

# CHIẾU SÁNG

|                                                       |           |
|-------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. GIỚI THIỆU .....</b>                            | <b>1</b>  |
| <b>2. CÁC LOẠI HỆ THỐNG CHIẾU SÁNG .....</b>          | <b>5</b>  |
| <b>3. ĐÁNH GIÁ HỆ THỐNG CHIẾU SÁNG .....</b>          | <b>16</b> |
| <b>4. GIẢI PHÁP SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG HIỆU QUẢ .....</b> | <b>30</b> |
| <b>5. BẢNG DANH SÁCH GIẢI PHÁP .....</b>              | <b>38</b> |
| <b>6. BẢNG TÍNH.....</b>                              | <b>39</b> |
| <b>7. TÀI LIỆU THAM KHẢO.....</b>                     | <b>39</b> |

## 1. GIỚI THIỆU

Phần này giới thiệu ngắn gọn kiến thức cơ sở về chiếu sáng và những thuật ngữ cùng khái niệm cơ bản sử dụng trong ngành liên quan đến chiếu sáng.

### 1.1. Kiến thức cơ sở

Từ thời kỳ sơ khai của văn minh đến thời gian gần đây, con người chủ yếu tạo ra ánh sáng từ lửa mặc dù đây là nguồn nhiệt nhiều hơn ánh sáng. Ở thế kỷ 21, chúng ta vẫn đang sử dụng nguyên tắc đó để sản sinh ra ánh sáng và nhiệt qua loại đèn nóng sáng. Chỉ trong vài thập kỷ gần đây, các sản phẩm chiếu sáng đã trở nên tinh vi và đa dạng hơn nhiều. Theo ước tính, tiêu thụ năng lượng của việc chiếu sáng chiếm khoảng 20 – 45% tổng tiêu thụ năng lượng của một toà nhà thương mại và khoảng 3 – 10% trong tổng tiêu thụ năng lượng của một nhà máy công nghiệp. Hầu hết những người sử dụng năng lượng trong công nghiệp và thương mại đều nhận thức được vấn đề tiết kiệm năng lượng trong các hệ thống chiếu sáng. Thông thường có thể tiến hành tiết kiệm năng lượng một cách đáng kể chỉ với vốn đầu tư ít và một chút kinh nghiệm. Thay thế các loại đèn hơi thủy ngân hoặc đèn nóng sáng bằng đèn halogen kim loại hoặc đèn natri cao áp sẽ giúp giảm chi phí năng lượng và tăng độ chiếu sáng. Lắp đặt và duy trì thiết bị điều khiển quang điện, đồng hồ hẹn giờ và các hệ thống quản lý năng lượng cũng có thể đem lại hiệu quả tiết kiệm đặc biệt. Tuy nhiên, trong một số trường hợp, cần phải xem xét việc sửa đổi thiết kế hệ thống chiếu sáng để đạt được mục tiêu tiết kiệm như mong đợi. Cần hiểu rằng những loại đèn có hiệu suất cao không phải là yếu tố duy nhất đảm bảo một hệ thống chiếu sáng hiệu quả.

### 1.2. Lý thuyết cơ bản về ánh sáng

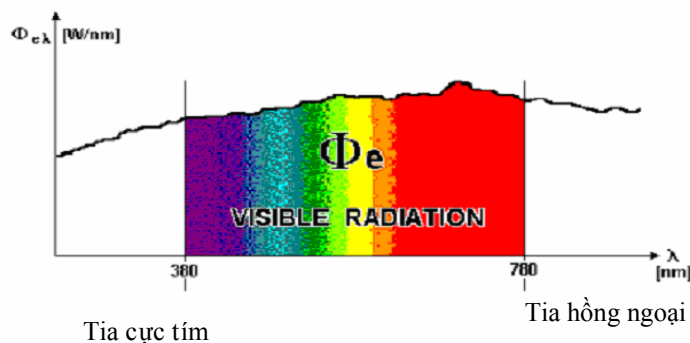
Ánh sáng chỉ là một phần của rất nhiều loại sóng điện từ bay trong không gian. Những loại sóng này có cả tần suất và chiều dài, hai giá trị này giúp phân biệt ánh sáng với những dạng năng lượng khác trên quang phổ điện từ.

Ánh sáng được phát ra từ vật thể là do những hiện tượng sau:

*Thiết bị điện: Chiếu sáng*

- **Nóng sáng** Các chất rắn và chất lỏng phát ra bức xạ có thể nhìn thấy được khi chúng được nung nóng đến nhiệt độ khoảng 1000K. Cường độ ánh sáng tăng lên và màu sắc bề ngoài trở nên sáng hơn khi nhiệt độ tăng.
- **Phóng điện** Khi một dòng điện chạy qua chất khí, các nguyên tử và phân tử phát ra bức xạ với quang phổ mang đặc tính của các nguyên tố có mặt.
- **Phát quang điện:** Ánh sáng được tạo ra khi dòng điện chạy qua những chất rắn nhất định như chất bán dẫn hoặc photpho.
- **Phát sáng quang điện:** Thông thường chất rắn hấp thụ bức xạ tại một bước sóng và phát ra trở lại tại một bước sóng khác. Khi bức xạ được phát ra đó có thể nhìn thấy được, hiện tượng được gọi là *sự phát lân quang* hay *sự phát huỳnh quang*.

Như có thể quan sát trên dải quang phổ điện từ ở Hình 1, ánh sáng nhìn thấy được thể hiện là một dải băng từ tần hẹp nằm giữa ánh sáng của tia cực tím (UV) và năng lượng hồng ngoại (nhiệt). Những sóng ánh sáng này có khả năng kích thích võng mạc của mắt, giúp tạo nên cảm giác về thị giác, gọi là khả năng nhìn. Vì vậy, để quan sát được cần có mắt hoạt động bình thường và ánh sáng nhìn thấy được.



**Hình 1. Bức xạ nhìn thấy được**  
(Cục sử dụng năng lượng hiệu quả, 2005)

### 1.3 Các khái niệm và thuật ngữ thường dùng

**Lumen:** Đơn vị của quang thông; thông lượng được phát ra trong phạm vi một đơn vị góc chất rắn bởi một nguồn điểm với cường độ sáng đều nhau là một Candela. Một lux là một lumen trên mỗi mét vuông. Lumen (lm) là đương lượng trắc quang của Oát, được tăng lên để phù hợp với phản ứng mắt của “người quan sát chuẩn”  $1 \text{ W} = 683 \text{ lumen}$  tại bước sóng 555 nm.

**Hiệu suất tải lắp đặt** Đây là độ chiếu sáng duy trì trung bình được cung cấp trên một mặt phẳng làm việc ngang trên mỗi Oát công suất với độ chiếu sáng nội thất chung được thể hiện bằng lux/W/m<sup>2</sup>.

*Thiết bị điện: Chiếu sáng*

**Hệ số hiệu suất tải lắp đặt:** Đây là tỷ số của *hiệu suất tải mục tiêu* và *tải lắp đặt*.

**Nguồn phát sáng:** Bộ đèn là một đơn vị phát sáng hoàn chỉnh, bao gồm một hoặc nhiều đèn cùng với các bộ phận được thiết kế để phân phối ánh sáng, định vị và bảo vệ đèn, và nối đèn với nguồn điện.

**Lux:** Đây là đơn vị đo theo hệ mét cho độ chiếu sáng của một bề mặt. Độ chiếu sáng duy trì trung bình là các mức lux trung bình đo được tại các điểm khác nhau của một khu vực xác định. Một lux bằng một lumen trên mỗi mét vuông.

**Độ cao lắp đặt:** Độ cao của đồ vật hay đèn so với mặt phẳng làm việc.

**Hiệu suất phát sáng danh nghĩa:** Tỷ số giữa công suất lumen danh nghĩa của đèn và tiêu thụ điện danh nghĩa, được thể hiện bằng lumen trên oát

**Chỉ số phòng :** Đây là một hệ số thiết lập quan hệ giữa các kích thước dự kiến của cả căn phòng và độ cao giữa bề mặt làm việc và bề mặt của đồ đạc.

**Hiệu suất tải mục tiêu:** Giá trị của hiệu suất tải lắp đặt được xem là có thể đạt được với hiệu suất cao nhất, được thể hiện bằng lux/W/m<sup>2</sup>.

**Hệ số sử dụng (UF):** Đây là tỷ lệ của quang thông do đèn phát ra tới mặt phẳng làm việc. Đây là đơn vị đo thể hiện tính hiệu quả của sự phối hợp chiếu sáng.

#### **Quang thông và cường độ sáng:**

Đơn vị quốc tế của cường độ sáng I là Candela (cd). Một lumen bằng quang thông chiếu sáng trên mỗi mét vuông (m<sup>2</sup>) của một hình cầu có bán kính một mét (1m) khi một nguồn ánh sáng đẳng hướng 1 Candela (nguồn phát ra bức xạ đều nhau tại mọi hướng) có vị trí tại tâm của hình cầu. Do diện tích của hình cầu có bán kính r là  $4\pi r^2$ , một hình cầu có bán kính là 1m có diện tích là  $4\pi m^2$  nên tổng quang thông do nguồn 1 – cd phát ra là  $4\pi lm$ . Vì vậy quang thông do một nguồn ánh sáng đẳng hướng có cường độ I sẽ được tính theo công thức:

$$\text{Quang thông (lm)} = 4\pi \times \text{cường độ sáng(cd)}$$

Sự khác nhau giữa lux và lumen là lux phụ thuộc vào diện tích mà quang thông trải ra. 1000 lumen, tập trung tại một diện tích một mét vuông, chiếu sáng diện tích đó với độ chiếu sáng là 1000 lux. Cũng 1000 lumen chiếu sáng trên diện tích mười mét vuông sẽ tạo ra độ chiếu sáng mờ hơn, chỉ có 100 lux.

#### **Định luật tỷ lệ nghịch với bình phương**

Định luật tỷ lệ nghịch với bình phương xác định quan hệ giữa cường độ sáng từ một điểm nguồn và khoảng cách. Định luật phát biểu rằng cường độ ánh sáng trên mỗi đơn vị diện tích tỷ lệ nghịch với bình phương của khoảng cách tính từ nguồn (về bản chất là bán kính).

$$E = I / d^2$$

Trong đó E = độ chiếu sáng, I = cường độ sáng và d = khoảng cách

*Hướng dẫn sử dụng năng lượng hiệu quả trong các ngành công nghiệp Châu Á –*

[www.energyefficiencyasia.org](http://www.energyefficiencyasia.org)

*Thiết bị điện: Chiếu sáng*

Một cách viết khác đôi khi thuận tiện hơn của công thức này là:

$$E1 d1^2 = E2 d2^2$$

Khoảng cách được đo từ điểm kiểm tra đến bề mặt phát sáng đầu tiên – dây tóc của bóng đèn trong, hoặc vỏ thủy tinh của bóng đèn mờ.

Ví dụ: Nếu đo cường độ sáng của một bóng đèn tại khoảng cách 1,0 mét được 10,0 lm/m<sup>2</sup> thì mật độ thông lượng tại điểm chính giữa của khoảng cách đó sẽ là bao nhiêu?

Lời giải:  $E1m = (d2 / d1)^2 * E2$   
 $= (1.0 / 0.5)^2 * 10.0$   
 $= 40 \text{ lm/m}^2$

### **Nhiệt độ màu**

Nhiệt độ màu, được thể hiện theo thang tính Kelvin (K) là biểu hiện màu sắc của đèn và ánh sáng mà nó phát ra. Tưởng tượng một tảng sắt được nung đều cho đến khi nó rực lên ánh sáng da cam đầu tiên, và sau đó là vàng, và tiếp tục cho đến khi nó trở nên “nóng trắng”. Tại bất kỳ thời điểm nào trong quá trình nung, chúng ta có thể đo được nhiệt độ của kim loại theo độ Kelvin ( độ C + 273) và gán giá trị đó với màu được tạo ra. Đây là nền tảng lý thuyết về nhiệt độ màu. Đối với đèn nóng sáng, nhiệt độ màu là giá trị “thực”; đối với đèn huỳnh quang và đèn có ống phóng điện cao áp (HID), giá trị này là tương đối và vì vậy được gọi là nhiệt độ màu tương quan. Trong công nghiệp, “nhiệt độ màu “ và “nhiệt độ màu tương quan” thường có thể được sử dụng hoán đổi cho nhau. Nhiệt độ màu của đèn làm cho đèn trở thành các nguồn sáng “ấm”, “trung tính” hoặc “mát”. Nói chung, nhiệt độ càng thấp thì nguồn càng ấm, và ngược lại.

### **Độ hoàn màu**

Khả năng hoàn màu bề mặt của nguồn ánh sáng có thể được đo một cách rất tiện lợi bằng chỉ số hoàn màu. Chỉ số này dựa trên tính chính xác mà chiếc đèn được xem xét mô phỏng một tập hợp các màu kiểm tra so với chiếc đèn mẫu, kết quả của độ phù hợp hoàn hảo là 100. Chỉ số CIE có một số hạn chế nhưng vẫn là đơn vị đo đặc tính hoàn màu của nguồn ánh sáng được công nhận rộng rãi nhất.

**Bảng 1. Ứng dụng của các nhóm hoàn màu (Cục sử dụng năng lượng hiệu quả, 2005)**

| Nhóm hoàn màu | Chỉ số hoàn màu chung CIE <sup>(Ra)</sup> | Ứng dụng đặc trưng                                                                                                  |
|---------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1A            | Ra > 90                                   | Bất kỳ nơi nào cần có sự hoàn màu chính xác, ví dụ việc kiểm tra in màu                                             |
| 1B            | 80 < Ra < 90                              | Bất kỳ nơi nào cần đánh giá màu chính xác hoặc cần có sự hoàn màu tốt vì lý do thể hiện, ví dụ chiếu sáng trưng bày |
| 2             | 60 < Ra < 80                              | Bất kỳ nơi nào cần sự hoàn màu tương đối                                                                            |
| 3             | 40 < Ra < 60                              | Bất kỳ nơi nào sự hoàn màu ít quan trọng nhưng sự biểu hiện màu sắc sai lệch rõ rệt là không thể chấp nhận được     |
| 4             | 20 < Ra < 40                              | Bất kỳ nơi nào sự hoàn màu không hề quan trọng và sự biểu hiện màu sắc sai lệch rõ rệt là chấp nhận được.           |

### Thiết bị điện: Chiếu sáng

Việc cho rằng nhiệt độ màu và độ hoàn màu đều cùng mô tả những đặc tính giống nhau của đèn là một quan niệm sai lầm. Cần nhắc lại rằng nhiệt độ màu mô tả sự biểu hiện màu sắc của nguồn ánh sáng và ánh sáng được phát ra từ đó. Độ hoàn màu mô tả mức độ chính xác mà ánh sáng biểu hiện màu trên các vật thể.

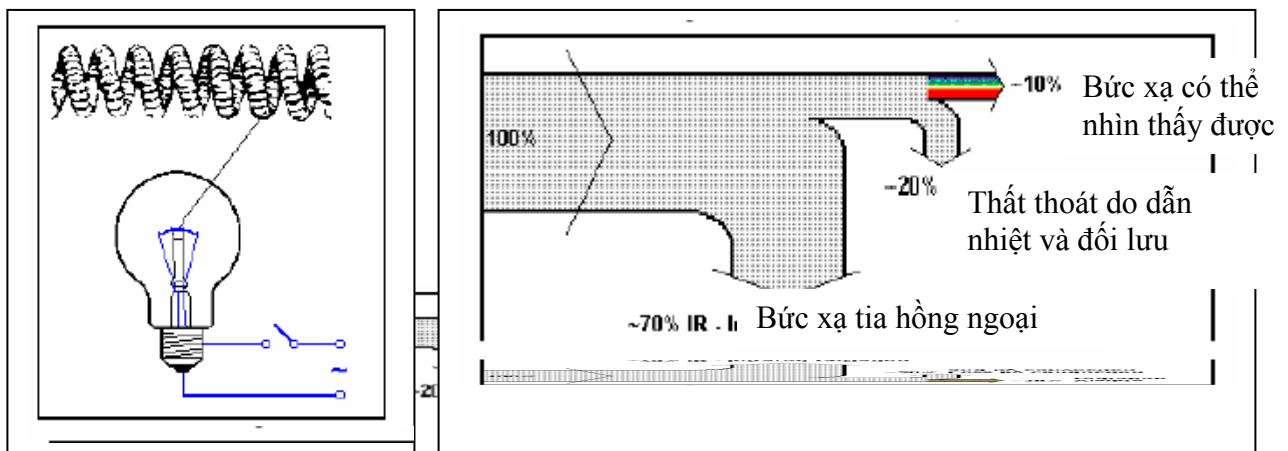
## 2. CÁC LOẠI HỆ THỐNG CHIẾU SÁNG

Phần này mô tả các chủng loại và thành phần của nhiều hệ thống chiếu sáng khác nhau.

