

BỘ GIÁO DỤC & ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG

**THIẾT KẾ HỆ THỐNG CUNG CẤP ĐIỆN CHIẾU SÁNG  
CHO CẦU BÍNH – HẢI PHÒNG**

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC CHÍNH QUY HỆ LIÊN THÔNG

Ngành : ĐIỆN CÔNG NGHIỆP

2009

HẢI PHÒNG – 2006

# MỤC LỤC

<b>LỜI NÓI ĐẦU</b> .....	1
<b>Chương I: TỔNG QUAN VỀ CHIẾU SÁNG</b> .....	2
1.1. LỊCH SỬ CHIẾU SÁNG VÀ VAI TRÒ CỦA CHIẾU SÁNG ĐÔ THỊ .....	2
1.1.1. Lịch sử chiếu sáng .....	2
1.1.2. Vai trò của chiếu sáng đô thị .....	3
1.2. CÁC ĐẠI LƯỢNG CƠ BẢN ĐO ÁNH SÁNG.....	4
1.2.1. Góc khối (còn gọi là góc đặc hay góc nhìn) .....	4
1.2.2. Thông lượng năng lượng của bức xạ ánh sáng nhìn thấy.....	5
1.2.3. Quang thông.....	6
1.2.4. Quang hiệu .....	8
1.2.5. Cường độ sáng .....	9
1.2.6. Độ rọi .....	10
1.2.7. Độ sáng (hay còn gọi là độ trung) .....	11
1.2.8. Độ chói .....	12
1.2.9. Nhiệt độ màu.....	14
1.2.10. Độ hoàn màu (chỉ số thể hiện màu).....	16
1.3. CÁC ĐỊNH LUẬT QUANG HỌC VÀ ỨNG DỤNG TRONG KỸ THUẬT CHIẾU SÁNG.....	18
1.3.1. Sự phản xạ.....	18
1.3.2. Sự truyền xạ .....	19
1.3.3. Sự khúc xạ .....	21
1.3.4. Sự che chắn.....	22
1.3.5. Sự hấp thụ .....	22
<b>Chương II: CÁC PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ CHIẾU SÁNG</b> .....	24

2.1. SƠ LƯỢC VỀ LỊCH SỬ CÁC PHƯƠNG PHÁP, TRÌNH TỰ THIẾT KẾ .....	24
2.2. PHƯƠNG PHÁP TỶ SỐ R.....	25
2.2.1. Các thông số hình học bố trí đèn .....	27
2.2.2. Các phương án bố trí đèn.....	30
2.2.3. Xác định khoảng cách cực đại giữa các đèn.....	32
2.2.4. Hệ số sử dụng fu, quang thông của bộ đèn $\Phi_{tt}$ .....	33
2.2.5. Chọn công suất và bộ đèn.....	36
2.2.6. Kiểm tra trị số tiện nghi chói lóa .....	37
2.2.7. Chiếu sáng vỉa hè.....	38
2.3. PHƯƠNG PHÁP ĐỘ CHÓI ĐIỂM.....	39
2.3.1. Độ chói của 1 điểm trên mặt đường .....	40
2.3.2. Phân loại lớp phủ mặt đường.....	41
2.3.3. Tính toán độ chói và độ rọi điểm.....	43
<b>Chương III: THIẾT KẾ CHIẾU SÁNG CẦU BÌNH – HẢI PHÒNG .....</b>	<b>46</b>
3.1. THIẾT KẾ LẮP ĐẶT ĐÈN TRÊN GIẢI PHÂN CÁCH TRUNG TÂM (PHƯƠNG ÁN 1) .	47
3.2. THIẾT KẾ LẮP ĐẶT ĐÈN HAI BÊN ĐƯỜNG ĐỐI DIỆN (PHƯƠNG ÁN 2).....	54
3.3. LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN LẮP ĐẶT ĐÈN.....	57
3.4. LỰA CHỌN MÁY BIẾN ÁP VÀ TIẾT DIỆN DÂY DẪN .....	58
3.4.1. Lựa chọn máy biến áp.....	58
3.4.2. Lựa chọn tiết diện dây dẫn.....	60
3.5. PHÂN PHA.....	61
<b>KẾT LUẬN .....</b>	<b>67</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO.....</b>	<b>68</b>

## LỜI NÓI ĐẦU

Theo suốt chiều dài lịch sử phát triển kỹ thuật, ngành kỹ thuật chiếu sáng tiến những bước chậm chạp với nguồn sáng đơn sơ ban đầu bằng bó đuốc, ngọn nến, đèn dầu và nhanh chóng chuyển qua kỷ nguyên phát triển rực rỡ của thời kỳ ánh sáng điện.

Ngày nay chiếu sáng đường phố không chỉ để đẩy lùi bóng tối mà còn làm cho các đô thị sống động, hấp dẫn và tráng lệ khi về đêm. Góp phần nâng cao chất lượng cuộc sống cho người dân đô thị, thúc đẩy sự phát triển của thương mại và du lịch. Việc chiếu sáng đường giao thông không chỉ là mối quan tâm của Công ty chiếu sáng đô thị, các nhà thiết kế chiếu sáng mà còn là mối quan tâm chung của toàn xã hội.

Xuất phát từ yêu cầu thực tiễn đó, cùng với những kiến thức được học tại Trường đại học Dân lập Hải Phòng và được sự tin tưởng động viên của các thầy cô trong khoa bộ môn em đã nhận đề án tốt nghiệp: *“Thiết kế cung cấp điện chiếu sáng cho cầu Bính - Hải Phòng”*

Trong thời gian làm đề án vừa qua, với sự cố gắng của bản thân, đồng thời với sự giúp đỡ của các thầy, cô giáo trong bộ môn và đặc biệt được sự giúp đỡ tận tình của thầy giáo hướng dẫn **Th.S Đặng Hồng Hải**. Đến nay, em đã hoàn thành tốt đề án tốt nghiệp của mình. Song do thời gian làm đề án có hạn, kiến thức còn hạn chế, nên đề án của em không tránh khỏi những thiếu sót. Do vậy em kính mong nhận được sự góp ý, chỉ bảo của các thầy cô giáo để đề án được hoàn thiện hơn.

Em xin chân thành cảm ơn !

Sinh viên thực hiện:

Nguyễn Duy Thanh

## **Chương I**

### **TỔNG QUAN VỀ CHIẾU SÁNG**

#### **1.1. LỊCH SỬ CHIẾU SÁNG VÀ VAI TRÒ CỦA CHIẾU SÁNG ĐÔ THỊ**

##### **1.1.1. Lịch sử chiếu sáng**

Từ thời kỳ sơ khai con người đã biết tạo ra ánh sáng từ lửa, tuy nhiên lúc đó con người dùng lửa với tư cách là nguồn nhiệt chứ không phải là nguồn sáng. Trải qua một thời kỳ dài của lịch sử con người mới phát minh ra loại đèn thấp sáng bằng chất khí. Sau khi nhà hoá học người áo K.Auer phát minh ra đèn măng sông chế tạo bằng chất chịu được nhiệt độ cực cao đã cho ánh sáng trắng khi đốt cháy trong ngọn lửa chất khí thì đèn măng sông trở nên phổ biến khắp các thành phố lớn trên thế giới, đến nỗi tưởng như không có loại đèn nào có thể thay thế được.

Tuy nhiên cuối thế kỷ 19 người ta bắt đầu nhận thấy ưu điểm khi thấp sáng bằng điện. Cho đến nay người ta vẫn chưa biết chính xác ai là người đầu tiên chế tạo ra chiếc đèn điện đầu tiên. Tuy nhiên để đến chiếc bóng đèn hoàn thiện như ngày nay chắc chắn phải có sự cống hiến của nhiều nhà khoa học, trong đó người có công nhất là người đã đăng ký bản quyền phát minh đầu tiên về bóng đèn dây tóc vào năm 1878 là Thomat Edison - một nhà phát minh nổi tiếng của Mỹ. để ghi nhận công lao và sự nỗ lực của ông trong việc đem ánh sáng đến cho nhân loại mà ngày nay người ta tưởng nhớ ông như là cha đẻ của mọi loại bóng đèn sợi đốt.

Đêm 24/ 12/ 1879 Edison mời hàng trăm người thuộc đủ mọi thành phần trong xã hội ở thành phố New York tới dự bữa tiệc tại nhà ông nhằm quảng cáo sản phẩm đèn điện do ông chế tạo lần đầu tiên. Tại bữa tiệc này ông cho thấp sáng hàng loạt bóng đèn ở tất cả khu nhà ở, xưởng máy, phòng thí nghiệm và sân vườn. Kết quả bữa tiệc đã giúp ông nhận được sự tài trợ của

chính quyền cho đèn áp thấp sáng thành phố. Cuối cùng, đến 5h sáng ngày 04/09/1882 hàng trăm ngọn đèn trên các phố đồng loạt bật sáng làm cả một góc thành phố New York tràn ngập ánh sáng điện, đánh dấu thời khắc lịch sử ánh sáng điện chinh phục bóng đêm. Đây cũng được xem là thời điểm ra đời của ngành chiếu sáng đô thị.

Tại Việt Nam trước đây, chiếu sáng đô thị được xây dựng trên cơ sở lưới đèn chiếu sáng công cộng được xây dựng từ thời Pháp thuộc, chủ yếu dùng bóng đèn sợi tóc. Đến năm 1975, những ngọn đèn cao áp đầu tiên được lắp đặt đầu tiên tại quảng trường Ba Đình và lăng Chủ tịch Hồ Chí Minh. Ngoài chiếu sáng đường phố, các loại chiếu sáng khác của đô thị như chiếu sáng công viên, vườn hoa, chiếu sáng cảnh quan các công trình kiến trúc văn hoá, lịch sử, thể thao, chiếu sáng tượng đài ... hầu như chưa có gì.

Hội nghị chiếu sáng đô thị lần thứ nhất (4/ 1992) là một cuộc khởi đầu cho sự phát triển của ngành chiếu sáng đô thị tại Việt Nam. Thực trạng chiếu sáng đô thị lúc bấy giờ vẫn còn rất kém, lạc hậu so với các đô thị trong khu vực. Sau hội nghị chiếu sáng đô thị toàn quốc lần thứ hai (12/1995) tổ chức tại Đà Nẵng, cùng với sự phát triển vượt bậc của ngành kinh tế, lĩnh vực chiếu sáng đô thị ở nước ta đã thực sự hình thành và phát triển. Hiện nay chúng ta đã có hội chiếu sáng đô thị Việt Nam.

### **1.1.2. Vai trò của chiếu sáng đô thị**

Tại các nước đang phát triển, điện năng dùng cho chiếu sáng chiếm từ 8 đến 13% tổng điện năng tiêu thụ. Hệ thống chiếu sáng đô thị bao gồm nhiều thành phần khác nhau, trong đó có thể kể đến chiếu sáng phục vụ giao thông, chiếu sáng các cơ quan chức năng của đô thị ...

Chiếu sáng đường phố tạo ra sự sống động, hấp dẫn và tráng lệ cho các đô thị về đêm. Góp phần nâng cao chất lượng cuộc sống cho người dân đô thị, thúc đẩy sự phát triển thương mại và du lịch. Đặc biệt, hệ thống chiếu sáng trang trí còn tạo ra không khí lễ hội, sự khác biệt về cảnh quan của các đô thị

trong các dịp lễ tết và các ngày kỷ niệm lớn hoặc trong thời điểm diễn ra các hoạt động trình trị, văn hoá xã hội cũng như sự kiện quốc tế.

Trong điều kiện thiếu hụt về điện năng của nước ta, đã có những lúc, những nơi chiếu sáng quảng cáo bị cho là phù phiếm, lãng phí và không hiệu quả. Điều này xuất phát từ góc độ tiêu thụ năng lượng mà chưa nhận thức được vai trò của chiếu sáng đô thị. Do đó cần có sự đánh giá chính xác và khách quan về hiệu quả mà chiếu sáng đem lại không chỉ về mặt kinh tế, mà còn cả trên bình diện văn hoá - xã hội. Không chỉ nhìn nhận những hiệu quả trực tiếp trước mắt mà còn có hiệu quả gián tiếp về lâu dài mà chiếu sáng đem lại trong việc quảng bá, thúc đẩy sự phát triển thương mại, dịch vụ và du lịch. Chỉ có như vậy, hệ thống chiếu sáng đô thị mới có thể phát triển và duy trì một cách bền vững, đóng một vai trò ngày một xứng đáng trong các công trình hạ tầng kỹ thuật đô thị.

