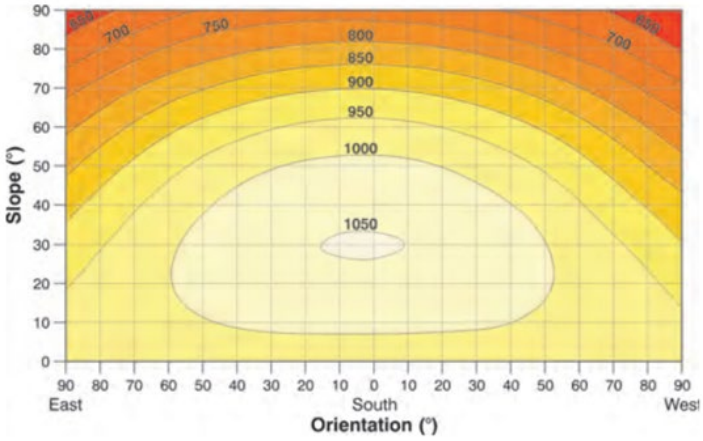
Hình 70. Các dạng pin năng lượng mặt trời (Nguồn: Internet)

Tùy vào mục tiêu hiệu suất, điều kiện thời tiết, ngân sách dự án và thị trường công nghệ pin để lựa chọn loại tấm pin năng lượng mặt trời phù hợp đối với từng dự án. Tuy nhiên, đối với các bệnh viện, giải pháp pin Silicon vô định hình được khuyến nghị sử dụng vì công nghệ pin này hoạt động tốt trong điều kiện ánh sáng yếu, mặt dầu công nghệ pin này có hiệu quả 60 Wc/m^2 - 70 Wc/m^2.

3.6.1.2. Lưu ý khi lựa chọn hệ thống điện mặt trời

+ Nhu cầu năng lượng của bệnh viện;

+ Các bề mặt khả dụng để lắp đặt hệ tấm pin mặt trời (kích thước, diện tích, độ dốc, hướng, khả năng chịu lực...); phụ tải lắp đặt hệ pin mặt trời khoảng 80 kg đến 100 kg/m^2 và chấn lưu của chúng;



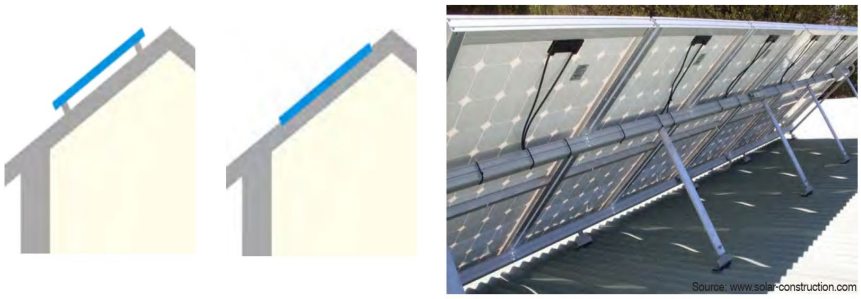
Hình 71. Biểu đồ hướng và độ dốc hệ tấm pin mặt trời

+ Điều kiện bóng che, vật cản trở BXMT;

+ Khả năng tài chính của dự án;

+ Nhu cầu kỹ thuật và thẩm mỹ của chủ đầu tư dự án.

+ Xác định hướng và độ dốc hệ tấm pin mặt trời: Để tối đa hóa hiệu suất phát điện, các tấm pin phải được định hướng và độ dốc một cách tối ưu để thu được BXMT tối đa. Nói chung, nước ta nằm hoàn toàn ở bán cầu Bắc nên hướng chính Nam, Đông Nam hoặc Tây Nam sẽ được khuyến nghị chọn. Hơn nữa, vì nhiệt độ cao ảnh hưởng xấu đến hiệu quả nên ưu tiên cho hướng Đông hơn là hướng Tây (vì nhiệt độ thấp hơn vào buổi sáng) [15];



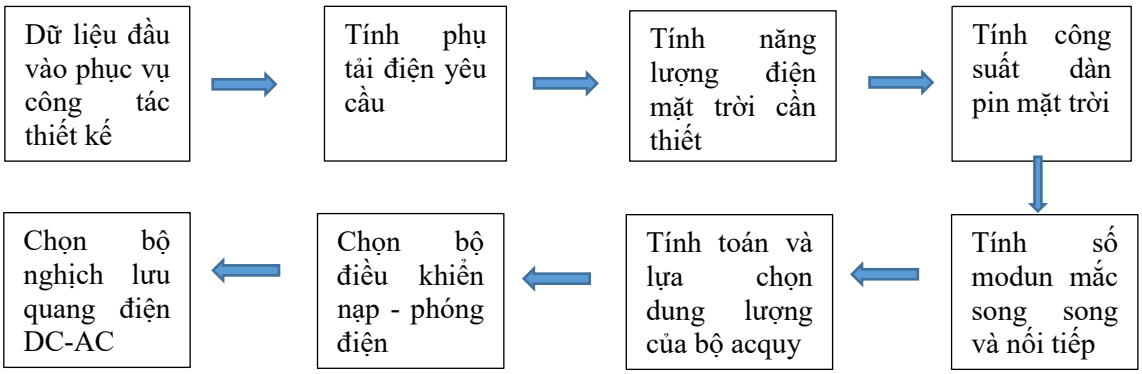
Hình 72. Cấu tạo khung liên kết nâng đỡ hệ tấm pin năng lượng mặt trời

+ Độ dốc của hệ tấm pin: Đối với độ dốc của các tấm so với chiều ngang, cách tiếp cận dựa trên độ cao của mặt trời trên bầu trời. Chiều cao của mặt trời phụ thuộc vào cả vĩ độ và mùa. Năng lượng mặt trời do một bề mặt thu được sẽ lớn hơn nếu bề mặt đó vuông góc với các tia sáng mặt trời.

+ Hiệu quả tối ưu đạt được với hướng Nam và độ dốc 35° so với phương ngang.

3.6.1.3. Quy trình thiết kế hệ thống điện mặt trời

Quy trình thiết kế hệ thống điện mặt trời thể hiện trên Hình 73.



Hình 73. Sơ đồ khối thiết kế hệ thống điện mặt trời

a. Dữ liệu đầu vào phục vụ công tác thiết kế:

Để thiết kế hệ thống điện mặt trời có hiệu quả cao phải có các dữ liệu đầu vào thiết kế như: Vĩ độ địa điểm lắp đặt hệ thống; lượng bức xạ mặt trời bình quân ngày; số giờ nắng trong năm; tải trọng gió.

b. Tính phụ tải điện yêu cầu

Phụ tải điện có thể tính theo ngày và sau đó có thể tính theo tháng hoặc năm.

c. Tính năng lượng điện mặt trời cần thiết

Tính năng lượng điện hàng ngày dàn pin mặt trời cần phải cấp cho hệ thống điện mặt trời.

d. Tính công suất dàn pin mặt trời W_p (Peak Watt)

Công suất dàn pin mặt trời thường được tính ra công suất đỉnh hay cực đại tức là công suất mà dàn pin phát ra ở điều kiện chuẩn. Người thiết kế cần tính cho trường hợp dàn pin mặt trời phải đảm bảo đủ năng lượng cho tải liên tục cả năm. Khi đó cường độ

bức xạ mặt trời dùng để tính phải là cường độ bức xạ hàng ngày trung bình của tháng thấp nhất trong năm.

e. Tính số modun mắc song song và nối tiếp

Trước hết cần lựa chọn loại modun thích hợp với thế làm việc tối ưu; dòng điện làm việc tối ưu và công suất đỉnh. Sau đó tính số modun mắc song song và nối tiếp.

f. Tính dung lượng và chọn bộ acquy

Dung lượng của bộ acquy tính ra Ah phụ thuộc vào hiệu điện thế làm việc của hệ thống điện mặt trời V, số ngày cần dự trữ năng lượng (số ngày không có nắng) D, hiệu suất nạp phóng điện của acquy η_b, độ sâu phóng điện thích hợp DOS (khoảng 0,6 ÷ 0,7).

h. Chọn bộ điều khiển nạp - phóng điện

Bộ điều khiển là một thiết bị điện tử có chức năng kiểm soát tự động các quá trình nạp và phóng điện của bộ acquy. Bộ điều khiển theo dõi trạng thái của acquy thông qua hiệu điện thế trên các điện cực của nó.

k. Chọn bộ nghịch lưu quang điện DC-AC

Bộ nghịch lưu quang điện có chức năng biến đổi dòng điện một chiều (DC) từ dàn pin mặt trời hoặc từ bộ acquy thành dòng điện xoay chiều (AC).

h. Hộp nối và dây nối điện

Khi lắp đặt các modun hay dàn pin mặt trời, bộ acquy, các bộ điều phối trong hệ với nhau người ta dùng các hộp nối có các đầu nối riêng, tháo lắp dễ dàng. Các hộp nối và đầu nối của modun pin mặt trời cần được bảo vệ cẩn thận vì nó phải làm việc lâu dài ở ngoài trời.

3.6.2. Thiết kế hệ thống cung cấp nước nóng bằng năng lượng mặt trời

3.6.2.1. Yêu cầu chung

Dùng năng lượng mặt trời để đun nóng nước được sử dụng nhiều trong các bệnh viện.

QCVN09:2017/BXD quy định:

Khi sử dụng hệ thống đun nước nóng bằng năng lượng mặt trời, hiệu suất tối thiểu của bình đun nước nóng bằng năng lượng mặt trời là 60% và giá trị nhiệt trở R0 tối thiểu của mặt sau tấm hấp thụ năng lượng mặt trời là 2,2 m2.K/W

Để thiết kế hệ thống nước nóng năng lượng mặt trời đảm bảo hiệu quả nhất cần chú ý một số vấn đề sau:

- Hướng và vị trí lắp đặt: Máy năng lượng mặt trời hoạt động chính là nhờ vào hấp thụ ánh sáng mặt trời. Bởi vậy nên cần đặt ở những nơi không bị che khuất, có nhiều vật cản.

- Nguồn nước cấp: Nước cấp vào máy năng lượng cần đảm bảo tính liên tục và ổn định. Theo đúng yêu cầu kĩ thuật, đường nước ra của bồn nước lạnh cần cao hơn hoặc ngang bằng vào đường nước vào của máy năng lượng. Vì vậy mà khi đặt hệ thống máy nước nóng và bồn nước trên cùng một mặt phẳng thì chân bồn chứa cần nâng lên từ 0.7 – 1m để đảm bảo nước chảy qua theo nguyên tắc bình thông nhau.

- Hệ thống ống dẫn nước: Riêng với đường nước nóng khi lắp máy nước nóng năng lượng mặt trời cần sử dụng loại ống chịu nhiệt hoặc ống kim loại có tác dụng giữ và chịu nhiệt, có độ bền cao. Đặc biệt cần hàn ống cẩn thận tránh bị rò rỉ khi lắp ống âm tường gây ra hiện tượng thấm nước vào tường làm ẩm, mục tường tốn kém chi phí.

- Lắp đường ống thông hơi: Ống thông hơi có nhiệm vụ làm thông khí trong bình bảo ôn, phải gắn bằng ống chịu nhiệt và được cột cố định tránh nghiêng lật khi có gió bão. Chiều cao của ống phải vượt quá đỉnh bồn cấp nước lạnh tránh trường hợp trào ra.

3.6.2.2. Hệ thống cung cấp nước nóng có nhiệt độ thấp

Hệ thống sử dụng NLMT cung cấp nước nóng bao gồm các thiết bị chính như Hình 74. Thiết bị chủ yếu của hệ thống này là bộ phận hấp thụ bức xạ nhiệt mặt trời bộ hấp thụ nhiệt. Môi chất nhận nhiệt ở đây thường dùng là nước. Nước được chuyển động tuần hoàn trong hệ thống nhờ hiệu ứng *syphon nhiệt*, nước nhận nhiệt thì nóng lên và chuyển động lên trên còn nước có nhiệt độ thấp hơn sẽ chuyển động xuống dưới. Hệ thống cung cấp nước nóng sử dụng bộ hấp thụ nhiệt này để cung cấp nước nóng có nhiệt độ thấp ($\leq 70^oC$).

a) Lưu ý khi thiết kế và lắp đặt bộ hấp thụ nhiệt[56]

- Khi lắp đặt bộ hấp thụ nhiệt, vị trí cần phải chọn ở nơi mà tấm phủ trong suốt không dễ dàng bị hư hỏng bởi các tác động bên ngoài

- Bộ hấp thụ nhiệt phải nhận được nhiều ánh nắng mặt trời nhất, tốt nhất là nên đặt trên mái nhà. Bộ hấp thụ nhiệt phải được đặt dựa vững chắc trên khung đỡ, bình chứa cũng được đặt theo nguyên tắc đó.

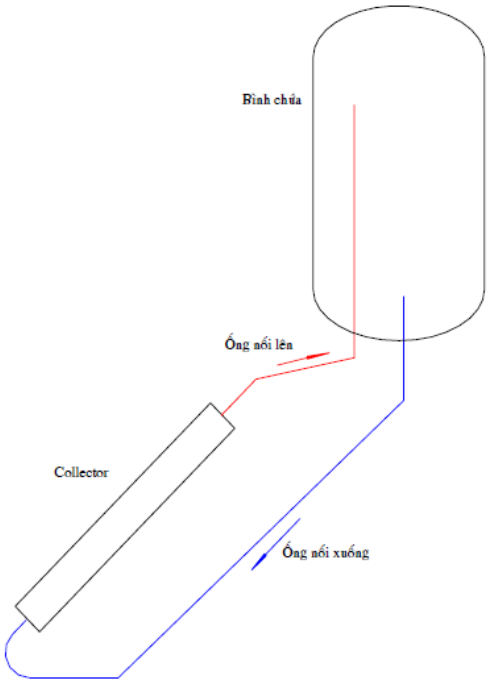
- Phải bọc cách nhiệt cho bộ hấp thụ nhiệt, bình chứa và các đường ống nối để hạn chế sự mất mát nhiệt do quá trình tỏa nhiệt ra môi trường xung quanh

- Để tăng khả năng hấp thụ người ta thường phủ lên bề mặt hấp thụ nhiệt của bộ hấp thụ nhiệt một lớp sơn. Một lớp sơn đen có tỷ lệ hấp thụ từ 90 ÷ 95% năng lượng BXMT và chuyển thành nhiệt. Lớp phủ càng mỏng càng tốt, nó cần được phủ với chiều dày tối thiểu.

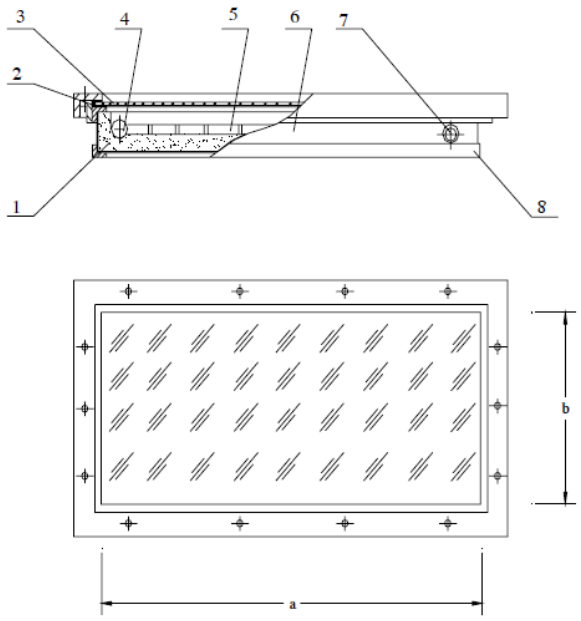
[56] Dương Hoàng Tùng (2008). Năng lượng mặt trời lý thuyết và ứng dụng. NXB Khoa học kĩ thuật.

- Tấm phủ trong suốt: cần dùng vật liệu cho xuyên ánh sáng cao, đó là các vật liệu trong suốt như kính.

- Lớp cách nhiệt bộ thu hồi nhiệt cần phải giảm tối thiểu mất mát nhiệt phát ra từ bộ hấp thụ nhiệt và phải chịu được sự đốt nóng tới 100°C. Lớp cách nhiệt cần có chiều dày khoảng 5 cm hoặc có thể mỏng hơn, tùy thuộc vào loại chất cách nhiệt, và điều kiện khí hậu.