### 2.1 Đèn sợi đốt (GLS)

Đèn nóng sáng hoạt động như một “vật thể xám”, phát ra các bức xạ có lựa chọn, hầu hết diễn ra ở vùng có thể nhìn thấy được. Bóng đèn có một bộ phận chân không hoặc nạp khí. Mặc dù bộ phận này ngăn sự oxy hóa của dây tóc đèn bằng vonfam, nó không ngăn ngừa bay hơi. Bóng đèn bị tối đi là do vonfam bị bay hơi ngưng lại trên bề mặt trong đối mát của bóng. Nhờ bộ phận nạp khí trơ, tình trạng bay hơi sẽ được ngăn chặn và trọng lượng phân tử càng lớn thì hiệu quả của nó càng cao. Đối với những loại đèn thường, hỗn hợp argon nitơ với tỷ lệ 9/1 được sử dụng do chi phí thấp. Krypton hoặc Xenon chỉ được sử dụng trong những ứng dụng đặc biệt như đèn chu kỳ khi bóng đèn kích thước nhỏ giúp bù đắp lại chi phí cao và khi hiệu suất là vấn đề cực kỳ quan trọng.

Việc nạp khí có thể làm dẫn nhiệt từ dây tóc, vì vậy độ dẫn nhiệt thấp là rất quan trọng. Đèn nạp khí thường hợp nhất các dây chì trong dây dẫn chính. Một khe hở nhỏ có thể gây phóng điện, có khả năng kéo theo dòng điện mạnh. Vì khe nứt của dây tóc thường báo hiệu kết thúc tuổi thọ của đèn nên các cầu chì mạch sẽ không dễ bị hư hỏng.



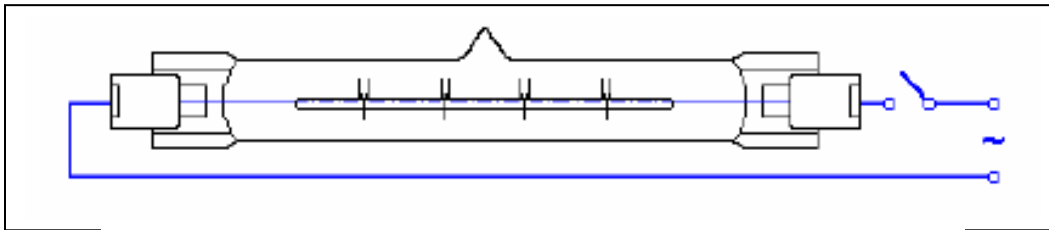
**Hình 2. Đèn sợi đốt và sơ đồ năng lượng của đèn sợi đốt**  
(Ủy ban về sử dụng năng lượng hiệu quả, 2005)

#### Đặc điểm

- Hiệu suất – 12 lumen/Oát
- Chỉ số hoàn màu – 1A
- Nhiệt độ màu – Ấm (2.500K – 2.700K)
- Tuổi thọ của đèn – 1 – 2.000 giờ

## 2.2 Đèn Halogen-Vonfam

Đèn halogen là một loại đèn nóng sợi đốt. Loại đèn này có dây tóc bằng vonfam giống như đèn sợi đốt bình thường mà bạn sử dụng tại nhà, tuy nhiên bóng đèn được bơm đầy bằng khí halogen. Nguyên tử vonfam bay hơi từ dây tóc nóng và di chuyển về phía thành mát hơn của bóng đèn. Các nguyên tử vonfam, oxy và halogen kết hợp với nhau tại thành bóng để tạo nên phân tử vonfam oxyhalogen. Nhiệt độ ở thành bóng giữ cho các nguyên tử vonfam oxyhalogen ở dạng hơi. Các phân tử này di chuyển về phía dây tóc nóng nơi nhiệt độ cao hơn tách chúng ra khỏi nhau. Nguyên tử vonfam lại đông lại trên vùng mát hơn của dây tóc-không phải chính xác ở những vị trí mà chúng bị bay hơi. Các khe hở thường xuất hiện gần các điểm nối giữa dây tóc vonfam và dây đầu vào bằng molybden, nơi nhiệt độ giảm đột ngột.



Hình 33 Đèn halogen vonfam

### Đặc điểm

- Hiệu suất – 18 lumen/Oát
- Chỉ số hoàn màu – 1A
- Nhiệt độ màu – Ấm (3.000K- 3.200K)
- Tuổi thọ của đèn – 2 – 4.000 giờ

### Ưu điểm

- Gọn hơn
- Tuổi thọ dài hơn
- Sáng hơn
- Ánh sáng trắng hơn (nhiệt độ màu cao hơn)

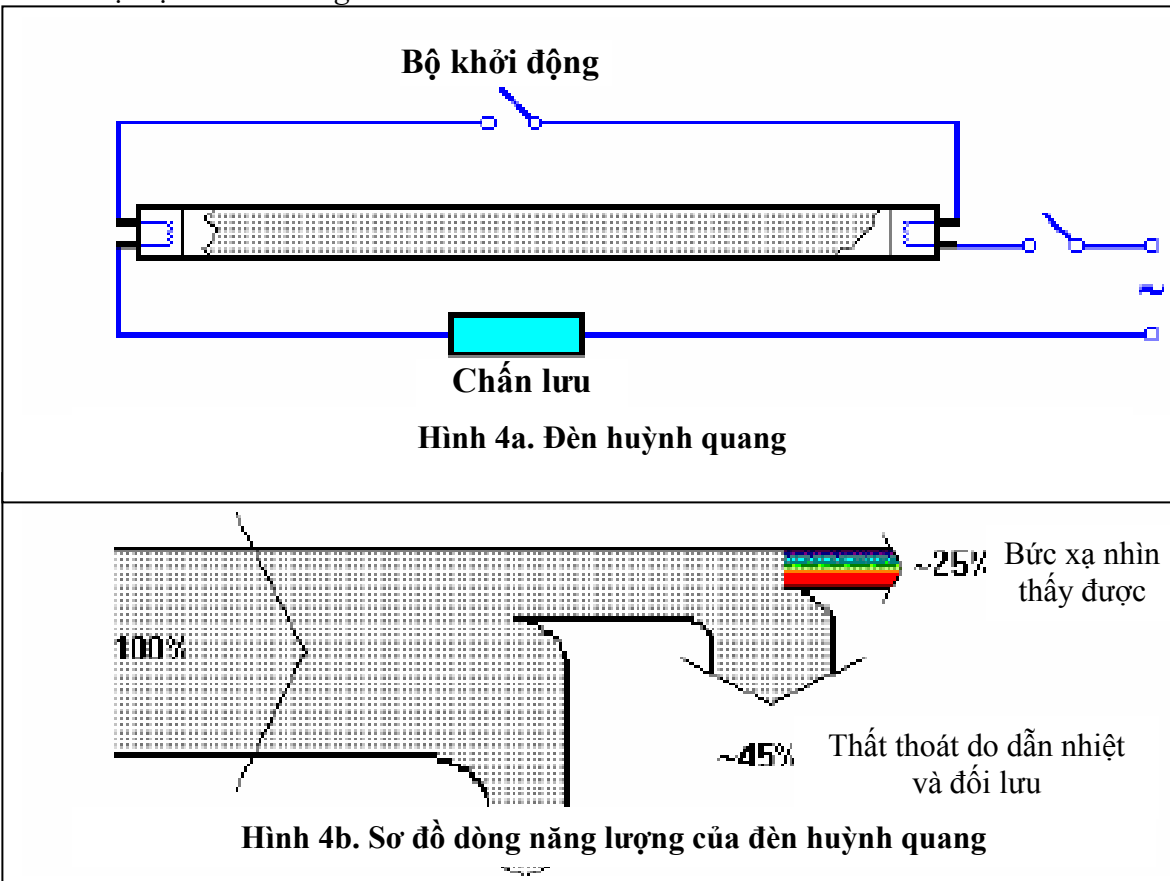
### Nhược điểm

- Giá cao hơn
- Nhiều tia hồng ngoại hơn
- Nhiều tia cực tím hơn
- Khó cầm giữ

## 2.3 Đèn huỳnh quang

### 2.3.1 Đặc điểm của đèn huỳnh quang

Đèn huỳnh quang có hiệu suất lớn hơn đèn sợi đốt tiêu chuẩn từ 3 đến 5 lần và có tuổi thọ từ 10 đến 20 lần. Dòng điện chạy qua chất khí hoặc kim loại bay hơi có thể gây ra bức xạ điện từ tại những bước sóng nhất định tùy theo thành phần cấu tạo hoá học và áp suất khí.



Phía bên trong thành thủy tinh có một lớp photpho mỏng, được chọn để hấp thu bức xạ UV và truyền bức xạ này ở vùng có thể nhìn thấy được. Quy trình này có hiệu suất khoảng 50%. Đèn huỳnh quang là loại đèn “catốt nóng”, do catốt được nung nóng là một phần trong quy trình ban đầu. Catốt là những dây tóc Vonfam với một lớp bari cacbonat. Khi được nung nóng, lớp này sẽ cung cấp các electron bổ sung để giúp phóng điện. Lớp phát xạ này không được nung quá, nếu không tuổi thọ của đèn sẽ giảm xuống. Đèn sử dụng thủy tinh natri cacbonat, một chất truyền tia cực tím kém. Lượng thủy ngân nhỏ, thường là 12mg. Những loại đèn mới nhất đang sử dụng hỗn hợp thủy ngân, do đó liều lượng gần đạt đến 5mg. Điều này giúp duy trì áp suất thủy ngân tối ưu trên dải nhiệt độ rộng hơn. Đặc tính này rất hữu ích cho chiếu sáng bên ngoài và chiếu sáng các đồ đặc nhỏ gọn ở hốc tường.

### 2.3.2 Đèn huỳnh quang T12, T10, và T5 khác nhau như thế nào?

Bốn loại đèn này khác nhau về đường kính (từ 1,5 inch hay 12/8 inch đối với T12 đến 0,625 hay 5/8 inch đối với đèn T5). Hiệu suất của các loại đèn này cũng khác nhau. Đèn T5 & T8 cho hiệu suất cao hơn 5 phần trăm so với đèn T12 40 Oát, và hai loại này được ưa chuộng lắp đặt nhiều hơn trong các hệ thống chiếu sáng.

### 2.3.3 Ảnh hưởng của nhiệt độ

### Thiết bị điện: Chiếu sáng

Đèn huỳnh quang đạt được hiệu suất hoạt động tốt nhất khi nhiệt độ môi trường vào khoảng 20 đến 30°C. Nhiệt độ thấp hơn có thể làm giảm áp suất thủy ngân, có nghĩa là năng lượng tia cực tím tạo ra sẽ giảm; vì vậy sẽ có ít năng lượng tia cực tím tác dụng với photpho và kết quả là tạo ra ít ánh sáng hơn. Nhiệt độ cao có thể làm dịch chuyển bước sóng của tia cực tím, làm cho bước sóng gần vùng quang phổ nhìn thấy được. Bước sóng dài hơn của tia cực tím sẽ có ít tác dụng với photpho hơn, và vì vậy hiệu suất sáng sẽ bị giảm. Ảnh hưởng chung là hiệu suất sáng giảm hơn nếu nhiệt độ môi trường lớn hơn hoặc nhỏ hơn mức nhiệt độ tối ưu.

#### Đặc điểm

##### Halogen photphat

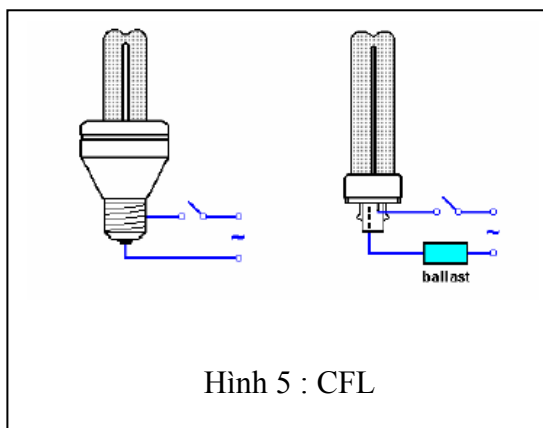
- Hiệu suất – 80 lumen/Watt (bộ điều khiển HF tăng hiệu suất thêm 10%)
- Chỉ số hoàn màu – 2-3
- Nhiệt độ màu – Bất kỳ
- Tuổi thọ của đèn – 7 – 15.000 giờ

##### Photpho hóa trị ba

- Hiệu suất – 90 lumen/Oát
- Chỉ số hoàn màu – 1B
- Nhiệt độ màu – Bất kỳ
- Tuổi thọ của đèn – 7 – 15.000 giờ

### 2.3.4 Đèn huỳnh quang compact

Loại đèn huỳnh quang compact xuất hiện gần đây đã mở ra một thị trường hoàn toàn mới của nguồn sáng huỳnh quang. Những chiếc đèn này cho phép thiết kế bộ đèn nhỏ hơn nhiều, có thể cạnh tranh với loại đèn nóng sáng và đèn hơi thủy ngân trên thị trường đồ chiếu sáng có hình tròn hoặc vuông. Sản phẩm bán trên thị trường có bộ điều khiển gắn liền (CFG) hoặc điều khiển tách rời (CFN).



#### Đặc điểm

- Hiệu suất – 60 lumen/Oát
- Chỉ số hoàn màu – 1B
- Nhiệt độ màu- Âm, Trung bình
- Tuổi thọ của đèn – 7 – 10.000 giờ

### 2.4 Đèn hơi Natri

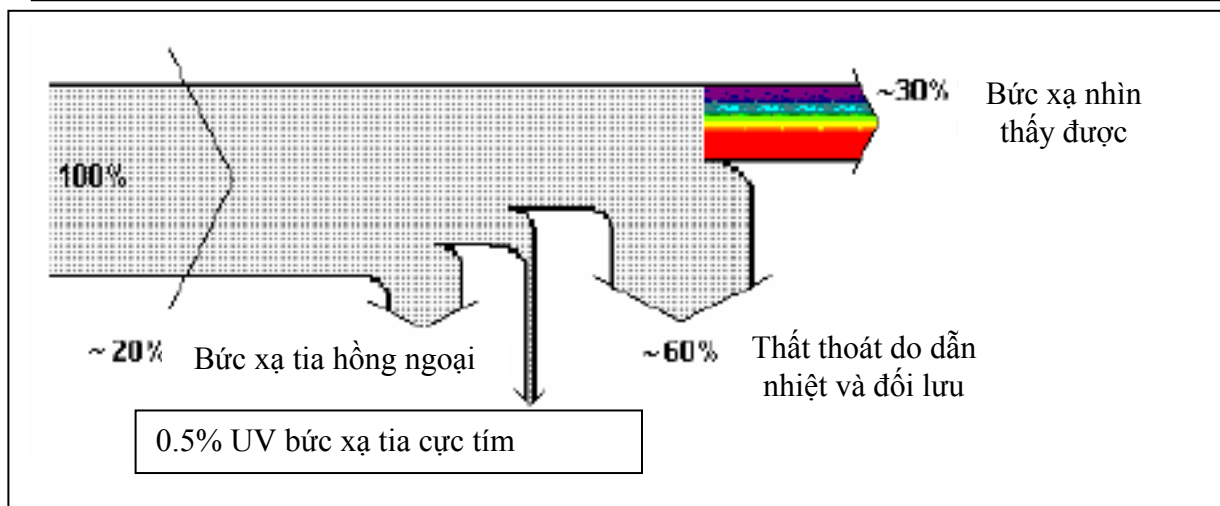
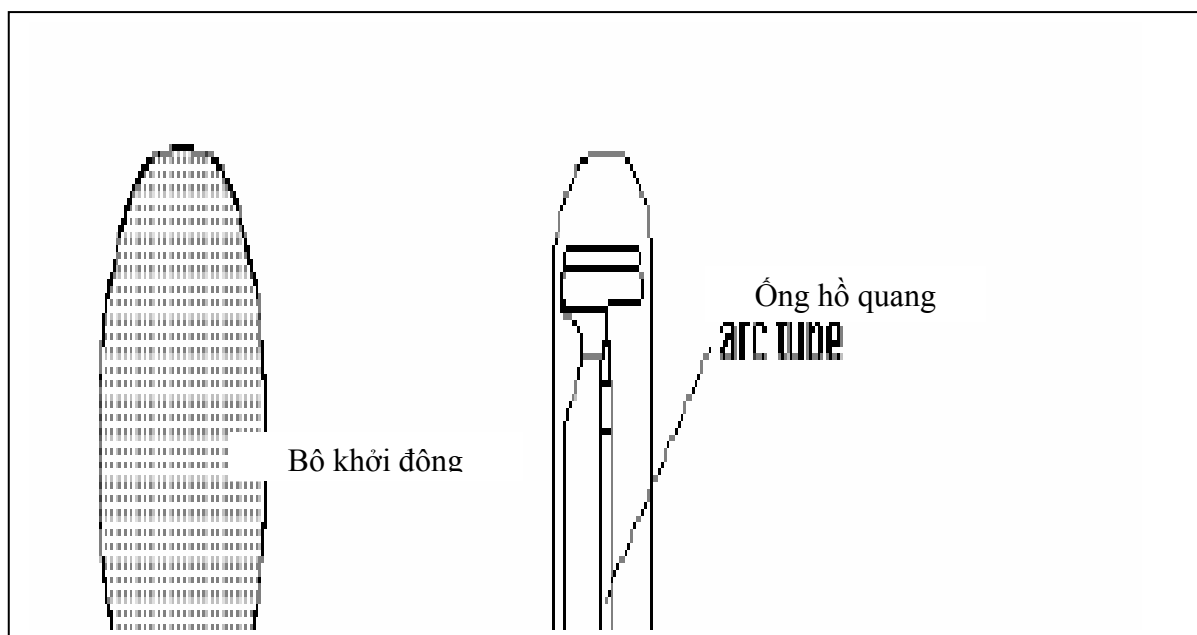
#### 2.4.1 Đèn hơi Natri cao áp

Hướng dẫn sử dụng năng lượng hiệu quả trong các ngành công nghiệp Châu Á –  
[www.energyefficiencyasia.org](http://www.energyefficiencyasia.org)



### Thiết bị điện: Chiếu sáng

Đèn hơi Natri cao áp (HPS) được sử dụng rộng rãi trong các ứng dụng chiếu sáng ngoài trời và chiếu sáng công nghiệp. Hiệu suất cao là đặc điểm ưu việt hơn của loại đèn này so với đèn halogen kim loại vì những ứng dụng này không đòi hỏi độ hoàn màu cao. Khác với đèn thủy ngân và đèn halogen kim loại, đèn HPS không có các điện cực khởi động, balat chấn lưu bao gồm tác-te điện tử cao áp. Ống hồ quang được làm bằng gốm, có thể chịu được nhiệt độ lên đến 2372F. Ống được nạp khí xenon giúp tạo hồ quang cũng như hỗn hợp khí thủy ngân và natri.