## **1.2. CÁC ĐẠI LƯỢNG CƠ BẢN ĐO ÁNH SÁNG [3]**

### **1.2.1. Góc khối (còn gọi là góc đặc hay góc nhìn)**

Khái niệm: xét một đường cong kín bất kỳ (L). Từ một điểm O trong không gian ta vẽ các đường thẳng tới mọi điểm trên đường cong (L) gọi là các đường sinh. Khi đó phần không gian giới hạn bởi các đường sinh này được gọi là góc khối nhìn đường cong (L) từ đỉnh O.

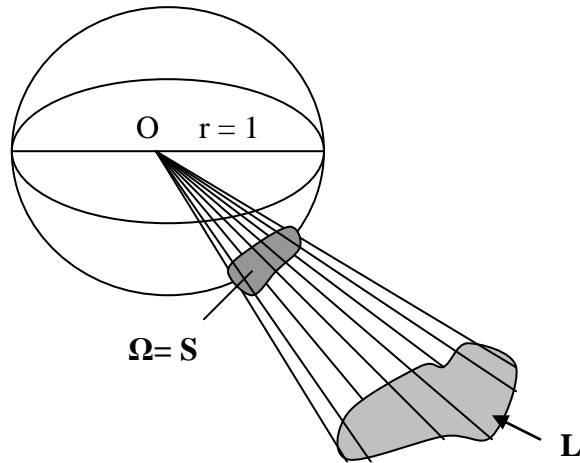
Độ đo của góc khối là diện tích phần mặt cầu có bán kính  $r = 1$ , tâm tại điểm O bị cắt bởi góc khối trên.

Ký hiệu góc khối :  $\Omega$  (đọc là Ômega).

Đơn vị : Sr (steradian)

Steradian là góc khối mà dưới góc đó người quan sát đứng ở tâm O của một quả cầu  $R = 1\text{m}$  thì nhìn thấy diện tích  $D = 1\text{m}^2$  trên mặt cầu.

Ý nghĩa: Góc khối là góc trong không gian, đặc trưng cho góc nhìn (tức là từ một điểm nào đó nhìn vật thể dưới một góc khối). Trong kỹ thuật chiếu sáng, góc khối biểu thị cho không gian mà nguồn sáng bức xạ năng lượng của nó.



Hình 1.1 Định nghĩa góc khối

### 1.2.2. Thông lượng năng lượng của bức xạ ánh sáng nhìn thấy

Năng lượng điện cung cấp cho nguồn sáng không phải biến đổi hoàn toàn thành ánh sáng mà biến đổi thành nhiều dạng năng lượng khác nhau như hoá năng, bức xạ nhiệt, bức xạ điện từ. Các bức xạ ánh sáng chỉ là một phần của bức xạ điện từ do nguồn phát ra. Dưới góc độ chiếu sáng ta chỉ quan tâm đến năng lượng bức xạ ánh sáng nhìn thấy mà thôi, do đó người ta đưa ra khái niệm thông lượng năng lượng của bức xạ ánh sáng nhìn thấy, đó là phần năng lượng bức xạ thành ánh sáng của nguồn sáng trong một giây theo mọi hướng được xác định theo các công thức:

$$\text{Phổ ánh sáng liên tục: } \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} W(\lambda).d\lambda \text{ với } 380\text{nm} \leq \lambda_1, \lambda_2 \leq 780\text{nm}$$

$$\text{Phổ ánh sáng ban ngày (loại phổ liên tục): } \int_{380\text{nm}}^{780\text{nm}} W(\lambda).d\lambda$$

$$\text{Phổ ánh sáng rời rạc (quang phổ vạch): } \sum_{i=1}^n P(\lambda_i)$$

Trong đó:

- +  $W(\lambda)$  là phân bố phổ năng lượng của nguồn sáng (W/ nm).
- +  $P(\lambda_i)$  là mức năng lượng của tia đơn sắc thứ  $i$  phát ra từ nguồn sáng (W)
- +  $\lambda_i$  là bước sóng của tia đơn sắc thứ  $i$  thoả mãn  $380\text{nm} \leq \lambda_i \leq 780\text{nm}$ .
- + Đơn vị đo của thông lượng là (W)

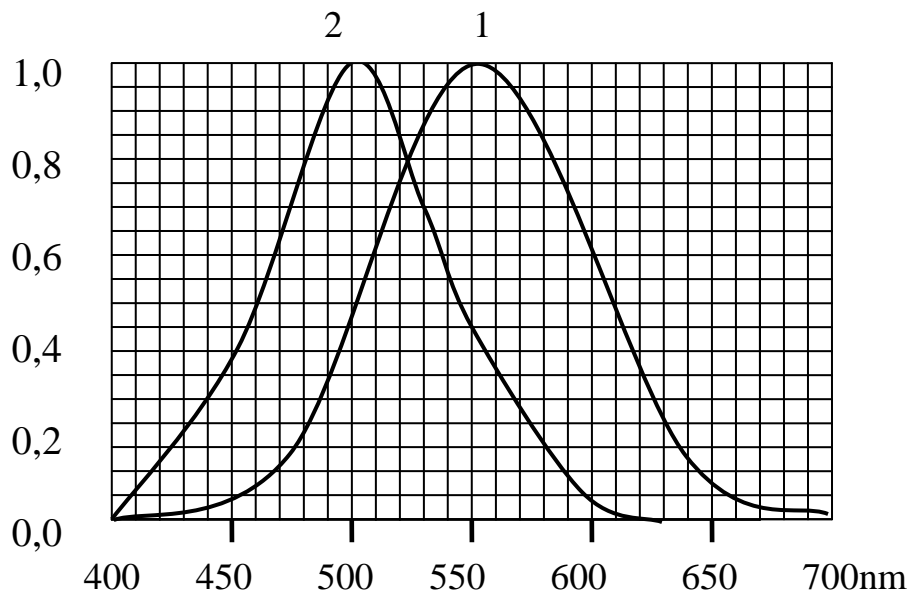


### 1.2.3. Quang thông

Khái niệm:

Thông lượng năng lượng của ánh sáng nhìn thấy là một khái niệm có ý nghĩa quan trọng về mặt vật lý. Tuy nhiên trong kỹ thuật chiếu sáng thì khái niệm này ít được quan tâm.

Thật vậy, giả sử có hai tia sáng đơn sắc màu đỏ ( $\lambda = 700\text{nm}$ ) và màu vàng ( $\lambda = 577\text{nm}$ ) có cùng mức năng lượng tác động đến mắt người thì kết quả nhận được là mắt người cảm nhận tia màu đỏ tốt hơn màu vàng. Điều này có thể giải thích là do sự khúc xạ qua mắt (vai trò là thấu kính hội tụ) khác nhau: các tia sáng có  $\lambda$  bé bị lệch nhiều và hội tụ trước võng mạc, các tia sáng có  $\lambda$  lớn thì lại hội tụ sau võng mạc. Chỉ có tia  $\lambda = 555\text{nm}$  (vàng) là hội tụ ngay trên võng mạc. Trên cơ sở này người ta xây dựng đường cong hiệu quả ánh sáng  $V(\lambda)$  của mắt người (hình 1.2). Đường cong 1 ứng với thị giác ban ngày và đường cong 2 ứng với thị giác ban đêm.



Hình 1.2

Như vậy rõ ràng thông lượng năng lượng không thể dùng trong kỹ thuật chiếu sáng phục vụ con người, do đó người ta phải đưa ra một đại lượng

mới trong đó ngoài  $W(\lambda)$  còn phải kể đến đường cong  $V(\lambda)$ , đại lượng này gọi là quang thông và được xác định như sau:

Nguồn sáng phát quang phổ vạch ( đèn chiếu sáng):

$$\Phi = 683 \cdot \sum_{i=1}^n P(\lambda_i) \cdot V(\lambda_i)$$

Nguồn sáng đơn sắc:  $\Phi = 683 \cdot P(\lambda) \cdot V(\lambda)$  với  $\lambda = \text{const}$

Nguồn sáng có quang phổ liên tục:  $\Phi = 683 \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} W(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda$

Ánh sáng ban ngày  $\Phi = 683 \int_{380nm}^{780nm} W(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda$

Trong các công thức trên:

+ n là tổng số tia sáng đơn sắc do nguồn phát ra.

+  $P(\lambda_i)$  là mức năng lượng của tia đơn sắc thứ i (W).

+  $W(\lambda)$  là phân bố phổ năng lượng của các tia sáng liên tục (W/nm)

+  $\lambda_i$  là bước sóng của tia đơn sắc thứ i (nm).

+ 683 lm/W là hằng số vật lý xuất phát từ định nghĩa đơn vị cường độ sáng (Candela), biểu thị sự chuyển đổi đơn vị năng lượng sang đơn vị cảm nhận thị giác. Giá trị 683 được đưa vào để tạo ra giá trị tương đương với định nghĩa cũ của candela.

+  $\lambda_1$  và  $\lambda_2$  là giới hạn bước sóng (cận dưới và trên) của quang phổ liên tục.

Ý nghĩa: Về bản chất, quang thông cũng chính là năng lượng nhưng ở đây đơn vị tính không phải bằng Oát mà bằng Lumen. Đây là đại lượng rất quan trọng dùng cho tính toán chiếu sáng, thể hiện phần năng lượng mà nguồn sáng bức xạ thành ánh sáng ra toàn bộ không gian xung quanh. Để thấy rõ sự khác nhau giữa Oát và Lumen ta có sự so sánh sau:

Giả sử có một nguồn công suất 1W biến đổi toàn bộ công suất này thành ánh sáng nhìn thấy. Nếu ánh sáng nó phát ra là một tia đơn sắc  $\lambda = 555\text{nm}$  (màu vàng) sẽ cho quang thông 683 lm nhưng nếu ánh sáng phát ra là quang phổ liên tục với năng lượng phân bố đều thì quang thông khoảng 179 lm.

- Ký hiệu:  $\Phi$  (đọc là phi)

- Đơn vị: lm (lumen). Lumen là quang thông do nguồn sáng phát ra trong một góc khối bằng 1 Sr.

- Ví dụ giá trị quang thông một số nguồn sáng thông dụng:

+ Xét một nguồn sáng điểm có cường độ sáng  $I$  không đổi theo mọi phương thì quang thông là:  $\Phi = \int_0^{4\pi} Id\Omega = 4\pi I$

+ Thiết bị dùng để đo quang thông gọi là Lumen kế.

+ Quang thông do mặt trời gửi xuống trái đất là  $145 \cdot 10^{17}$  lm.

#### 1.2.4. Quang hiệu

- Định nghĩa: Quang hiệu là tỷ số giữa quang thông do nguồn sáng phát ra và công suất điện mà nguồn sáng tiêu thụ.

- Ý nghĩa: Trong kỹ thuật chiếu sáng người ta không dùng khái niệm hiệu suất theo nghĩa thông thường (tính theo tỷ lệ %) mà sử dụng khái niệm quang hiệu. Quang hiệu thể hiện đầy đủ khả năng biến đổi năng lượng mà nguồn sáng tiêu thụ thành quang năng.

Một số tài liệu gọi khái niệm này là hiệu suất của nguồn sáng. Tuy nhiên, nếu ta sử dụng khái niệm hiệu suất thì sẽ liên tưởng đến tỷ lệ % (giá trị  $\leq 1$ ) giữa các đại lượng cùng đơn vị đo. Trái ngược hoàn toàn với quan niệm về hiệu suất, quang hiệu lại có giá trị lớn hơn 1 rất nhiều và là tỷ số của 2 đơn vị đo khác nhau (lm/W) do đó việc dùng khái niệm hiệu suất là không hợp lý.