Hình 74. Sơ đồ nguyên lý hệ thống nhiệt sử dụng năng lượng mặt trời [16]



Hình 75. Cấu tạo bộ hấp thụ nhiệt [16]

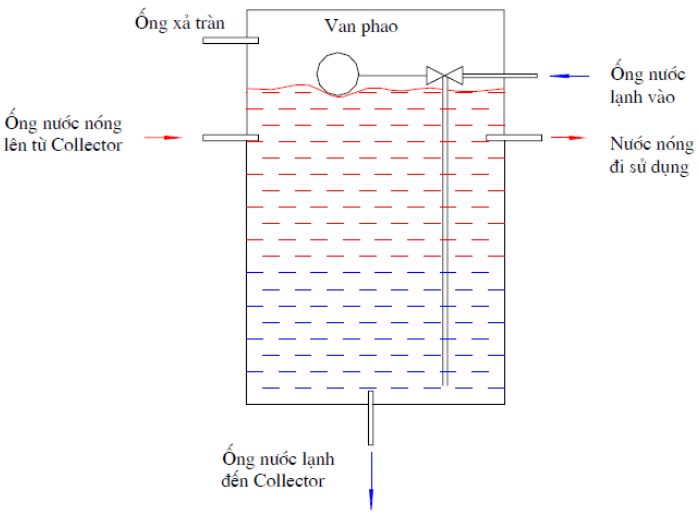
1 - Lớp cách nhiệt; 2 -Lớp đệm tấm phủ trong suốt;
3 - Tấm phủ trong suốt; 4 - Đường nước nóng ra;
5 - Bề mặt hấp thụ nhiệt; 6- Lớp tôn bọc;
7- Đường nước lạnh vào; 8- Khung đỡ

b) Lưu ý khi thiết kế bình chứa

Nước nóng được nung nóng bởi bộ hấp thụ nhiệt thì thường không dùng ngay mà được chứa trong một *bình chứa*. Tỷ lệ giữa diện tích mặt ngoài của bình chứa và dung tích của nó có thể càng nhỏ càng tốt để giảm tổn thất nhiệt. Tỷ số này thuận tiện nhất là với bình trụ sau đó là bình có dạng hình vuông.

Bình chứa của hệ thống cung cấp nước nóng cần có kích thước sao cho nhiệt độ không quá $65^{o} \div 70^{o}C$ trong ngày ở lúc bức xạ cao. Kích thước của bình chứa cần không nhỏ hơn lượng nước cần thiết trong 1 ngày. Trong trường hợp muốn sản xuất hàng loạt hệ thống đun nóng nước bằng năng lượng mặt trời, thì kích thước của bình chứa tốt nhất nằm trong khoảng $50 \div 80$ lít /m^2 diện tích bề mặt bộ hấp thụ nhiệt.

Bình chứa rất cần thiết được bọc cách nhiệt. Vật liệu cách nhiệt cho bình chứa có thể dùng các loại như styropore, bông thủy tinh, hoặc trấu, xơ dừa ... Lớp cách nhiệt cần được bọc kín để chóng ẩm ướt vì hiệu quả của nó sẽ giảm khi nó bị ướt.



Hình 76. Sơ đồ nguyên lý bình chứa [16]

c) Lưu ý khi thiết kế ống nối giữa bộ hấp thụ nhiệt và bình chứa

- Các ống nối cần càng ngắn càng tốt để tiết kiệm vật liệu và giảm tổn thất nhiệt. Các ống nối cần có độ dốc hướng lên cao với góc ít nhất là 1°.

- Có thể dùng ống cao su tổng hợp, nhựa cứng PVC hay ống nhựa mềm có dệt sợi để không bị biến dạng ở nhiệt độ cao.

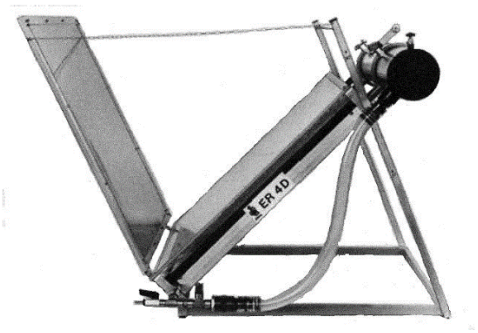
- Đường kính ống nối phải chọn sao cho đảm bảo tốc độ nước tuần hoàn trong hệ thống nhằm giảm tổn thất nhiệt và tăng hiệu suất của hệ thống.

3.6.2.3. Hệ thống cung cấp nước nóng có nhiệt độ cao

Sử dụng các bộ hấp thụ nhiệt hấp thụ năng lượng mặt trời để cấp nước nóng ở nhiệt độ cao thì hiệu suất sẽ giảm. Do vậy để cung cấp nước nóng với nhiệt độ cao t > 70°C thì cần thay thế bộ hấp thụ nhiệt của hệ thống cung cấp nước nóng bằng các bộ hấp thụ nhiệt đặc biệt hơn.

a) Bộ hấp thụ nhiệt phẳng có gương phản xạ

Với bộ hấp thụ nhiệt phẳng nếu lắp thêm gương phản xạ thì ta cũng có thể thu được nhiệt độ cao, nhưng với thiết bị này để có hiệu quả thì vận hành hơi khó khăn vì phải dịch chuyển thiết bị để có thể nhận được BXMT nhiều nhất.

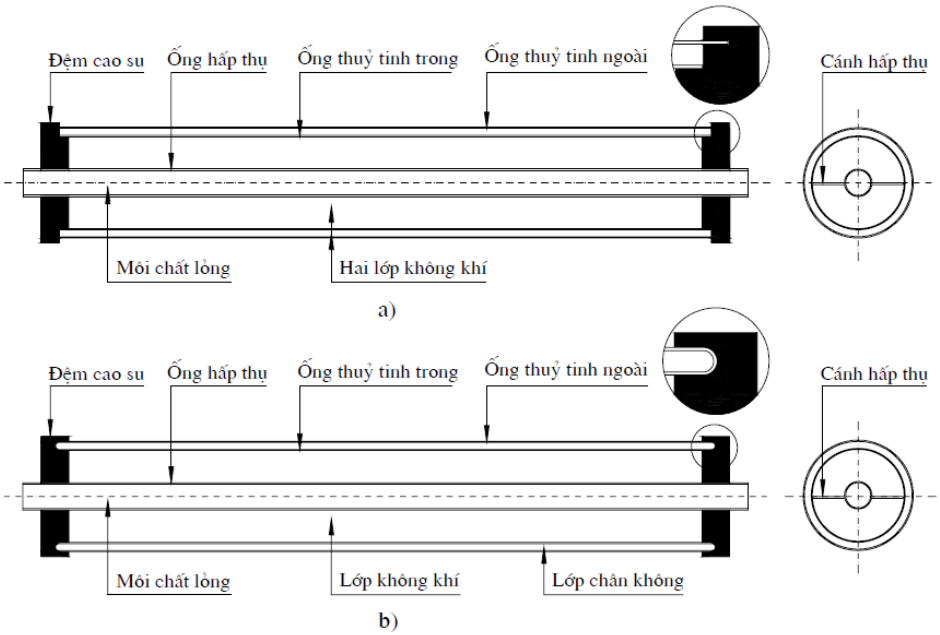


Hình 77. Bộ hấp thụ nhiệt phẳng có gương phản xạ[57]

[57] Hoàng Tùng Dương (2008). Năng lượng mặt trời lý thuyết và ứng dụng. NXB Khoa học kĩ thuật.

b) Bộ hấp thụ nhiệt kiểu ống có gương phản xạ dạng parabol trụ đặt cố định.

Bộ hấp thụ nhiệt có cấu tạo như Hình 78 được cấu tạo bởi một ống đồng sơn màu đen chứa môi chất lỏng bên trong và bên ngoài được bọc bởi 2 ống thuỷ tinh trong suốt, giữa ống đồng và ống thuỷ tinh bên trong là lớp không khí, đối với bộ hấp thụ nhiệt đơn giản giữa 2 ống thuỷ tinh là một lớp không khí (Hình 78a) và hai đầu được gắn định vị bằng 2 đệm cao su chịu nhiệt. Để giảm tổn thất nhiệt ra môi trường xung quanh đến mức tối thiểu chúng ta có thể hút chân không giữa 2 ống thuỷ tinh (Hình 78b).



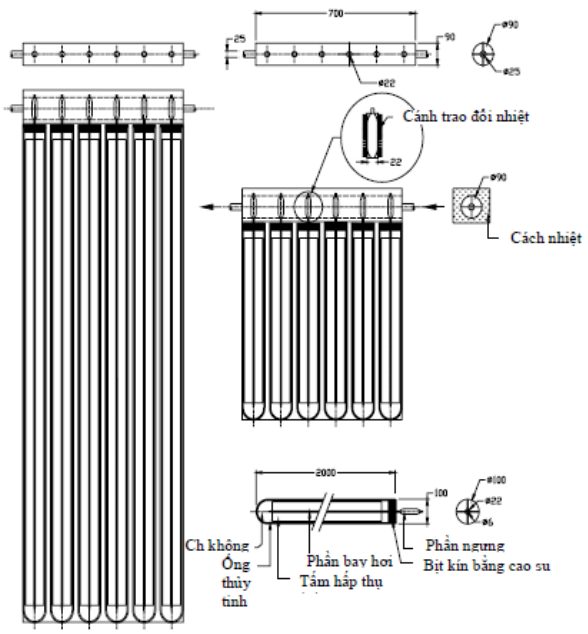
Hình 78. Cấu tạo bộ hấp thụ nhiệt lồng kính kiểu ống [16]

a) giữa hai ống thuỷ tinh là lớp không khí; *b) giữa hai ống thuỷ tinh là lớp chân không*

Đối với các bộ hấp thụ nhiệt NLMT đặt cố định thì bộ hấp thụ nhiệt được định vị sao cho mặt hứng nắng luôn luôn vuông góc với mặt phẳng quỹ đạo chuyển động của mặt trời. Quỹ đạo chuyển động của mặt trời không phải cố định trong năm mà mặt trời luôn chuyển động từ Đông sang Tây mỗi ngày và nó còn chuyển động từ phía Bắc sang Nam theo mùa. Do vậy tuỳ thuộc vào vĩ tuyến vị trí lắp đặt mà xác định một góc nghiêng thích hợp cho bộ hấp thụ nhiệt. Thông thường có thể chọn góc nghiêng của bộ hấp thụ nhiệt bằng vĩ độ nơi chúng ta cần lắp đặt $\pm 10^{o}$ phụ thuộc vào trường hợp muốn bộ hấp thụ nhiệt hoạt động chủ yếu vào mùa đông hay mùa hè. Còn hướng, nếu ở bán cầu Nam thì quay về hướng Bắc, nếu ở bán cầu Bắc thì quay về hướng Nam.

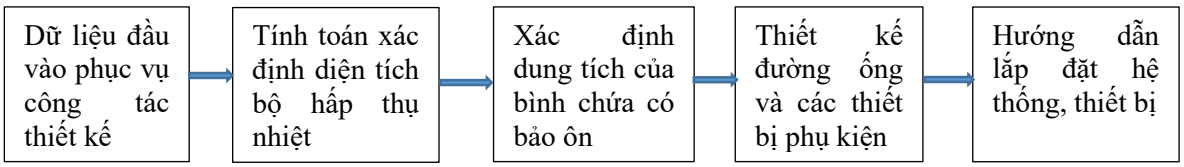
c) Bộ hấp thụ nhiệt kiểu ống nhiệt

Ống nhiệt là một thiết bị trao đổi nhiệt có nhiều ưu việt, nhất là ứng dụng với nguồn nhiệt từ NLMT. Ống nhiệt có 2 phần cơ bản đó là phần ngưng và phần bay hơi, cấu tạo và cách bố trí 2 phần này có nhiều cách khác nhau với mục đích sao cho có thể nhận và nhả nhiệt nhanh và hiệu quả nhất. Hình 79 là bản vẽ cấu tạo của một loại bộ hấp thụ nhiệt kiểu ống nhiệt cung cấp nước nóng đến 90°C dùng NLMT kiểu ống nhiệt [16].



Hình 79. Cấu tạo bộ hấp thụ nhiệt kiểu ống nhiệt [16]

3.6.2.4. Quy trình thiết kế hệ thống cung cấp nước nóng bằng năng lượng mặt trời



Hình 80. Sơ đồ khối thiết kế hệ thống đun nước nóng bằng năng lượng mặt trời

a. Dữ liệu đầu vào phục vụ công tác thiết kế

- Dữ liệu về điều kiện tự nhiên, môi trường:
  + Vĩ độ địa điểm lắp đặt hệ thống;
  + Lượng bức xạ mặt trời bình quân ngày;
  + Số giờ nắng trong năm;
  + Tải trọng gió.
- Dữ liệu về mức độ sử dụng nước:
  + Chất lượng nguồn nước cấp;
  + Số lượng người sử dụng nước;
  + Định mức sử dụng nước/người;
  + Nhiệt độ của nước đầu vào;
  + Nhiệt độ nước đầu ra yêu cầu;
  + Vị trí sử dụng nước.
- Điều kiện hiện trạng công trình:

+ Diện tích có thể sử dụng để lắp đặt bộ hấp thụ nhiệt của công trình, hướng có thể lắp đặt;

+ Chiều cao của công trình;

+ Tình trạng bị che chắn nắng do các vật thể xung quanh (công trình khác, cây cối…);

+ Khả năng chịu tải của công trình sẽ được lắp đặt;

+ Áp suất nước;

+ Điện áp;

+ Hiện trạng cung cấp điện nước;

+ Khả năng đấu nối hệ thống đun nước nóng sử dụng năng lượng mặt trời với hệ thống cấp nước sẵn có.

b. Tính toán xác định diện tích hấp thụ nhiệt

- Xác định nhu cầu nhiệt lượng cần để đun nước nóng cấp cho công trình:

$$Q_{hw} = V_{hc} \times C_w \times \Delta_t$$

Trong đó:

Q_{hw} - nhu cầu về nhiệt lượng hàng ngày cần để đun nước nóng (kJ);

V_{hc} - lượng nước nóng sử dụng bình quân trong ngày (m^3);

C_w - nhiệt dung riêng của nước (4,187 kJ/m^3.^oC);

Δ_t - chênh lệch nhiệt độ của nước đầu vào và nước đầu ra (^oC).

- Xác định kích thước bộ hấp thụ nhiệt: Các thông số cần thiết cho việc tính toán xác định diện tích bề mặt bộ hấp thụ nhiệt và bức xạ mặt trời tại khu vực cần lắp đặt thiết bị đun nước nóng và hiệu suất thu nhiệt trung bình.

Diện tích bề mặt của bộ hấp thụ nhiệt được xác định theo công thức sau:

$$F_{BT} = \frac{Q_{hw}}{I_{bx} \times \eta_{BT}}$$

Trong đó:

F_{BT} - diện tích bề mặt bộ hấp thụ nhiệt (m^2);

Q_{hw} - nhu cầu về nhiệt lượng cần để đun nước nóng hàng ngày (kJ);

I_{bx} - cường độ tổng xạ (kJ/m^2ngày);

η_{BT} - hiệu suất thu nhiệt của bộ hấp thụ nhiệt (%).

Hiệu suất thu nhiệt của bộ hấp thụ nhiệt được xác định bằng thí nghiệm đo đạc hoặc do nhà sản xuất cung cấp. Hiệu suất trung bình của hệ thống thu nhiệt loại ống chân không nằm trong khoảng 40 ÷ 45%. Hiệu suất trung bình của hệ thống thu nhiệt loại tấm phẳng nằm trong khoảng 35 ÷ 40%. Việc tính toán trên được thực hiện cho từng tháng trong năm. Căn cứ vào 12 giá trị F_{BT} sẽ chọn ra giá trị thích hợp của F_{BT} có

xét đến các yếu tố như giá trị đầu tư ban đầu, giới hạn vị trí lắp đặt, nhu cầu dùng nước nóng hàng ngày…

c. Xác định dung tích bình chứa có bảo ôn

Dung tích bình chứa nước nóng được xác định căn cứ vào nhu cầu dùng nước nóng hàng ngày.

d. Hệ thống đường ống và các thiết bị phụ kiện (bơm, van….)