Sơ đồ dòng năng lượng của đèn hơi Natri cao áp

### **Đặc điểm**

- Hiệu suất – 50 - 90 lumens/Watt (chỉ số hoàn màu tốt hơn, hiệu suất thấp hơn)
- Chỉ số hoàn màu – 1 – 2
- Nhiệt độ màu – Ấm
- Tuổi thọ của đèn – 24.000 giờ, duy trì quang thông đặc biệt tốt
- Làm nóng – 10 phút, làm nóng trở lại – trong vòng 60 giây
- Sử dụng đèn sodium tại áp suất và nhiệt độ cao hơn sẽ làm đèn phản ứng cao hơn.
- Bao gồm 1-6 mg natri và 20mg thủy ngân
- Khí nạp là Xenon. Tăng lượng khí sẽ cho phép giảm lượng thủy ngân, nhưng sẽ khó khởi động đèn hơn.
- Ống hồ quang được đặt trong một bóng đèn có lớp khuếch tán để giảm chói.
- Áp suất càng cao, dải bước sóng càng rộng và chỉ số hoàn màu càng tốt, hiệu suất càng thấp.

#### **2.4.1 Đèn hơi Natri hạ áp**

Mặc dù đèn hơi Natri hạ áp (LPS) tương tự như hệ thống huỳnh quang (vì chúng đều là hệ thống hạ áp), nhưng loại đèn này thường được xếp vào họ đèn HID. Đèn LPS là nguồn sáng thành công nhất, nhưng chất lượng lại kém nhất trong tất cả các loại đèn. Là nguồn ánh sáng đơn sắc, tất cả các màu mà LPS thể hiện là đen, trắng, hoặc bóng của màu xám. Đèn LPS có thể sử dụng trong mức điện áp từ 18-180. Đèn LPS thường được hạn chế sử dụng cho các ứng dụng ngoài trời như chiếu sáng an ninh hoặc chiếu sáng đường phố và các ứng dụng hạ áp trong nhà không cần chất lượng màu tốt (như cầu thang). Tuy nhiên, vì độ hoàn màu kém nên nhiều đô thị không cho phép sử dụng chúng cho chiếu sáng đường phố.

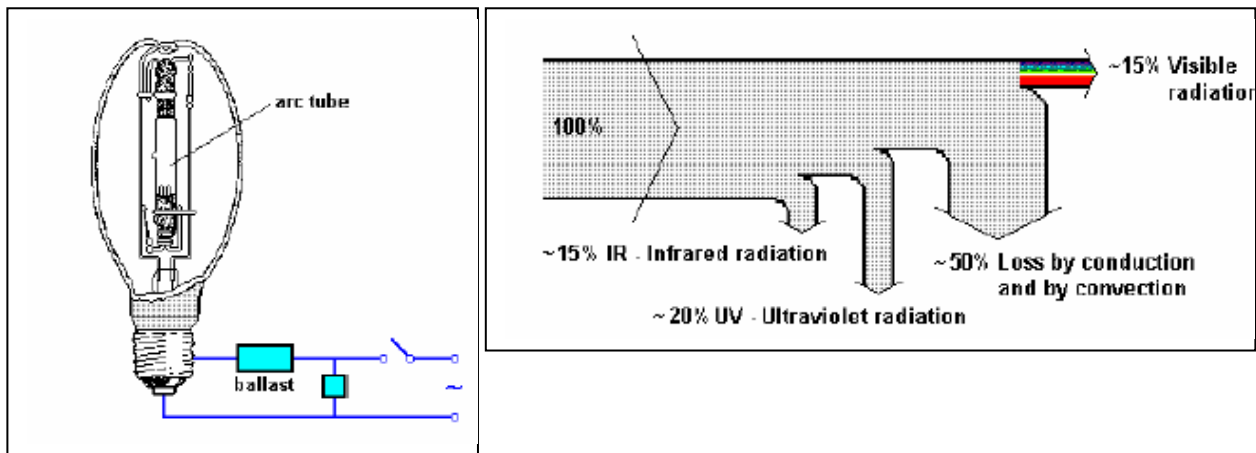
### **Đặc điểm**

- Hiệu suất – 100 – 200 lumen/Oát
- Chỉ số hoàn màu – 3
- Nhiệt độ màu – Vàng (2,200K)
- Tuổi thọ của đèn – 16,000 giờ
- Khởi động – 10 phút, làm nóng trở lại – lên đến 3 phút

#### **2.5 Đèn hơi thủy ngân**

Đèn hơi thủy ngân là kiểu đèn HID cổ nhất. Mặc dù có tuổi thọ cao và chi phí ban đầu thấp, đèn có hiệu suất kém (30 đến 65 lumen trên watt, chưa kể thất thoát balat chân lưu) và phát ra ánh sáng màu xanh yếu. Có lẽ vấn đề quan trọng nhất liên quan đến đèn hơi thủy ngân là làm sao thay thế chúng bằng những loại đèn HID hoặc huỳnh quang có hiệu suất và độ hoàn màu tốt hơn. Đèn hơi thủy ngân loại rõ, phát ra ánh sáng màu xanh da trời-xanh lá cây, gồm có ống hồ quang với các điện tử Vonfam ở cả hai đầu. Những chiếc đèn này có hiệu suất thấp nhất trong họ đèn HID, quang thông giảm nhanh và chỉ số hoàn màu thấp. Do những đặc điểm này nên các nguồn sáng HID khác đã thay thế đèn hơi thủy ngân trong

*Hướng dẫn sử dụng năng lượng hiệu quả trong các ngành công nghiệp Châu Á –*



Hình 7. Đèn hơi thủy ngân và sơ đồ dòng năng lượng

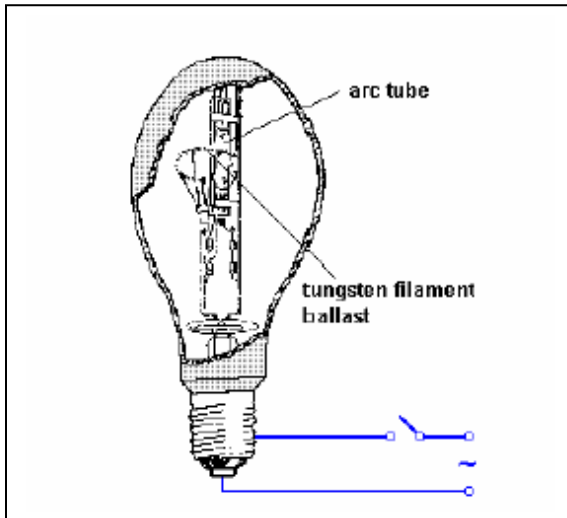
#### Đặc điểm

- Hiệu suất – 50 - 60 lumen/Watt (trừ phần L)
- Chỉ số hoàn màu – 3
- Màu nhiệt độ – Trung gian
- Tuổi thọ của đèn – 16.000 – 24.000 giờ, duy trì quang thông kém
- Điện cực thứ ba có nghĩa bộ điều khiển đơn giản hơn và rẻ hơn. Một số nước đã sử dụng MBF cho chiếu sáng đường phố nơi mà loại đèn SOX vàng được xem là không phù hợp.
- Ống hồ quang chứa 100 mg thủy ngân và khí argon. Vỏ bằng thạch anh
- Không có catốt nung trước, điện cực thứ ba với khe hở ngắn hơn để bắt đầu phóng điện.
- Bóng đèn bọc photpho bên ngoài. Nó cung cấp ánh sáng đỏ bổ sung sử dụng tia cực tím để khắc phục xu hướng phóng ánh sáng màu xanh da trời/xanh lá cây
- Vỏ thủy tinh bên ngoài ngăn bức xạ cực tím.

## 2.6 Đèn kết hợp

Đèn kết hợp thường được miêu tả là đèn hai trong một. Đèn kết hợp hai nguồn sáng bao xung quanh bởi một bóng đèn nạp khí. Một nguồn là ống phóng thủy ngân thạch anh (như đèn thủy ngân) và nguồn kia là dây tóc Vonfam được mắc nối tiếp với nó. Dây tóc đóng vai trò như một balat chắn lưu để ống phóng điện ổn định công suất dòng điện, và vì vậy không cần balat chắn lưu nữa. Dây tóc đèn Vonfam được quấn theo cấu trúc bao quanh ống phóng điện và được mắc nối tiếp với nó. Lớp bột huỳnh quang ở bên trong thành đèn

*Hướng dẫn sử dụng năng lượng hiệu quả trong các ngành công nghiệp Châu Á –*



**Đặc điểm**

- Công suất danh nghĩa đặc trưng 160 W
- Hiệu suất từ 20 đến 30 Lm/W
- Hệ số công suất cao 0,95
- Tuổi thọ 8000 giờ

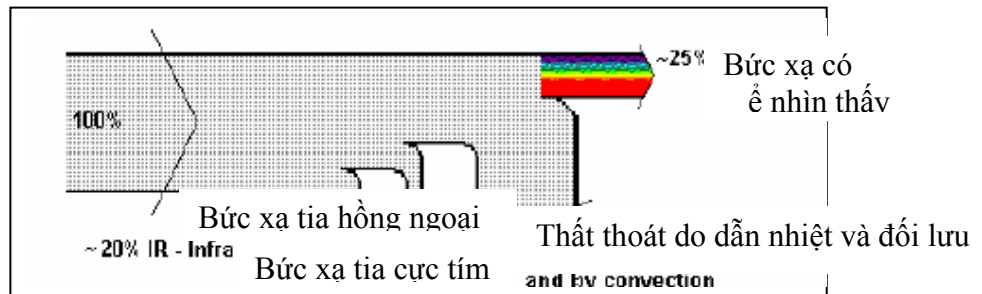
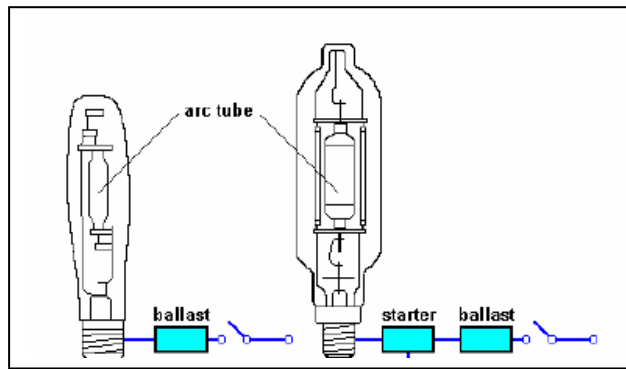
**Hình 8. Đèn kết hợp**

## 2.7 Đèn halogen kim loại

Đèn halogen hoạt động tương tự đèn halogen vonfram. Khi nhiệt độ tăng, hợp chất halogen diễn ra sự phân tách, giải phóng kim loại về phía hồ quang. Halogen ngăn thành đèn bằng thạch anh khỏi bị kim loại có tính kiềm tấn công.

**Đặc điểm**

- Hiệu suất – 80 lumen/Oát
- Chỉ số hoàn màu – 1A – 2 tùy thuộc vào hỗn hợp halogen
- Nhiệt độ màu – 3,000K – 6,000K
- Tuổi thọ của đèn – 6.000 – 24.000 giờ, duy trì quang thông kém
- Khởi động – 2-3 phút, làm nóng lại 10-20 phút
- Lựa chọn về màu, kích thước và chủng loại của MBI đa dạng nhất so với các loại đèn khác. Chúng là loại đèn hiện đại hơn so với hai loại đèn phóng điện cường độ cao khác, do chúng có hiệu suất tốt hơn.
- Bằng cách thêm các kim loại khác vào thủy ngân, có thể phát ra quang phổ khác.
- Một số chiếc đèn MBI sử dụng điện cực thứ ba để khởi động, nhưng những chiếc khác, đặc biệt đèn trung bày nhỏ hơn, đòi hỏi xung đánh lửa điện áp cao.



## 2.8 Đèn LED

Đèn LED là loại đèn mới nhất bổ sung vào danh sách các nguồn sáng sử dụng năng lượng hiệu quả. Trong khi đèn LED phát ra ánh sáng nhìn thấy được ở dải quang phổ rất hẹp, chúng có thể tạo ra "ánh sáng trắng". Điều này được thực hiện nhờ đèn LED xanh có phủ photpho hay dải màu đỏ-xanh da trời-xanh lá cây. Đèn LED có tuổi thọ từ 40.000 đến 100.000 giờ tùy thuộc vào màu sắc. Đèn LED đã được sử dụng trong nhiều ứng dụng chiếu sáng, bao gồm biển báo lối thoát, đèn tín hiệu giao thông, đèn dưới tủ, và nhiều ứng dụng trang trí khác. Mặc dù còn mới mẻ, công nghệ đèn LED đang phát triển nhanh và rất đáng hứa hẹn trong tương lai. Tại đèn tín hiệu giao thông, một thị trường thế mạnh của LED, tín hiệu đèn đỏ chỉ huy bao gồm 196 đèn LED chỉ tiêu thụ 10W trong khi đèn nóng sáng sẽ tiêu thụ 150W. Các ước tính khác nhau về khả năng tiết kiệm năng lượng rơi vào khoảng từ 82% đến 93%. Các sản phẩm LED xuất hiện dưới nhiều dạng khác nhau bao gồm cả đèn ở thanh, bảng điều khiển và vít trong đèn LED, thường chỉ sử dụng 1-5W mỗi đèn báo hiệu, đem lại hiệu quả tiết kiệm đáng kể so với đèn nóng sáng với lợi thế tuổi thọ lâu hơn, giúp giảm yêu cầu bảo trì.

## 2.9 Thành phần chiếu sáng

### 2.9.1 Nguồn phát sáng/Mặt phản xạ

Yếu tố quan trọng nhất khi lắp đèn, ngoài bóng đèn ra chính là mặt phản xạ. Mặt phản xạ ảnh hưởng đến lượng ánh sáng đèn tiếp cận được vùng cần chiếu sáng cũng như cách thức phân phối chiếu sáng. Nói chung mặt phản xạ thường ở dạng khuếch tán (mài trắng được

*Thiết bị điện: Chiếu sáng*

son hoặc được tráng bột) hay dạng phản quang (được đánh bóng hoặc trông như gương). Mức độ phản xạ của vật liệu phản xạ và hình dáng mặt phản xạ ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả và hiệu suất lắp đèn. Mặt phản xạ khuếch tán thông thường có hiệu suất phản xạ đạt 70-80% khi còn mới. Vật liệu phản xạ cao hay bán khuếch tán loại mới có hệ số phản xạ lên tới 85%. Bộ khuếch tán thông thường hấp thụ và phát tán nhiều ánh sáng hơn là phản chiếu ánh sáng tập trung vào khu vực yêu cầu. Cùng với thời gian chỉ số phản xạ có thể giảm xuống do bụi bẩn tích tụ hay do hiện tượng ó vàng mà đèn UV gây ra. Mặt phản quang hiệu quả hơn nhiều vì chúng phát huy tối đa khả năng quang học và hệ số phản chiếu nên cho phép kiểm soát ánh sáng và chế độ đóng ngắt chuẩn xác hơn. Trong điều kiện mới, chúng vẫn đảm bảo được toàn bộ chỉ số phản xạ trong phạm vi 85-96%. Khi bị cũ, những giá trị này không bị hao hụt quá nhiều như mặt phản xạ thông thường. Vật liệu được sử dụng nhiều nhất là nhôm anốt hóa (hệ số phản xạ 85-90%) và sợi bạc được cán thành lớp kim loại (hệ số phản xạ 91-95%). Nhôm tráng được sử dụng ít hơn (hệ số phản xạ 88-96%) vì mặt phản xạ quang học phải được giữ sạch thì mới có hiệu quả, do vậy không nên sử dụng chúng trong các cụm dây cầu chì hờ kiểu công nghiệp vì chắc chắn chúng sẽ bị bụi bẩn.



## 2.9.2 Bộ phận phụ trợ

Bộ phận phụ trợ được sử dụng trong thiết bị chiếu sáng bao gồm:

- **Chấn lưu:** Một thiết bị hạn chế dòng điện giúp giảm điện trở âm của các loại đèn phóng điện. Đối với đèn huỳnh quang, thiết bị này giúp tích tụ lượng điện áp ban đầu cần thiết khi bật đèn.
- **Bộ đánh lửa:** Thiết bị này dùng để bật đèn halogen kim loại và đèn hơi natri có cường độ cao.