Ký hiệu:  $\eta$  (êta)

Đơn vị: lm/W (lumen/ Oát)

Ví dụ: Quang hiệu một số nguồn sáng thông dụng (theo tài liệu Schréder năm 2006)

Bảng 1.1: Quang hiệu một số nguồn sáng thông dụng

Nguồn sáng	Công suất (W)	Quang thông (Lm)	Quang hiệu (Lm/W)
Bóng đèn dây tóc	100	1500	15
Bóng đèn huỳnh quang	36	2600	80
Bóng compact	20	1200	60
Bóng cao áp thủy ngân	250	13000	52
Bóng cao áp MetalHalide	250	20000	80
Bóng cao áp Sodium	250	27000	108

### 1.2.5. Cường độ sáng

Khái niệm:

Xét trường hợp một nguồn sáng điểm đặt tại O và ta quan sát theo phương Ox. Gọi  $d\Phi$  là quang thông phát ra trong góc khối  $d\Omega$  lân cận phương Ox. Cường độ sáng của nguồn theo phương Ox được định nghĩa là:  $I = \frac{d\Phi}{d\Omega}$

Cường độ sáng I của nguồn phụ thuộc vào phương quan sát. Trong trường hợp đặc biệt, nếu I không thay đổi theo phương (nguồn đẳng hướng), ta có quang thông phát ra trong toàn không gian là:  $\Phi = 4\pi I$ .

Ý nghĩa: Cường độ sáng là đại lượng quang học cơ bản, các đại lượng quang học khác đều là đại lượng dẫn suất xác định qua cường độ sáng.

Ký hiệu: I (Viết tắt của tiếng Anh là Intensity: cường độ)

Đơn vị: + Cd (cadenla). Cadenla có nghĩa là ngọn nến, đây là một trong 7 đơn vị đo lường cơ bản (m, kg, s, A, K, mol, cd)

+ Định nghĩa (từ tháng 10- 1979): cadenla là cường độ sáng theo một phương đã cho của nguồn phát bức xạ đơn sắc có tần số  $540.10^{12}$  Hz 0028 ( $\lambda = 555\text{nm}$ ) và cường độ năng lượng theo phương này là  $1/683$  W/Sr

Ví dụ:

+ Đèn sợi đốt 40W/220V có  $I = 35$  Cd (theo mọi hướng)

+ Ngọn nến có  $I = 0,8 \text{ Cd}$  (theo mọi hướng).

+ Theo định nghĩa với nguồn sáng đơn sắc  $\lambda = 555\text{nm}$  thì  $1\text{W} = 683 \text{ lm}$ .

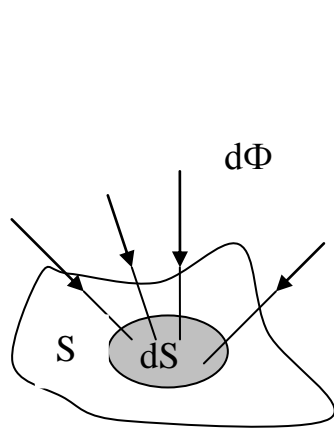
Nếu nguồn sáng đơn sắc có  $\lambda \neq 555\text{nm}$  thì  $1\text{W} = 683 \cdot V(\lambda)$ . Ví dụ: nguồn sáng đơn sắc có  $\lambda = 650\text{nm}$  thì  $1\text{W} = 683 \cdot 0,2 = 136,6 \text{ lm}$ .

### 1.2.6. Độ rọi

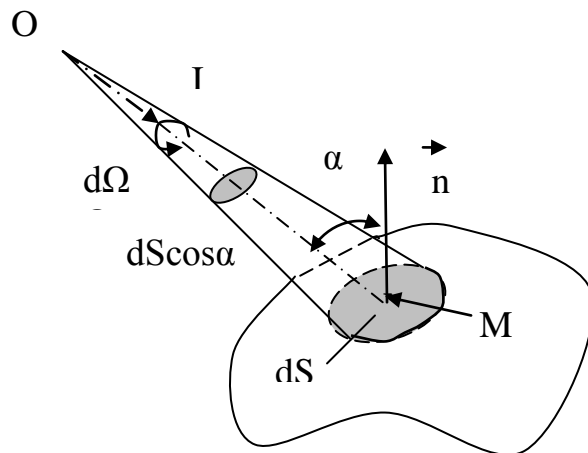
Khái niệm: Giả thiết mặt  $S$  được rọi sáng bởi một nguồn sáng. Độ rọi tại một điểm nào đó trên mặt  $S$  là tỷ số  $E = \frac{d\Phi}{dS}$ , trong đó  $d\Phi$  là quang thông toàn phần do nguồn gửi đến diện tích vi phân  $dS$  lân cận điểm đã cho.

Nếu mặt  $S$  được chiếu sáng đều với tổng quang thông gửi đến  $S$  là  $\Phi$  thì độ rọi tại mọi điểm trên mặt  $S$  là  $E = \frac{\Phi}{S}$

ký hiệu:  $E$



Hình 1.3 Định nghĩa độ rọi



Hình 1.4

Đơn vị: Lux hay  $L_x$  (đọc là luych)

Lux là đơn vị đo độ chiếu sáng của một bề mặt. Độ chiếu sáng duy trì trung bình là các mức Lux trung bình được đo tại các điểm khác nhau của 1 khu vực xác định. Một Lux bằng 1 lumen trên mỗi mét vuông.

Ý nghĩa: Thể hiện lượng quang thông chiếu đến một đơn vị diện tích của một bề mặt được chiếu sáng, nói cách khác nó chính là mật độ phân bố quang thông trên bề mặt chiếu sáng.

Định luật tỷ lệ nghịch bình phương:

Xét một nguồn sáng điểm O, bức xạ tới mặt nguyên tố hình tròn dS có tâm M cách O một khoảng r. Cường độ sáng của nguồn theo phương OM là I (hình 1.4). Do dS khá nhỏ nên xem là mặt phẳng, do đó ta gọi  $\vec{n}$  là pháp tuyến của dS và  $\alpha$  ( $\vec{n}$ , OM). Ta có công thức độ rọi:

$$E = \frac{d\Phi}{dS} = \frac{I \cdot d\Omega}{dS} = \frac{I \cdot dS \cdot \cos \alpha}{r^2 \cdot dS} \rightarrow E = \frac{I}{r^2} \cdot \cos \alpha$$

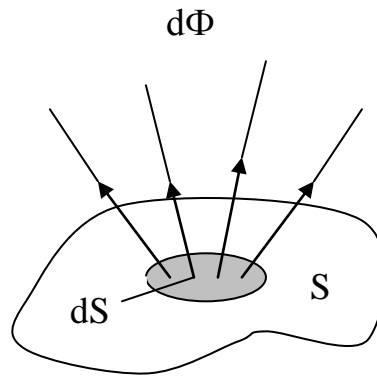
Công thức này cho thấy độ rọi trên bề mặt nào đó phụ thuộc vào khoảng cách r và độ nghiêng của mặt so với phương quan sát và nó được sử dụng chủ yếu trong các tính toán chiếu sáng. Đây chính là công thức của định luật tỷ lệ nghịch bình phương.

Một số giá trị độ rọi thường gặp:

- + Trưa nắng không mây 100.000 lux
- + Đêm trăng tròn không mây 0,25 lux
- + Ban đêm với hệ thống chiếu sáng công cộng 10- 30 lux
- + Nhà ở bình thường ban đêm 159- 300 lux
- + Phòng làm việc 400- 600 lux

### 1.2.7. Độ sáng (còn gọi là độ trung)

Khái niệm: Cho một mặt phát sáng S có kích thước giới hạn (có thể là bề mặt của nguồn sáng hoặc bề mặt vật phản xạ ánh sáng...). Độ sáng tại một điểm nào đó trên bề mặt S là tỷ số  $R = \frac{d\Phi}{dS}$ , trong đó dΦ là quang thông do phần tử dS (lân cận điểm đã cho) phát ra theo mọi hướng. Mặt phát sáng đều là mặt có độ trung như nhau ở mọi điểm của mặt



Hình 1.5: Định nghĩa độ sáng

Đặc điểm và ý nghĩa:

+ Độ trung đặc trưng cho sự phát sáng theo mọi phương của vật phát sáng (bao gồm nguồn sáng và ánh sáng phản xạ của vật được chiếu sáng).

+ Xét về công thức tính và thứ nguyên thì độ trung giống độ rọi nhưng ở độ rọi xét bề mặt vật được chiếu sáng bởi nguồn sáng khác còn độ trung xét bề mặt của vật mà bản thân nó phát sáng. Đơn vị của độ rọi là Lux cũng khác đơn vị của độ trung là  $\text{Lm}/\text{m}^2$ .

+ Độ rọi  $E$  trên bề mặt được chiếu sáng không phụ thuộc vào hệ số phản xạ bề mặt.

Ký hiệu:  $R$

Đơn vị :  $\text{Lm}/\text{m}^2$  là độ trung của nguồn sáng hình cầu có diện tích mặt ngoài  $1\text{m}^2$  phát ra quang thông 1 Lumen phân bố đều theo mọi phương.

### 1.2.8. Độ chói

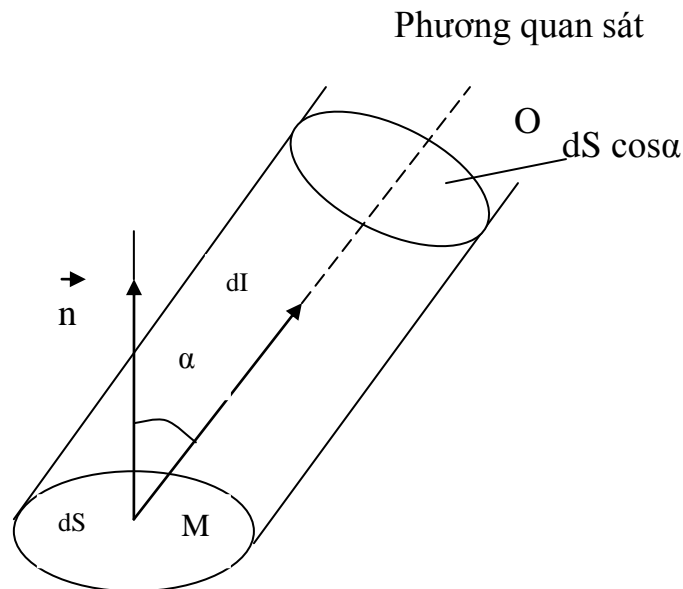
Khái niệm:

+ Hai bóng đèn sợi đốt hình tròn có công suất 40W thì có cùng quang thông. Một bóng thủy tinh trong, một bóng thủy tinh mờ thì bóng thủy tinh trong sẽ gây chói mắt nhiều hơn. Điều này giải thích là: với bóng đèn thủy tinh mờ, tia sáng bức xạ từ nguồn khi đập vào bề mặt thủy tinh mờ (vỏ bóng đèn), nó bị tán xạ theo nhiều hướng và cường độ sáng theo một hướng nhất

định giảm đi so với cường độ của tia tới do đó ít chói mắt hơn -> độ chói phụ thuộc vào cường độ sáng.

Mặt khác với đèn pha xe máy nếu nhìn trực diện thì ta thấy chói mắt nhưng nếu nhìn nghiêng một góc nào đó thì sẽ bớt chói mắt hơn → độ chói phụ thuộc vào phương quan sát, được đặc trưng bằng diện tích biểu kiến của mặt phát sáng theo phương quan sát.

Từ những nhận xét trên ta thấy cần thiết phải đưa ra khái niệm độ chói phụ thuộc vào cường độ sáng của nguồn và diện tích biểu kiến của mặt phát sáng.



Hình 1.6: Định nghĩa độ chói

+ Mắt người đặt tại điểm O quan sát bề mặt phát sáng dS theo phương OM. Bề mặt dS nghiêng một góc  $\alpha$  với phương OM. Gọi dI là cường độ sáng phát ra bởi dS theo phương OM thì ta có định nghĩa độ chói là: 
$$L = \frac{dI}{dS \cos \alpha}$$

Ý nghĩa:

+ Thể hiện mật độ phân bố cường độ sáng phát ra từ một đơn vị diện tích của bề mặt đó theo một hướng xác định đến một người quan sát.



+ Độ chói phụ thuộc vào tính chất phản quang của bề mặt và hướng quan sát (không phụ thuộc vào khoảng cách từ mặt đó đến điểm quan sát).