Việc thiết kế đường ống cấp, tuần hoàn được thực hiện theo tiêu chuẩn thiết kế cấp nước hiện hành.

e. Hướng dẫn lắp đặt hệ thống thiết bị

Yêu cầu về hướng và góc nghiêng lắp đặt bộ hấp thụ nhiệt: Đối với hệ thống tuần hoàn tự nhiên, để đảm bảo tuần hoàn đối lưu tự nhiên của nước trong hệ thống thì đáy của bình chứa nước phải được đặt cao hơn đỉnh bộ hấp thụ nhiệt một khoảng từ 0,3÷ 0,5 m. Nếu hệ thống có bình chứa nước và bộ hấp thụ nhiệt lắp rời (cấp nước trung tâm) thì chiều dài của đường ống tuần hoàn càng ngắn càng tốt và tối đa không được vượt quá 10 m và có độ dốc 0,3 ÷ 0,35%.

Hướng lắp đặt bộ hấp thụ nhiệt: bộ hấp thụ nhiệt cần phải được lắp đặt theo hướng sao cho nó có thể thu được lượng bức xạ lớn nhất trong ngày. Bộ hấp thụ nhiệt phải được đặt theo hướng chính Nam. Ngoài ra, các toà nhà cao tầng của bệnh viện có thể lắp đặt các bộ hấp thụ nhiệt tại các hướng khác để thu nhiệt là hướng Đông, hướng Tây [15].

Góc nghiêng lắp đặt của bộ hấp thụ nhiệt: góc nghiêng lắp đặt của bộ hấp thụ nhiệt bằng với vĩ độ nơi có công trình. Nếu hệ thống sử dụng chủ yếu vào mùa Hè, góc lắp đặt bằng vĩ độ đó trừ đi 10°. Nếu hệ thống sử dụng chủ yếu vào mùa Đông, góc lắp đặt bằng vĩ độ đó cộng thêm 10°. Sai lệch của góc lắp đặt là $\pm 3^o$ [15].

Vị trí của bình chứa nước nóng có bảo ôn: đối với hệ thống thiết bị đun nước nóng năng lượng mặt trời sử dụng nguyên lý tuần hoàn đối lưu tự nhiên do chênh lệch tỉ trọng nước đáy của bồn phải được đặt cao hơn bộ hấp thụ nhiệt đồng thời góc tạo bởi giữa mặt phẳng đáy bình chứa nước và bộ hấp thụ nhiệt phải đảm bảo tối thiểu là 8° để đảm bảo tuần hoàn đối lưu tự nhiên của nước.

PHẦN 4. HƯỚNG DẪN QUẢN LÝ VẬN HÀNH CÔNG TRÌNH BỆNH VIỆN NHẰM SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG TIẾT KIỆM, HIỆU QUẢ

4.1. Yêu cầu chung

- Quản lý năng lượng tại công trình bệnh viện cần tuân theo các quy định pháp luật hiện hành về sử dụng năng lượng.

- Các cơ sở bệnh viện là cơ sở sử dụng năng lượng trọng điểm (có mức tiêu thụ năng lượng tổng cộng trong một năm quy đổi ra 500 tấn dầu tương đương (500 TOE) trở lên[58]) cần tuân theo các quy định dành cho cơ sở sử dụng NL trọng điểm đã nêu trong Luật sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả số 50/2010/QH12, Nghị định số 21/2011/NĐ-CP - *Quy định chi tiết và biện pháp thi hành Luật sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả* và Thông tư số 25/2020/TT-BCT - *Quy định về việc lập kế hoạch, báo cáo thực hiện kế hoạch sử dụng NL TK-HQ; thực hiện kiểm toán năng lượng*.

- Có thể áp dụng Hệ thống quản lý năng lượng (EnMS) tuân theo các yêu cầu nêu trong TCVN ISO 50001 : 2019 - *Hệ thống quản lý năng lượng - Các yêu cầu và hướng dẫn sử dụng,* các hướng dẫn cụ thể nêu trong TCVN 50004 : 2016. *Hệ thống quản lý năng lượng – Hướng dẫn áp dụng, duy trì và cải tiến hệ thống quản lý năng lượng,* và TCVN ISO 50006 : 2016. *Hệ thống quản lý năng lượng - Đo hiệu quả năng lượng sử dụng đường cơ sở năng lượng (EnB) và chỉ số hiệu quả năng lượng (EnPI) - Nguyên tắc chung và hướng dẫn.*

- Để áp dụng hệ thống EnMS, cần xem xét sự phù hợp với bối cảnh của bệnh viện về quy mô, tuyến bệnh viện, các hoạt động chức năng của bệnh viện, nguồn lực về tài chính, năng lực nhân sự của bệnh viện, yêu cầu của các bên liên quan để xác định phạm vi của hệ thống EnMS, áp dụng các quá trình, kế hoạch quản lý năng lượng phù hợp.

- Cải tiến hiệu quả năng lượng (energy performance) là một quá trình cải tiến liên tục, lặp lại trong suốt vòng đời hoạt động của bệnh viện.

- Các giải pháp quản lý năng lượng đưa ra để cải tiến hiệu quả năng lượng nhưng vẫn phải đảm bảo cung cấp môi trường khám chữa bệnh tiện nghi, an toàn, tuân theo các tiêu chuẩn, quy chuẩn thiết kế và quy định pháp lý liên quan, đặt người bệnh làm trung tâm.

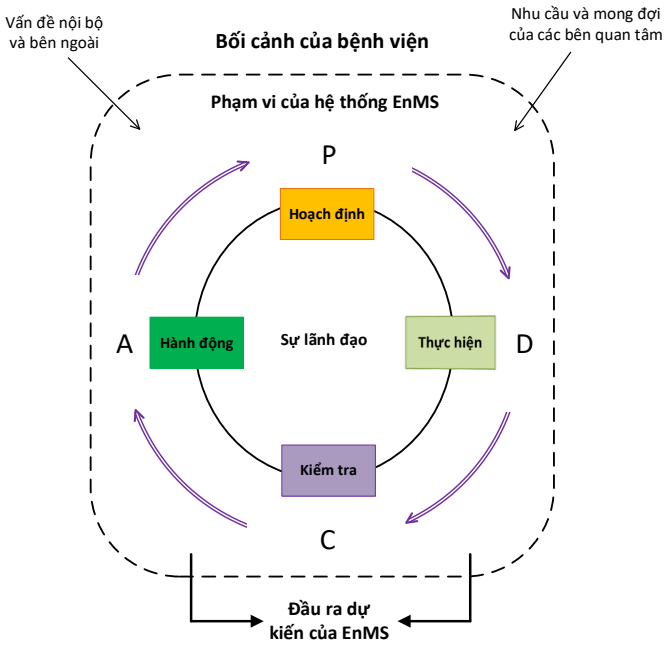
- Cần có sự cam kết, chịu trách nhiệm của lãnh đạo cấp cao nhất cũng như các cấp quản lý cấp thấp khác để hệ thống EnMS và các kế hoạch đặt ra được thiết lập, duy trì, cải tiến liên tục.

4.2. Thiết lập hệ thống quản lý năng lượng theo hướng dẫn của Luật 50/2010/QH12 và TCVN ISO 50001:2019

[58] Nghị định số 21/2011/NĐ-CP Quy định chi tiết và biện pháp thi hành Luật sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả

Cơ sở sử dụng năng lượng trọng điểm phải áp dụng mô hình QLNL theo các quy định đã nêu tại Điều 8 Nghị định số 21/2011/NĐ-CP.

Một mô hình QLNL tiên tiến, hiệu quả có thể áp dụng cho bệnh viện là thiết lập hệ thống quản lý năng lượng (EnMS) theo hướng dẫn của TCVN ISO 50001:2019. EnMS dựa trên cơ sở khuôn khổ cải tiến liên tục Hoạch định – Thực hiện – Kiểm tra – Hành động (PDCA) (xem Hình 81) và kết hợp quản lý năng lượng vào thực hành tại tổ chức, cụ thể ở đây là Bệnh viện.



Hình 81: Hệ thống EnMS dựa trên chu trình PDCA

Lãnh đạo bệnh viện cần xác định được ranh giới và khả năng áp dụng của EnMS trên cơ sở xem xét bối cảnh của bệnh viện về quy mô, các hoạt động chức năng của bệnh viện, nguồn lực về tài chính, năng lực nhân sự của bệnh viện, nhu cầu và mong đợi của các bên quan tâm...Đây là những yếu tố có ảnh hưởng tích cực và tiêu cực đến hiệu quả năng lượng và EnMS của bệnh viện. Cụ thể cần xem xét các vấn đề sau:

- Vấn đề nội bộ của bệnh viện, có thể bao gồm:

+ Mục tiêu và chiến lược hoạt động của bệnh viện

+ Quy mô bệnh viện về số lượng giường bệnh, diện tích, các lĩnh vực khám chữa bệnh và hoạt động khác.

+ Kế hoạch kinh doanh

+ Nguồn lực: cán bộ, kỹ sư, nhân viên bệnh viện, tài chính bệnh viện

+ Văn hóa quản lý năng lượng

+ Khả năng phát triển mở rộng bệnh viện, mức độ phát triển của công nghệ khám chữa bệnh (bao gồm kỹ thuật, máy móc thiết bị, hệ thống kỹ thuật phụ trợ khác)

+ Xem xét rủi ro trong hoạt động/ vận hành và trách nhiệm pháp lý

- Vấn đề bên ngoài, có thể bao gồm:

+ Vân đề liên quan đến các bên quan tâm (bệnh nhân, xã hội, cấp quản lý...), ví dụ như mục tiêu, yêu cầu, mong muốn của các bên

+ Tiêu chuẩn quốc gia hay tiêu chuẩn ngành y tế và các văn bản pháp lý khác liên quan tới bệnh viện và quản lý năng lượng của bệnh viện

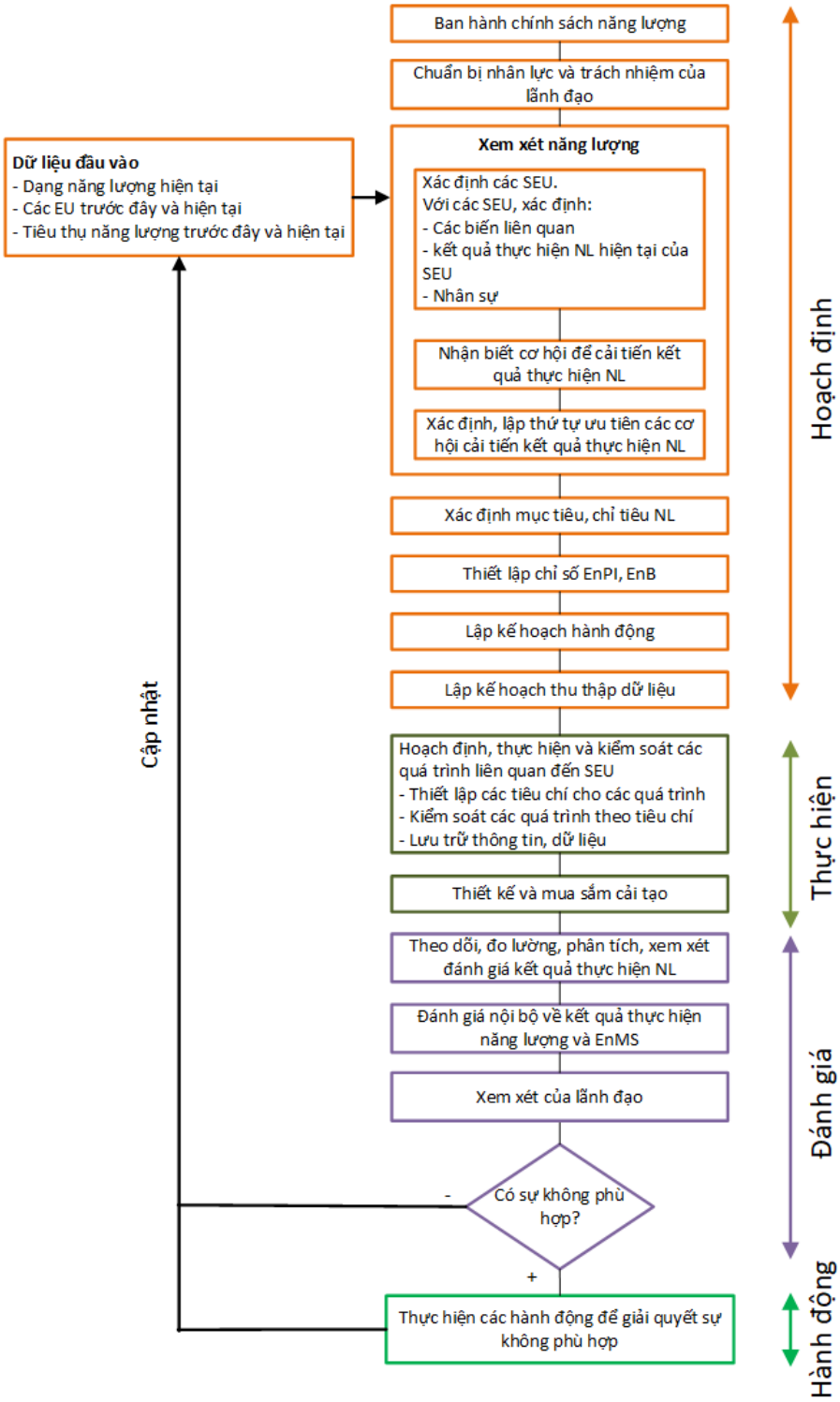
+ Những hạn chế hay giới hạn về cung ứng năng lượng

+ Chi phí năng lượng hoặc sự sẵn có của các dạng năng lượng

+ Ảnh hưởng của thời tiết, biến đổi khí hậu

+ Ảnh hưởng tới phát thải khí nhà kính

Quy trình quản lý năng lượng theo chu trình PDCA áp dụng TCVN ISO 50001:2019 được thể hiện ở Hình 82. Quản lý năng lượng theo chu trình này sẽ giúp bệnh viện cải tiến liên tục hiệu quả năng lượng và hệ thống EnMS.



Hình 82: Quy trình quản lý năng lượng

4.2.1. Hoạch định (Planning)

4.2.1.1. Chính sách năng lượng

Chính sách năng lượng là nền tảng cho việc xây dựng EnMS của bệnh viện xuyên suốt tất cả các giai đoạn hoạch định, áp dụng, thực hiện, đánh giá kiểm tra và cải tiến kết quả thực hiện.

Nội dung của chính sách năng lượng nêu vắn tắt, rõ ràng các ý đồ, định hướng tổng thể và (các) cam kết liên quan đến hiệu quả năng lượng, được lãnh đạo cao nhất thể hiện một cách chính thức thông qua văn bản và được phổ biến đến toàn thể cán bộ nhân viên của bệnh viện[59].

4.2.1.2. Trách nhiệm của lãnh đạo và nhân lực cho hệ thống EnMS

a. Trách nhiệm của các cấp quản lý bệnh viện

Lãnh đạo bệnh viện có trách nhiệm thực hiện các yêu cầu đã nêu tại Điều 33 Luật 50/2010/QH12. Đối với các cơ sở bệnh viện sử dụng năng lượng trọng điểm cần thực hiện kiểm toán năng lượng bắt buộc 3 năm/lần theo yêu cầu của Luật 50/2010/QH12[60].

Khi áp dụng hệ thống EnMS, Ban giám đốc bệnh viện phải chứng tỏ sự lãnh đạo và cam kết đối với việc cải tiến liên tục hiệu quả năng lượng và hiệu lực của EnMS theo hướng dẫn tại điều 5.1. TCVN ISO 50001:2019.

Ngoài ra, Ban giám đốc cần đảm bảo trách nhiệm, quyền hạn của các vị trí liên quan được phân công và truyền đạt trong bệnh viện.

b. Thành lập bộ phận quản lý năng lượng

Bệnh viện cần thành lập phòng/ ban/ đội/ nhóm chuyên trách quản lý năng lượng (QLNL). Bộ phận này có trách nhiệm và quyền hạn thực hiện các nhiệm vụ đã nêu trong Điều 35 của Luật sử dụng năng lượng số 50/2010/QH12, áp dụng hệ thống EnMS và trong việc thực hiện các giải pháp cải tiến hiệu quả năng lượng. Tùy thuộc vào quy mô, đặc thù của bệnh viện và nguồn nhân lực sẵn có để xác định quy mô của bộ phận này[61].