Bảng dưới cho biết đặc tính chiếu sáng của các thể sáng thường được sử dụng:

**Bảng 2: Đặc tính chiếu sáng của các thể sáng thường được sử dụng**

| Loại đèn                        | Lum / Oát |     | Chỉ số hoàn màu              | Ứng dụng đặc trưng                                                                 | Tuổi thọ (Giờ) |
|---------------------------------|-----------|-----|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|                                 | Phạm vi   | TB  |                              |                                                                                    |                |
| Đèn sợi đốt                     | 8-18      | 14  | Hoàn hảo                     | Gia đình, khách sạn, chiếu sáng chung, chiếu sáng khẩn cấp                         | 1000           |
| Đèn huỳnh quang                 | 46-60     | 50  | Tốt, đặc biệt khi có lớp bọc | Văn phòng, cửa hàng, bệnh viện, gia đình                                           | 5000           |
| Đèn huỳnh quang compact (CFL)   | 40-70     | 60  | Rất tốt                      | Khách sạn, cửa hàng, gia đình, văn phòng                                           | 8000-10000     |
| Đèn thủy ngân cao áp (HPMV)     | 44-57     | 50  | Trung bình                   | Chiếu sáng chung trong nhà máy, ga ra, đỗ xe, chiếu sáng bằng đèn pha              | 5000           |
| Đèn halogen                     | 18-24     | 20  | Hoàn hảo                     | Trung bày, chiếu sáng bằng đèn pha, khu triển lãm ở sân vận động, khu vực xây dựng | 2000-4000      |
| Đèn hơi Natri cao áp (HPSV) SON | 67-121    | 90  | Trung bình                   | Chiếu sáng chung trong nhà máy, kho hàng, đèn đường                                | 6000-12000     |
| Đèn hơi Natri hạ áp (LPSV) SOX  | 101-175   | 150 | Kém                          | Lòng đường, đường hầm, kênh, đèn đường                                             | 6000-12000     |

### 3. ĐÁNH GIÁ HỆ THỐNG CHIẾU SÁNG

Phần này bao gồm nội dung thiết kế hệ thống chiếu sáng nội thất và phương pháp nghiên cứu sử dụng năng lượng hiệu quả của hệ thống chiếu sáng. Phần này cũng đưa ra chỉ số chiếu sáng cần thiết cho mỗi loại công việc khác nhau theo tiêu chuẩn của Ấn Độ.

#### 3.1 Thiết kế hệ thống chiếu sáng

##### 3.1.1 Lượng ánh sáng cần thiết

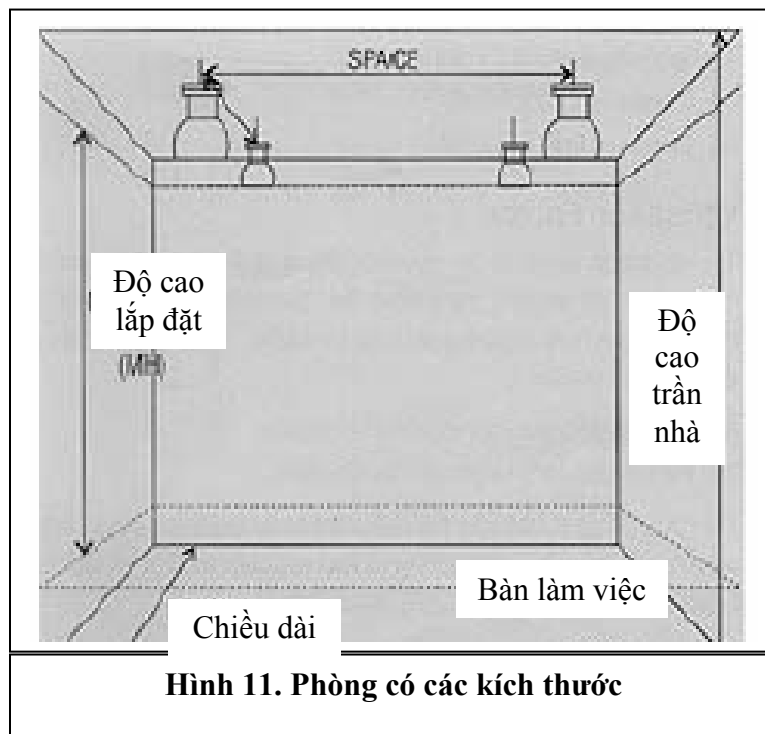
Mọi công việc đều yêu cầu mức chiếu sáng nhất định lên bề mặt cơ thể. Đảm bảo chiếu sáng tốt là điều cần thiết để thực hiện các công việc cần chiếu sáng. Việc chiếu sáng tốt cho phép mọi người làm việc đạt năng suất cao hơn. Thông thường để đọc sách phải cần 100 đến 200 lux. Vì thế câu hỏi đầu tiên đối với nhà thiết kế là chọn được mức chiếu sáng phù hợp. Ủy ban quốc tế về chiếu xạ (CIE) và Hội các kỹ sư ánh sáng (IES) đã đưa ra các mức chiếu sáng cho các loại công việc khác nhau. Những chỉ số này từ đó đã trở thành tiêu chuẩn quốc gia và quốc tế trong thiết kế chiếu sáng (Bảng nêu phía dưới). Câu hỏi thứ hai là về chất lượng đèn. Trong hầu hết trường hợp, chất lượng được hiểu là độ hoàn màu. Phụ thuộc vào từng loại công việc mà ta có thể chọn các loại đèn khác nhau dựa trên chỉ số hoàn màu.

|                                                                                                                                                  | Mức chiếu sáng (lux) | Ví dụ về các khu vực hoạt động                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Chiếu sáng chung đối với các phòng và khu vực hoặc không được sử dụng thường xuyên hoặc/và các công việc cần chiếu sáng bình thường hay đơn giản | 20                   | Chiếu sáng dịch vụ tối thiểu tại các khu vực đi lại bên ngoài, các cửa hàng ngoài trời, các chuồng gia súc                                                                                                        |
|                                                                                                                                                  | 50                   | Lối đi bộ và bậc lên xuống.                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                                  | 70                   | Khu vực nổi hơi.                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                                                                                  | 100                  | Trạm biến thế, gian lò, v...v.                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                  | 150                  | Khu vực đi lại trong nhà máy, cửa hàng và phòng cất trữ                                                                                                                                                           |
| Chiếu sáng chung dành cho nội thất                                                                                                               | 200                  | Chiếu sáng dịch vụ tối thiểu                                                                                                                                                                                      |
|                                                                                                                                                  | 300                  | Gia công nghiệp vừa và gia công cơ khí, quy trình chung trong ngành hóa chất và thực phẩm, các hoạt động đọc sách và lập hồ sơ thông thường.                                                                      |
|                                                                                                                                                  | 450                  | Giá treo, kiểm tra, phòng thiết kế, gia công nghiệp tinh và dây chuyền máy móc, nhuộm màu, công việc thiết kế quan trọng                                                                                          |
|                                                                                                                                                  | 1500                 | Gia công nghiệp rất tinh và gia công cơ khí, công cụ và dây chuyền máy móc đòi hỏi sự chính xác đến từng chi tiết nhỏ, các linh kiện điện tử, đo và kiểm tra các bộ phận phức tạp (có thể được chiếu sáng cục bộ) |
| Chiếu sáng cục bộ bổ sung đối với những công việc đòi hỏi sự chính xác về thị giác                                                               | 3000                 | Những công việc cần sự chính xác đến từng chi tiết, ví dụ như các bộ phận rất nhỏ của công cụ, chế tạo đồng hồ, chạm khắc                                                                                         |



### 3.1.2 Thiết kế chiếu sáng nội thất

Quy trình thiết kế chiếu sáng từng bước được minh họa phía dưới có kèm theo ví dụ. Hình sau nêu các thông số của một không gian thường gặp.



#### ***Bước 1: Quyết định mức chiếu sáng cần thiết lên bề mặt làm việc, loại đèn và nguồn phát sáng***

Phải tiến hành đánh giá sơ bộ về loại chiếu sáng cần thiết, thường thì quyết định được đưa ra dựa trên tính kinh tế và tính thẩm mỹ. Đối với các công việc văn phòng bình thường cần mức chiếu sáng 200 lux.

Đối với không gian văn phòng sử dụng điều hòa, chúng ta nên chọn đèn tuýp huỳnh quang 36W bộ đôi. Nguồn phát sáng được phủ men sứ, thích hợp cho loại đèn trên. Cần có bảng hệ số sử dụng cho bộ đèn này từ nhà sản xuất để tính toán chi tiết hơn.

#### ***Bước 2: Thu thập số liệu phòng theo mẫu dưới đây:***

|                      |                    |    |     |                |
|----------------------|--------------------|----|-----|----------------|
| Kích thước phòng     | Chiều dài          | L1 | 10  | m              |
|                      | Chiều rộng         | L2 | 10  | m              |
|                      | Diện tích sàn nhà  | L3 | 100 | m <sup>2</sup> |
|                      | Chiều cao trần nhà | L4 | 3,0 | m              |
| Hệ số phản xạ bề mặt | Trần nhà           | L5 | 0,7 | p.u            |
|                      | Tường              | L6 | 0,5 | p.u            |

Thiết bị điện: Chiếu sáng

|                                           |         |    |     |     |
|-------------------------------------------|---------|----|-----|-----|
|                                           | Sàn nhà | L7 | 0,2 | p.u |
| Chiều cao bề mặt làm việc tính từ sàn nhà |         | L8 | 0,9 | m   |
| Chiều cao bộ đèn tính từ sàn nhà          |         | L9 | 2,9 | m   |

**Chỉ số phản xạ thường sử dụng đối với L5, L6, L7 là:**

|                       | Trần nhà | Tường | Sàn nhà |
|-----------------------|----------|-------|---------|
| Văn phòng có điều hòa | 0,7      | 0,5   | 0,2     |
| Công nghiệp nhẹ       | 0,5      | 0,3   | 0,1     |
| Công nghiệp nặng      | 0,3      | 0,2   | 0,1     |

**Bước 3: Tính chỉ số đo phòng**

$$\text{Chỉ số phòng} = \frac{\text{Dài} \times \text{Rộng}}{\text{Cao} \times (\text{Dài} + \text{Rộng})}$$

$$= 10 \times 10 / [2 \times (10 + 10)] = 2,5$$

**Bước 4: Tính hệ số sử dụng**

Hệ số sử dụng được định nghĩa như là tỷ lệ phần trăm của lumen đèn trần phát ra nguồn sáng và truyền đến bề mặt làm việc. Hệ số này bao gồm cả ánh sáng trực tiếp phát ra từ nguồn phát sáng cũng như ánh sáng phản chiếu ra ngoài bề mặt căn phòng. Nhà sản xuất sẽ cấp cho mỗi bộ đèn một bảng CU riêng lấy từ báo cáo thử nghiệm trắc quang. Sử dụng bảng có sẵn từ nhà sản xuất có thể quyết định hệ số sử dụng để lắp các loại đèn khác nhau nếu biết hệ số phản xạ của tường và trần nhà, biết loại nguồn phát sáng và xác định được chỉ số đo phòng. Đối với đèn tuýp đôi, hệ số sử dụng là 0,66 tương ứng với chỉ số đo phòng là 2,5

**Bước 5: Tính số mỗi lắp cần thiết bằng cách áp dụng công thức sau:**

**Trong đó:**

N = Số mỗi lắp

E = Mức lux cần thiết lên bề mặt làm việc

A = Diện tích (L x W)

F = Tổng lượng dòng (lumen) của tất cả các đèn trong một mỗi lắp

UF = Hệ số sử dụng lấy từ bảng đối với mỗi lắp

LLF = Hệ số thất thoát ánh sáng. Hệ số này tính độ hao mòn theo thời gian của lượng ánh sáng phát ra từ đèn và lượng bụi tích tụ trên mỗi lắp và trên tường nhà.

$$N = \frac{E \times A}{F \times UF \times LLF}$$

Thiết bị điện: Chiếu sáng

LLF = Lumen đèn<sub>MF</sub> x Nguồn sáng<sub>MF</sub> x Bề mặt căn phòng<sub>MF</sub>

#### Chỉ số LLF thường gặp

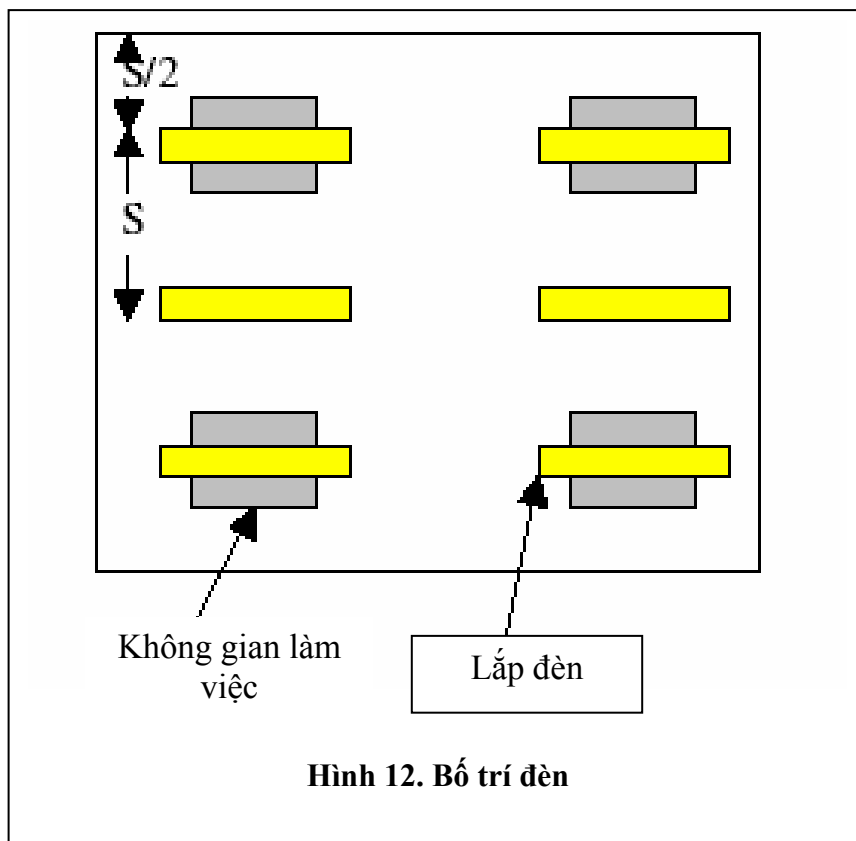
|                        |     |
|------------------------|-----|
| Văn phòng có điều hòa  | 0,8 |
| Công nghiệp sạch       | 0,7 |
| Công nghiệp không sạch | 0,6 |

$$N = \frac{200 \times 100}{2 \times 3050 \times 0,66 \times 0,8}$$

= 6,2; như vậy sẽ cần đèn tuýp đôi 6 nos. Tổng số đèn 36W là 12.

#### Bước 6: Bố trí các bộ đèn để đảm bảo tính đồng đều

Mọi bộ đèn đều được xác định một tỷ lệ không gian so với chiều cao. Trong các phương pháp thiết kế trước đây, tỷ lệ đồng đều, nghĩa là tỷ lệ chiếu sáng tối thiểu so với chiếu sáng trung bình được giữ ở mức 0,8 và tỷ lệ hợp lý của không gian so với chiều cao được xác định để đảm bảo tính đồng đều. Trong các thiết kế hiện đại có kết hợp giữa việc tiết kiệm năng lượng và việc chiếu sáng thì quan điểm chủ đạo là đảm bảo độ đồng đều từ 1/3 tới 1/10 phụ thuộc vào từng loại công việc. Chỉ số được áp dụng cho loại đèn trên là 1,5. Nếu tỷ lệ thực tế cao hơn chỉ số được nêu, độ chiếu sáng đồng đều sẽ giảm xuống. Đối với mẫu bố trí lắp đèn, tham khảo hình 12. Nguồn phát sáng gần tường chỉ nên chiếm 1 nửa không gian hay ít hơn.



*Thiết bị điện: Chiều sáng*

- Không gian giữa các bộ đèn =  $10/3 = 3,33$  m
- Chiều cao lắp đặt = 2,0 m
- Tỷ lệ không gian so với chiều cao =  $3,33/2,0 = 1,66$
- Con số này gần với dung sai và vì vậy được chấp nhận.

Tốt hơn nên chọn bộ đèn có SHR lớn. Làm vậy có thể giảm số mỗi lắp và tải trọng chiếu sáng liên kết.

## 3.2 Mức chiếu sáng áp dụng cho các loại công việc / hoạt động / địa điểm khác nhau

### 3.2.1 Các đề xuất chiếu sáng

**Phạm vi chiếu sáng:** Mức chiếu sáng tối thiểu đối với khu vực nội thất không có người làm việc là 20 lux (**tính trên IS là 3646**). Hệ số khoảng 1,5 cho thấy sự chênh lệch rất quan trọng dù là nhỏ nhất trong mức độ ảnh hưởng của việc chiếu sáng. Vì vậy, phạm vi chiếu sáng sau được đưa ra.