+ Nhìn chung mọi vật thể được chiếu sáng ít nhiều đều phản xạ ánh sáng (đóng vai trò như nguồn sáng thứ cấp) nên cũng có thể gây chói mắt người. Ví dụ ban đêm ánh sáng hắt lên từ mặt đường nhựa được chiếu sáng cũng có thể làm chói mắt người lái xe.

+ Độ chói đóng vai trò rất quan trọng khi thiết kế chiếu sáng, là cơ sở khái niệm về tri giác và tiện nghi nhìn.

+ Độ chói trung bình của mặt đường là tiêu chuẩn đầu tiên để đánh giá chất lượng của chiếu sáng đường phố.

Ký hiệu: L

Đơn vị:  $\text{Cd/m}^2$ .  $1 \text{ Cd/m}^2$  là độ chói của một mặt phẳng sáng đều có diện tích  $1\text{m}^2$  và có cường độ sáng là 1 Cd theo phương vuông góc với nguồn đó.

Ví dụ về độ chói của một số bề mặt:

+ Bề mặt đèn huỳnh quang: 5.000- 15.000  $\text{Cd/m}^2$

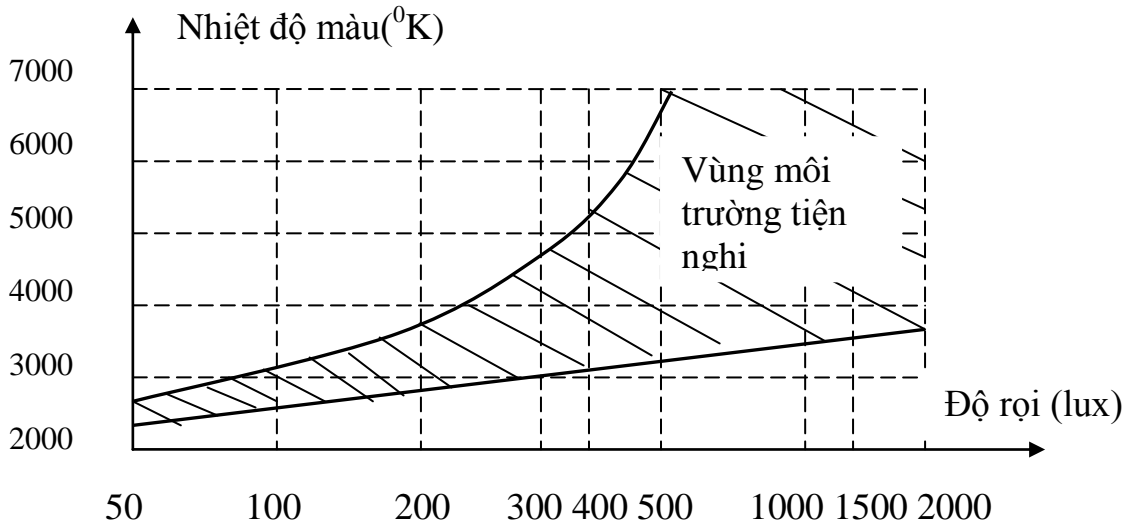
+ Bề mặt đường nhựa chiếu sáng với độ rọi 30lux có độ chói khoảng 2  $\text{Cd/m}^2$

+ Mặt trời mọc: khoảng  $5 \cdot 10^6 \text{ Cd/m}^2$

+ Mặt trời giữa trưa: khoảng  $1,5 - 2 \cdot 10^9 \text{ Cd/m}^2$

### **1.2.9. Nhiệt độ màu**

Nhiệt độ màu của một nguồn sáng được thể hiện theo thang Kelvin (K) là biểu hiện màu sắc của ánh sáng do nó phát ra. Tưởng tượng một thanh sắt khi nguội có màu đen, khi nung nóng đều đến khi nó rực lên màu da cam, tiếp tục nung nó sẽ thành màu vàng, và tiếp tục nung 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 thanh thép theo độ Kelvin ( $^{\circ}\text{C} + 273$ ) và gán giá trị đó với màu được tạo ra.



Hình 1.7: Biểu đồ kruithof

Đối với đèn sợi đốt, nhiệt độ màu chính là nhiệt độ bản thân nó. Đối với đèn huỳnh quang, đèn phóng điện (nói chung là các loại đèn không dùng sợi đốt) thì nhiệt độ màu chỉ là tượng trưng bằng cách so sánh nhiệt độ tương ứng của vật đen tuyệt đối bị nung nóng.

Khi nói đến nhiệt độ màu của đèn là người ta có ngay cảm giác là có nguồn sáng “ấm”, “trung tính” hay là “mát”. Nói chung, nhiệt độ càng thấp thì nguồn sáng càng ấm và ngược lại. Để dễ hình dung điều này ta xét một số giá trị nhiệt độ màu sau đây:

2500 <sup>0</sup> K - 3000 <sup>0</sup> K	Lúc mặt trời lặn, đèn sợi đốt
4500 <sup>0</sup> K - 5000 <sup>0</sup> K	Ánh sáng ban ngày quang mây
6000 <sup>0</sup> K - 10.000 <sup>0</sup> K	Ánh sáng khi trời nhiều mây(ánh sáng lạnh)

Khi thiết kế chiếu sáng cần phải chọn nhiệt độ màu của nguồn sáng phù hợp với đặc điểm tâm sinh lý người, đó là đối với độ rọi thấp thì chọn nguồn sáng có nhiệt độ màu thấp và ngược lại với yêu cầu độ rọi cao thì chọn các nguồn sáng “lạnh” có nhiệt độ màu cao. Đặc điểm sinh lý này đã được biểu đồ Kruithof chứng minh. Qua các công trình nghiên cứu của mình, ông đã xây dựng được biểu đồ Kruithof làm tiêu chuẩn đầu tiên lựa chọn nguồn sáng của bất kỳ đề án thiết kế chiếu sáng nào.

Trong biểu đồ Kruithof, vùng gạch chéo gọi là vùng môi trường ánh sáng tiện nghi. Với một độ rọi E (lux) cho trước, người thiết kế chiếu sáng phải chọn nguồn sáng có nhiệt độ màu nằm trong miền gạch chéo để đảm bảo không ảnh hưởng đến tâm sinh lý của con người, nếu không đảm bảo điều kiện này sẽ gây ra hiện tượng “ô nhiễm ánh sáng” có thể gây tổn hại đến sức khoẻ.

#### **1.2.10. Độ hoàn màu (chỉ số thể hiện màu)**

Cùng một vật nhưng nếu được chiếu sáng bằng các nguồn sáng đơn sắc khác nhau thì mắt sẽ cảm nhận màu của vật khác nhau, tuy nhiên bản chất màu sắc của vật thì không hề thay đổi. Ví dụ một tờ giấy bình thường màu đỏ, nếu đặt trong bóng tối nó có thể có màu xám, tuy nhiên ta vẫn nói đó là tờ giấy màu đỏ.

Như vậy chất lượng ánh sáng phát ra của nguồn sáng còn phải được đánh giá qua chất lượng nhìn màu, tức là khả năng phân biệt màu sắc của vật đặt trong ánh sáng. Để đánh giá sự ảnh hưởng ánh sáng (do nguồn phát ra) đến màu sắc của vật, người ta dùng chỉ số độ hoàn màu hay còn gọi là chỉ số thể hiện màu của nguồn sáng, ký hiệu CRI (Color Rendering Index). Nguyên nhân sự thể hiện màu của vật bị biến đổi là do sự phát xạ phổ ánh sáng khác nhau giữa nguồn sáng và vật được chiếu sáng.

Chỉ số CRI của nguồn sáng thay đổi theo thang chia điểm từ 0 đến 100. Giá trị CRI=0 ứng với nguồn sáng đơn sắc khi làm biến đổi màu của vật mạnh nhất, CRI=100 ứng với ánh sáng mặt trời khi màu của vật được thể hiện thực chất nhất. Nói chung chỉ số CRI càng cao thì chất lượng nguồn sáng được chọn càng tốt. Để dễ áp dụng trong kỹ thuật chiếu sáng, người ta chia CRI thành 4 thang cấp độ theo bảng sau:

Bảng 1.2: Chỉ số hoàn màu CRI của nguồn sáng

Nhóm hoàn màu	Chỉ số hoàn màu CRI	Chất lượng nhìn màu	Chất lượng nhìn màu và phạm vi ứng dụng
1A	$CRI > 90$	Cao	Công việc cần sự hoàn màu chính xác, ví dụ việc kiểm tra in màu, nhuộm màu, xưởng vẽ
1B	$80 < CRI < 90$	Cao	Công việc 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	$60 < CRI < 80$	Trung bình	Công việc cần sự phân biệt màu tương đối
3	$40 < CRI < 60$	Thấp	Công việc cần phân biệt màu sắc nhưng chỉ chấp nhận biểu hiện sự sai lệch màu sắc ít
4	$20 < CRI < 40$	Thấp	Công việc không cần phân biệt màu sắc

Đối với chiếu sáng nhà dân thường ít quan tâm đến CRI, những gia đình có mức sống cao mới chú ý đến tiêu chuẩn này và tất nhiên khi đó môi trường sống sẽ tiện nghi hơn kèm theo chi phí đầu tư tăng lên.

Đối với chiếu sáng đường phố chỉ có mục đích đảm bảo an toàn giao thông là chính hơn nữa chi phí đầu tư ban đầu khá lớn nên gần như không quan tâm đến chỉ số CRI.

Cuối cùng cần lưu ý: Chúng ta rất dễ bị nhầm lẫn giữa nhiệt độ màu và độ hoàn màu, do đó ở đây cần nhắc lại: nhiệt độ màu biểu thị màu sắc của nguồn sáng - là nơi ánh sáng phát ra, còn độ hoàn màu biểu thị độ chính xác màu của nguồn khi chiếu lên vật thể.

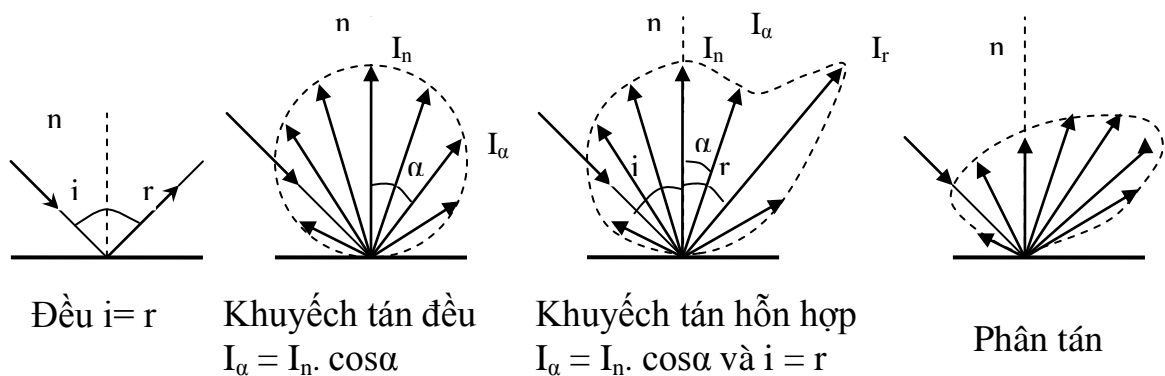
### 1.3. CÁC ĐỊNH LUẬT QUANG HỌC VÀ VÀ ỨNG DỤNG TRONG KỸ THUẬT CHIẾU SÁNG

#### 1.3.1. Sự phản xạ

\* Sự phản xạ đều:

Hiện tượng này tuân theo định luật quang hình đã nghiên cứu trong giáo trình Vật lý đại cương: Góc tới của tia sáng chiếu lên bề mặt phản xạ bằng góc phản xạ. Sự phản xạ đều được đặc trưng bằng hệ số phản xạ đều  $\rho_{pxd} = \frac{\Phi_{pxd}}{\Phi_i} < 1$ , trong đó  $\Phi_{pxd}$ ,  $\Phi_i$  lần lượt là quang thông phản xạ đều và quang thông rọi tới diện tích bề mặt đang xét.

Ứng dụng: Sự phản xạ đều là trường hợp phản xạ lý tưởng, xảy ra trên các vật liệu rất mịn, nhẵn tuyệt đối. Hiện tượng này dùng trong nghiên cứu chế tạo tấm phản quang hoặc tính toán độ chói bề mặt các vật liệu mịn, phẳng có phản xạ đều.