Nhiệm vụ cơ bản của Bộ phận QLNL bao gồm:

+ Xây dựng kế hoạch hàng năm và năm năm về sử dụng NL TK-HQ[62]. Xây dựng mục tiêu, chỉ tiêu năng lượng. Xây dựng chỉ số EnPI, đường năng lượng cơ sở EnB. Lên kế hoạch cho các hành động để đạt được mục tiêu, tiêu chí năng lượng

---

[59] Xem hướng dẫn và ví dụ về chính sách năng lượng ở TCVN 50004:2016.

[60] Các bước thực hiện kiểm toán năng lượng và nội dung Báo cáo kiểm toán năng lượng quy định tại Phụ lục 3 của Thông tư số 25/2020/TT-BCT

[61] Những điều cần xem xét khi lựa chọn thành viên của đội quản lý năng lượng xem trong TCVN ISO 50004:2016

[62] Xem mẫu 1.5 của TT 25/2020/TT-BCT về kế hoạch năm và Báo cáo thực hiện kế hoạch năm về sử dụng NL TK-HQ của cơ sở sử dụng NL trọng điểm

+ Tổ chức mạng lưới quản lý hoạt động sử dụng năng lượng, áp dụng mô hình quản lý năng lượng;

+ Thực hiện biện pháp sử dụng NL TK-HQ theo mục tiêu và kế hoạch đã được phê duyệt;

+ Kiểm soát quá trình hoạt động của các EU, SEU

+ Kiểm tra, đánh giá việc thực hiện biện pháp cải tiến hiệu quả năng lượng

+ Đo lường, thu thập dữ liệu năng lượng định kỳ, có thể theo ngày, tháng, quý, năm.

+ Kiểm tra, theo dõi sự tuân thủ hệ thống EnMS của cán bộ nhân viên trong bệnh viện

+ Kiểm tra, đánh giá hiệu quả năng lượng và hệ thống EnMS. Việc này có thể tự làm hoặc thuê đơn vị khác.

+ Tổ chức thông tin, tuyên truyền, đào tạo, tập huấn trong hoạt động sử dụng năng lượng

c. Năng lực

Bệnh viện cần xác định năng lực cần thiết của cán bộ, kỹ sư có ảnh hưởng tới hiệu quả năng lượng và EnMS, bao gồm cán bộ thuộc bộ phận QLNL, các kỹ sư thuộc các bộ phận bảo trì bảo dưỡng, lãnh đạo các khoa, bộ phận...Người quản lý năng lượng phải có năng lực đáp ứng các tiêu chí đã nêu trong Điều 35 Luật số 50/2010/QH12:

- Có bằng tốt nghiệp cao đẳng trở lên về chuyên ngành năng lượng hoặc ngành kỹ thuật liên quan;
- Có chứng chỉ quản lý năng lượng do cơ quan có thẩm quyền cấp.

Bệnh viện có thể thực hiện các khóa đào tạo nâng cao năng lực, đào tạo chuyên môn về quản lý, kỹ thuật và năng lượng. Các thành viên trong đội quản lý năng lượng cần được khuyến khích phát triển liên tục, duy trì và nâng cao kiến thức, kỹ năng và chuyên môn của mình.

4.2.1.3. Xem xét năng lượng

Xem xét năng lượng là việc cần làm tiếp theo để thực hiện quản lý năng lượng. Xem xét năng lượng là quá trình bệnh viện xác định các cơ sở, hệ thống, thiết bị của bệnh viện sử dụng năng lượng đáng kể (SEU) và nhận biết, lập thứ tự ưu tiên các cơ hội cải tiến hiệu quả năng lượng[63].

a. Dữ liệu đầu vào của quá trình xem xét năng lượng

Để có dữ liệu cho quá trình xem xét năng lượng, các đánh giá năng lượng nội bộ cần được thực hiện để xác định:

- Các dạng năng lượng sử dụng hiện tại,

[63] Xem ví dụ về xem xét năng lượng ở Phụ lục B của TCVN ISO 50004:2016

- Xác định các hệ thống, thiết bị, quá trình, cơ sở sử dụng năng lượng (EU) của bệnh viện
- Xác định mức tiêu thụ năng lượng hiện tại của các EU

Các đánh giá nội bộ này có thể do bệnh viện tự thực hiện hoặc thuê chuyên gia, tư vấn. Có nhiều thông tin cần thiết để đánh giá năng lượng, ví dụ:

- Các tòa nhà của bệnh viện hoạt động như thế nào: số giờ hoạt động, số lượng bệnh nhân...
- Các bản vẽ thiết kế lớp vỏ tòa nhà
- Các hoạt động chức năng của bệnh viện, các máy móc thiết bị của bệnh viện
- Mức tiêu thụ điện được đo lường như thế nào? ở từng tầng của tòa nhà, cho cả tòa nhà, cả bệnh viện?
- Hóa đơn, hồ sơ mua sắm, sổ nhật ký...

b. Đầu ra của xem xét năng lượng

Trên cơ sở kết quả đánh giá năng lượng nội bộ, bệnh viện có thể xác định các SEU (các EU sử dụng năng lượng đáng kể) và nhận biết các cơ hội cải tiến hiệu quả năng lượng. Các SEU được xác định cho mục đích thiếp lập các ưu tiên về quản lý năng lượng, cải tiến hiệu quả năng lượng và phân bổ các nguồn lực.

Các SEU có thể được xác định theo nhu cầu của bệnh viện, ví dụ theo cơ sở (khu nội trú, khu vực khám bệnh và điều trị ngoại trú, khu vực kỹ thuật nghiệp vụ...), theo quá trình hoặc hệ thống (ví dụ hệ thống HVAC, chiếu sáng, quá trình thí nghiệm, xét nghiệm) hoặc thiết bị (ví dụ thiết bị y tế, nồi hơi, bình nước nóng, ĐHKK, đèn).

Theo như kết quả các báo cáo thực trạng sử dụng năng lượng ở các bệnh viện ở Việt Nam và trên thế giới thì SEU thường là hệ thống HVAC và hệ thống chiếu sáng, khu vực sử dụng nhiều năng lượng có thể kể đến là khu vực phòng mổ, khu vực kỹ thuật tập trung nhiều máy móc thiết bị y tế, khu vực nội trú.

Với mỗi SEU cần xác định:

+ Xác định các biến liên quan (yếu tố có thể định lượng) có ảnh hưởng đáng kể đến hiệu quả năng lượng và thay đổi thường xuyên: ví dụ thời gian sử dụng, nhiệt độ, độ ẩm trong ngày, điều kiện thời tiết, khả năng có ánh sáng ban ngày và độ sáng của môi trường xung quanh, số lượng bệnh nhân, giờ làm việc, ...

+ Xác định hiệu quả năng lượng hiện tại của mỗi SEU: ví dụ tiêu thụ điện năng (kWh/m^2) của tòa nhà theo tỷ lệ sử dụng và nhiệt độ theo ngày. Tần suất thu thập dữ liệu cần ít nhất là hàng tháng nhằm cho phép xác định các xu hướng của việc tiêu thụ năng lượng.

+ Nhân sự có ảnh hưởng đến mức tiêu thụ năng lượng của SEU, ví dụ người quản lý, người sử dụng (nhân viên bệnh viện, bác sỹ, bệnh nhân và người đi cùng), vận hành thiết bị, hệ thống (điều dưỡng, bác sỹ, kỹ thuật viên).

Các kết quả kiểm toán năng lượng có thể được sử dụng để hỗ trợ việc nhận diện các cơ hội cải tiến hiệu quả năng lượng chi tiết. Phạm vi của kiểm toán năng lượng có thể bao gồm xem xét chi tiết về hiệu quả năng lượng của bệnh viện, các SEU. Đầu ra của kiểm toán năng lượng bao gồm thông tin về việc tiêu thụ năng lượng hiện tại và hiệu quả năng lượng, có thể kèm theo các khuyến nghị cụ thể.

Sau khi xác định các SEU, nghiên cứu các thông tin về SEU cho khoảng thời gian thích hợp, bệnh viện có thể tìm ra các cơ hội cải tiến hiệu quả năng lượng cho các SEU. Ví dụ cơ hội cải tiến kết quả thực hiện có thể kể đến là các cơ hội thay đổi về hành vi của người sử dụng bệnh viện, cơ hội giảm thời gian sử dụng thiết bị máy móc, giảm lượng điện tiêu thụ cho khu vực nội trú...

Sau đó, bệnh viện cần xác định và lập thứ tự ưu tiên đối với các cơ hội cải tiến hiệu quả năng lượng; và ước lượng việc sử dụng và tiêu thụ năng lượng trong tương lai. Lập thứ tự ưu tiên đối với các cơ hội cải tiến hiệu quả năng lượng có thể được thực hiện dựa vào các tiêu chí:

- Lượng năng lượng tiết kiệm ước tính,
- Chi phí thực hiện ước tính,
- Các ảnh hưởng đến kinh doanh hoặc các ưu tiên kinh doanh khác của bệnh viện,
- Mức độ dễ dàng của việc thực hiện,
- Các tác động đến môi trường được cải thiện,
- Sự sẵn có của kinh phí,
- Tác động và giá trị của các lợi ích phụ (ví dụ giảm bảo trì, tăng tiện nghi và an toàn)

4.2.1.4. Thiết lập mục tiêu và chỉ tiêu năng lượng

Sau khi xác định được các SEU và các cơ hội cải tiến hiệu quả năng lượng thì bệnh viện thiết lập mục tiêu và chỉ tiêu năng lượng cần đạt được. Các mục tiêu có thể bao gồm việc cải tiến tổng thể EnMS và các chỉ tiêu cụ thể, đo được về việc cải tiến hiệu quả năng lượng. Các mục tiêu năng lượng có thể mang tính định lượng hoặc định tính. Các phân tích dữ liệu và thông tin đầu ra khác từ việc xem xét năng lượng được sử dụng trong việc xác lập các mục tiêu và chỉ tiêu năng lượng này. Các chỉ tiêu năng lượng thường gắn kết với các thiết bị, hệ thống hay quá trình cụ thể.

- Mục tiêu định lượng: các mục tiêu có thể lượng hóa và có các chỉ tiêu đối với cải tiến hiệu quả năng lượng. Ví dụ: giảm tiêu thụ điện năng 4% vào cuối năm, cải tiến 2% hiệu suất của bệnh viện vào quý 4, đặt ra định mức tiêu thụ năng lượng cho từng SEU và/hoặc toàn bệnh viện trong khoảng thời gian xác định (tháng, quý, năm).
- Các mục tiêu có thể mang tính định tính: ví dụ thay đổi hành vi về năng lượng của cán bộ nhân viên bệnh viện.

Các mục tiêu và chỉ tiêu năng lượng phải tuân theo các chỉ dẫn ở điều 6.2. TCVN ISO 50001:2019.

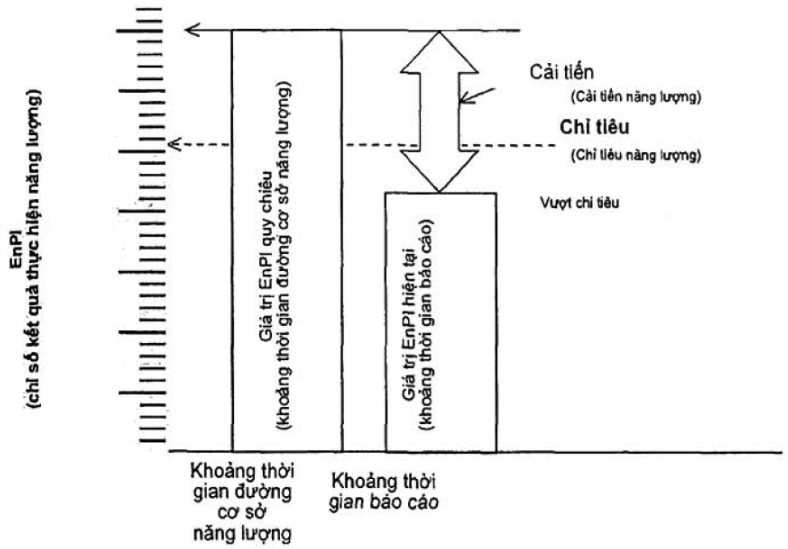
4.2.1.5. Thiết lập các chỉ số EnPI và đường EnB

a. Chỉ số EnPI

Chỉ số hiệu quả năng lượng EnPI là một "thước đo" dùng để so sánh hiệu quả năng lượng trước (giá trị EnPI quy chiếu) và sau (giá trị EnPI kết quả hoặc thực tế) khi thực hiện các kế hoạch hành động. Sự chênh lệch giữa giá trị quy chiếu và giá trị kết quả là thước đo sự thay đổi hiệu quả năng lượng. Khi các hoạt động của bệnh viện hoặc EnB thay đổi, bệnh viện có thể cập nhật các EnPI nếu liên quan.

Xem xét năng lượng cung cấp thông tin và dữ liệu cần thiết để thiết lập EnPI. Một EnPI có thể ở cấp cơ sở, hệ thống hoặc quá trình, thiết bị và cần có đường cơ sở phù hợp tại cùng một cấp cho mục đích so sánh. Các dạng và ví dụ về EnPI bao gồm:

- Tiêu thụ năng lượng: Hai loại chỉ số EnPI thường được sử dụng cho các bệnh viện là: 1) tiêu thụ năng lượng trên m^2 của diện tích tòa nhà trong một khoảng thời gian (tháng, quý, năm), ví dụ: kWh/m^2/năm. 2) tiêu thụ năng lượng trên 1 giường bệnh nhân trong bệnh viện trong một khoảng thời gian (tháng, quý, năm), ví dụ kWh/giường/năm.
- Tỉ số đơn giản như tiêu thụ năng lượng trên một đơn vị đầu ra. Ví dụ kWh/T..
- Mô hình tĩnh
- Mô hình dựa trên kỹ thuật. Ví dụ: mô phỏng.



Hình 83: So sánh EnPI thể hiện sự cải tiến năng lượng

EnPI cần được xác định thích hợp cho việc đo lường và theo dõi hiệu quả năng lượng của bệnh viện và chứng tỏ được việc cải tiến hiệu quả năng lượng. Phương pháp

để xác định và cập nhật các EnPI phải được duy trì bằng thông tin dạng văn bản. Các giá trị của EnPI phải được xem xét và so sánh với các EnB tương ứng, khi thích hợp[64].

b. Đường cơ sở năng lượng EnB[65]

Đường cơ sở năng lượng là các mốc quy chiếu định lượng cung cấp cơ sở cho việc so sánh hiệu quả năng lượng. Đường EnB dựa trên dữ liệu trong một khoảng thời gian xác định. EnPB được thiết lập thông qua việc sử dụng thông tin từ các xem xét năng lượng, có tính đến khoảng thời gian thích hợp.

Dạng đường EnB phụ thuộc vào mục đích cụ thể của EnPI, có thể được thiết lập tại cấp cơ sở, hệ thống, thiết bị và quá trình. Đường EnB có thể là:

- Thể hiện mối quan hệ toán học của tiêu thụ năng lượng như 1 hàm của các biến số liên quan
- Mô hình kỹ thuật
- Tỉ số đơn giản
- Dữ liệu tiêu thụ năng lượng đơn giản (nếu k có biến liên quan)

Khoảng thời gian của đường cơ sở đại diện cho các hoạt động của bệnh viện, có thể là tháng, quý, năm.