20–30–50–75–100–150–200–300–500–750–1000–1500–2000...lux

**Biên độ ánh sáng:** Bởi vì các tình huống diễn ra rất khác nhau dù cùng một ứng dụng được sử dụng cho khu vực nội thất khác nhau hay cùng một loại hoạt động trong các điều kiện khác nhau, biên độ ánh sáng được đưa ra cho mỗi kiểu nội thất hay mỗi loại hoạt động phù hợp với một chỉ số chiếu sáng duy nhất. Mỗi biên độ bao gồm ba mức liên tục trong phạm vi chiếu sáng được đề xuất. Đối với khu vực làm việc thì **chỉ số trung bình (R)** của mỗi biên độ cho thấy mức chiếu sáng dịch vụ được đề xuất sẽ được sử dụng trừ khi một hay nhiều hệ số sau được áp dụng.

**Chỉ số cao (H)** của biên độ nên được sử dụng trong các trường hợp đặc biệt, ở đó hệ số phản xạ hay độ tương phản thấp xảy ra, các sai số nếu chỉnh lưu sẽ rất tốn kém, việc chiếu sáng là bắt buộc, độ chính xác hay năng suất cao là yếu tố quan trọng và khả năng thị giác tốt của người lao động có thể giúp thực hiện điều này.

Tương tự, **chỉ số thấp (L)** của biên độ có thể được sử dụng khi hệ số phản xạ và tương phản cực kỳ cao, tốc độ và độ chính xác không quan trọng và công việc được tiến hành không thường xuyên.

#### Chiếu sáng đề xuất

Bảng sau nêu biên độ chiếu sáng đề xuất cho các công việc và hoạt động khác nhau. Chỉ số có liên quan đến yêu cầu thị giác của công việc, đến sự thỏa mãn của người sử dụng, đến kinh nghiệm thực tiễn và đến nhu cầu sử dụng năng lượng có sinh lợi.

| <b>3. Luyện kim và sản xuất thép</b>                                                                            |              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>Xưởng nung kết</b>                                                                                           |              |
| Sàn nhà máy                                                                                                     | 150-200-300  |
| Thùng trộn, buồng quạt, buồng sàng, máy lạnh, trạm truyền                                                       | 100-150-200  |
| <b>Lò, lò đứng</b>                                                                                              |              |
| Chung                                                                                                           | 100-150-200  |
| Bộ điều khiển                                                                                                   | 200-300-500  |
| Lò băng chuyền, lõi đi                                                                                          | 30-50-100    |
| <b>Sản xuất thép</b>                                                                                            |              |
| Xưởng nung chảy điện                                                                                            | 150-200-300  |
| <b>Xưởng sản xuất thép oxi kiềm</b>                                                                             |              |
| Chung                                                                                                           | 100-150-200  |
| Sàn lò chuyển, buồng đúc                                                                                        | 150-200-300  |
| Bộ điều khiển                                                                                                   | 200-300-500  |
| Buồng chứa sắt vụn                                                                                              | 100-150-200  |
| <b>Tạo khuôn kim loại và nhiệt luyện</b>                                                                        |              |
| Tẩy gỉ thổi, lò giăng, buồng tôi và xử lý nhiệt, xưởng tái sinh axit                                            | 150-200-300  |
| <b>Buồng tẩy gỉ và làm sạch, máy cán thô, máy cán nguội, cán tinh, dây chuyền mạ thiếc và mạ kẽm, phân đoạn</b> |              |
| Chung                                                                                                           | 100-150-200  |
| Bộ điều khiển                                                                                                   | 200-300-500  |
| Máy cán dây, hoàn thiện sản phẩm, xử lý và kiểm tra thép                                                        | 200-300-500  |
| Kiểm tra thép lá/tấm thép                                                                                       | 300-500-700  |
| <b>Lò đúc</b>                                                                                                   |              |
| <b>Xưởng tự động</b>                                                                                            |              |
| Không cần vận hành bằng tay                                                                                     | 30-50-100    |
| Đôi khi cần vận hành bằng tay                                                                                   | 100-150-200  |
| Cần vận hành bằng tay liên tục                                                                                  | 200-300-500  |
| Phòng điều khiển                                                                                                | 200-300-500  |
| Bộ điều khiển                                                                                                   | 200-300-500  |
| <b>Xưởng phi tự động</b>                                                                                        |              |
| Sàn chất liệu, đúc, lác khuôn, làm sạch, mài, tẩy rìa xờm                                                       | 200-300- 500 |
| Đúc thô, tạo lõi thô                                                                                            | 200-300-500  |
| Hàn tinh, tạo lõi tinh                                                                                          | 300-500-750  |
| Kiểm tra                                                                                                        | 300-500-750  |
| <b>Lò rèn (chắc chắn xảy ra chấn động mạnh)</b>                                                                 |              |
| Chung                                                                                                           | 200-300-500  |
| Kiểm tra                                                                                                        | 300-500-750  |
| <b>4. Sản phẩm gốm sứ</b>                                                                                       |              |
| Trộn, đúc khuôn, làm sạch                                                                                       | 150-200-300  |
| <b>Gốm</b>                                                                                                      |              |
| Mài, đúc khuôn, ép, làm sạch, đẽo gọt, tráng bóng, nung                                                         | 200-300- 500 |
| Tráng men, tô màu                                                                                               | 500-750-1000 |
| <b>Làm thủy tinh</b>                                                                                            |              |
| Gian lò, uốn cong, ủ                                                                                            | 100-150-200  |

*Thiết bị điện: Chiếu sáng*

|                                                                                                               |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Buồng trộn, tạo hình, cắt, mài, đánh bóng, làm cứng                                                           | 200-300-500  |
| Vát cạnh, cắt tia trang trí, khắc ăn mòn, mạ bạc                                                              | 300-500-750  |
| Kiểm tra                                                                                                      | 300-500-750  |
| <b>5. Hóa chất, dầu khí, và các sản phẩm hóa học và hóa dầu</b>                                               |              |
| Lối đi bên ngoài, bậc lên xuống, bậc thang và thang                                                           | 30-50-100    |
| Khu vực máy bơm và van bên ngoài                                                                              | 50-100-150   |
| Máy bơm và buồng máy nén khí                                                                                  | 100-150-200  |
| Xưởng chế biến được điều khiển từ xa                                                                          | 30-50-100    |
| Xưởng chế biến có sự can thiệp bằng tay                                                                       | 50-100-150   |
| Khu vực làm việc thường xuyên trong xưởng chế biến                                                            | 150-200-300  |
| Phòng điều khiển xưởng chế biến                                                                               | 200-300-500  |
| <b>Nhà sản xuất thuốc và hóa chất tinh chế</b>                                                                |              |
| <b>Nhà sản xuất thuốc</b>                                                                                     |              |
| Mài, nghiền, trộn, sấy khô, nén viên, khử trùng, rửa, điều chế dung dịch, đồ đầy, đậy nắp, đóng gói, làm cứng | 300-500-750  |
| <b>Nhà sản xuất hóa chất tinh chế</b>                                                                         |              |
| Lối đi bên ngoài, bậc lên xuống, bậc thang và thang                                                           | 30-50-100    |
| Xưởng chế biến                                                                                                | 50-100-150   |
| Tinh chế hóa chất                                                                                             | 300-500-750  |
| Kiểm tra                                                                                                      | 300-500-750  |
| Sản xuất xà phòng                                                                                             |              |
| Khu vực chung                                                                                                 | 200-300-500  |
| Quy trình tự động                                                                                             | 100-200-300  |
| Bảng điều khiển                                                                                               | 200-300-500  |
| Máy móc                                                                                                       | 200-300-500  |
| <b>Sản phẩm sơn</b>                                                                                           |              |
| Chung                                                                                                         | 200-300-500  |
| Quy trình tự động                                                                                             | 150-200-300  |
| Bảng điều khiển                                                                                               | 200-300-500  |
| Trộn hỗn hợp đặc biệt                                                                                         | 500-750-1000 |
| Phối màu                                                                                                      | 750-100-1500 |
| <b>6. Kỹ thuật cơ khí &amp; sản xuất thép xây dựng</b>                                                        |              |
| Chung                                                                                                         | 200-300-500  |
| Chọn lựa                                                                                                      | 300-500-750  |
| <b>Sản xuất kim loại tấm</b>                                                                                  |              |
| Ép, cắt, đột dập, nghiền, dập nổi, tiện, gập                                                                  | 300-500-750  |
| Gia công nguội, vạch dầu, kiểm tra                                                                            | 500-750-1000 |
| <b>Xưởng cơ khí và công cụ</b>                                                                                |              |
| Gia công nguội thô và gia công cơ khí                                                                         | 200-300-500  |
| Gia công nguội vừa và gia công cơ khí                                                                         | 300-500-700  |
| Gia công nguội tinh và gia công cơ khí                                                                        | 500-750-1000 |

|                                                                                                  |                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Phòng đo đặc                                                                                     | 750-1000-1500  |
| <b>Xưởng đột dập</b>                                                                             |                |
| Chung                                                                                            | 300-500-750    |
| Gia công chính xác                                                                               | 1000-1500-2000 |
| <b>Xưởng hàn</b>                                                                                 |                |
| Hàn xì và hàn hồ quang, hàn điểm thô                                                             | 200-300-500    |
| Hàn vừa, hàn đồng, hàn điểm                                                                      | 300-500-750    |
| Hàn tinh, hàn điểm tinh                                                                          | 750-1000-1500  |
| <b>Xưởng lắp ráp</b>                                                                             |                |
| Gia công thô, ví dụ như bộ khung và máy móc loại nặng                                            | 200-300-500    |
| Gia công vừa, ví dụ như cụm động cơ, cụm thân xe                                                 | 300-500-750    |
| Gia công tinh, ví dụ như cụm máy móc văn phòng                                                   | 500-750-1000   |
| Gia công thật tinh, ví dụ như bộ công cụ                                                         | 750-1000-1500  |
| Gia công tỉ mỉ, ví dụ như sản xuất đồng hồ                                                       | 1000-1500-2000 |
| <b>Xưởng kiểm tra và thử nghiệm</b>                                                              |                |
| Gia công thô, ví dụ như sử dụng đồng hồ đo, kiểm tra cụm lắp ráp loại lớn                        | 300-500-750    |
| Gia công trung bình, ví dụ như kiểm tra bề mặt sơn                                               | 500-750-1000   |
| Gia công tinh, ví dụ như sử dụng thước chia độ, kiểm tra máy móc có độ chuẩn xác cao             | 750- 1000-1500 |
| Rất tinh xảo, ví dụ như kiểm tra các chi tiết nhỏ phức tạp                                       | 1000-1500-2000 |
| Gia công tỉ mỉ, ví dụ như kiểm tra các chi tiết có kích thước rất nhỏ                            | 2000           |
| <b>Xưởng sơn và buồng phun nước</b>                                                              |                |
| Ngâm, phun thô                                                                                   | 200-300-500    |
| Chuẩn bị, sơn thường, phun và hoàn thiện                                                         | 200-500-750    |
| Sơn mịn, phun và hoàn thiện                                                                      | 500-750-1000   |
| Kiểm tra, sửa lại và phối kết hợp                                                                | 750-1000-1500  |
| <b>Xưởng mạ</b>                                                                                  |                |
| Bể, bồn                                                                                          | 200-300-500    |
| Đánh bóng và mài nhẵn                                                                            | 300-500-750    |
| Đánh bóng và mài nhẵn lần cuối                                                                   | 500-750-1000   |
| Kiểm tra -                                                                                       |                |
| <b>7. Kỹ thuật điện và điện tử, và sản xuất thiết bị điện</b>                                    |                |
| Sản xuất cáp và dây dẫn cách điện, cuộn sơn bóng và ngâm cuộn, cụm máy cỡ lớn, cụm máy đơn giản  | 200-300-500    |
| Lắp ráp cỡ vừa, ví dụ như điện thoại, động cơ loại nhỏ                                           | 300-500-750    |
| Cụm chi tiết có độ chuẩn xác cao, ví dụ như thiết bị viễn thông, hiệu chỉnh, kiểm tra và định cỡ | 750-1000-1500  |
| Cụm chi tiết có độ chuẩn xác cao                                                                 | 1000-1500-2000 |
| <b>Sản xuất thiết bị điện</b>                                                                    |                |
| <b>Bảng mạch in</b>                                                                              |                |
| In lựa                                                                                           | 300-500-750    |
| Ghép các linh kiện bằng tay, hàn                                                                 | 500-750-1000   |
| Kiểm tra                                                                                         | 750-1000-1500  |

*Thiết bị điện: Chiếu sáng*

|                                                 |               |
|-------------------------------------------------|---------------|
| Bộ dây dẫn, bộ chêm, thử nghiệm và định cỡ      | 500-750- 1000 |
| Bộ khung                                        | 750-1000-1500 |
| <b>Kiểm tra và thử nghiệm</b>                   |               |
| Thử ngâm                                        | 150-200-300   |
| Kiểm tra chức năng và độ an toàn                | 200-300-500   |
| <b>8. Thực phẩm, đồ uống, thuốc lá và lò mổ</b> |               |
| Chung                                           | 200-300-500   |
| Kiểm tra                                        | 300-500-750   |
| <b>Đóng hộp, bảo quản và làm lạnh</b>           |               |
| Xếp hạng và phân loại nguyên liệu thô           | 500-750-1000  |
| Chuẩn bị                                        | 300-500-750   |
| <b>Hàng đóng hộp và đóng chai</b>               |               |
| Nồi chung                                       | 200-300-500   |
| Quy trình tự động                               | 150-200-300   |
| Dán nhãn và đóng gói                            | 200-300-500   |
| <b>Hàng đông lạnh</b>                           |               |
| Khu vực chế biến                                | 200-300-500   |
| Đóng gói và cất kho                             | 200-300-500   |
| <b>Đóng chai, nấu bia và chưng cất</b>          |               |
| Công đoạn rửa và xử lý chính, rửa chai          | 150-200-300   |
| Kiểm tra chính                                  | 200-300-500   |
| <b>Kiểm tra chai</b>                            |               |
| Khu vực chế biến                                | 200-300-500   |
| Rót đầy chai                                    | 500-750-1000  |
| Chế biến dầu ăn và chất béo                     |               |
| Tinh chế và trộn                                | 200-300-500   |
| Sản xuất                                        | 300-500-750   |
| Máy – nghiền, lọc và đóng                       | 200-300-500   |
| <b>Bánh ngọt</b>                                |               |
| Chung                                           | 200-300-500   |
| Trang trí bằng tay, làm đông                    | 300-500-750   |
| Sản xuất sôcôla và mứt                          | 200-300-500   |
| Quy trình tự động                               | 150-200-300   |
| Trang trí bằng tay, kiểm tra, đóng gói          | 300-500-750   |
| <b>Chế biến thuốc lá</b>                        |               |
| Chuẩn bị nguyên liệu, sản xuất và đóng gói      | 300-500-750   |
| Quy trình bằng tay                              | 500-750-1000  |
| <b>9. Dệt &amp; sản xuất sợi</b>                |               |
| Dỡ kiện, rửa                                    | 200-300-500   |
| Nhuộm khối và pha màu                           | 200-300-500   |
| <b>Sản xuất sợi</b>                             |               |
| Xoay tròn, luồn dây, cuộn...                    | 300-500-750   |
| Mắc sợi (Kéo sợi)                               | 750-1000-750  |
| <b>Sản xuất vải</b>                             |               |
| Dệt kim                                         | 300-500-750   |