Hình 1.8: Các hiện tượng phản xạ

\* Sự phản xạ khuyếch tán

Hiện tượng này không tuân theo định luật quang hình. Đặc điểm là khi có tia sáng chiếu lên bề mặt phản xạ khuyếch tán, các tia sáng phân bố phản xạ đi theo nhiều hướng khác nhau. Đầu mút các vectơ cường độ sáng phản xạ nằm trên một mặt cong nào đó. Sự phản xạ khuyếch tán được đặc trưng bằng hệ số

phản xạ khuếch tán  $\rho_{pxd} = \frac{\Phi_{pxd}}{\Phi_i} < 1$ , trong đó  $\Phi_{pxd}$ ,  $\Phi_i$  lần lượt là quang thông phản xạ đều và quang thông rọi tới diện tích bề mặt đang xét. Trong thực tế, trên bề mặt các vật liệu luôn xảy ra đồng thời hai hiện tượng phản xạ đều và phản xạ khuếch tán do đó người ta định nghĩa hệ số phản xạ hỗn hợp

$$\rho_{px} = \rho_{pxd} + \rho_{pxkt} = \frac{\Phi_{pxd} + \Phi_{pxkt}}{\Phi_i} < 1.$$

Phân loại:

+ Phản xạ khuếch tán đều: Đầu mút các vectơ cường độ sáng phản xạ nằm trên một mặt cầu tiếp xúc với mặt phản xạ và có tâm nằm trên đường vuông góc với mặt phản xạ. Hiện tượng này tuân theo định luật Lambert và được nghiên cứu ứng dụng trong kỹ thuật chiếu sáng.

+ Phản xạ khuếch tán kiểu hỗn hợp: Các vectơ cường độ sáng phản xạ là hỗn hợp của hiện tượng phản xạ đều và hiện tượng phản xạ khuếch tán đều.

+ Phản xạ khuếch tán kiểu phân tán: Đầu mút các vectơ cường độ sáng phản xạ nằm trên một mặt cong có hình dạng bất kỳ.

Ứng dụng: Trường hợp phản xạ khuếch tán là loại phản xạ hay gặp trong thực tế được nghiên cứu để tính toán độ chói mặt đường, mặt sàn.

### 1.3.2. Sự truyền xạ

\* Sự truyền xạ đều:

Hiện tượng này không tuân theo định luật quang hình đã nghiên cứu trong giáo trình Vật lý đại cương. Chỉ lưu ý tia sáng ra khỏi dạng tấm đồng nhất thì song song với tia tới. Sự truyền xạ đều được đặc trưng bằng hệ số truyền xạ đều  $\rho_{txd} = \frac{\Phi_{txd}}{\Phi_i} < 1$  trong đó  $\Phi_{txd}$ ,  $\Phi_i$  lần lượt là quang thông truyền xạ đều và quang thông rọi tới diện tích bề mặt đang xét.

Ứng dụng: Nghiên cứu chế tạo kính bảo vệ phẳng cho bộ đèn, chế tạo bóng đèn bằng thủy tinh rong suốt (bóng đèn sợi đốt, ống phóng điện...).

\* Sự truyền xạ khuếch tán:

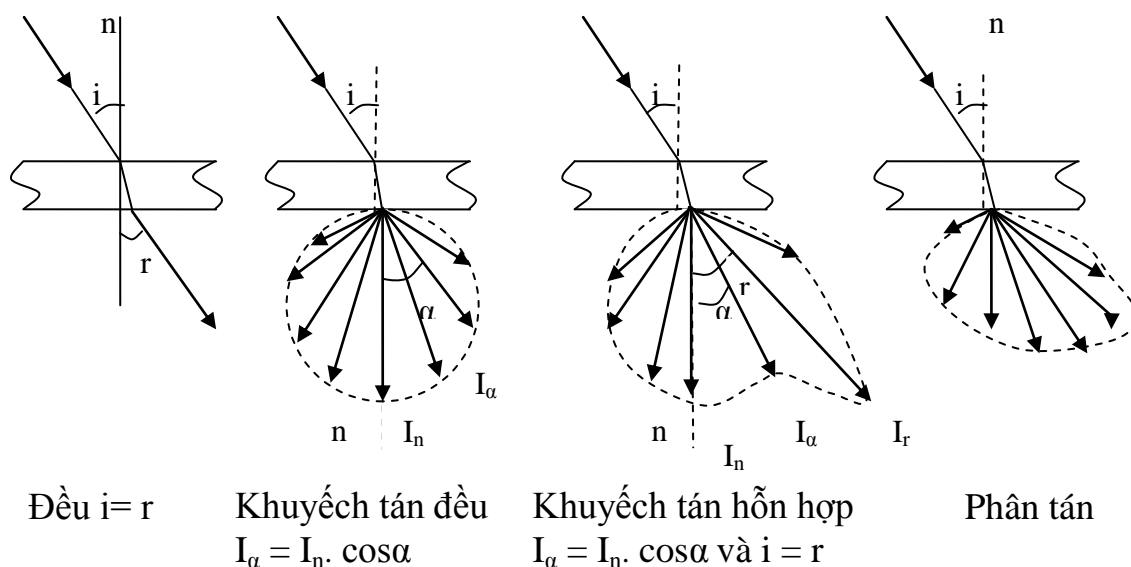
Hiện tượng này không tuân theo định luật quang hình. đặc điểm là khi có tia sáng chiếu tới bề mặt truyền xạ khuếch tán, các tia sáng phân bố truyền đi theo nhiều hướng khác nhau. Đầu mút các vectơ cường độ sáng truyền xạ nằm trên một mặt cong nào đó. Sự truyền xạ khuếch tán được đặc trưng bằng hệ số truyền xạ khuếch tán  $\rho_{txkt} = \frac{\Phi_{txkt}}{\Phi_i} < 1$  trong đó  $\Phi_{txkt}$ ,  $\Phi_i$  lần lượt là quang thông truyền xạ khuếch tán và quang thông rọi tới diện tích bề mặt đang xét. Trong thực tế, trên bề mặt các vật liệu luôn xảy ra đồng thời hai hiện tượng truyền xạ đều và truyền xạ khuếch tán do đó người ta định nghĩa hệ số truyền xạ hỗn hợp  $\rho_{tx} = \rho_{txd} + \rho_{txkt} < 1$

Phân loại:

+ Truyền xạ khuếch tán đều: Đầu mút các vectơ cường độ sáng truyền xạ nằm trên một mặt cầu tiếp xúc với mặt truyền xạ và có tâm nằm trên đường vuông góc với mặt truyền xạ. Hiện tượng này tuân theo định luật Lambert và được nghiên cứu ứng dụng trong kỹ thuật chiếu sáng.

+ Truyền xạ khuếch tán kiểu hỗn hợp: Các vectơ cường độ sáng truyền xạ là hỗn hợp của hiện tượng truyền xạ đều và hiện tượng truyền xạ khuếch tán đều.

+ Truyền xạ khuếch tán kiểu phân tán: Đầu mút các vectơ cường độ sáng truyền xạ nằm trên một mặt cong có hình dạng bất kỳ.



Hình 1.9: Hiện tượng truyền xạ

Ứng dụng: Hiện tượng truyền xạ khuyếch tán được nghiên cứu để chế tạo kính bảo vệ đèn ánh sáng kiểu khuyếch tán nhằm giảm độ chói cho người quan sát, nghiên cứu chế tạo đèn mờ (đèn tuyp, đèn son mờ,...).

### 1.3.3. Sự khúc xạ

Khúc xạ là hiện tượng thay đổi hướng của các tia sáng liên tiếp qua các tiết diện lăng kính

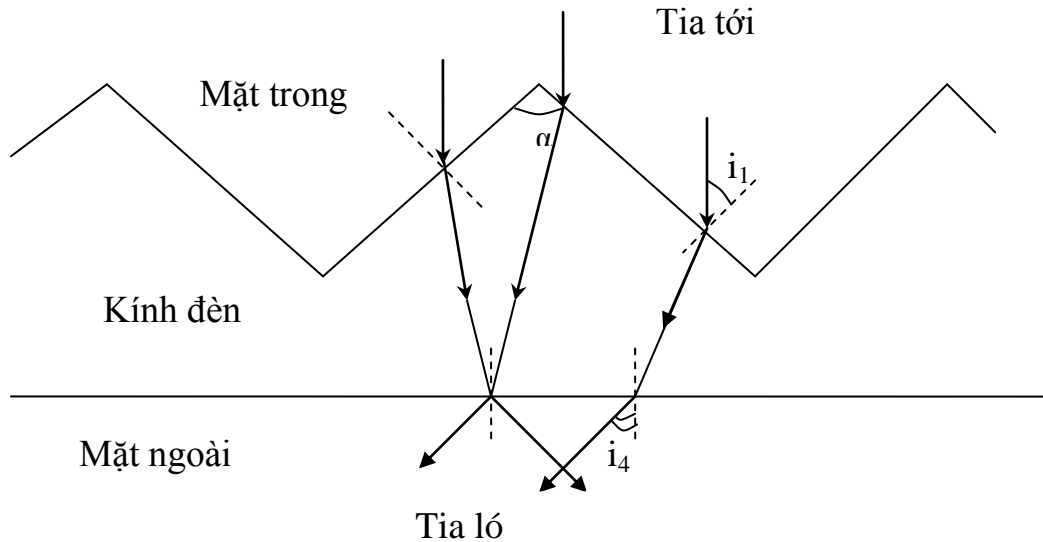
Trong kỹ thuật chiếu sáng, đa số kính bảo vệ các bộ đèn có dạng phẳng, tuy nhiên kính bảo vệ của một số bộ đèn lại được chế tạo dạng răng cưa ( ở mặt trong ) nhằm mục đích phân tán ánh sáng để giảm độ chói. Thông thường góc ở đỉnh của răng cưa được nghiên cứu rất kỹ để khúc xạ ánh sáng theo mục đích cho trước. Nếu góc ở đỉnh bằng  $90^0$  thì ta gọi đó là bộ đèn “hình tổ ong”.

Gọi  $i_1$  là góc giữa pháp tuyến mặt trong và tia tới (giả sử tia tới vuông góc với mặt ngoài)  $i_4$  là góc giữa pháp tuyến mặt ngoài và tia ra khỏi kính đèn.

$n$  là chiết suất vật liệu làm kính.

$\alpha$  là góc đỉnh.





Hình 1.10: Hiện tượng khúc xạ

Ta có quan hệ giữa góc tới và góc của tia ra là

$$\sin i_4 = n \cdot \cos \left( \frac{\alpha}{2} + \arcsin \left( \frac{\cos \frac{\alpha}{2}}{n} \right) \right)$$

Với  $n = 1,6$  (thuỷ tinh), khi  $\alpha = 30^\circ$  thì  $i_4 = 80^\circ$

$\alpha = 90^\circ$  thì  $i_4 = 30^\circ$

$\alpha = 150^\circ$  thì  $i_4 = 09^\circ$

Như vậy góc đỉnh sẽ cho phép điều chỉnh hướng của tia sáng.

### 1.3.4. Sự che chắn

Bộ phận che chụp của một bộ đèn chiếu sáng thường chế tạo bằng các vật liệu màu đen hoặc vật liệu mờ nhằm ngăn cản mắt người nhìn trực tiếp gây ra loá mắt, nó còn có tác dụng chống hơi ẩm và các vật lạ bên ngoài xâm nhập vào bên trong đèn. Phạm vi che chắn đặc trưng bằng góc giữa đường thẳng đứng đi qua tâm nguồn sáng và phương mà mắt người bắt đầu nhìn không bị loá mắt (hoặc không nhìn thấy nguồn sáng).

### 1.3.5. Sự hấp thụ

Khi ánh sáng chiếu vào bất kỳ vật liệu nào cũng bị hấp thụ một phần năng lượng. Mức độ hấp thụ ít hay nhiều phụ thuộc vào một số yếu tố như: loại vật liệu, bước sóng của tia sáng (màu) và góc chiếu của tia vào vật liệu.