4.2.1.6. Lập kế hoạch hành động

Khi hoạch định cách thức đạt được mục tiêu và chỉ tiêu năng lượng, bệnh viện phải lập và duy trì kế hoạch hành động bao gồm, nhưng không giới hạn:

- Các hành động sẽ được thực hiện để cải tiến hiệu quả năng lượng (Xem mục 4.3).
- Phân bổ các nguồn lực cho việc thực hiện kế hoạch hành động: nhân lực, công nghệ (phần mềm, máy móc, thiết bị), tài chính.
- Phân công đối với các nhiệm vụ của kế hoạch quản lý năng lượng: ví dụ bộ phận QLNL phụ trách chung và có trách nhiệm báo cáo với Ban giám đốc bệnh viện, các lãnh đạo các cấp có trách nhiệm quản lý các bộ phận mình phụ trách...
- Lịch trình cho các hành động đã được hoạch định
- Các phương pháp để kiểm tra xác nhận việc cải tiến hiệu quả năng lượng đạt được đối với mỗi cơ hội cải tiến năng lượng. Phương pháp kiểm tra hiệu lực của kế hoạch hành động
- Lịch trình xem xét và cập nhật kế hoạch

Bệnh viện xem xét các hành động này có thể được tích hợp thế nào vào các quá trình hoạt động của bệnh viện (hoạt động khám chữa bệnh và điều trị ngoại trú, hoạt động điều trị nội trú, hoạt động sinh hoạt của bác sỹ, nhân viên tại bệnh viện, hoạt

[64] Xem thêm hướng dẫn xác định EnPI trong TCVN ISO 50006 : 2016, TCVN ISO 50004:2016

[65] Xem thêm hướng dẫn về EnB trong TCVN ISO 50004:2016.

động dịch vụ, nghiên cứu khoa học....). Kế hoạch hành động cần được lưu giữ dạng văn bản[66].

4.2.1.7. Lập kế hoạch thu thập dữ liệu

Dữ liệu là rất quan trọng trong việc theo dõi và cải tiến liên tục hiệu quả năng lượng. Cần xác định dữ liệu nào cần thu thập, thu thập dữ liệu đó như thế nào và tần suất thu thập để đảm bảo sự sẵn có của dữ liệu cần thiết để duy trì việc xem xét năng lượng và quá trình theo dõi, đo lường, phân tích và đánh giá. Kế hoạch thu thập dữ liệu cần thích hợp với quy mô, mức độ phức tạp, nguồn lực và thiết bị theo dõi, đo lường của bệnh viện.

- Dữ liệu cần thu thập phải được lưu giữ bằng thông tin dạng văn bản bao gồm:

+ Các biến liên quan đối với các SEU

+ Mức tiêu thụ năng lượng của các SEU và bệnh viện: có thể là các số liệu đơn giản như số điện hàng ngày, hàng tháng, quý, năm; lượng tiêu thụ nhiên liệu như khí gas, CO_2,..

+ Tiêu chí vận hành liên quan đến các SEU: thời gian đóng, mở thiết bị; thời gian bật, bật/tắt hệ thống đèn chiếu sáng, điều hòa; thời gian đóng, mở cửa các khu vực....

+ Dữ liệu quy định trong kế hoạch hành động.

- Cách thức thu thập dữ liệu:

+ Lắp các công tơ điện cho từng tòa nhà và/hoặc cho từng khoa, bộ phận. Việc này sẽ giúp thu thập dữ liệu đầy đủ hơn và giúp phân tích dữ liệu hiệu quả hơn. Đọc số liệu tiêu thụ điện định kỳ và ghi chép lưu giữ dạng văn bản.

+ Lắp đặt các thiết bị, đồng hồ đo năng lượng tiêu thụ cho từng hệ thống điều hòa, chiếu sáng, máy bơm nước,.... và đo các dạng năng lượng khác, các biến liên quan của các SEU.

+ Các biện pháp quản lý để thu thập dữ liệu vận hành: ghi sổ nhật ký, bảng theo dõi....

+ Lắp đặt hệ thống theo dõi và đo lường hoàn chỉnh được kết nối với ứng dụng phần mềm có khả năng tổng hợp dữ liệu và đưa ra các phân tích tự động, ví dụ phần mềm quản lý năng lượng EMS, phần mềm/hệ thống quản lý tòa nhà BMS. Hệ thống BMS là hệ thống đồng bộ cho phép điều khiển, giám sát thiết bị kỹ thuật và quản lý dữ liệu, vận hành mọi hệ thống kỹ thuật trong tòa nhà như hệ thống điện, nước, điều hòa, thông gió, an ninh, PCCC... đồng bộ các hoạt động diễn ra trong tòa nhà.

- Tần suất thu thập dữ liệu: có thể là hàng ngày, tháng, quý, năm.

[66] Xem ví dụ về kế hoạch hành động ở Phụ lục C của TCVN ISO 50004:2016.

4.2.2. Thực hiện (Do)

4.2.2.1. Thực hiện và kiểm soát quá trình liên quan các SEU

Thực hiện (Do) là giai đoạn mà bệnh viện cần thực hiện các kế hoạch hành động đã lập ra trong giai đoạn hoạch định (Plan) để đạt được các mục tiêu và tiêu chí năng lượng. Bệnh viện phải thực hiện và kiểm soát các quá trình (ví dụ quá trình sử dụng thiết bị, quá trình khám chữa bệnh, quá trình vận hành các khu vực của bệnh viện, quá trình hoạt động của hệ thống HVAC, chiếu sáng...) liên quan đến các SEU theo các hướng dẫn ở điều 8 của TCVN ISO 50001:2019. Giai đoạn thực hiện của chu trình PDCA tập trung vào việc quản lý năng lượng đối với các SEU. Việc quản lý các quá trình liên quan tới các SEU bao gồm:

- Thiết lập tiêu chí, quy định đối với các quá trình, bao gồm cả việc vận hành và bảo trì các cơ sở, hệ thống, thiết bị và các quá trình sử dụng năng lượng, mà nếu thiếu các tiêu chí này có thể dẫn đến sai lệch đáng kể khỏi hiệu quả năng lượng dự kiến.

- Trao đổi thông tin về các tiêu chí này với các cá nhân liên quan như lãnh đạo khoa, bộ phận, bác sỹ, kỹ thuật viên, điều dưỡng...

- Thực hiện kiểm soát các quá trình theo các tiêu chí này, bao gồm cả việc vận hành và duy trì cơ sở, thiết bị, hệ thống và các quá trình sử dụng năng lượng theo các tiêu chí được thiết lập.

Bệnh viện cần kiểm soát những thay đổi theo kế hoạch và xem xét các hệ quả của những thay đổi ngoài dự kiến, thực hiện hành động để giảm nhẹ mọi tác động bất lợi khi cần. Các giải pháp tiết kiệm năng lượng cho các SEU xem ở mục 4.3.

4.2.2.2. Thiết kế và mua sắm

Bệnh viện phải xem xét các cơ hội cải tiến kết quả năng lượng và kiểm soát vận hành trong thiết kế và mua sắm mới, cải tạo các thiết bị, hệ thống và quá trình sử dụng năng lượng mà có tác động đáng kể tới hiệu quả năng lượng trong toàn bộ vòng đời hoạt động theo hoạch định.

Mua sắm là cơ hội để cải tiến hiệu quả năng lượng thông qua việc sử dụng các sản phẩm và dịch vụ có hiệu suất năng lượng cao hơn, các công nghệ tiết kiệm năng lượng và công nghệ xanh. Ngoài ra, tích hợp các tiêu chí môi trường trong quá trình mua sắm các thiết bị bệnh viện là một chiến lược giúp cho việc quản lý năng lượng phù hợp với mục tiêu xây dựng môi trường bền vững. Tuy nhiên các giải pháp này cần được thực hiện trên cơ sở xem xét nguồn tài chính của bệnh viện.

Với các thiết bị, hệ thống mới cần vận hành thử: Xác minh hiệu quả và hiệu suất của các hệ thống của tòa nhà nhằm đảm bảo tuân thủ các mục tiêu về hiệu suất năng lượng, chất lượng không khí trong nhà và tiêu chí thiết kế tiện nghi nhiệt.

4.2.3. Đánh giá kết quả thực hiện (Check)

4.2.3.1. Theo dõi, đo lường, phân tích và đánh giá hiệu quả năng lượng và EnMS

Mục đích của việc theo dõi, đo lường và phân tích là để thu được và phân tích các dữ liệu nhằm xác định hiệu quả năng lượng có được cải thiện hay không, mức độ cải tiến như thế nào và hiệu lực của EnMS.

Điều này bao gồm việc thực hiện kế hoạch thu thập dữ liệu đã trình bày ở mục 9.3.6 và đánh giá cải tiến hiệu quả năng lượng và hiệu lực của EnMS. Hiệu lực của EnMS có thể được chứng tỏ thông qua việc cải tiến hiệu quả năng lượng và các kết quả dự kiến khác. Cải tiến hiệu quả năng lượng có thể được chứng tỏ thông qua cải tiến các giá trị của EnPI theo thời gian, liên quan đến EnB tương ứng. Khi tiến hành phân tích, những hạn chế của dữ liệu (độ chính xác, độ chụm, độ không đảm bảo đo) và sự nhất quán của việc tính toán về năng lượng cần được tính đến trước khi đưa ra kết luận cuối cùng.

Bệnh viện cần xác định các thông tin sau:

- Những thông tin cần được theo dõi và đo lường bao gồm ít nhất những đặc trưng chính sau:

+ Hiệu lực của các kế hoạch hành động để đạt được mục tiêu và chỉ tiêu năng lượng: các kế hoạch hành động có được triển khai đúng như kế hoạch không, các quy định đặt ra còn hiệu lực không và có được thực hiện đúng không.

+ Các EnPI: đo lường giá trị của các EnPI.

+ Việc vận hành các SEU: quá trình vận hành bao gồm thời gian vận hành, cách quản lý vận hành, bảo trì bảo dưỡng...

+ Mức tiêu thụ năng lượng thực tế so với mong đợi.

- Phương pháp theo dõi, đo lường, phân tích và đánh giá có thể thực hiện được để đảm bảo kết quả có giá trị sử dụng
- Khi nào cần thực hiện theo dõi, đo lường
- Khi nào các kết quả theo dõi, đo lường phải được phân tích và đánh giá.

Việc cải tiến hiệu quả năng lượng phải được đánh giá thông qua việc so sánh các giá trị của EnPI với các EnB tương ứng. Cải tiến hiệu quả năng lượng có thể được chứng tỏ theo một số cách:

- Giảm tiêu thụ năng lượng đã được chuẩn hóa trong phạm vi của EnMS
- Tiến triển trong việc đạt được các chỉ tiêu năng lượng và việc quản lý các SEU.

4.2.3.2. Đánh giá nội bộ

Tiến hành đánh giá nội bộ EnMS theo các khoảng thời gian hoạch định (thường ít nhất là một năm) để cung cấp thông tin về việc EnMS có hay không:

- Cải tiến hiệu quả năng lượng

- Phù hợp với các yêu cầu của bệnh viện, chính sách năng lượng, mục tiêu và chỉ tiêu năng lượng của bệnh viện
- Được áp dụng và duy trì một cách hiệu lực

Bệnh viện cần hoạch định, thiết lập, thực hiện và duy trì các chương trình đánh giá, bao gồm tần suất, phương pháp, trách nhiệm của các đơn vị, cá nhân. Các cuộc đánh giá cần được thực hiện bởi các chuyên gia và đảm bảo tính khách quan. Đảm bảo các kết quả đánh giá được báo cáo với lãnh đạo bệnh viện.

4.2.3.3. Xem xét của lãnh đạo bệnh viện

Sau khi có kết quả đánh giá nội bộ, Ban giám đốc bệnh viện cần xem xét EnMS và đưa ra các kết luận. Các dữ liệu cần thiết để xem xét bao gồm:

- Mức độ đạt được các mục tiêu và chỉ tiêu năng lượng
- Hiệu quả năng lượng và cải tiến hiệu quả năng lượng trên cơ sở kết quả theo dõi và đo lường bao gồm cả các EnPI
- Tình trạng của các kế hoạch hành động.

Kết quả của xem xét của lãnh đạo phải bao gồm các quyết định liên quan đến cơ hội cải tiến liên tục và nhu cầu thay đổi đối với EnMS, bao gồm:

- Cơ hội cải tiến hiệu quả năng lượng
- Chính sách năng lượng
- Các EnPI hoặc EnB
- Các mục tiêu, chỉ tiêu năng lượng, kế hoạch hành động hoặc các yếu tố khác của EnMS và hành động được thực hiện khi không đạt được mục tiêu, chỉ tiêu
- Các cơ hội cải tiến để tích hợp với các quá trình hoạt động chính
- Việc phân bổ nguồn lực
- Cải tiến năng lực, nhận thức và trao đổi thông tin

4.2.4. Hành động cải tiến (Act)

Khi có một sự không phù hợp được nhận biết, bệnh viện phải:

- Thực hiện các hành động để khắc phục sự không phù hợp và xử lý các kệ quả
- Đánh giá nhu cầu đối với hành động nhằm loại bỏ các nguyên nhân dẫn đến sự không phù hợp để không tái diễn hoặc xảy ra ở nơi khác bằng cách:

  + Xem xét sự không phù hợp

  + Xác định nguyên nhân của sự không phù hợp và xác định liệu sự không phù hợp tương tự có tồn tại hoặc có khả năng xảy ra không

  + Thực hiện hành động cần thiết

  + Xem xét hiệu lực của mọi hành động khắc phục được thực hiện

  + Thực hiện những thay đổi đối với EnMS nếu cần.

Bệnh viện cần cải tiến liên tục sự thích hợp, thỏa đáng, hiệu lực của EnMS. Cần chứng tỏ việc cải tiến tiên tục hiệu quả năng lượng.

4.3. Các giải pháp quản lý vận hành nhằm giảm mức tiêu thụ năng lượng trong công trình bệnh viện

4.3.1. Quy định, hành động cho các cơ sở, hệ thống, thiết bị sử dụng NL đáng kể trong bệnh viện

4.3.1.1. Đối với hệ thống thông gió và điều hòa không khí

- Các tòa nhà bệnh viện thường có các khu vực với yêu cầu thời gian hoạt động và tiện nghi nhiệt khác nhau, ví dụ khu vực sảnh chờ, phòng bệnh nhân, phòng khám, khu vực phòng mổ, phòng vô trùng... Do vậy khuyến nghị chia không gian các tầng thành các khu vực có bộ điều khiển riêng biệt để làm mát/sưởi ấm không khí (các hệ thống khác như hệ thống chiếu sáng cũng có thể được phân vùng theo cách tương tự).

- Ưu tiên sử dụng hệ thống thông gió và làm mát tự nhiên sẽ giúp giảm tiêu thụ năng lượng khi phải sử dụng hệ thống cơ khí. Có thể mở các cửa sổ, cửa đi cho một số khu vực phù hợp của bệnh viện. Luôn xem xét chất lượng không khí bên ngoài, điều kiện an toàn khi mở cửa sổ, cửa đi. Xem Bảng 10 mục 3.3.5.1. của hướng dẫn này về các khu vực có thể sử dụng thông gió tự nhiên.

- Quy định nhiệt độ có thể bật điều hòa (ví dụ khi nhiệt độ trên 30°C), đặt nhiệt độ cho điều hòa ở nhiệt độ hợp lý phù hợp với điều kiện thời tiết, khí hậu khu vực và vẫn phải đảm bảo tiện nghi nhiệt cho bác sỹ, bệnh nhân. Yêu cầu về nhiệt độ, độ ẩm thích hợp cần xem xét cho các khu vực chức năng khác nhau theo quy định của tiêu chuẩn TCVN 4470:2012[67]. Với những khu vực không có yêu cầu y tế đặc biệt như khu vực dịch vụ, khu vực phòng hành chính, nội trú có thể xem xét đặt nhiệt độ phù hợp điều kiện khí hậu theo mùa, đảm bảo tiện nghi nhiệt và tiết kiệm điện. Khuyến nghị nên đặt nhiệt độ điều hòa từ 26 - 28°C để tiết kiệm điện.

- Quạt thông gió không cần phải luôn hoạt động ở tốc độ tối đa. Có thể lắp đặt bộ truyền động tốc độ thay đổi (VSD) cho phép tốc độ đầu ra của quạt phù hợp với yêu cầu tốc độ gió tại các thời điểm khác nhau trong ngày. Việc giảm tốc độ này giúp tiết kiệm năng lượng và đồng thời tiết kiệm chi phí sưởi ấm và làm mát tương ứng. Quạt gió với động cơ công suất lớn hơn 0,56 kW phải có thiết bị điều khiển tự động cho phép tắt quạt khi không có nhu cầu sử dụng.

- Quy định thời gian bật điều hòa cho từng khu vực: khu hành chính, dịch vụ, khu khám và chờ khám, phòng xét nghiệm, chẩn đoán hình ảnh, khu vực nội trú (buồng bệnh nhân theo yêu cầu, buồng bệnh nhân thường), khu khám bệnh và điều trị ngoại trú, khu kỹ thuật nghiệp vụ, khu giải phẫu bệnh...