*Thiết bị điện: Chiếu sáng*

|                                                        |                |
|--------------------------------------------------------|----------------|
| <b>Dệt</b>                                             |                |
| Sợi đay và sợi xơ gai                                  | 200-300-500    |
| Len sợi to                                             | 300-500-750    |
| Sợi len xe loại vừa, sợi len mịn, sợi bông             | 500-750-1000   |
| Sợi len xe loại mịn, sợi lanh mịn, sợi tổng hợp        | 750-1000-1500  |
| Sửa                                                    | 1000-1500-2000 |
| Kiểm tra                                               | 1000-1500-2000 |
| <b>Hoàn thiện vải</b>                                  |                |
| Nhuộm                                                  | 200-300-500    |
| Cán, xử lý hóa chất...                                 | 300-500-750    |
| <b>Kiểm tra</b>                                        |                |
| Vải màu xám                                            | 750-1000-1500  |
| Thành phẩm                                             | 1000-1500-2000 |
| <b>Sản xuất thảm</b>                                   |                |
| Cuộn, chiếu rọi                                        | 200-300-500    |
| Tạo mẫu, xen tia, viền, lấy nhựa mủ và làm khô nhựa mủ | 300-500-750    |
| Thiết kế, dệt, sửa                                     | 500-750-1000   |
| <b>Kiểm tra</b>                                        |                |
| Chung                                                  | 750-1000-1500  |
| Nhuộm mảnh                                             | 500-750-1000   |
| <b>10. Công nghiệp thuộc da và sản xuất thuộc da</b>   |                |
| Làm sạch, thuộc da và kéo căng, bẻ, cắt, vỡ béo, nhồi  | 200-300- 500   |
| Hoàn thiện, ghép                                       | 300-500-750    |
| <b>Gia công thuộc da</b>                               |                |
| Chung                                                  | 200-300-500    |
| Là, đánh bóng                                          | 300-500-750    |
| Cắt, chia phần, xem qua và may                         | 500-750-1000   |
| Xếp loại, phối kết hợp                                 |                |
| <b>11. Sản xuất quần áo, giày dép, và vải</b>          |                |
| Chuẩn bị vải                                           | 200-300-500    |
| Cắt                                                    | 500-750-1000   |
| Phối hợp                                               | 500-750-1000   |
| May                                                    | 750-1000-1500  |
| Là                                                     | 300-500-750    |
| Kiểm tra                                               | 1000-1500-2000 |
| May tay                                                | 1000-1500-2000 |
| <b>Hàng dệt kim, đồ đan</b>                            |                |
| Máy dệt kim sàn phẳng                                  | 300-500-750    |
| Máy dệt kim vòng                                       | 500-700-1000   |
| Mũi khâu chằng và máy vắt sổ                           | 750-1000-1500  |
| Khâu mắt xích hay khâu thành hàng thẳng                | 750-1000-1500  |
| Sửa và hoàn thiện bằng tay                             | 1000-1500-3000 |
| Kiểm tra                                               | 1000-1500-2000 |
| <b>Sản xuất găng tay</b>                               |                |

|                                                                   |                |
|-------------------------------------------------------------------|----------------|
| Sắp xếp và phân loại                                              | 500-750-1000   |
| Là, dẹt, cắt                                                      | 300-500-750    |
| May                                                               | 500-750-1000   |
| Kiểm tra                                                          | 1000-1500-2000 |
| <b>Sản xuất mũ</b>                                                |                |
| Nẹp, bên, tinh chế, tạo dáng, định cỡ, nghiền, là                 | 200- 300-500   |
| Làm sạch, tạo gờ, hoàn thiện                                      | 300-500-750    |
| May                                                               | 500-750-1000   |
| Kiểm tra                                                          | 1000-1500-2000 |
| <b>Sản xuất giày dép</b>                                          |                |
| <b>Thuộc da và sợi tổng hợp</b>                                   |                |
| Sắp xếp và phân loại                                              | 750-1000-1500  |
| Cắt da và đóng                                                    | 750-1000-1500  |
| Thao tác chuẩn bị                                                 | 750-1000-1500  |
| Bàn cắt và là                                                     | 1000-1500-2000 |
| Chuẩn bị nhựa làm cúc, làm khuôn, lót, hoàn thiện, phòng giày dép | 750-1000- 1500 |
| <b>Cao su</b>                                                     |                |
| Rửa, trộn, bọc, làm khô, đánh bóng, lưu hóa, cán, cắt             | 200-300-500    |
| Bọc lót, sản xuất và hoàn thiện                                   | 300-500-750    |
| <b>12. Gỗ mộc và máy cưa gỗ loại lớn</b>                          |                |
| Chung                                                             | 150-200-300    |
| Lưỡi cưa                                                          | 300-500-750    |
| Xếp loại                                                          | 500-750-1000   |
| <b>Xưởng làm mộc</b>                                              |                |
| Cưa thô, gia công nguội tinh                                      | 200-300-500    |
| Định cỡ, bào, rài cát, gia công cơ khí vừa và gia công nguội      | 300-500-750    |
| Gia công cơ khí và gia công nguội tinh, rài cát tinh, hoàn thiện  | 500-750-1000   |
| <b>Sản xuất đồ gỗ</b>                                             |                |
| Kho vật liệu thô                                                  | 50-100-150     |
| Kho hàng đã hoàn thành                                            | 100-150-200    |
| Ghép gỗ và lắp ghép, cưa thô, cắt                                 | 200-300-500    |
| Gia công cơ khí, đánh bóng thô và lắp ghép, đánh bóng             | 300-500-750    |
| Phòng công cụ                                                     | 300-500-750    |
| <b>Buồng phun nước</b>                                            |                |
| Gia công màu                                                      | 300-500-750    |
| Gia công sạch                                                     | 200-300-500    |
| <b>Đóng tủ</b>                                                    |                |
| Phân loại lớp gỗ mặt                                              | 750-1000-1500  |
| Khảm gỗ, ép, ráp nối và lắp                                       | 300-500-750    |
| Kiểm tra lần cuối                                                 | 500-750-1000   |
| <b>Sản xuất nệm</b>                                               |                |
| Kiểm tra vải                                                      | 1000-1500-2000 |
| Nhồi, bọc                                                         | 300-500-750    |
| Độn, cắt, may                                                     | 500-750-1000   |

*Thiết bị điện: Chiếu sáng*

|                                             |               |
|---------------------------------------------|---------------|
| Làm đệm -                                   |               |
| Ghép lại                                    | 300-500-750   |
| Viên dây                                    | 750-1000-1500 |
| <b>13. Nhà máy giấy và giấy in</b>          |               |
| Máy nghiền bột giấy, xưởng chuẩn bị         | 200-300-500   |
| <b>Sản xuất giấy và bia các tông</b>        |               |
| Chung                                       | 200-300-500   |
| Quy trình tự động                           | 150-200-300   |
| Kiểm tra, phân loại                         | 300-500-750   |
| <b>Quy trình sản xuất giấy</b>              |               |
| Chung                                       | 200-300-750   |
| In liên hợp                                 | 300-500-750   |
| <b>Sản phẩm in</b>                          |               |
| <b>Xưởng đúc chữ</b>                        |               |
| Làm khuôn, sắp chữ in, phủ bằng tay và máy  | 200-300-500   |
| Lắp trước, phân loại                        | 500-750-1000  |
| <b>Buồng sắp chữ</b>                        |               |
| Sắp chữ bằng tay, lên khuôn và chia chữ     | 500-750-1000  |
| Bàn kim loại nóng                           | 500-750-1000  |
| Đúc kim loại nóng                           | 200-300-500   |
| Bàn sắp ảnh hay thợ sắp ảnh                 | 300-500-750   |
| Niêm yết                                    | 500-750-1000  |
| Bảng được chiếu sáng – Chiếu sáng chung     | 200-300-500   |
| Kiểm tra máy in                             | 300-500-750   |
| Sửa bản in thử                              | 500-750-1000  |
| <b>Sao ảnh</b>                              |               |
| sChung                                      | 300-500-750   |
| Soát độ chuẩn xác, sửa lại, khắc ăn mòn     | 750-1000-1500 |
| Sao ảnh và kiểm tra                         | 750-1000-1500 |
| <b>Buồng máy in</b>                         |               |
| Máy in                                      | 300-500-750   |
| Làm sẵn trước                               | 300-500-750   |
| Kiểm tra tờ in                              | 750-1000-1500 |
| <b>Đóng sách</b>                            |               |
| Gấp, dán, giùi lỗ và khâu                   | 300-500-750   |
| Cắt, tập hợp, rập nổi                       | 500-750-1000  |
| <b>14. Nhựa và các sản phẩm nhựa cao su</b> |               |
| <b>Xưởng tự động</b>                        |               |
| Không cần điều khiển bằng tay               | 30-50-100     |
| Có thể cần điều khiển bằng tay              | 50-100-150    |
| Cần điều khiển bằng tay thường xuyên        | 200-300-500   |
| Phòng điều khiển                            | 200-300-500   |
| Bộ điều khiển                               | 200-300-500   |
| <b>Xưởng phi tự động</b>                    |               |
| Trộn, cán, đúc ép, phun,                    | 200-300-500   |

*Thiết bị điện: Chiếu sáng*

|                                                           |               |
|-----------------------------------------------------------|---------------|
| Ép và hàn thỏi, sửa tấm, cắt mép tấm, đánh bóng, hàn phun | 300-500-750   |
| In, kiểm tra                                              | 750-1000-1500 |
| <b>Sản xuất cao su</b>                                    |               |
| Chuẩn bị khối – làm dẻo, cán                              | 150-200-300   |
| Cán, chuẩn bị giàn khung, cắt khối                        | 300-500-750   |
| Đúc ép, đúc khuôn                                         | 300-500-750   |
| Kiểm tra                                                  | 750-1000-1500 |

### 3.3 Phương pháp luận nghiên cứu sử dụng năng lượng hiệu quả trong hệ thống chiếu sáng

Các tiếp cận đánh giá về các giải pháp cải tiến chiếu sáng có thể liên quan đến các bước sau.

**Bước 1:** Lập bảng kiểm tra các yếu tố trong hệ thống chiếu sáng và máy biến áp ở điều kiện theo mẫu điển hình sau.

*Công suất danh nghĩa, số lượng và tình trạng sử dụng*

| ST T | Địa điểm nhà máy | Loại thiết bị chiếu sáng và chấn lưu | Công suất danh nghĩa của đèn và chấn lưu | Số lượng | Sử dụng/ Ca I/II/III/ngày |
|------|------------------|--------------------------------------|------------------------------------------|----------|---------------------------|
|      |                  |                                      |                                          |          |                           |
|      |                  |                                      |                                          |          |                           |
|      |                  |                                      |                                          |          |                           |
|      |                  |                                      |                                          |          |                           |

*Máy biến thế chiếu sáng / mô tả công suất danh nghĩa và số lượng :*

| ST T | Địa điểm nhà máy | Công suất danh nghĩa của máy biến thế chiếu sáng (kVA) | Số lượng được lắp đặt | Điều kiện đo đặc<br>Vôn/Ampe/kW/Năng lượng |
|------|------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------|
|      |                  |                                                        |                       |                                            |
|      |                  |                                                        |                       |                                            |
|      |                  |                                                        |                       |                                            |
|      |                  |                                                        |                       |                                            |

## *Thiết bị điện: Chiếu sáng*

Trong trường hợp các bảng phân phối sẵn có để dùng, thay vì máy biến áp, cầu chì danh nghĩa có thể được đánh giá theo mẫu trên thay cho máy biến thế kVA.

**Bước 2:** Với sự trợ giúp của lux kế, hãy tiến hành đo đạc và cung cấp tư liệu về mức lux ở các địa điểm nhà máy khác nhau ở chế độ làm việc, giá trị lux ban ngày và ban đêm cùng với số lượng đèn "BẬT" trong khi đo đạc.

**Bước 3:** Cùng với sự hỗ trợ của máy phân tích trọng tải xách tay, hãy đo và ghi lại mức tiêu thụ điện và điện áp ở các điểm đầu vào khác nhau, cụ thể là bảng phân phối hoặc máy biến áp chiếu sáng cùng lúc với thời gian kiểm kê mức chiếu sáng.

**Bước 4:** So sánh giá trị lux đo được với tiêu chuẩn. Sử dụng những giá trị đó làm tham chiếu và xác định vị trí của các khu vực được chiếu sáng ít và các khu vực được chiếu sáng nhiều.

**Bước 5:** Phân tích tỷ lệ hỏng hóc và tuổi thọ thực của đèn và chấn lưu từ các dữ liệu trước.

**Bước 6:** Dựa vào các đánh giá và ước lượng kỹ lưỡng, có thể đưa ra một số giải pháp cải tiến sau:

- Giải pháp sử dụng tối đa ánh sáng mặt trời qua các tấm lợp trong suốt, mái che ánh sáng phía bắc, vv.
- Thay thế đèn bằng đèn sử dụng năng lượng hiệu quả hơn, phải chú ý đến các yếu tố như nguồn phát sáng, chỉ số hoàn màu và mức lux mà còn so sánh tuổi thọ đèn.
- Thay thế các chấn lưu bằng các chấn lưu sử dụng năng lượng hiệu quả hơn, phải chú ý đến các yếu tố về tuổi thọ và công suất, ngoài ra còn phải chú ý đến thất thoát điện năng.
- Lựa chọn màu nội thất để phản xạ ánh sáng.
- Thay đổi sơ đồ bố trí tùy theo từng nhu cầu.
- Cung cấp các thiết bị điều khiển theo nhóm / đơn lẻ khi chiếu sáng để sử dụng năng lượng hiệu quả chẳng hạn như:
  - Loại điều chỉnh điện áp theo kiểu tắt/mở (để điều khiển độ chiếu sáng)
  - Công tắc/cụm điều khiển theo nhóm
  - Bộ cảm biến chiếm chỗ
  - Thiết bị điều khiển quang điện
  - Thiết bị điều khiển vận hành bộ hẹn giờ cơ học
  - Thiết bị điều khiển vận hành máy nhắn tin
- Các chương trình điều khiển chiếu sáng được lập trình hóa
- Lắp đặt bộ điều chỉnh/bộ điều khiển điện áp vào để sử dụng năng lượng hiệu quả và tăng tuổi thọ của đèn, khi đó làm sẽ xuất hiện nguồn điện áp và dao động cao hơn.
- Các ví dụ về việc sử dụng các loại đèn tiết kiệm năng lượng như đèn LED thay thế loại đèn được sử dụng trong các bảng điều khiển/các khu vực có thiết bị đo đạc, vv.

Thiết bị điện: Chiếu sáng

## 4. GIẢI PHÁP SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG HIỆU QUẢ

Mục này đưa ra các phương thức có thể bảo toàn năng lượng bằng cách ứng dụng quy trình công nghệ chiếu sáng tốt.

### 4.1 Sử dụng chiếu sáng tự nhiên

Tiện ích của việc chiếu sáng tự nhiên thay thế chiếu sáng bằng điện vào ban ngày đã được nhiều người biết đến nhưng càng ngày càng bị bỏ qua đặc biệt ở các văn phòng được trang bị điều hoà không khí hiện đại và ở các khu thương mại như khách sạn, trung tâm mua bán vv. Nhìn chung, các nhà máy công nghiệp sử dụng ánh sáng ban ngày theo một số mẫu, nhưng hệ thống chiếu sáng ban ngày được thiết kế không đúng có thể dẫn đến những phiền nhiễu từ nhân viên hoặc dẫn đến việc sử dụng thêm các đèn điện vào ban ngày. Lưu ý một ứng dụng cần mức chiếu sáng là 500 lux. Để tính toán thất thoát do phản xạ và khuếch tán bên trong hệ thống cửa sổ trần nhà, giả định rằng 40% ánh sáng mặt trời xuyên qua cửa sổ trần nhà lan tỏa trong không gian. Do vậy, vào ngày có nắng, khoảng 2% diện tích trần nhà được sử dụng làm cửa sổ. Để bù cho các góc mặt trời thấp, điều kiện sương mù, cửa sổ trần nhà bản, vv. diện tích này tăng gấp đôi lên tới khoảng 4%. Để tính toán cho điều kiện mây mù trung bình, con số này tăng lên tới 10% hoặc 15%. Một vài phương pháp kết hợp chiếu sáng ban ngày là:

- Sử dụng chiếu sáng phía bắc nếu khung đỡ mái che loại răng cưa là loại công nghiệp chung; thiết kế này phù hợp cho vĩ tuyến 23 độ bắc, nghĩa là ở phía bắc Ấn Độ. Ở phía nam Ấn Độ, chiếu sáng phía bắc có thể không phù hợp trừ khi sử dụng kính khuếch tán để giảm bớt ánh sáng mặt trời trực tiếp.
- Các thiết kế đổi mới có thể phù hợp vì chúng loại trừ độ chói của ánh sáng ban ngày và rất hợp với nội thất. Các dải kính chạy suốt bề ngang của mái nhà theo các khoảng đều có thể cung cấp chiếu sáng tốt, đồng nhất trong các xưởng công nghiệp và các nhà kho.
- Một thiết kế tốt kết hợp với các cửa sổ ở trần nhà làm bằng chất liệu FRP cùng với trần giả trong suốt và trong mờ có thể cung cấp chiếu sáng không có ánh sáng chói, trần giả cũng giảm hơi nóng từ ánh sáng tự nhiên.
- Sử dụng cửa với mái vòm FRP có kiến trúc cơ bản có thể loại trừ việc sử dụng đèn điện trong hành lang của các nhà cao tầng.
- Cũng nên sử dụng ánh sáng tự nhiên từ cửa sổ. Tuy nhiên, cửa sổ nên được thiết kế tốt để tránh ánh sáng chói. Nên sử dụng các giá ánh sáng để cung cấp ánh sáng tự nhiên không có ánh sáng chói.



Hình 13. Chiếu sáng tự nhiên bằng mái che cacbonat tổng hợp



Hình 15. Cửa có mái vòm FRP

## 4.2 Giảm số lượng đèn để giảm lượng chiếu sáng thừa

Giảm số lượng đèn là một phương pháp hiệu quả để giảm tiêu thụ năng lượng chiếu sáng. Trong một vài ngành công nghiệp, giảm chiều cao lắp đặt của đèn, cung cấp bộ đèn hiệu quả và sau đó tháo đèn sẽ đảm bảo việc chiếu sáng hầu như không bị ảnh hưởng gì. Giảm số lượng đèn ở những không gian trống nơi không có hoạt động làm việc cũng là một khái niệm hữu ích. Có một vài vấn đề về giảm bớt đèn liên quan đến sự kết nối giữa đèn và chấn lưu trong các giá đèn có nhiều đèn. Có chấn lưu nối tiếp và chấn lưu song song. Hầu hết chấn lưu là được mắc nối tiếp. Tỷ lệ khoảng 50/50, chấn lưu nối tiếp chuyển thành song song khi sử dụng chấn lưu điện tử. Với chấn lưu nối tiếp, khi tháo một đèn ra khỏi chấn lưu, đèn còn lại sẽ không sáng đúng cách và sẽ hỏng nếu vẫn tiếp tục hoạt động. Những đèn không được tháo có thể sẽ không sáng hoặc sẽ nhấp nháy hoặc sinh ra ánh sáng rất yếu. Do vậy, với chấn lưu nối tiếp chúng ta cần tháo tất cả đèn ra khỏi chấn lưu. Chấn lưu sẽ tiếp tục sử dụng năng lượng, từ 10W đến 12W với chấn lưu từ và từ 1W đến 2W với chấn lưu điện. Chấn lưu song song có thể rút bớt mà không gây quá nhiều vấn đề và thường được tiêu thụ bởi các nhà sản xuất để chạy ít hơn một đèn so với các nhãn hiệu danh nghĩa.