Để đặc trưng cho sự hấp thụ ánh sáng của vật liệu người ta đưa ra khái niệm hệ số hấp thụ  $\alpha$ , đó là tỉ số giữa quang thông mà vật thể hấp thụ  $\Phi_h$  và quang thông rọi tới vật liệu  $\Phi_s$ .

$$\alpha = \frac{\Phi_h}{\Phi_s}$$

Đối với một loại vật liệu cụ thể thì hệ số hấp thụ cũng không phải là hằng số mà còn phụ thuộc vào bước sóng chiếu vào vật liệu. Hệ số hấp thụ của một số vật liệu khi tia tới là ánh sáng trắng được cho trong bảng sau:

Bảng 1.3: Hệ số hấp thụ của một số vật liệu với ánh sáng trắng

Vật liệu	Hệ số hấp thụ (%)
Bóng pha lê trong	2-12
Bóng thuỷ tinh sáng	10- 20
Bóng thuỷ tinh vàng nhạt	15- 20
Bóng hạt mịn xanh nhạt	15- 25
Bóng thuỷ tinh nhám	15 -30
Bóng nhựa sáng	20- 40
Bóng thuỷ tinh màu sữa	15- 40
Bóng thuỷ tinh mờ	20- 30
Bóng thuỷ tinh vàng	40- 60
Bóng thuỷ tinh vàng đậm	30- 60

- Ứng dụng: Hiện tượng hấp thụ được nghiên cứu để chế tạo các loại vật liệu có hệ số hấp thụ ít nhất trong đèn chiếu sáng, đặc biệt là các vật liệu che chắn (vỏ đèn), vật liệu truyền xạ (kính bảo vệ đèn),...

## Chương II

### CÁC PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ CHIẾU SÁNG

#### 2.1. SƠ LƯỢC VỀ LỊCH SỬ CÁC PHƯƠNG PHÁP, TRÌNH TỰ THIẾT KẾ CHIẾU SÁNG 3

Thiết kế hệ thống chiếu sáng công cộng thực chất là một chuyên ngành hẹp của chiếu sáng nhân tạo ngoài nhà. Trải qua thời gian, cùng với sự phát triển của khoa học công nghệ, các phương pháp và nội dung thiết kế có những biến đổi nhất định. Các thiết bị chiếu sáng ngày càng hiện đại, phương pháp tính toán và thiết kế ngày càng hoàn thiện và chính xác, yêu cầu về chất lượng chiếu sáng ngày càng cao hơn.

Trước đây khi mới phát minh ra đèn điện thì hệ thống chiếu sáng chỉ nhằm mục đích là đẩy lùi bóng tối, chính vì vậy phương pháp thiết kế lúc đó chỉ đơn giản dựa trên tiêu chí độ rọi của nguồn sáng xuống mặt đường.

Khoa học - kỹ thuật ngày càng phát triển, đường phố ngày càng chất lượng, tốc độ lưu thông của phương tiện càng lớn, cuộc sống ngày càng hối hả,... tất cả những vấn đề nêu trên đều đặt ra thách thức đối với thiết kế chiếu sáng bằng phương pháp độ rọi vì nó không còn đảm bảo an toàn giao thông. Đây chính là tiền đề để CIE đưa ra phương pháp tỉ số R vào năm 1965. Phương pháp này có xét tới độ chói trung bình, hệ số phản xạ của mặt đường, độ tương phản của ánh sáng trong trường quan sát,... là những tác nhân ảnh hưởng đến người lái xe. Phương pháp tỉ số R đã đảm bảo cho người lái xe có tri giác nhìn tối ưu.

Tuy nhiên khi khoa học - kỹ thuật ngày càng phát triển, nhất là công nghệ thông tin đòi hỏi việc thiết kế chiếu sáng phải có độ chính xác cao. Nhờ sự trợ giúp của máy tính người ta có thể tính toán độ chói theo từng điểm mặc dù khối lượng tính toán rất lớn. Trên cơ sở này CIE lại tiếp tục công bố một

phương pháp mới là “phương pháp độ chói điểm” vào năm 1975.

Nói chung với hệ thống chiếu sáng đường thì phương pháp tỉ số R cho phép người thiết kế có phương án bố trí ban đầu hệ thống chiếu sáng và kết quả nhận được cũng khá chính xác. Do vậy phương pháp tỉ số R được dùng để thiết kế sơ bộ nhằm xác định quang thông, công suất, số lượng và cách bố trí đèn..., sau đó phải dùng phương pháp độ chói điểm kiểm tra giải pháp thiết kế đã thiết lập có đạt yêu cầu không.

## 2.2. PHƯƠNG PHÁP TỶ SỐ R

Phương pháp tỉ số R về bản chất cũng tính toán dựa trên độ rọi nhưng có xét tới độ chói của mặt đường thông qua tỉ số R :

$$R = \frac{E_{tb} \text{ (lux)}}{L_{tb} \text{ (cd/m}^2\text{)}}$$

$E_{tb}$ : Độ rọi trung bình

$L_{tb}$ : Độ chói trung bình

Bằng thực nghiệm người ta nhận thấy R là hằng số đối với mỗi loại đường như sau:

Bảng 2.1: Tỷ số R đối với một số loại đường

Loại chóa đèn	$R = \frac{E_{tb} \text{ (lux)}}{L_{tb} \text{ (cd/m}^2\text{)}}$					Hè đường
	Bê tông		Lớp phủ mặt đường nhựa			
	Sạch	Bẩn	Sáng	Trung bình	Tối	
Chóa kiểu chụp sâu	11	14	14	19	25	18
Chóa kiểu bán rộng	8	10	10	14	18	13

Như vậy với mỗi loại đường ta biết chỉ số R đặc trưng của nó, đồng thời căn cứ vào tiêu chuẩn độ chói trung bình quy định trong tiêu chuẩn TCXDVN259 :2001 cho mỗi cấp đường ta suy ra được độ rọi trung bình  $E_{tb}$  và quá trình tính toán thiết kế chiếu sáng đều xuất phát từ  $E_{tb}$  này, do đó ta có thể

nói bản chất của nó là phương pháp độ rọi.

Phương pháp tỉ số R được coi là phương pháp thiết kế sơ bộ, sau khi hoàn thành phải kiểm tra giải pháp thiết kế này bằng phương pháp độ chói điểm. Tuy nhiên nếu không yêu cầu độ chính xác cao thì phương pháp tỉ số R coi như là giải pháp thiết kế hoàn chỉnh.

Ưu điểm của phương pháp này là cho phép tính toán một cách tương đối chính xác mà không cần phải có số liệu của đèn và bộ đèn chiếu sáng. Chỉ sau khi tính ra quang thông ta mới tra catalogue để chọn đèn và bộ đèn.

Trình tự thiết kế sơ bộ theo phương pháp tỷ số R 5 :

- *Bước 1:* Xác định kích thước hình học, chiều rộng, chiều dài lòng đường, vỉa hè, cấp chiếu sáng, độ phủ mặt đường, sau đó căn cứ vào bảng tiêu chuẩn để chọn cấp chiếu sáng, Lyc, tỉ số R, độ phủ mặt đường.

- *Bước 2:* Xét đến phương án bố trí đèn: cần chọn bộ đèn trên cơ sở đó xác định chiều cao cột, tầm nhô của cần đèn s, a, phương án chiếu sáng, phần này cần cân nhắc lựa chọn ra 1 số phương án so sánh để tính toán và lựa chọn phương án tối ưu.

- *Bước 3:* Xác định khoảng cách giữa các cột (bước cột) theo bảng lmax, h, và kiểu bộ đèn theo bảng.

- *Bước 4:* Tính hệ số sử dụng fu, rồi tính  $\Phi_{tt}$  của bộ đèn cần lắp theo công thức đã có.

- *Bước 5:* Căn cứ vào  $\Phi_{tt}$  để chọn loại bóng đèn phù hợp. Sau khi chọn cần hiệu chỉnh và cân nhắc lại bước cột và Lyc.

- *Bước 6:* Kiểm tra chỉ số tiện nghi chói loá. Tính hàm G -> để so sánh.

- *Bước 7:* Tính toán chiếu sáng cho vỉa hè (nếu có) gọi là chiếu sáng tăng cường -> cần tính chiếu sáng bổ xung phần quang thông còn thiếu sau khi đã nhận được nguồn cấp từ hệ thống chiếu sáng đường để đảm bảo yêu cầu độ rọi của vỉa hè .

### 2.2.1. Các thông số hình học bố trí đèn

Các thông số hình học liên quan đến việc phân bố ánh sáng, khi bố trí đèn phải tuân thủ các quy tắc trong TCXDVN 259: 2001 mới đảm bảo giá trị R là hằng số với từng loại đường cụ thể.

$h$  : Chiều cao treo đèn

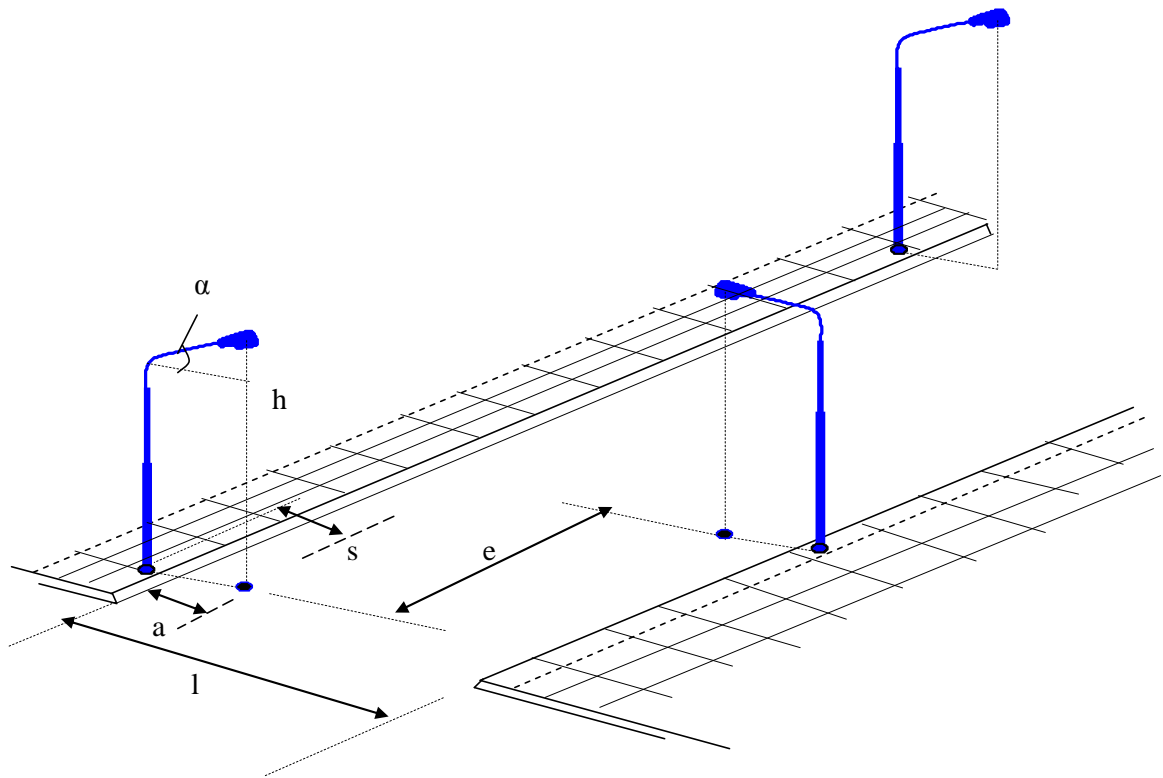
$l$  : Chiều rộng lòng đường

$e$  : Khoảng cách giữa 2 cột đèn liên tiếp

$s$  : Độ vưon cần đèn (khoảng cách hình chiếu đèn đến chân cột) thực tế thường dùng  $s = 1,2 ; 1,5 ; 2,4 ; 3\text{m}$

$a$  : Khoảng cách hình chiếu của đèn đến mép đường

$\alpha$  : Góc nghiêng của cần đèn



Hình 2.1 : Các thông số hình học bố trí đèn

- Góc nghiêng  $\alpha$  của cần đèn: khoảng  $5^0-15^0$  là tốt nhất. Khi thiết kế không nên mở rộng  $\alpha$  lớn hơn  $15^0$  vì làm tăng khoảng cách tới điểm cần chiếu sáng nên độ rọi giảm và làm tăng sự chói loá cho người lái xe. Lưu ý là góc chiếu của bộ đèn không hoàn toàn đồng nghĩa với góc nghiêng cần đèn vì cấu

tạo vị trí lắp bóng đèn trong bộ đèn cho phép điều chỉnh được góc chiếu, tuy nhiên phạm vi điều chỉnh khá hẹp.