- Khuyến khích người sử dụng bệnh viện báo cáo bất kỳ khu vực nào quá nóng, lạnh hoặc có gió lùa. Nhân viên kĩ thuật kiểm tra và thực hành bảo trì, bảo dưỡng. Như vậy, người sử dụng sẽ ít có khả năng điều chỉnh nhiệt độ bằng cách mở cửa sổ khi đang bật hệ thống ĐHKK làm mát hoặc mang máy sưởi vào phòng về mùa đông. Do

[67] xem Bảng 19 mục 3.5.2 của Hướng dẫn này

đó, để duy trì nhiệt độ bên trong thích hợp, việc cài đặt nhiệt độ phải phù hợp với hoạt động diễn ra trong từng khu vực.

- Đảm bảo các ĐHKK không bị cản trở bởi các đồ đạc hay thiết bị khác và luôn giữ tấm lưới lọc sạch.

- Đảm bảo các cửa sổ, cửa đi đóng nhiều nhất có thể khi đang bật hệ thống làm mát, sưởi ấm và xem xét việc bịt lại các cửa sổ, cửa đi không sử dụng.

4.3.1.2. Đối với hệ thống chiếu sáng

- Sử dụng đèn LED có khả năng chiếu sáng chính xác và hiệu quả ở các khu vực cụ thể, đồng thời tiêu thụ ít năng lượng hơn, tạo ra ít nhiệt không mong muốn hơn và có tuổi thọ cao.

- Bố trí đèn và chế độ điều khiển chiếu sáng:

+ Mỗi phòng khám chữa bệnh nên bố trí một công tắc riêng;

+ Ở những không gian rộng như khu vực đăng kí khám chữa bệnh, sảnh bệnh viện, ... nên chiếu sáng theo từng nhóm và các nhóm này có công tắc riêng;

+ Có thể lắp các máng đèn có hiệu suất cao để giảm tổn thất chiếu sáng.

- Các khu vực có nhiều cửa sổ, đặc biệt là ở các phòng bệnh và khu vực tư vấn, có cơ hội tốt để sử dụng ánh sáng ban ngày. Thực hiện phân vùng chiếu sáng bằng cách bố trí công tác riêng cho những đèn gần cửa sổ hơn, trong khi những đèn còn lại vẫn bật bằng công tác khác. Chỉ cần bật các đèn ở khu vực không đủ ánh sáng. Do vậy, ánh sáng tự nhiên được sử dụng nhiều hơn hơn, giảm chiếu sáng nhân tạo; giảm mức tiêu thụ năng lượng và lượng nhiệt bổ sung do đèn tạo ra, điều này có nghĩa là cần làm mát ít hơn trong mùa hè.

- Tắt đèn khi không sử dụng.

- Cảm biến chiếm chỗ đảm bảo đèn chỉ hoạt động khi có người ở đó yêu cầu. Đặc biệt hữu ích khi sử dụng trong các không gian sau: khu vực văn phòng được sử dụng thường xuyên; nhà vệ sinh và thiết bị vệ sinh; phòng kho và các khu vực được khoanh vùng chiếu sáng. Cảm biến chiếm chỗ cũng có thể được sử dụng để giảm mức độ ánh sáng ở hành lang vào ban đêm. Tuy nhiên, bắt buộc phải duy trì mức ánh sáng tối thiểu để đảm bảo an toàn.

Cảm biến chiếm chỗ có thể không phù hợp với các phòng bệnh và trong phòng bệnh nhân, nơi mọi người có thể không di chuyển đủ thường xuyên để bị phát hiện. Bên cạnh đó, ở những bệnh viện lớn (tuyến trung ương), các khu vực hành lang có người đi lại thường xuyên không nên dùng cảm biến để bật/tắt đèn sẽ làm cho đèn phải bật/tắt nhiều lần sẽ làm thiết bị này nhanh hỏng hơn so với các khu vực khác.

- Quy định thời gian đóng, cắt điện bảng hiệu, đèn ngoài trời cho mùa hè và mùa đông.

- Đèn chiếu sáng khu vực trống nên tắt nhưng chú ý đảm bảo yêu cầu an toàn và sức khỏe, đặc biệt là khu hành lang và cầu thang. Một số khu vực chính cần phải có đèn an ninh bao gồm kho thuốc, phòng thí nghiệm, phòng chẩn đoán hình ảnh, khu vực nội trú...

- Kiểm tra vào các khung giờ trong ngày việc bật đèn ở các khu vực. Ví dụ việc kiểm tra vào buổi sáng bao gồm việc đảm bảo đèn ngoài trời đã được tắt nếu đã đủ chiếu sáng tự nhiên.

- Để nâng cao hiệu quả chiếu sáng và tiết kiệm năng lượng cho hệ thống chiếu sáng cần thực hiện một số giải pháp như (1) giữ cửa sổ và các thiết bị chiếu sáng trong phòng sạch sẽ; (2) thay thế những bóng đèn cũ, mờ hoặc nhấp nháy; (3) giữ cho các bộ điều khiển luôn hoạt động tốt bằng cách đảm bảo bộ hẹn giờ được đặt chính xác và mọi cảm biến sử dụng đều sạch sẽ và (4) khuyến khích đội ngũ y bác sĩ thường xuyên báo cáo các vấn đề về chiếu sáng để có kế hoạch bảo trì.

4.3.1.3. Đối với các thiết bị sử dụng điện khác

- Thiết bị y tế: Bệnh viện sử dụng rất nhiều thiết bị y tế như tủ thuốc, khu vực lạnh lưu trữ thuốc, thiết bị thí nghiệm, thiết bị chụp X-quang, MRI, scan.... . Tắt các thiết bị khi không sử dụng, sử dụng các chế độ nghỉ và chế độ sử dụng ít năng lượng.

- Quy định thời gian sử dụng bình nước nóng. Ví dụ quy định thời gian bật bình nước nóng trước khi tắm 45 phút, tắt trước khi tắm để đảm bảo an toàn.

- Quy định sử dụng tiết kiệm nước nóng. Sử dụng nước nóng lãng phí sẽ tốn năng lượng cho việc đun nước. Lắp đặt các đồng hồ đo lường và kiểm soát việc sử dụng nước nóng.

- Các thiết bị máy văn phòng (máy tính, máy in, photo..), ấm đun nước, bếp điện, lò nướng, lò vi sóng và các thiết bị điện công suất nhỏ khác có thể chiếm nhiều hơn 10% tiêu thụ điện của bệnh viện. Tắt tất cả các thiết bị này khi không sử dụng. Chỉ được sử dụng cho mục đích thực hiện nhiệm vụ của bệnh viện.

- Đặt các thiết bị tỏa nhiệt như máy in, máy photocopy ở khu vực riêng biệt, thông thoáng, có luồng gió tốt. Điều này giúp ngăn chặn hiện tượng quá nhiệt, loại bỏ khí thải tiềm ẩn khỏi thiết bị và giảm tiếng ồn.

- Không tự ý sử dụng các thiết bị điện ngoài quy định, không tự ý sử dụng quạt sưởi khi chưa được sự đồng ý của lãnh đạo bệnh viện. Bệnh nhân và người nhà bệnh nhân không được tự ý đưa các trang thiết bị điện vào sử dụng.

- Không sử dụng các loại bếp điện, lò nướng... và nấu nướng tại khoa, ban.

4.3.1.4. Quy định thời gian và yêu cầu bảo dưỡng định kỳ các hệ thống kỹ thuật, máy móc thiết bị.

Mức tiêu thụ năng lượng của hệ thống HVAC có thể tăng đáng kể nếu không tiến hành bảo dưỡng định kỳ. Quạt, bộ lọc không khí, ống dẫn khí và các bộ phận khác bị bẩn hoặc bị lỗi sẽ ảnh hưởng tới hiệu quả hoạt động của hệ thống và làm chi phí vận

hành tăng lên cũng như có nguy cơ hỏng hóc. Hệ thống nồi hơi, máy bơm nước, đường ống, van cũng cần được bảo trì thường xuyên. Hệ thống đèn chiếu sáng nếu không được bảo dưỡng sẽ giảm hiệu quả chiếu sáng 30% trong 2,3 năm. Máy móc thiết bị sử dụng lâu ngày sẽ bị hao mòn và tiêu tốn nhiều năng lượng hơn. Do vậy cần có kế hoạch bảo trì, bảo dưỡng để các hệ thống hoạt động ở trạng thái tốt nhất.

Cần tham khảo khuyến cáo của nhà sản xuất về lịch bảo trì các thiết bị để duy trì hiệu quả tối ưu. Khuyến nghị bảo dưỡng thiết bị định kỳ 1-2 lần mỗi năm. Thực hiện kiểm tra, bảo dưỡng khi phát hiện các vấn đề trong vận hành máy móc thiết bị.

4.3.2. Sử dụng, lắp đặt thiết bị điều khiển, thiết bị TKNL

- Khuyến khích thiết kế, lắp đặt hệ thống Quản lý năng lượng EMS, hệ thống quản lý tòa nhà BMS để quản lý vận hành các hệ thống kỹ thuật của tòa nhà, lưu giữ và phân tích các dữ liệu tiêu thụ năng lượng.

- Lắp đặt thiết bị đo lường điện, nhiệt, thiết bị khống chế nhiệt độ trong phòng, thiết bị kiểm soát hệ thống cung cấp điện, nhiệt tại các vị trí trong tòa nhà phù hợp với điều kiện thời tiết và mục đích sử dụng.

- Lắp đặt công tơ điện cho từng tòa nhà trong bệnh viện. Khuyến khích lắp đặt công tơ điện riêng cho từng Khoa, Ban để dễ dàng hơn trong quản lý tiêu thụ NL và có biện pháp khuyến khích khen thưởng, phê bình kịp thời.

- Sử dụng và lắp đặt các phương tiện, thiết bị có hiệu suất năng lượng cao, thiết bị TKNL có dán nhãn năng lượng, được cơ quan nhà nước có thẩm quyền công bố, thừa nhận áp dụng.

- Một số giải pháp cụ thể:

+ Lắp đặt các động cơ điện hiệu suất cao cho tủ lạnh
+ Sử dụng các thiết bị tiêu thụ ít năng lượng, các thiết bị có dán nhãn của Bộ công thương, nhãn Energy Star.
+ Lắp đặt thêm thiết bị hồi nhiệt (HRV) trong các phòng sử dụng điều hòa. HRV còn có thể phối hợp được với các hệ thống điều hòa VRV (Variable Refrigerant Volume), VRF cũng như các hệ thống điều hòa không khí khác. Hệ thống HRV có chức năng thông gió và thu hồi lượng nhiệt bị mất qua quá trình thông gió. Hệ thống này hạn chế sự thay đổi nhiệt độ phòng do thông gió gây ra, do đó luôn duy trì được môi trường không khí chất lượng cao trong các phòng bệnh viện.
+ Thay thế các thiết bị chạy bằng ga tự nhiên bằng các máy bơm nhiệt (cho phép tái sử dụng nhiều hơn năng lượng nhiệt dư thừa từ không khí điều hòa cho nồi hơi đun nóng nước).
+ Lắp đặt cửa tự động tại sảnh đón khách, đặc biệt ở lối vào tòa nhà thường xuyên sử dụng để hạn chế thất thoát nhiệt. Hành lang phải đủ rộng để có thể ra vào không hạn chế và cho phép một bộ cửa được đóng trước khi bộ kia được mở.

Nếu có thể, hai bộ cửa nên được điều khiển tự động để tăng khả năng ra vào dễ dàng và giúp giữ không khí điều hòa được điều hòa bên trong.

+ Lắp đặt các đồng hồ hẹn giờ cơ học ở các khu vực không phải khu vực công cộng

4.3.3. Quy định thời gian bảo trì kết cấu tòa nhà

- Cần bảo trì kết cấu tòa nhà định kỳ, ví dụ 1 năm 1 lần.

- Xác định kịp thời các vấn đề xảy ra cho lớp vỏ tòa nhà. Xử lý các lỗ, khe hở trên tường, cửa sổ, cửa đi và cửa skylight ngay lập tức khi phát hiện. Việc này giúp giảm tất thoạt nhiệt của tòa nhà, giúp tiết kiệm năng lượng và cũng đảm bảo tiện nghi nhiệt cho người sử dụng.

- Thiết lập checklist để xác định các khu vực bị thất thoát năng lượng do kết cấu tòa nhà. Nếu bệnh viện lớn thì cần sự tham gia của nhiều người. Thiết lập lịch trình kiểm tra tường, sàn, mái và cửa skylight, cửa đi, cửa sổ bao gồm khung và tấm ngăn.

- Độ ẩm có thể gây ra thiệt hại đáng kể cho kết cấu tòa nhà và làm giảm khả năng cách nhiệt của nó. Độ ẩm lớn, kéo dài dẫn đến nấm mốc, nguy hiểm cho sức khỏe bệnh nhân và nhân viên. Cần sửa chữa đường ống thất nước, máng xối và mái rò rỉ ngay khi phát hiện hiện tượng ẩm mốc. Tìm ra nguyên nhân và giải quyết triệt để sẽ giúp giảm chi phí sửa chữa sau này. Thường xuyên kiểm tra các dấu hiệu ẩm ướt và ngưng tụ nước ít nhất mỗi năm 1 lần, tốt nhất là trước khi mùa nồm ẩm đến.

4.3.4. Nâng cao nhận thức, năng lực liên tục cho nhân sự bệnh viện

Bệnh viện cần xây dựng các chiến lược thúc đẩy văn hóa sử dụng NL TK-HQ để thay đổi, nâng cao nhận thức, ý thức và trách nhiệm của các bên liên quan như bác sỹ, cán bộ, nhân viên toàn bệnh viện, bệnh nhân và người chăm sóc bệnh nhân...Toàn bộ cán bộ, nhân viên, bác sỹ.. làm việc trong bệnh viện phải nhận thức được về:

+ Chính sách năng lượng
+ Đóng góp của họ cho hiệu lực của hệ thống EnMS, bao gồm việc đạt được mục tiêu năng lượng và lợi ích của việc giảm mức tiêu thụ năng lượng
+ Ảnh hưởng của các hoạt động và hành vi của họ tới việc sử dụng năng lượng TK-HQ của bệnh viện
+ Hậu quả của việc không tuân thủ các yêu cầu của hệ thống quản lý năng lượng EnMS và các quy định đã đặt ra.

Các biện pháp có thể áp dụng bao gồm :

+ Tổ chức thường xuyên các cuộc họp, dự án, hội thảo, các chiến dịch thi đua tiết kiệm năng lượng giữa các đơn vị trong bệnh viện. Các bài tuyết trình của lãnh đạo cao nhất qua dạng thức truyền thông đa phương tiện
+ Dán các nhãn thông tin trên các công tắc đèn

+ Bố trí các bảng hướng dẫn về sử dụng thiết bị điện, hệ thống HVAC và các SEU khác: dạng poster, màn hình ở các sảnh, hành lang, các phòng chức năng để các cá nhân đều có thể dễ dàng nắm bắt thông tin.

+ Có các bản tin, tờ tin về tiết kiệm năng lượng. Đưa thông tin trên mạng nội bộ/bảng tin.

+ Tổ chức các buổi đào tạo của nhà cung cấp, đào tạo về nhận thức chung về sử dụng NL TK-HQ

+ Các hoạt động khích lệ và giải thưởng...

Có các biện pháp kiểm tra, nhắc nhở, khuyến khích để đảm bảo tuân thủ các quy định đã đặt ra:

+ Kiểm tra định kỳ, đột xuất, nhắc nhở thường xuyên để các cá nhân, đơn vị thực hiện theo các quy định.

+ Ban hành các chế độ thưởng, phạt khi các cá nhân, đơn vị thực hiện tốt các quy định và khi xảy ra vi phạm.

+ Thường xuyên nhắc nhở các cá nhân, đơn vị về các quy định, tiêu chí tiết kiệm năng lượng và chính sách năng lượng, mục tiêu năng lượng của bệnh viện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Moe Kiel (2008). *Integrated Design in Contemporary Architecture*. Princeton Architechtural Press, New York.

[2] Ching Francis D. K. (2014). *Architecture: Form, Space, and Order*. Wiley.

[3] Ngô Quang Tâm, Nguyễn Anh Tuấn (2018). Mô phỏng năng lượng công trình với Revit – Một lối đi mới dành cho KTS. *Tạp chí Kiến trúc*, (số 07-2018).