## 4.3 Chiếu sáng theo công việc

Chiếu sáng theo công việc nghĩa là cung cấp độ chiếu sáng tốt theo yêu cầu chỉ tập trung vào diện tích thực, ở đó công việc được thực hiện trong khi việc chiếu sáng chung cho xưởng hoặc văn phòng chỉ giữ ở mức thấp hơn; ví dụ đèn gắn vào các máy móc hoặc đèn bàn. Có thể tiết kiệm được năng lượng bởi vì đèn có công suất thấp cũng có thể tạo ra chiếu sáng theo công việc tốt. Khái niệm về chiếu sáng theo công việc nếu được thực hiện một cách hợp lý thì có thể giảm số lượng chùm đèn chiếu sáng chung, giảm công suất của đèn, tiết kiệm đáng kể năng lượng và cung cấp việc chiếu sáng tốt hơn và cũng tạo ra môi trường thẩm mỹ và dễ chịu hơn. Ở một vài nhà máy dệt, giảm độ cao của các chùm đèn tuýp đã làm tăng thêm độ chiếu sáng và cũng giảm được gần 40% số chùm đèn. Đã nhận thấy lợi ích kép của việc tiêu thụ năng lượng thấp hơn và chi phí thay thế thấp hơn. Ở một vài ngành kỹ thuật, chiếu sáng theo công việc trong các thiết bị máy móc được cung cấp bởi các đèn huỳnh quang compact (CFL). Thậm chí trong các văn phòng, chiếu sáng theo bàn khu biệt bằng các đèn huỳnh quang compact (CFL) có thể được ưa chuộng hơn, thay vì cung cấp số lượng lớn đèn tuýp huỳnh quang chiếu sáng chung đồng bộ.

## 4.4 Lựa chọn đèn và bộ đèn hiệu suất cao

Chi tiết về các loại đèn thông dụng được tóm tắt bên dưới. Từ danh sách này, khả năng tiết kiệm năng lượng của đèn có thể được xác định bằng cách thay thế bằng những loại hiệu suất hơn.

**Bảng 3. Thông tin về các loại đèn thường được sử dụng**

| Loại đèn | Công suất danh nghĩa của đèn tính bằng oát (Tổng công suất gồm cả thất thoát chấn lưu tính bằng oát) | Hiệu suất tính bằng Lumen/Oát (Gồm cả thất thoát chấn lưu khi sử dụng) | Chỉ số hoàn màu | Tuổi thọ đèn |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|

*Thiết bị điện: Chiếu sáng*

| <b>Loại đèn</b>                                         | <b>Công suất danh nghĩa của đèn tính bằng oát (Tổng công suất gồm cả thất thoát chấn lưu tính bằng oát)</b> | <b>Hiệu suất tính bằng Lumen/Oát (Gồm cả thất thoát chấn lưu khi sử dụng)</b> | <b>Chỉ số hoàn màu</b> | <b>Tuổi thọ đèn</b> |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------|
| Phục vụ chiếu sáng chung (GLS) (Bóng đèn nóng sáng)     | 15,25,40,60,75,100,150,200, 300,500 (không chấn lưu)                                                        | 8 đến 17                                                                      | 100                    | 1000                |
| Halogen Vonfam (Cực đơn)                                | 75,100,150,500,1000,2000 (không chấn lưu)                                                                   | 13 đến 25                                                                     | 100                    | 2000                |
| Halogen Vonfam (Cực kép)                                | 200,300,500,750,1000,1500, 2000 (không chấn lưu)                                                            | 16 đến 23                                                                     | 100                    | 2000                |
| Đèn tuýp huỳnh quang (được lắp đầy bằng Argon)          | 20,40,65 (32,51,79)                                                                                         | 31 đến 58                                                                     | 67 đến 77              | 5000                |
| Đèn tuýp huỳnh quang (được lắp đầy bằng Krypton)        | 18,36,58 (29,46,70)                                                                                         | 38 đến 64                                                                     | 67 đến 77              | 5000                |
| Đèn huỳnh quang compact (CFLS) ( không có vỏ lăng kính) | 5, 7, 9,11,18,24,36 (8,12,13,15,28,32,45)                                                                   | 26 đến 64                                                                     | 85                     | 8000                |
| Đèn huỳnh quang compact (CFLS) ( có vỏ lăng kính)       | 9,13,18,25 (9,13,18,25) nghĩa là công suất danh nghĩa gồm cả tiêu thụ chấn lưu).                            | 48 đến 50                                                                     | 85                     | 8000                |
| Đèn hỗn hợp thủy ngân                                   | 160 (chấn lưu bên trong, công suất danh nghĩa gồm cả tiêu thụ chấn lưu)                                     | 18                                                                            | 50                     | 5000                |
| Đèn hơi thủy ngân cao áp (HPMV)                         | 80,125,250,400,1000,2000 (93,137,271,424,1040,2085)                                                         | 38 đến 53                                                                     | 45                     | 5000                |
| Đèn Halogen kim loại (Cực đơn)                          | 250,400,1000,2000 (268,427,1040,2105)                                                                       | 51 đến 79                                                                     | 70                     | 8000                |
| Đèn Halogen kim loại (Cực kép)                          | 70,150,250 (81,170,276)                                                                                     | 62 đến 72                                                                     | 70                     | 8000                |
| Đèn hơi natri cao áp (HPSV)                             | 70,150,250,400,1000 (81,170,276,431,1060)                                                                   | 69 đến 108                                                                    | 25 đến 60              | >1200 0             |
| Đèn hơi natri hạ áp (LPSV)                              | 35,55,135 (48,68,159)                                                                                       | 90 đến 133                                                                    |                        | >1200 0             |

Những ví dụ sau về thay thế đèn là rất thông dụng.

- Lắp đèn halogen kim loại thay cho đèn hơi natri/thủy ngân
- Đèn halogen kim loại có chỉ số hoàn màu cao khi được so sánh với đèn hơi natri và thủy ngân. Những đèn này cung cấp ánh sáng trắng hiệu quả Do đó, đèn halogen kim loại là lựa chọn cho các ứng dụng chú trọng về màu sắc, trong đó yêu cầu về mức chiếu sáng cao hơn. Những đèn này rất thích hợp để ứng dụng cho các dây chuyền sản xuất, các khu kiểm tra, cửa hàng bán tranh, vv. Nên lắp đèn halogen kim loại nếu cần độ



*Thiết bị điện: Chiếu sáng*

hoàn.

- Lắp đèn hơi natri cao áp (HPSV) cho các ứng dụng không cần nhiều độ hoàn màu
- Đèn hơi natri cao áp (HPSV) mang lại nhiều hiệu quả hơn. Nhưng đặc tính hoàn màu của HPSV là rất thấp. Do đó, nên lắp đèn HPSV cho các ứng dụng như chiếu sáng đường, sân, vv.
- Lắp đèn chỉ báo panen LED thay thế đèn dây tóc. Đèn chỉ báo panen được sử dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp để giám sát, biểu thị hỏng hóc, báo hiệu, vv. Đèn dây tóc thông thường được sử dụng cho các mục đích đó nhưng có những bất lợi sau:
  - Tiêu thụ năng lượng cao (15W/đèn)
  - Hỏng hóc đèn cao (tuổi thọ hoạt động ít hơn 10.000 tiếng)
  - Rất nhạy cảm với những dao động về điện áp

Đèn LED có những ưu thế sau so với đèn dây tóc.

- Tiêu thụ điện ít hơn (ít hơn 1W/đèn)
- Chịu được dao động điện áp cao trong việc cung cấp điện.
- Tuổi thọ hoạt động lâu hơn (hơn 1.00.000 giờ)

Nên lắp đèn LED thay cho đèn chỉ báo bằng panen khi thiết kế.

Các loại đèn được sử dụng phụ thuộc vào chiều cao lắp đặt, độ hoàn màu cũng là một yếu tố định hướng. Bảng bên dưới tóm tắt khả năng thay thế cùng với khả năng tiết kiệm.

**Bảng 4: Tiết kiệm bằng cách sử dụng đèn hiệu quả hơn**

| <b>Đèn đang dùng</b>            | <b>Thay thế bởi</b>             | <b>Khả năng tiết kiệm năng lượng, %</b> |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------|
| GLS (Đèn nóng sáng)             | Đèn huỳnh quang compact (CFL)   | 38 đến 75                               |
|                                 | Đèn hơi thủy ngân cao áp (HPMV) | 45 đến 54                               |
|                                 | Halogen kim loại                | 66                                      |
|                                 | Đèn hơi natri cao áp (HPSV)     | 66 đến 73                               |
| Đèn tuýp tiêu chuẩn (Argon)     | Đèn tuýp mỏng (Krypton)         | 9 đến 11                                |
| Đèn halogen vonfam              | Đèn tuýp (Krypton)              | 31 đến 61                               |
|                                 | Đèn hơi thủy ngân cao áp (HPMV) | 54 đến 61                               |
|                                 | Halogen kim loại                | 48 đến 73                               |
|                                 | Đèn hơi natri cao áp (HPSV)     | 48 đến 84                               |
| Đèn hỗn hợp thủy ngân           | Đèn hơi thủy ngân cao áp (HPMV) | 41                                      |
| Đèn hơi thủy ngân cao áp (HPMV) | Halogen kim loại                | 37                                      |
|                                 | Đèn hơi natri cao áp (HPSV)     | 34 đến 57                               |
|                                 | Đèn hơi natri hạ áp (LPSV)      | 62                                      |
| Halogen kim loại                | Đèn hơi natri cao áp (HPSV)     | 35                                      |
|                                 | Đèn hơi natri hạ áp (LPSV)      | 42                                      |
| Đèn hơi natri cao áp (HPSV)     | Đèn hơi natri hạ áp (LPSV)      | 42                                      |

Sẽ có một vài hạn chế nếu độ hoàn màu là một yếu tố quan trọng. Nên chú ý rằng trong hầu hết các trường hợp, bộ điều khiển và bộ đèn cũng phải thay đổi. Sẽ tiết kiệm được nhiều nếu phối hợp chiếu sáng được thiết kế lại bằng các đèn và bộ đèn hiệu suất cao hơn.

Công việc phát triển đáng kể đang được thực hiện để cải tiến hiệu suất của các bộ đèn. Với đèn tuýp ở những nơi không có bụi, những bộ đèn với quang học phản chiếu có thể được sử dụng để thay thế đèn loại vùng lõm có vẽ men hình lò sưởi theo lối cổ truyền hoặc đèn

*Thiết bị điện: Chiếu sáng*

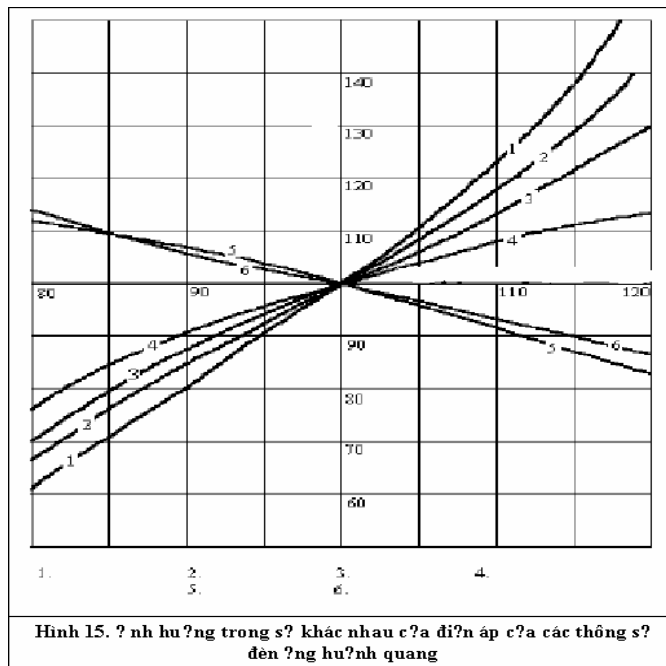
hốc tường có chụp đèn bằng axit acrylic. Làn đo này được chấp nhận và được thực hiện ở rất nhiều văn phòng và toà nhà thương mại.

#### 4.5 Giảm điện áp dây dẫn chiếu sáng

Hình 15 biểu thị hiệu quả khác nhau của điện áp trong hiệu suất sáng và tiêu thụ điện của đèn tuýp huỳnh quang. Những khác biệt tương tự đã quan sát thấy ở các đèn phóng khí như đèn hơi thủy ngân, đèn halogen kim loại và đèn hơi natri; bảng bên dưới tóm tắt ảnh hưởng. Do đó, giảm điện áp dây dẫn chiếu sáng có thể tiết kiệm năng lượng miễn là chấp nhận sự sụt giảm hiệu suất sáng. Ở rất nhiều khu vực, điện áp lưới vào ban đêm cao hơn bình thường, vì thế giảm điện áp có thể tiết kiệm năng lượng và cung cấp hiệu suất sáng danh nghĩa. Một vài nhà sản xuất hiện cung cấp máy phản ứng và máy biến thế làm các sản phẩm tiêu chuẩn. Nhiều ngành công nghiệp sử dụng những thiết bị này và báo cáo tiết kiệm lên tới 5% đến 15%. Nhiều ngành công nghiệp gặp phải vấn đề về điện áp ban đêm cao hơn có thể có thêm lợi ích từ việc giảm sự hỏng hóc sớm của đèn.

**Bảng 5: Sự khác biệt về hiệu suất sáng và tiêu thụ điện**

| Chi tiết                     | Điện áp thấp hơn 10% | Điện áp cao hơn 10% |
|------------------------------|----------------------|---------------------|
| <b>Đèn huỳnh quang</b>       |                      |                     |
| Hiệu suất sáng               | Giảm 9%              | Tăng 8%             |
| Điện nạp                     | Giảm 15%             | Tăng 81%            |
| <b>Đèn HPMV</b>              |                      |                     |
| Hiệu suất sáng               | Giảm 20%             | Tăng 20%            |
| Điện nạp                     | Giảm 16%             | Tăng 17%            |
| <b>Đèn hỗn hợp thủy ngân</b> |                      |                     |
| Hiệu suất sáng               | Giảm 24%             | Tăng 30%            |
| Điện nạp                     | Giảm 20%             | Tăng 20%            |
| <b>Đèn halogen kim loại</b>  |                      |                     |
| Hiệu suất sáng               | Giảm 30%             | Tăng 30%            |
| Điện nạp                     | Giảm 20%             | Tăng 20%            |
| <b>Đèn HPSV</b>              |                      |                     |
| Hiệu suất sáng               | Giảm 28%             | Tăng 30%            |
| Điện nạp                     | Giảm 20%             | Tăng 26%            |
| <b>Đèn LPSV</b>              |                      |                     |
| Hiệu suất sáng               | Giảm 4%              | Giảm 2%             |
| Điện nạp                     | Giảm 8%              | Tăng 3%             |



#### 4.6 Chấn lưu điện tử

Chấn lưu điện tử thông thường được sử dụng để cung cấp điện áp cao hơn để thắp đèn tuýp và hạn chế dòng điện trong suốt thời gian hoạt động bình thường. *Chấn lưu điện tử* là bộ dao động chuyển đổi tần số cung cấp từ khoảng 20.000 Hz lên tới 30.000 Hz. Sự thất thoát trong chấn lưu điện tử cho đèn tuýp chỉ khoảng 1W, trong khi 10W đến 15W với bướm gió tiêu chuẩn. Bảng bên dưới biểu thị lượng tiết kiệm gần đúng khi sử dụng chấn lưu điện tử.

**Bảng 6: Lượng tiết kiệm khi sử dụng chấn lưu điện tử**

| Loại đèn                 | Với chấn lưu điện tử thông thường | Với chấn lưu điện tử | Lượng điện tiết kiệm, Oát |
|--------------------------|-----------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Đèn tuýp 40W             | 51                                | 35                   | 16                        |
| Đèn hơi Natri hạ áp 35W  | 48                                | 32                   | 16                        |
| Đèn hơi Natri cao áp 70W | 81                                | 75                   | 6                         |

Lợi ích nữa là hiệu suất của đèn tuýp tăng ở dòng điện cao hơn, dẫn đến tiết kiệm thêm nếu chấn lưu được đánh giá một cách lạc quan để cung cấp hiệu suất sáng giống với bướm gió thông thường. Vì thế, có thể tiết kiệm được khoảng 15W đến 20W với mỗi đèn tuýp bằng cách sử dụng chấn lưu điện tử. Với chấn lưu điện tử, bộ khởi động bị loại bỏ và đèn tuýp lập tức sáng mà không bị nhấp nháy. Rất nhiều ngành công nghiệp đã lắp chấn lưu điện tử với số lượng lớn cho đèn tuýp. Hoạt động có thể tin cậy được miễn là chấn lưu điện tử được mua từ các nhà sản xuất được công nhận. Chấn lưu điện tử cũng được dùng cho đèn tuýp huỳnh quang loại 20W và 65W, đèn CFL loại 9W & 11W, đèn LPSV loại 35W và đèn HPSV loại 70W. Bây giờ chúng đều có những giá trị thương mại.