- *Khoảng cách cột và chiều cao treo đèn*: Để đảm bảo độ đồng đều dọc trục  $U_1$  khi sử dụng các loại choá đèn khác nhau thì khoảng cách cột ( $e$ ) và chiều cao treo đèn ( $h$ ) phải đảm bảo điều kiện sau:

Bảng 2.2: Khoảng cách cột và chiều cao treo đèn

Loại choá đèn	Phương pháp bố trí đèn	$\text{Max} \left\{ \frac{e}{h} \right\}$	Ghi chú
Choá kiểu rộng (0- trên $75^0$ )	- Một bên, hai bên đối xứng, trên dải phân cách - Hai bên so le	0,4 3,7	hạn chế dùng
Choá kiểu bán rộng (0- trên $75^0$ )	- Một bên, hai bên đối xứng, trên dải phân cách - Hai bên so le	3,5 3,2	
Choá kiểu hẹp (0- $65^0$ )	- Một bên, hai bên đối xứng, trên dải phân cách - Hai bên so le	3,0 2,7	

Qua quá trình thiết kế, ứng dụng thực tế cũng như nghiên cứu thực nghiệm người ta đã đưa ra được độ cao treo đèn thông thường đối với các loại đường như sau (bảng này chỉ để tham khảo, không bắt buộc áp dụng):

Bảng 2.3: Độ cao treo đèn thông thường đối với các loại đường

Độ cao treo đèn thông thường	Phạm vi ứng dụng	Bề rộng lòng đường
5 – 6,5 (m)	Khu dân cư, các đường phụ	3 – 5m
8 – 10 (m)	Các đường đông dân	5,5 – 7,5m
10 – 12 (m)	Các đường đông dân	10,5m
12 – 15 (m)	Đường cao tốc, đường có dải phân cách ở giữa	15m

Ngoài ra đối với đường có cấp chiếu sáng C và D thì TCXDVN 259: 2001 còn quy định độ cao treo đèn tối thiểu bắt buộc phải áp dụng như sau:

Bảng 2.4: Độ cao treo đèn tối thiểu bắt buộc đối với đường có cấp chiếu sáng C, D.

TT	Tính chất đèn	Tổng quang thông lớn nhất của các bóng đèn được treo trên 1 cột (lm)	Độ cao treo đèn thấp nhất (m)	
			Bóng đèn nung sáng	Bóng đèn phóng điện
1	Đèn nậm tán xạ ánh sáng	Từ 6000 trở lên	3.0	3.0
		Dưới 6000	4.0	4.0
2	Đèn phân bố ánh sáng bán rộng	Dưới 5000		7.0
		Từ 5000 đến 10000	6.5	7.5
		Từ 10000 đến 20000	7.0	8.0
		Từ 20000 đến 30000	7.5	9.0
		Từ 30000 đến 40000		10.0
3	Đèn phân bố ánh sáng rộng	Trên 40000		11.5
3	Đèn phân bố ánh sáng rộng	Dưới 5000		7.5
		Từ 5000 đến 10000	7.0	8.5
		Từ 10000 đến 20000	8.0	9.5
		Từ 20000 đến 30000	9.0	10.5
		Từ 30000 đến 40000		11.5
		Trên 40000		13.5



Căn cứ vào các yêu cầu trên người ta đề xuất các phương án bố trí đèn như sau:

### 2.2.2 Các phương án bố trí đèn

#### \* Bố trí đèn 1 bên đường

Phương án này sử dụng khi bề rộng lòng đường hẹp ( $l \leq 7,5m$ ) hoặc một phía có hàng cây hoặc đường uốn cong để dẫn hướng

Điều kiện áp dụng: để ánh sáng phân bố đều theo chiều ngang thì  $h \geq l$ . Đây là điều kiện ràng buộc để chọn chiều cao cột và chiều rộng đường.

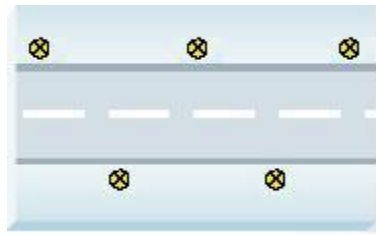


Hình 2.2: bố trí đèn một bên đường

#### \* Bố trí đèn hai bên so le

Áp dụng khi đường đôi có lưu thông 2 chiều, phố có nhiều cây xanh.

Nhược điểm: tính dẫn hướng thấp, độ đồng đều dọc trục của độ rọi không cao, chi phí xây dựng lớn. Hệ số đồng đều của độ rọi đảm bảo khi  $1,5h \geq l \geq h$  hay  $l \geq h \geq 2/3l$



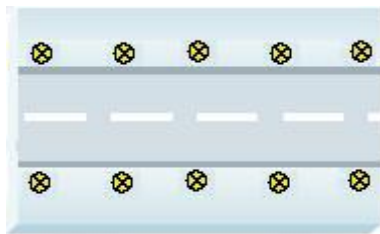
Hình 2.3: Bố trí đèn hai bên so le

\* Bố trí 2 bên đối diện

Áp dụng khi lòng đường rất rộng, nhiều làn xe đi hoặc khi cần phải đặt đèn lên rất cao. Độ đồng đều của độ rọi đảm bảo khi  $l > 1,5h$ .

Ưu điểm là dẫn hướng tốt, thuận lợi cho trang trí chiếu sáng, kết hợp chiếu sáng vỉa hè.

Nhược điểm: chi phí lắp đặt cao.



Hình 2.4: Bố trí đèn hai bên đối diện

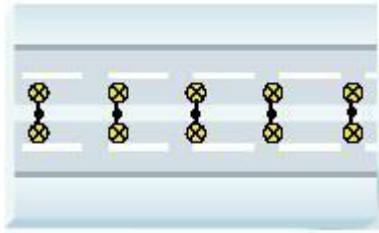
\* Bố trí đèn trên dải phân cách trung tâm

Áp dụng khi trục đường nhiều cây, chiều rộng dải phân cách  $\geq 1,5$  m và nhỏ hơn  $\leq 6$  m.

Ưu điểm: dẫn hướng tốt, hệ số sử dụng cao, chi phí xây dựng thấp.

Nhược điểm phân bố ánh sáng không đều, hạn chế chiếu sáng vỉa hè.

Điều kiện đảm bảo độ rọi đồng đều là  $l \leq h$ , trong đó  $l$  là bề rộng dải phân cách



Hình 2.5: Bố trí đèn trên dải phân cách trung tâm

Một số quốc gia (Pháp, các nước Bắc Âu) người ta lại sử dụng kiểu đèn lắp trên dây treo. Trên dải phân cách người ta lắp những cột đỡ được bố trí rất xa nhau, lắp dây cáp trên các cột đỡ này để treo đèn dọc dải phân cách.

### 2.2.3. Xác định khoảng cách cực đại giữa các đèn

Tính đồng đều của độ chói theo chiều dọc con đường quyết định sự lựa chọn khoảng cách giữa 2 bộ đèn liên tiếp và nó phụ thuộc vào:

- \* Kiểu đèn
- \* Kiểu bố trí đèn
- \* Độ cao đặt đèn

Khoảng cách cực đại của các đèn  $e_{\max}$  có thể xác định theo tỷ số  $(e/h)_{\max}$  theo bảng sau:

Bảng 2.5 : Khoảng cách cực đại giữa các đèn ( $e_{\max}$ )

Kiểu bố trí đèn	$(e/h)_{\max}$ theo kiểu đèn	
	Che hoàn toàn	Nửa che
Một bên, đối nhau	3	3,5
So le	2,7	3,2

Từ bảng trên, biết độ cao treo đèn ta xác định được khoảng cách cực đại giữa các đèn.  $e_{\max} = \left[ \left( \frac{e}{h} \right)_{\max} \right] h$

#### 2.2.4. Hệ số sử dụng fu, quang thông của bộ đèn $\Phi_{tt}$

\* Hệ số sử dụng fu

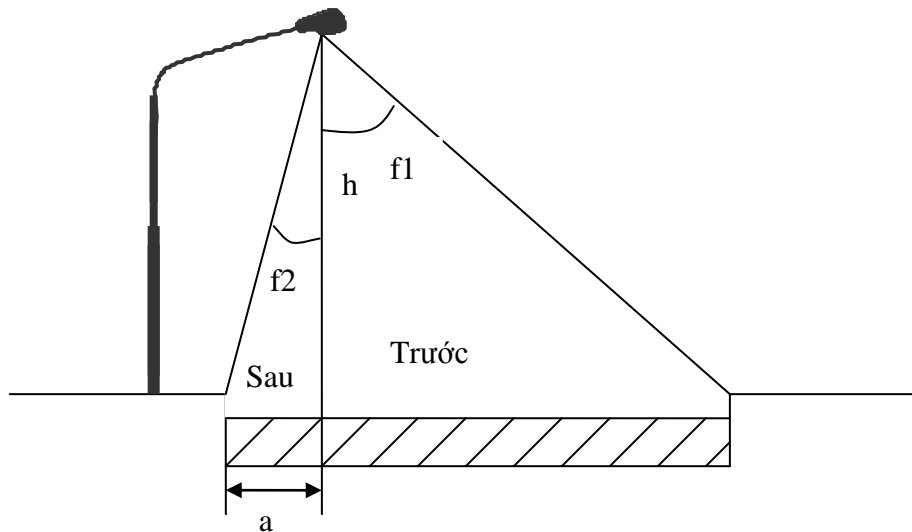
Định nghĩa: hệ số sử dụng quang thông (fu) là tỉ số giữa quang thông nhận được trên mặt đường và quang thông nhận được từ bộ đèn.

$$f_u = \frac{\Phi_{nhdc}}{\Phi_{boden}} = f_1 + f_2.$$

- fu gồm 2 thành phần : - Hệ số sử dụng phía trước f1
- Hệ số sử dụng phía sau f2

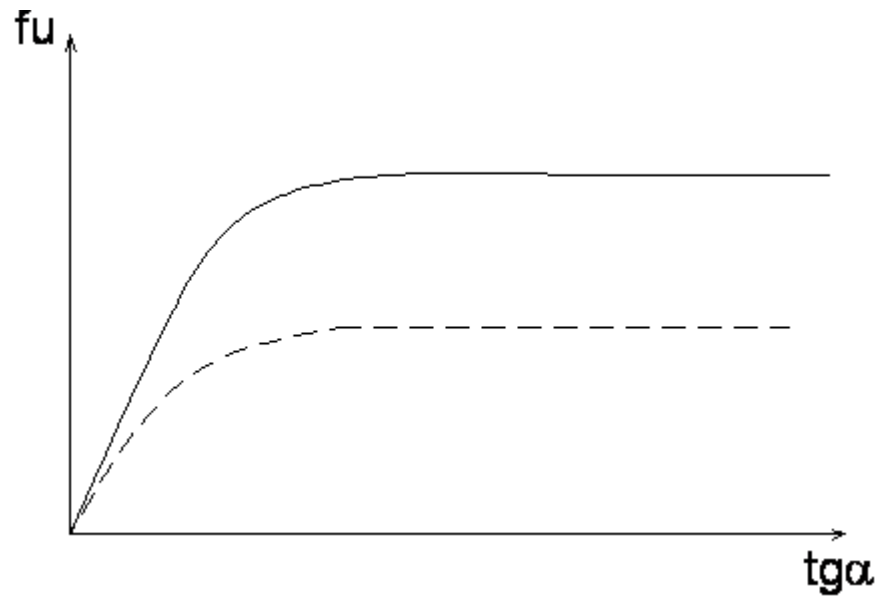
+Nếu  $a > 0$  :  $f_u = f_1 + f_2$

+Nếu  $a < 0$  :  $f_u = f_1 - f_2$



Hình 2.6

- Nhà sản xuất phải cho trong lí lịch đường cong hệ số sử dụng của bộ đèn.