[4] Vincent Kitio Federico M. Butera, Rajendra Adhikari, Niccolò Aste, "SUSTAINABLE BUILDING DESIGN FOR TROPICAL CLIMATES Principles and Applications for Eastern Africa".

[5] Phạm Đức Nguyên (2012). *Phát triển Kiến trúc bền vững, kiến trúc xanh ở Việt Nam*. Nhà xuất bản Tri thức.

[6] *Hướng Dẫn Thi Công XPS Cho Mái Bê Tông*. https://cattuongcorp.com/vi/ung-dung/cach-nhiet-cho-mai-be-tong, accessed.

[7] WHO, "Natural Ventilation for Infection Control in Health-Care Settings", 2009.

[8] Phạm Ngọc Đăng, Phạm Hải Hà (2002). *Nhiệt và khí hậu kiến trúc*. Nhà xuất bản Xây dựng.

[9] Givoni B. L'homme (1978). *l'architecture et le climat*. Moniteur, Paris.

[10] Bansal N. K., Hauser Gerd, Minke Gernot (1994). *Passive building design : a handbook of natural climatic control*. Elsevier Science B.V. Amsterdam, Amsterdam.

[11] Nguyen T. K. P., Korkina E. V. (2021). Connectivity of the Window to Floor Area Ratio and the Daylighting Assessment Criteria. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering*, 45 (3): 2035-2045.

[12] Laboratory OAK Ridge National (2014). *Foundation Design Handbook*. https://foundationhandbook.ornl.gov/handbook/toc.shtml.

[13] Mohd Farid Mohameda Steve Kingb, Masud Behniac, and Deo Prasad (2023). THE EFFECTS OF BALCONIES ON THE NATURAL VENTILATION PERFORMANCE OF CROSS-VENTILATED HIGH-RISE BUILDINGS.

[14] Vakiloroaya Vahid, Samali Bijan, Fakhar Ahmad, Pishghadam Kambiz (2014). A review of different strategies for HVAC energy saving. *Energy Conversion and Management*, 77: 738-754.

[15] Nguyễn Sơn Lâm (2009). Xây dựng hướng dẫn thiết kế, thi công lắp đặt & bảo trì hệ thống thiết bị sử dụng năng lượng mặt trời để đun nước nóng. *Đề tài cấp Bộ Xây dựng*.

[16] Hoàng Dương Tùng (2008). Năng lượng mặt trời lý thuyết và ứng dụng. *NXB Khoa học kĩ thuật*.

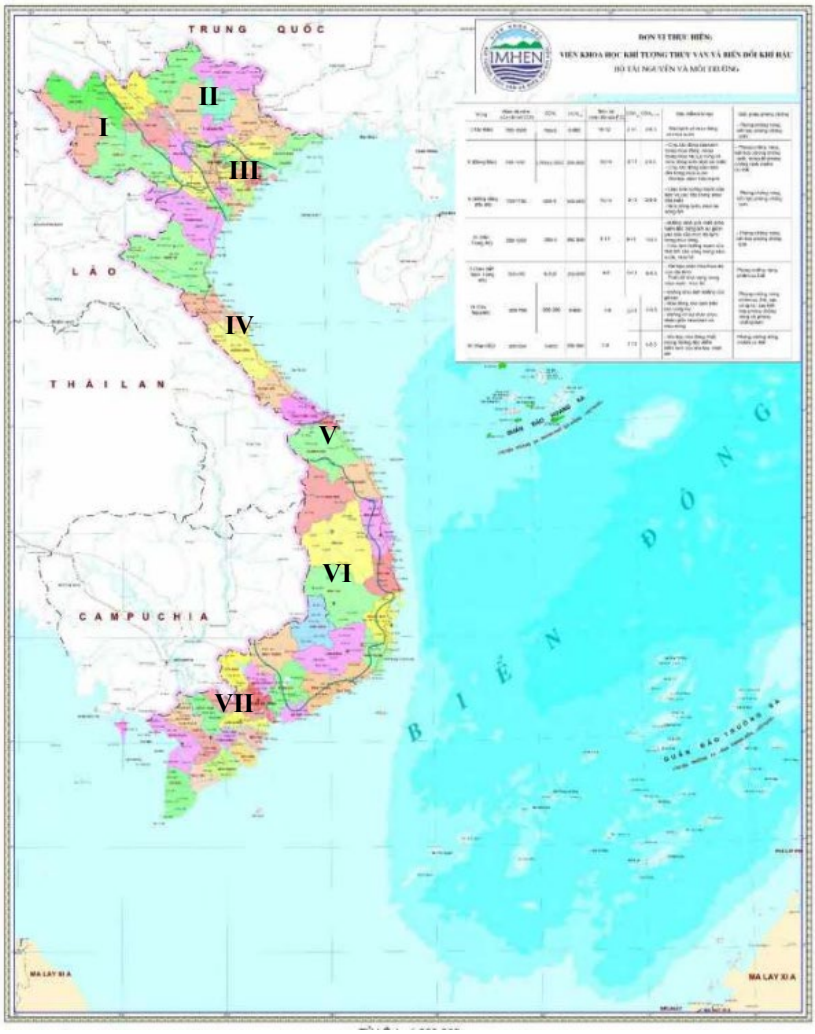
[17] Phạm Thị Hải Hà, Trần Quốc Bảo, Nguyễn Thị Khánh Phương (2022). *Giáo trình Hệ thống kiểm soát môi trường công trình*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.

[18] Szokolay Steven V (2008). *Introduction to Architectural Science*. 2nd edition, London.

[19] Network Healthy Building, Perkins&Will, "Embodied Carbon and Material Health in Gypsum Drywall and Flooring", 2022.

[20] Jim L. Bowyer Ed Pepke Kathryn Fernholz, Chuck Henderson, Harry Groot, Gloria Erickson, "Comparison of Environmental Impacts of Flooring Alternatives", Dovetail Partners Consuming Responsibly Report, 2019.

PHỤ LỤC 1: Phân vùng khí hậu xây dựng tại Việt Nam *(QCVN 02:2022/BXD)*



Vùng khí hậu	Biên độ nhiệt độ nền (° C)	Đặc điểm khí hậu
I (Tây Bắc)	10-12	- Khô lạnh về mùa đông và mùa xuân
II (Trung du-miền núi Việt Bắc và Đông Bắc)	10-14	- Chịu tác động của lạnh trong mùa đông, nóng trong mùa hè; Là vùng có mùa đông lạnh nhất cả nước. - Chịu tác động của nồm ẩm trong mùa xuân - Khí hậu phân hóa mạnh
III (Đồng bằng Bắc Bộ)	10-15	- Chịu ảnh hưởng mạnh của bão và các đặc trưng khác của biển - Mùa đông lạnh, mùa hè nóng ẩm
IV (Bắc Trung Bộ)	10-12	- Đường ranh giới miền phía Nam đặc trưng bởi sự giảm yếu dần của mức độ lạnh trong mùa đông - Chịu ảnh hưởng mạnh của thời tiết khô nóng trong mùa xuân, mùa hè
V (Nam Trung Bộ)	4-8	- Khí hậu phân hóa theo độ cao địa hình - Thời tiết khô nóng trong mùa xuân, mùa hè

VI (Tây Nguyên)	4-8	- Không chịu ảnh hưởng của gió Lào - Mùa đông khá lạnh trên các vùng núi - Không có sự khác nhau nhiều giữa mùa lạnh và mùa nóng
VII (Nam Bộ)	2-6	- Khí hậu khá đồng nhất, mang những đặc điểm điển hình của khí hậu nhiệt đới gió mùa. Chống nóng là đối tượng trọng yếu nhất trong các giải pháp phòng tránh đối với công trình xây dựng.

PHỤ LỤC 2: Bảng tra các hệ số phục vụ thiết kế

STT	Hệ số	Tài liệu trích dẫn
1	**Tổng nhiệt trở R_0 của lớp vỏ bao che**	
	Phụ lục 1. Tổng nhiệt trở R_0 của lớp vỏ bao che	QCVN 09 : 2017/BXD
2	**Các thông số vật lý nhiệt của vật liệu xây dựng**	
	Phụ lục 2. Hệ số dẫn nhiệt của vật liệu xây dựng	QCVN 09 : 2017/BXD
	Bảng E.1. Các hệ số dẫn nhiệt, khối lượng riêng, nhiệt dung riêng, hệ số hàm nhiệt	Giáo trình Hệ thống kiểm soát môi trường công trình, Phạm Thị Hải Hà Trần Quốc Bảo, Nguyễn Thị Khánh Phương (2022) [17]
	Bảng E.2. Đặc tính cách nhiệt của cửa sổ kính	Introduction to Architectural Science, Szokolay Steven V (2008) [18]
	Bảng E.3. Đặc tính cách nhiệt và quang học của một số sản phẩm kính	Giáo trình Hệ thống kiểm soát môi trường công trình, Phạm Thị Hải Hà Trần Quốc Bảo, Nguyễn Thị Khánh Phương (2022)[17]
3	**Nhiệt trở và hệ số trao đổi nhiệt bề mặt của kết cấu bao che**	
	Phụ lục 3. Hệ số trao đổi nhiệt bề mặt của kết cấu vỏ bao che	QCVN 09 : 2017/BXD
	Bảng C.2. Nhiệt trở mặt trong và nhiệt trở mặt ngoài của kết cấu bao che	ISO 6946:2017
	Bảng C.3. Nhiệt trở mặt trong và nhiệt trở mặt ngoài của kết cấu bao che	Introduction to Architectural Science, Szokolay Steven V (2008) [18]
4	**Nhiệt trở của lớp không khí**	

	Phụ lục 4. Nhiệt trở của lớp không khí không được thông gió Ra (m^2.K/W)	QCVN 09 : 2017/BXD
	Bảng D.2. Nhiệt trở của lớp không khí Ra (m^2.K/W)	Introduction to Architectural Science, Szokolay Steven V (2008) [18]
5	**Hệ số hấp thụ nhiệt bức xạ (α) của các bề mặt kết cấu và vật liệu xây dựng**	
	Phụ lục 5. Hệ số hấp thụ nhiệt bức xạ (α) của các bề mặt vật liệu	QCVN 09 : 2017/BXD
	Bảng F1. Hệ số hấp thụ nhiệt bức xạ (α) của các bề mặt kết cấu và vật liệu xây dựng	Giáo trình Hệ thống kiểm soát môi trường công trình, Phạm Thị Hải Hà Trần Quốc Bảo, Nguyễn Thị Khánh Phương (2022)[17]
6	**Tổng nhiệt trở R0 của một số loại tường và mái thông dụng**	
	Phụ lục 6. Tổng nhiệt trở R0 của một số loại tường và mái thông dụng	QCVN 09 : 2017/BXD

PHỤ LỤC 3: Các thông số tra cứu phục vụ tính toán CSTN

STT	Nội dung	Tài liệu trích dẫn
1	Phương pháp tính HSCSTN với Biểu đồ Dunhiluk I và II	Giáo trình Hệ thống kiểm soát môi trường công trình, Phạm Thị Hải Hà Trần Quốc Bảo, Nguyễn Thị Khánh Phương (2022)[17]
2	Giá trị trung bình của độ chói tương đối từ mặt đứng thứ j của tòa nhà đối diện b_{fj}	ISO 6946:2017
3	Các hệ số $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4$	Giáo trình Hệ thống kiểm soát môi trường công trình, Phạm Thị Hải Hà Trần Quốc Bảo, Nguyễn Thị Khánh Phương (2022)[17]
4	Hệ số phân bố không đều độ chói của mảng trời q đối với bầu trời Moon & Spencer	
5	Giá trị r_0 tính cho mặt phẳng làm việc	
6	Hệ số phản xạ ρ của một bề mặt nội thất	
7	Hệ số đặc điểm chiếu sáng của cửa sổ bên η_0	

PHỤ LỤC 4: Một số sản phẩm kính phổ biến hiện có trên thị trường Việt Nam [68]

Sản phẩm kính	U-Value	SHGC	Visible Trans.	Tỷ số diện tích Cửa sổ - diện tích Tường không có Chắn nắng							WWR với Chắn nắng Ngang = 0.3 X Chiều cao cửa sổ							WWR với Chắn nắng Ngang = 0.5 X Chiều cao cửa sổ						
				20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%
Kính 1 lớp, trắng trong, 6mm - Asahi Glass	5.68	0.81	0.86	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗
Kính 1 lớp, màu Supreme Gold, công nghệ Sunshield - Asahi Glass	5.4	0.68	0.58	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗
Kính 1 lớp, màu Icy Clear, công nghệ Sunshield- Asahi Glass	5.75	0.66	0.65	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗
Kính 1 lớp, màu French Bronze, 6mm - Asahi Glass	5.68	0.60	0.48	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗
Kính 1 lớp, trắng, công nghệ Sunergy, 6mm - AGC Glass	4.1	0.60	0.69	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗
Kính 1 lớp, màu Green, 5mm - Asahi Glass	5.71	0.59	0.73	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗
Kính 1 lớp, màu Green T45, công nghệ Solar control - Viglacera	4.14	0.50	0.47	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗
Kính 1 lớp, màu Aqua Blue, 6mm - Asahi Glass	5.7	0.50	0.35	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗
Kính 1 lớp, công nghệ Sunergy Cool, 6mm - AGC Glass	4.1	0.49	0.5	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗
Kính 1 lớp, màu Dark Grey, 6mm - Asahi Glass	5.68	0.49	0.14	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗
Kính 1 lớp, màu Blue T45, công nghệ Solar control - Viglacera	3.92	0.47	0.48	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗
Kính 1 lớp, màu Neutral T45, công nghệ Solar control - Viglacera	3.91	0.47	0.46	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗
Kính 1 lớp, màu Azur, công nghệ Sunergy, 6mm - AGC Glass	4.1	0.45	0.56	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗
Kính 1 lớp, màu Supreme Blue, công nghệ Sunshield - Asahi Glass	5.69	0.44	0.35	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗
Kính 2 lớp, màu Neutral T70, phủ Low-E - Viglacera	1.56	0.43	0.65	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗
Kính 1 lớp, màu Dawn Clear, công nghệ Ecosense Enhance - Asahi Glass	5.4	0.43	0.29	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗
Kính 1 lớp, màu Green, công nghệ Sunergy, 6mm - AGC Glass	4.1	0.42	0.56	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗
Kính 1 lớp, màu Euro Grey, công nghệ Sunergy, 6mm - AGC Glass	4.1	0.42	0.34	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗
Kính 2 lớp, màu Green T45, công nghệ Solar control - Viglacera	2.46	0.41	0.43	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
Kính 1 lớp, màu Blue Green, công nghệ Sunergy, 6mm - AGC Glass	4.1	0.40	0.47	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
Kính 2 lớp, trắng, công nghệ Sunergy Cool, 6mm - AGC Glass	2.1	0.40	0.45	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
Kính 2 lớp, màu Blue T45, công nghệ Solar control - Viglacera	2.34	0.38	0.43	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
Kính 2 lớp, màu Neutral T45, công nghệ Solar Control - Viglacera	2.34	0.37	0.42	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
Kính 2 lớp, 1 lớp 6mm công nghệ Sunergy Cool + 1 lớp 6mm công nghệ Panibel G - AGC Glass	1.7	0.36	0.41	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
Kính 2 lớp, 1 lớp màu Dawn công nghệ Econsense + 1 lớp trắng 6mm - Asahi	2.8	0.33	0.26	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Kính 2 lớp, 1 lớp màu Supreme Blue công nghệ Sunshield + 1 lớp trắng 6mm - Asahi Glass	2.8	0.33	0.31	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Kính 1 lớp màu Leaf Green, công nghệ Sunshield - Asahi Glass	5.67	0.31	0.17	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Kính 2 lớp, màu Neutral T40, phủ Low-E - Viglacera	1.64	0.29	0.43	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Kính 2 lớp, màu Blue T40, phủ Low-E - Viglacera	1.63	0.28	0.42	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Nguồn thông tin kính: trang web của Asahi, Viglacera & AGC

✓ tuân thủ QC ✗ không tuân thủ QC

[68] "Hướng dẫn áp dụng Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về công trình xây dựng sử dụng năng lượng hiệu quả QCVN 09:2017/BXD" của BXD và IFC (2019).