#### **4.7 Chấn lưu điện từ tổn hao thấp cho đèn tuýp**

Thất thoát trong bướm gió điện từ tiêu chuẩn của đèn tuýp vào khoảng 10W đến 15W. Có thể tiết kiệm được khoảng 8W đến 10W với mỗi đèn tuýp bằng cách sử dụng *bướm gió điện từ ít thất thoát*. Tiết kiệm là do sử dụng nhiều đồng và các lớp cán mỏng thép ít thất thoát trong bướm gió dẫn đến thất thoát thấp hơn. Một số lớn các ngành công nghiệp đã tiến hành đo đạc này.

#### **4.8 Thiết bị hẹn giờ, bộ chuyển mạch ánh sáng khuếch tán hoặc mờ và bộ cảm biến chiếm chỗ**

Điều khiển để tự động tắt các đèn khi không cần thiết có thể tiết kiệm được nhiều năng lượng. Có thể sử dụng thiết bị hẹn giờ đơn giản hoặc thiết bị hẹn giờ được lập trình cho mục đích này. Bộ hẹn giờ có thể phải thay đổi, khoảng 2 tháng một lần tùy thuộc vào mùa. Sử dụng thiết bị hẹn giờ là một phương pháp điều khiển tin cậy.

Công tắc chuyển mạch có thể được sử dụng để thay đổi chiếu sáng tùy thuộc vào lượng ánh sáng ban ngày. Nên cẩn thận để đảm bảo rằng bộ cảm biến được lắp ở nơi không có bóng râm, tia sáng của xe cộ và sự quấy rầy của chim chóc. Biến trở cũng có thể được sử dụng kết hợp với điều khiển quang điện; tuy nhiên thông thường biến trở điện tử có ở Ấn Độ chỉ phù hợp để làm mờ đèn nóng sáng. Có thể làm mờ đèn tuýp huỳnh quang nếu chúng được hoạt động với chấn lưu điện tử, chúng có thể được làm mờ bằng cách sử dụng máy biến áp tự động đã động cơ hoá hoặc biến trở điện tử (phù hợp để làm mờ đèn huỳnh quang; hiện tại những thiết bị này phải nhập khẩu).

*Bộ cảm biến chiếm chỗ siêu âm và hồng ngoại* có thể được dùng để điều khiển chiếu sáng trong các ca-bin và văn phòng lớn. Hiện nay, ở Ấn Độ có loại cảm biến chiếm chỗ hồng ngoại đơn giản. Tuy nhiên bộ cảm biến chiếm chỗ siêu âm thì phải nhập khẩu. Nên lưu ý rằng bộ cảm biến chiếm chỗ tinh vi được sử dụng ở nước ngoài có sự kết hợp phát hiện siêu âm và hồng ngoại; những bộ cảm biến này tích hợp một bộ vi xử lý ở mỗi đơn vị để tiếp tục quan trắc bộ cảm biến, điều chỉnh mức nhạy cảm để đánh giá lạc quan hiệu suất. Bộ vi xử lý được lập trình để ghi nhớ những đặc điểm thay đổi và cố định trong môi trường của chính nó; điều đó đảm bảo những tín hiệu nhận được từ nhiệt lapse và thiết bị chuyển động như quạt được lọc ra.

Ở các nước đã phát triển, khái niệm về giá đèn tuýp có chấn lưu điện tử, biến trở điều khiển quang điện và bộ cảm biến chiếm chỗ đang được đề cập đến là một gói hoàn chỉnh. Các phương pháp điều khiển sau rất hữu ích.

##### ***Khu vực chung***

- Ở đâu sử dụng chiếu sáng tự nhiên, ở đó có thiết bị điều khiển chiếu sáng tự nhiên. Sử dụng phương pháp làm mờ liên tục ở những khu vực ít hoạt động như đọc sách, viết và hội thảo. Sử dụng làm mờ từng bước (điều chỉnh tắt/bật) ở những khu vực vận động nhiều như đi bộ và lấy hàng trên giá.
- Luôn luôn gắn bộ cảm biến chiếm chỗ bằng siêu âm ít nhất từ 20,88 cm đến 27,84 cm từ ống dẫn HVAC trên bề mặt và sàn không rung do đó không có sự dò tìm ngoài cửa

*Hướng dẫn sử dụng năng lượng hiệu quả trong các ngành công nghiệp Châu Á –*

### *Thiết bị điện: Chiều sáng*

hoặc không gian mở.

- Ở những nơi có cảm giác làm chủ công việc cao như các văn phòng tư và phòng hội thảo, thường có các công tắc để điều khiển chiếu sáng quá tải bằng tay
- Nếu sợ chiếu sáng có thể tự động tắt hoặc tắt bằng tay khi mọi người vẫn trong phòng, hãy đặt thêm chiếu sáng ban đêm để lối ra được an toàn.
- Nhiều thiết bị điều khiển chiếu sáng có điện áp riêng và yêu cầu trọng tải danh nghĩa. Đảm bảo định rõ mẫu thiết bị phù hợp với điện áp và trọng tải danh nghĩa đúng với ứng dụng.

### **Phòng hội thảo**

- Sử dụng bộ cảm biến chiếm chỗ công nghệ kép ở các phòng hội thảo lớn để dò tìm tối ưu những chuyển động tay nhẹ nhàng và chuyển động cơ thể mạnh hơn.
- Bộ cảm biến chiếm chỗ hồng ngoại bị động được gắn vào góc hoặc trần nhà được sử dụng cho các phòng hội thảo nhỏ và trung bình.
- Luôn luôn có công tắc để điều khiển chiếu sáng quá tải bằng tay.

### **Phòng ngủ nhỏ**

- Điều khiển trọng tải phích cắm điện như chiếu sáng bổ sung, màn hình máy tính, lò sưởi và quạt xách tay bằng phích cắm trần được điều khiển bằng một bộ cảm biến chiếm chỗ.
- Gắn bộ cảm biến chiếm chỗ cá nhân dưới kệ sách hoặc bàn và ở vị trí mà nó không thể dò tìm được những chuyển động bên ngoài phòng ngủ.

### **Nhà vệ sinh**

- Sử dụng bộ cảm biến siêu âm gắn trần cho các nhà vệ sinh có buồng nhỏ.

### **Điều khiển chiếu sáng bên ngoài**

- Sử dụng bảng điều khiển chiếu sáng có đồng hồ hẹn giờ và tế bào quang điện để điều khiển chiếu sáng bên ngoài để bật lúc hoàng hôn và tắt lúc bình minh và tắt chiếu sáng không nhằm bảo vệ sớm hơn vào buổi tối để tiết kiệm năng lượng.

## **4.9 Đèn tuýp huỳnh quang T5**

Đèn tuýp huỳnh quang hiện đang được dùng ở Ấn Độ là loại T12 (40w) và T8 (36W). T12 nghĩa là đường kính ống là 12/8" (33,8mm), T8 nghĩa là đường kính là 8/8" (26mm) và T5 nghĩa là đường kính 5/8 (16mm). Có nghĩa là đèn T5 mỏng hơn đèn tuýp mỏng 36W. Ưu điểm của đèn T5 là vì đường kính nhỏ, hiệu suất nguồn phát sáng có thể cải thiện khoảng 5%. Tuy nhiên, đèn này ngắn hơn khoảng 50mm so với đèn T12 và T8, nghĩa là bộ đèn hiện nay không thể sử dụng được. Hơn nữa, T5 có thể hoạt động chỉ với một chấn lưu điện tử. Những đèn này có ở nước ngoài là loại 14W, 21W, 28W và 35W. Hiệu suất của đèn T5 35W là khoảng 104 lm/W (nguyên đèn) và 95 lm/W (với chấn lưu điện tử) trong khi đó đèn T8 36W là khoảng 100 lm/W (nguyên đèn) và 89 lm/W (với chấn lưu điện tử). Nó chỉ cải thiện rất ít vào khoảng 7% nhưng nhờ sử dụng bộ đèn nhôm siêu phản xạ với hiệu suất cao hơn, đèn T5 có tác dụng cải thiện toàn bộ hiệu suất trong khoảng từ 11% đến 30%. Đèn T5 có một lớp bọc bên trong vách kính để chặn thủy ngân bị hấp thu trong kính và photpho. Điều đó giảm đáng kể nhu cầu thủy ngân từ khoảng 15 miligam xuống 3 miligam mỗi đèn. Nó có lợi ở những nước có luật chất thải nghiêm ngặt.

*Hướng dẫn sử dụng năng lượng hiệu quả trong các ngành công nghiệp Châu Á –*

[www.energyefficiencyasia.org](http://www.energyefficiencyasia.org)

## *Thiết bị điện: Chiếu sáng*

Tại châu Âu, đèn T5 được sử dụng khá lớn thay loại đèn T8 36W, 13,92cm. Độ dài ngắn hơn cho phép tích hợp trong các mô hình toà nhà tiêu chuẩn. Với vi chấn lưu mới, bộ đèn nhẹ và phẳng, tiết kiệm không gian cũng như nguyên liệu để sản xuất. Hoa Kỳ đã dần dần chấp nhận công nghệ này vì đèn T8 4ft chỉ tiêu thụ khoảng 35W 13,92 cm. Nhìn chung, tại Hoa Kỳ, trọng tâm vẫn là kiểm soát quang học tốt hơn là hiệu suất đèn.

### **4.10 Bảo dưỡng chiếu sáng**

Bảo dưỡng rất quan trọng với hiệu suất ánh sáng. Mức sáng sẽ giảm theo thời gian do sự lão hoá của đèn và bụi trong giá đèn, đèn và bề mặt phòng. Cùng một lúc các yếu tố này có thể giảm tổng chiếu sáng là khoảng 50% hoặc hơn trong khi đó, đèn tiếp tục sử dụng đầy đủ điện. Những bảo dưỡng gợi ý cơ bản dưới đây giúp ngăn chặn điều này.

- Lau sạch bụi ở giá đèn, đèn và thấu kính từ 6 đến 24 tháng một lần.
- Thay thấu kính nếu chúng chuyển màu vàng.
- Lau sạch hoặc sơn lại phòng nhỏ mỗi năm một lần và phòng lớn 2 đến 3 năm một lần. Lau sạch bụi ở bề mặt đèn vì bụi làm giảm lượng sáng chúng phản xạ.
- Nên chú ý tập hợp treo đèn lại. Những đèn thông dụng, đặc biệt là đèn nóng sáng và đèn huỳnh quang thường thất thoát từ 20% đến 30% hiệu suất sáng qua thời gian hoạt động. Nhiều chuyên gia về chiếu sáng đề xuất nên thay đồng thời tất cả đèn trong hệ thống chiếu sáng Điều này giúp tiết kiệm nhân lực, giữ độ chiếu sáng cao và tránh gây tác dụng ứng suất cho chấn lưu của các đèn sắp hỏng.

## **5. BẢNG DANH SÁCH GIẢI PHÁP**

Mục này bao gồm các giải pháp sử dụng năng lượng hiệu quả quan trọng nhất

- Giảm mức chiếu sáng thừa xuống mức tiêu chuẩn bằng cách điều chỉnh, tháo đèn, vv. (Biết hiệu ứng điện trước khi tháo đèn).
- Tích cực điều khiển chiếu sáng bằng đồng hồ hẹn giờ, thiết bị làm trễ, tế bào quang điện, và/hoặc bộ cảm biến chiếm chỗ.
- Lắp các đèn hiệu suất cao để chiếu sáng kiểu sợi đốt, chiếu sáng bằng hơi thủy ngân, vv. Hiệu suất (Lumen/Oát) của các công nghệ khác nhau từ tốt nhất đến kém nhất xấp xỉ như sau: hơi Natri hạ áp, hơi Natri cao áp, halogen kim loại, huỳnh quang, hơi thủy ngân, sợi đốt
- Chọn cẩn thận chấn lưu và đèn có công suất cao và hiệu suất lâu dài, hệ thống huỳnh quang không dùng được với đèn huỳnh quang Compact và chấn lưu điện tử.
- Nên lưu ý hạ thấp giá đèn để sử dụng ít hơn.
- Lưu ý chiếu sáng tự nhiên, cửa sổ ở trần nhà, vv.
- Lưu ý sơn tường bằng màu sáng hơn và sử dụng ít đèn chùm chiếu sáng hoặc công suất thấp hơn.
- Sử dụng chiếu sáng theo công việc và giảm độ chiếu sáng nền.
- Tái đánh giá điều khiển, loại và chiến lược chiếu sáng bên ngoài. Tích cực điều khiển nó.
- Thay đổi những tín hiệu đang dùng từ nóng sáng sang LED.

## **6. BẢNG TÍNH**

Phần này này không có bảng tính tách rời. Các bảng tính dùng để tiến hành kiểm toán năng lượng được giải thích trong mục phương pháp luận để tiến hành "Nghiên cứu sử dụng hiệu quả năng lượng của hệ thống chiếu sáng".

## **7. TÀI LIỆU THAM KHẢO**

Mô hình này được điều chỉnh khá nhiều từ cuốn "Thực hành bằng tay tốt nhất – Chiều sáng" xuất bản năm 2005 do Cục sử dụng năng lượng hiệu quả, Bộ năng lượng, Ấn Độ. [www.bee-india.nic.in](http://www.bee-india.nic.in). Chương trình môi trường Liên hiệp quốc (UNEP) chân thành cảm ơn Cục sử dụng năng lượng hiệu quả (BEE) vì đã cho phép sử dụng thông tin của mình cho Hướng dẫn này.

Các tài liệu nguồn tham khảo khác gồm:

CIE (Commission International de l'Eclairage) and IES (Illuminating Engineers Society)

*Designing with Light- A lighting Handbook* - Anil Walia-International Lighting Academy

*Handbook of Functional requirements on Industrial Buildings-SP-32-* Bureau of Indian Standards. IS 3646 (Part I): 1992

*Efficient Use of Electricity in Industries-* Devki Energy Consultancies Pvt. Ltd., Vadodara

*Energy Audit Reports of the National Productivity Council*

Websites / Product Information CDs of the following manufacturers:

- Crompton Greaves Lighting Division
- Bajaj Electricals
- GE lighting, USA
- Watt Stopper Inc, USA
- Vergola India Ltd
- Lighting reasearch centre, USA
- LBNL , USA

### **Copyright:**

*Copyright © United Nations Environment Programme (year 2006)*

*This publication may be reproduced in whole or in part and in any form for educational or non-profit purposes without special permission from the copyright holder, provided acknowledgement of the source is made. UNEP would appreciate receiving a copy of any publication that uses this publication as a source. No use of this publication may be made for resale or any other commercial purpose whatsoever without prior permission from the United Nations Environment Programme.*

### **Bản quyền:**

*Copyright © Chương Trình Môi Trường Liên Hiệp Quốc (năm 2006)*

*Hướng dẫn sử dụng năng lượng hiệu quả trong các ngành công nghiệp Châu Á –*  
[www.energyefficiencyasia.org](http://www.energyefficiencyasia.org)

### **Thiết bị điện: Chiếu sáng**

Ấn bản này có thể tái xuất bản toàn bộ hoặc một phần và cho bất kỳ mục đích giáo dục hay phi lợi nhuận nào mà không có sự cho phép đặc biệt từ người giữ bản quyền với điều kiện phải nêu nguồn của ấn bản. UNEP mong rằng sẽ nhận được bản sao của bất kỳ ấn phẩm nào có sử dụng ấn bản này như nguồn thông tin. Không sử dụng ấn bản này để bán lại hay cho bất kỳ mục đích thương mại nào khác mà không có sự cho phép trước đó từ Chương trình Môi trường của Liên hợp quốc.

### **Disclaimer:**

*This energy equipment module was prepared as part of the project "Greenhouse Gas Emission Reduction from Industry in Asia and the Pacific" (GERIAP) by the National Productivity Council, India. While reasonable efforts have been made to ensure that the contents of this publication are factually correct and properly referenced, UNEP does not accept responsibility for the accuracy or completeness of the contents, and shall not be liable for any loss or damage that may be occasioned directly or indirectly through the use of, or reliance on, the contents of this publication, including its translation into other languages than English. This is the translated version from the chapter in English, and does not constitute an official United Nations publication*

### **Khuyến cáo:**

*Mô đun thiết bị năng lượng này được thực hiện là một phần của dự án "Giảm Phát Thải Khí Nhà Kính từ Hoạt Động Công Nghiệp ở Khu vực Châu Á và Thái Bình Dương" (GERIAP) bởi Ủy ban Năng suất Quốc gia Ấn Độ. Mặc dù đã cố gắng nhiều để đảm bảo nội dung của báo cáo này là chính xác và phù hợp để tham khảo, UNEP không có trách nhiệm về tính chính xác hay hoàn thiện của nội dung và sẽ không chịu trách nhiệm về bất kỳ mất mát hay thiệt hại mà có thể liên quan trực tiếp hay gián tiếp cho việc sử dụng hay dựa vào nội dung của báo cáo này gây ra, bao gồm cả bản dịch sang các thứ tiếng khác ngoài tiếng Anh. Đây là bản dịch từ tiếng Anh và không phải là ấn bản chính thức của Liên hợp quốc.*