PHỤ LỤC 5: Một số gợi ý lựa chọn vật liệu phát thải thấp và có lợi cho sức khỏe

Linoleum

Solid Wood Floors (pre-finished) (Sàn gỗ cứng – Hoàn thiện trước)

Concrete (no finish/accessories or only densifier without PFAS)
(Bê tông không có lớp hoàn thiện/phụ kiện hoặc chỉ có chất làm đặc không PFAS)

Ceramic Tiles (made in the USA/lead-free with no CRT content)
(Gạch men không chì, không chứa CRT)

Solid Wood Floors (site-finished)
(Sàn gỗ nguyên khối hoàn thiện tại công trường)

Cork Floors (pre-finished) (Sàn gỗ Cork hoàn thiện trước)

PVC-free Resilient Flooring (Sàn đàn hồi không PVC)

Engineered Wood Floors (pre-finished) (Sàn gỗ kỹ thuật hoàn thiện trước)

Rubber or Rubber/Cork Floors (made without tire-derived crumb rubber)
(Sàn cao su hoặc Cork không có cao su vụn có nguồn gốc từ lốp xe)

Laminate

Carpet (with no fly ash, no vinyl or polyurethane backing, and no PFAS)
(Thảm, không tro bay, không lớp nền vynil hoặc polyurethane, không PFAS)

Polyurethane (PU) Resilient Flooring (Sàn đàn hồi PU)

Engineered Wood Floors (site-finished)
(Sàn gỗ kỹ thuật hoàn thiện tại công trường)

Vinyl Floors (no phthalates or hazardous recycled content)
(Sàn vynil không chứa phthalates hoặc chất tái chế nguy hiểm)

Ceramic Tiles (not made in the USA/presence of lead is unknown/CRT tiles)
(Gạch men chưa xác định có chứa chì hoặc CRT)

Concrete (with sealers or with densifiers/coatings containing PFAS)
(Bê tông có chất bịt kín hoặc làm đặc/lớp phủ có chứa PFAS)

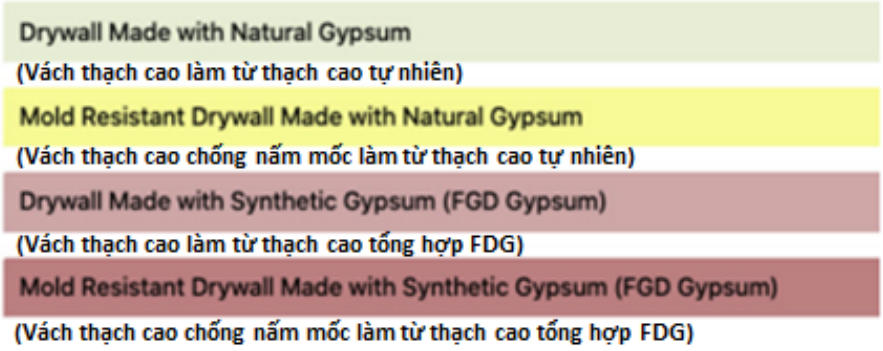
Rubber or Rubber/Cork Floors (made with tire-derived crumb rubber)
(Sàn cao su hoặc nút bần được làm bằng cao su vụn có nguồn gốc từ lốp xe)

Carpet (containing fly ash, vinyl or polyurethane backing, and PFAS)
(Thảm có chứa tro bay, lớp nền vynil hoặc polyurethane và PFAS)

Vinyl Floors (containing phthalates, hazardous stabilizers, and hazardous recycled content)
(Sàn vynil có chứa phthalates, chất tổn định và chất tái chế nguy hiểm)

Hình 84: Bảng quang phổ cấp độ nguy hiểm của vật liệu sàn [19]

Hình 85: Xếp hạng các loại vật hoàn thiện sàn khác nhau theo thứ tự tiềm năng tác động tới hiện tượng nóng lên toàn cầu [20]



Hình 86: Bảng quang phổ cấp độ nguy hiểm của vật liệu thạch cao [19]

PHỤ LỤC 6: Một số ví dụ thực tế các công trình đã áp dụng các giải pháp TKNL

1. Các công trình bệnh viện thực tế đã áp dụng giải pháp TKNL

Bệnh viện	Giải pháp tiết kiệm năng lượng và kết quả
Một số bệnh viện ở Ấn Độ[69]	
Apollo Hospitals, Chennai	- Thay thế máy nén pittong bằng máy nén ly tâm và máy nén trục vít; - Đèn led mới có hệ số công suất bằng 0,96 - Thay thế thang máy cũ bằng thang máy mới sử dụng biến tần; - Giảm thiểu sử dụng động cơ diesel bằng động cơ hơi nước; - Sử dụng nhiệt thừa để đun nóng sơ bộ nước **Kết quả:** giảm từ 61,31 đơn vị năng lượng tiêu thụ năm 2005 còn 57,62 vào năm 2006
Batra Hospital & Medical Research Centre, New Delhi	- Lắp đặt thiết bị thu hồi năng lượng trong lò hơi để thu hồi nhiệt từ khí thải; - Sử dụng hơi từ lò hơi để đáp ứng nhu cầu nước nóng; - Lắp đặt hệ thống chiếu sáng tiết kiệm năng lượng; - Cải thiện hệ số công suất của các thiết bị tiêu thụ điện; - Cải thiện sức đẩy của hệ thống bơm nước lạnh trong hệ thống điều hòa không khí (ĐHKK); - Thay thế các AHU không hiệu quả bằng AHU mới; - Lắp đặt VFD cho máy thổi AHU và quạt CT. **Kết quả:** tiết kiệm 12 - 15 lakh Rs hóa đơn điện mỗi tháng.
Jehangir Hospital, Pune	- Lắp đặt bộ hẹn giờ cho các AHU; - Lắp đặt các tủ tụ bù công suất phản kháng; - Bắt đầu sử dụng hệ thống đun nước nóng bằng năng lượng mặt trời; - Đảm bảo chất lượng nước trong bình ngưng và hệ thống nước lạnh Chiller; - Lắp đặt AC VFD; - Thay thế chấn lưu điện tử; - Xây dựng nhà máy sản xuất khí sinh học; - Lắp đặt bộ tiết kiệm năng lượng cho AC; - Sử dụng khí sinh học để đun nước nóng. **Kết quả:** tiết kiệm được 46,25 lakh Rs/ năm
Kovai Medical Centre, Coimbatore	- Lắp đặt hệ thống giám sát tòa nhà; - Thay thế hệ thống đun nước nóng bằng điện bằng hệ thống đun nước nóng bằng năng lượng mặt trời; - Bảo đảm hệ số công suất 0,95 cho các thiết bị, máy móc;

[69] International Resources Group, "Energy Efficiency in Hospitals - Best Practice Guide", USAID ECO-III Project, 2009

	- Lắp đặt công tơ; - Kết nối trang thiết bị với UPS để sử dụng tải tối ưu - Bắt đầu sử dụng máy nén kiểu trục vít trong ACs - Giảm thiểu sóng hài; - Giảm công suất tiêu thụ của AHU và bơm trong Acs. **Kết quả:** Tiết kiệm hóa đơn tiền điện 25 lakh Rs mỗi năm
Ruby Hall Clinic, Pune 	- Lắp đặt bộ hấp thụ năng lượng mặt trời; - Thu hồi nhiệt thải từ hệ thống điều hòa không khí; - Lắp đặt nhà máy xử lý nước; - Tối ưu ánh sáng trong nhà và ngoài nhà; - Kiểm tra, bảo dưỡng hệ thống ĐHKK; - Lắp đặt điều khiển và tự động hiệu quả. **Kết quả**: Tiết kiệm 27% năng lượng tiêu thụ
Sterling Hospital, Ahmedabad 	- Tất cả máy tính để bàn đều về chế độ màn hình chờ sau 2 phút không sử dụng; - Trên tất cả các bảng điện, bệnh viện dán yêu cầu tắt đèn khi rời khỏi phòng; - Tòa nhà AC có 4 phân khu chức năng, thiết bị làm lạnh (chiller) được tắt khi không sử dụng; - OPD, vật lý trị liệu và sàng lọc máu ở tầng hầm. Do đó sau 8h tối toàn bộ khu vực này có thể tắt; - Vào ban đêm, khu vực lễ tân chính không hoạt động, chỉ khu vực cấp cứu làm việc; - Lắp đặt đèn huỳnh quang (CFLs) để tạo ánh sáng vàng và dễ chịu cho quầy lễ tân; - Cảm biến ánh sáng có ở tất cả các khu vực bệnh nhân, kiểm tra sức khỏe và OPD - Nghỉ thứ 7 luân phiên cho nhân viên làm việc hiệu quả không tương đương với mức lương của họ **Kết quả:** Tiết kiệm hơn 20 lakh Rs mỗi năm
Post Graduate Institute for Medical Education & Research, Chandigarh 	- Lắp đặt máy làm lạnh trục vít với hệ thống bơm có thể điều chỉnh tốc độ; - Lắp đặt các động cơ tiết kiệm năng lượng cho các AHU - Lắp đặt bộ biến tần biến đổi điện áp hiệu quả cho thang máy; - Thay thế các nồi hơi cũ bằng nồi hơi hiệu quả năng lượng hơn với thiết bị tiết kiệm và bộ hấp thụ hồi nhiệt thải; - Lắp đặt máy làm lạnh ly tâm sử dụng biến tần; - Thay thế các thiết bị chiếu sáng trong các phòng mổ; - Sửa chữa và lắp đặt lại hệ thống nước nóng năng lượng mặt trời.
Trung tâm y tế Univercity Kembangaan Malaysia	Thay thế motor điện tiêu chuẩn bằng motor điện hiệu quả cao cho hệ thống HVAC

(UKM) tại Malaysia[70]	**Kết quả:** Tổng lượng năng lượng có thể tiết kiệm trong một năm bằng cách sử dụng động cơ hiệu quả cho 50%, 75% và 100% tải lần lượt là 122,5, 120,9 và 99 MWh. Mức chi phí tiết kiệm năng lượng bằng cách sử dụng động cơ hiệu quả trong một năm đối với tải 50%, 75% và 100% lần lượt là 12.244 USD, 12.095 USD và 9.893 USD. Giá trị tối thiểu và tối đa của thời gian hoàn vốn cho các phần trăm tải khác nhau được xác định trong khoảng từ 0,4 đến 3,7 năm.
Bệnh viện Kepala Batas, Malaysia 	- Giải pháp cho hệ thống chiller: + Trang bị thêm máy làm lạnh hai đơn vị với máy làm lạnh hiệu suất cao hơn. + Lắp đặt các thiết bị đo lường bao gồm đồng hồ đo lưu lượng, cảm biến nhiệt độ và đồng hồ đo điện kỹ thuật số vào hệ thống làm lạnh. + Thay thế các máy bơm nước lạnh bằng các máy bơm có thể thay đổi tốc độ. + Cài đặt hệ thống điều khiển và giám sát tự động hóa hệ thống làm lạnh. **Kết quả:** nâng cao hiệu suất hoạt động của hệ thống chiller từ 1,46 kW/RT còn 0,8 kW/RT → có thể giảm lượng tiêu thụ năng lượng của hệ thống chiller tới 45,5%, chiếm 38,9% lượng năng lượng giảm được của toàn bộ tòa nhà - Giải pháp giảm tốc độ của quạt AHU: lắp đặt biến tần cho động cơ quạt AHU. **Kết quả:** Tối ưu AHU hiện tại có thể giảm ít nhất 70.728 kWh/năm từ tổng lượng năng lượng tiêu thụ 261.012 kWh/năm của phòng AHU
Bệnh viện ở Tây Ban Nha[71]	- Giải pháp tối ưu các thiết bị điện như lắp đặt tụ điện để bù công suất phản kháng, lựa chọn công suất điện phù hợp. **Kết quả:** với các bệnh viện nhỏ hơn 5000m2 có thể tiết kiệm được 0,45 kWh/m2 và với các bệnh viện lớn hơn 5000 m2 thì có thể tiết kiệm được 0,55 kWh/m2
Bệnh viên đa khoa S.Orsola – Malpighi tại Bologna, Ý[72]	Các giải pháp riêng lẻ: (a) Cách nhiệt mái với lớp bông rockwool (len đá) (λ =0.036W/mK); (b) Sử dụng hệ thống cửa PVC có tính hữu dụng cao

[70] Dezfouli MMS, Yazid Mohd Zaid Abu, Zakaria Ahmad, Ahmed Syed Faiz, Ali Athar, Moghimi S (2018). Application of high efficiency motors in HVAC system for energy saving purpose. 2018 IEEE International Conference on Innovative Research and Development (ICIRD). IEEE, 1-5

[71] García-Sanz-Calcedo Justo, Al-Kassir Awf, Yusaf Talal %J Applied Sciences (2018). Economic and environmental impact of energy saving in healthcare buildings. 8 (3): 440

[72] Gaspari Jacopo, Fabbri Kristian, Gabrielli Linda %J Buildings (2019). A study on parametric design application to hospital retrofitting for improving energy savings and comfort conditions. 9 (10): 220.

(Uw = 1.2W/m^{2}K);

(c) Cách nhiệt tường ngoài bằng cách thêm một lớp tường bên trong dày 13.5 cm có lớp cách nhiệt bông rockwool (λ =0.038W/mK);

(d) Thay thế bộ tản nhiệt hiện có bằng cuộn dây quạt nhằm giảm nhu cầu năng lượng cần thiết sưởi ấm/làm mát bằng hệ thống thông gió tự nhiên.

Kết quả: chi phí NL tiết kiệm dc khi kết hợp các giải pháp

Giải pháp	EP Index (kWh/m^{2}năm)	Chi phí năng lượng tiết kiệm được (€/năm)	Chi phí tòa nhà (€/m^2)
0 (khởi điểm)	298.84	-	-
1 (a)	283.21	13,730	40
2 (a + b +c)	181.81	76,431	203
3 (a + b + c + d)	40.82	113,913	238

Bệnh viện ở Alexandra[73], Ai Cập rộng 10000m^2

Mô hình	Ban đầu	Giải pháp thay thế	Kết quả
Loại kính cửa			
Loại kính	Kính 1 lớp trong suốt 6mm	Kính 2 lớp màu 6mm phản bức xạ với 6mm khí trơ. Phủ oxit kim loại tạo ra bề mặt phản xạ nhiệt đồng thời cho phép ánh sáng truyền qua	Giảm khoảng 5% mức tiêu thụ năng lượng HVAC và tiết kiệm khoảng 2% năng lượng
Chỉ số U (W/m^2 ^{o}C)	5.778	2.235	
SHGC	0.819	0.15	
Lớp vỏ công trình			
Kết cấu	200 mm Gạch thường + 50 mm lớp Xi măng	200mm Gạch thường + 50 mm lớp xi măng + 25mm Polyurethane	Giảm khoảng 16,5% mức tiêu thụ năng lượng HVAC và tiết kiệm khoảng 7% năng lượng cho toàn bộ tòa nhà.
Chỉ số U (W/m^2 ^{o}C)	1.924	0.708	
Mái			
Kết cấu	20 mm lớp xi măng	20 mm lớp xi măng + 180	

[73] William M, El-Haridi A, Hanafy A, El-Sayed A (2019). Assessing the energy efficiency and environmental impact of an egyptian hospital building. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 012006

		+ 180 mm khối Hurdy + 20mm lớp chống mối + 50 mm lớp cát + 25 mm vữa + 30 mm gạch	mm khối Hurdy + 20mm lớp chống mối + 25 mm Polyurethane + 50 mm lớp cát + 25 mm vữa + 30 mm gạch	
	Chỉ số U (W/m^2 ^oC)	2.27	0.75	
	Chiếu sáng			
	Đèn LED (W/m^2)	40	7.5	Tiết kiệm khoảng 21% tiêu thụ năng lượng của hệ thống HVAC và tiết kiệm khoảng 41,5% năng lượng toàn tòa nhà

2. Một số loại công trình khác đã áp dụng các giải pháp tiết kiệm năng lượng và các đánh giá kết quả thực hiện tham khảo tại Phụ lục C của tài liệu "Hướng dẫn áp dụng QCVN 09:2017/BXD" của Bộ Xây dựng và IFC, Tài liệu hướng dẫn dự án "Nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng trong các tòa nhà thương mại và chung cư cao tầng tại Việt Nam.