Hình 2.7 : Đường cong hệ số sử dụng

VD: đường cong hệ số sử dụng của bộ đèn

$$H = 10\text{m} ; a = 1\text{m} ; l = 10\text{m} ;$$

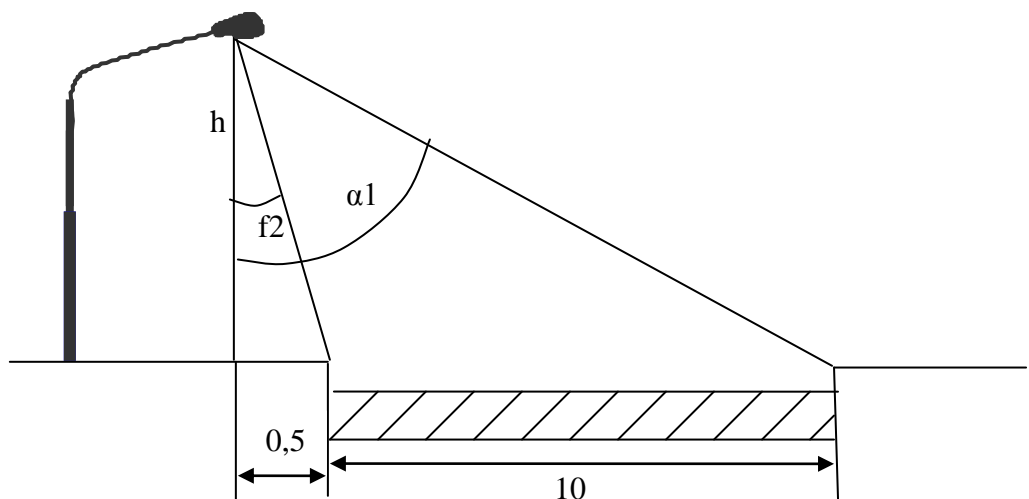
$$\rightarrow \text{Tính } \alpha : \text{tg}\alpha_1 = 0,9 \Rightarrow f_1 = 0,275$$

$$\text{tg}\alpha_2 = 0,1 \Rightarrow f_2 = 0,025$$

$$\Rightarrow f = f_1 + f_2 = 0,275 + 0,025 = 0,3.$$

- Khi  $f_2$  quá nhỏ thì làm tuyến tính hoá từng đoạn để tính tỉ lệ.

VD : vẫn bộ đèn trên bố trí khác



Hình 2.8

$$\operatorname{tg}\alpha_1 = 1.05$$

$$\operatorname{tg}\alpha_2 = 0.05$$

$$\Rightarrow f_1 = 0.3 ; f_2(0.1) = 0.025$$

$$\Rightarrow f_2(0.05) = 0.0125 \Rightarrow f = f_1 - f_2 = 0.2875$$

-> Nhận xét:

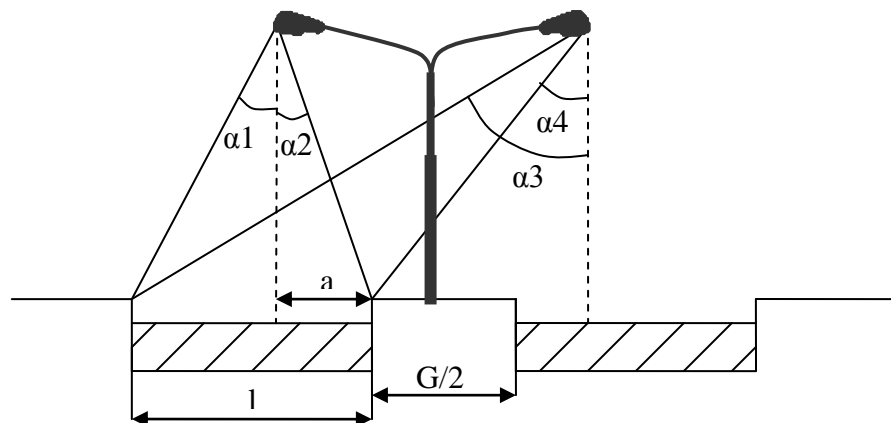
Hệ số fu càng lớn quang thông nhận được trên mặt đèn càng nhiều. Nếu cần đèn dài hoặc đặt cột đèn gần mép vỉa hè thì hệ số sử dụng quang thông càng lớn. Mặt khác chiều cao đặt đèn càng nhỏ thì fu càng lớn.

VD : Bố trí trục giữa

$$f_u = f_{uA} + f_{uB}$$

$$\operatorname{tg}\alpha_1 = \frac{l-h}{a} ; \operatorname{tg}\alpha_2 = \frac{a}{h}$$

-> Tra fu



Hình 2.9 : Bố trí đèn trên giải phân cách

$$\operatorname{tg}\alpha_3 = \frac{l+G+a}{h} ; \operatorname{tg}\alpha_4 = \frac{G+a}{h}$$

->Tra cạnh sau đèn

$$f_{uB} = f_3 - f_4$$

(Nếu  $\operatorname{tg}\alpha_2 > 1$  thì lấy  $\operatorname{tg}\alpha_2 = 1$  để kiểm tra)

\* Quang thông của bộ đèn  $\Phi_{tt}$

- Quang thông tính cho 1 năm sử dụng theo công thức :

$$\Phi_{tt} = \frac{e.l.Ltc.R}{fu.V}$$

Trong đó : + Ltc : độ chói tiêu chuẩn. Tra theo tiêu chuẩn phụ thuộc cấp đường

+ l, e là các kích thước của đường

+ V : Hệ số suy giảm quang thông ;  $V = V1.V2 = \frac{1}{\delta}$

- V1: phụ thuộc thời gian quản lí

- V2 : phụ thuộc môi trường

-  $\delta$  : hệ số bù quang thông.

TCVN :  $\delta = 1,3$  : sợi đốt .

$\delta = 1,7$ : phóng điện

### 2.2.5. Chọn công suất và bộ đèn

Với các đường có hoạt động vận chuyển chủ yếu chọn bộ đèn phân bố ánh sáng bán rộng, còn các đường đi bộ thì có thể chọn bộ đèn phân bố ánh sáng rộng.

Bước đầu tiên khi thiết kế hệ thống chiếu sáng là chọn nhiệt độ màu của nguồn sáng theo biểu đồ kruitchof, sau đó mới tính toán quang thông để chọn bộ đèn phù hợp.

Trên cơ sở quang thông tính toán ta chọn công suất đèn có quang thông gần nhất theo catalogue của các nhà chế tạo.

Bảng 2.6: Công suất và quang thông các loại đèn phóng điện thông dụng

Loại bóng đèn	Công suất (W)	Quang thông (lm)	Loại bóng đèn	Công suất (W)	Quang thông (lm)
Cao áp thủy ngân	80	3.800	Cao áp Sodium hình trụ trong	150	14.500
	125	6.300		250	27.000
	250	13.000		400	48.000
	400	22.000		1000	130.000
	700	40.000	Cao áp Metal Halide	250	20.000
	1000	58.000		400	32.000
Cao áp Sodium bầu đục mờ	70	5.600	1000	80.000	
	150	14.000			
	250	25.000			
	400	47.000			
	1000	120.000			

Sau khi đã nhận được  $\Phi_{tt}$ , ta chọn  $\Phi_{đ}$  thường khác nhau, do đó cần hiệu chỉnh bước cột e. Chọn lại e theo công thức:  $\frac{\Phi_{tt}}{\Phi_{đ}} = \frac{e}{e_{thuc}}$

VD: Tính được  $\Phi_{tt} = 22000$  lm

Biết đèn Hg cao áp: P = 250W có  $\Phi_{đ} = 14000$  lm

P = 400W có  $\Phi_{đ} = 24000$  lm

-> Nếu chọn P = 250W thì phải rút ngắn e rất nhiều do đó ta chọn P = 400W khi đó  $e_{thuc} = e \cdot \frac{\Phi_{đ}}{\Phi_{tt}}$

### 2.2.6. Kiểm tra trị số tiện nghi chói loá

Sự chói loá mắt tiện nghi do đèn gây ra là một trong những nguyên nhân gây tai nạn. Nó được coi là tiêu chuẩn thứ 3 để đánh giá chất lượng các giải pháp chiếu sáng đường phố. Do vậy sau khi tính toán ta phải kiểm tra chỉ



số chói loá.

Để hạn chế chói loá người ta đưa ra một đại lượng gọi là “chỉ số chói loá”, ký hiệu bằng chữ G, được xác định:

$$G = ISL + 0,97 \lg(L_{tb}) + 4,41 \lg(h') - 1,46 \lg(P)$$

Trong đó : -  $L_{tb}$  là độ chói trung bình của đường phố.

-  $h'$  là độ cao của đèn so với mắt người;  $h' = h - 1,5m$

- P số lượng đèn trên 1km đường

- ISL: chỉ số riêng của đèn, do nhà sản xuất cung cấp;  $ISL = 3 \div 6$

Theo thực nghiệm: - G = 1 chói loá quá mức chịu đựng

- G = 9 không cảm thấy chói loá

- G = 5 chói loá ở mức chịu được

Theo TCXDVN 259 : 2001 thì đường giao thông phải dùng bộ đèn có  $G \geq 4$  còn theo tiêu chuẩn CIE thì  $G \geq 5$ . Nếu hai bên đường có ánh sáng phụ (ví dụ ánh sáng quảng cáo, ánh sáng nhà dân...) thì có tác dụng làm giảm ảnh hưởng của sự chói loá của đèn đường tới người lái xe. Khi thiết kế chiếu sáng đường cần lưu ý đặc điểm này để có thể giảm giá trị của G.

### 2.2.7. Chiếu sáng vỉa hè 5

\* Theo TCVN quy định thì:

- Các đường mà có hè đường  $\geq 5m$  thì phải tăng cường chiếu sáng để bảo vệ

+  $E_{tb} > 31lx$  và  $U_o \geq 0,25$

+ Độ chói  $l_d \leq 2000 \text{ cd/m}^2$ .

- Nếu vỉa hè có độ rộng  $\leq 5m$  thì có thể có hoặc ko cần chiếu sáng thêm (chỉ chiếu sáng khi có yêu cầu đặc biệt).

Tính chiếu sáng vỉa hè nhờ hệ thống đèn đường :  $f_u = f_1 - f_2$ .

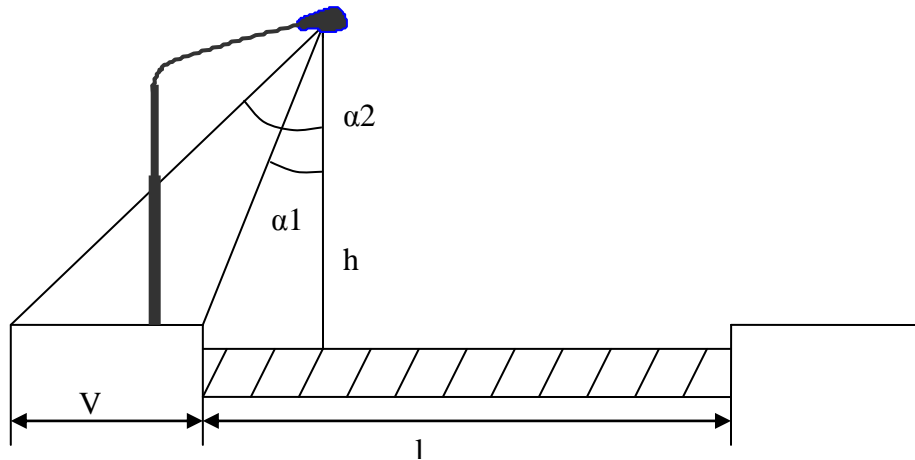
Tính  $tg\alpha_1 \rightarrow f_1$

$tg\alpha_2 \rightarrow f_2$

$\Rightarrow E_{vh}$  là độ rọi do hệ thống chiếu sáng lòng đường cấp .

$$E_{1vh} = \frac{\Phi_{vh}}{S_{vh}} = \frac{\Phi_{vh}}{e.v}$$

$$\Phi_{vh} = f_u.v.\Phi_{đ}$$



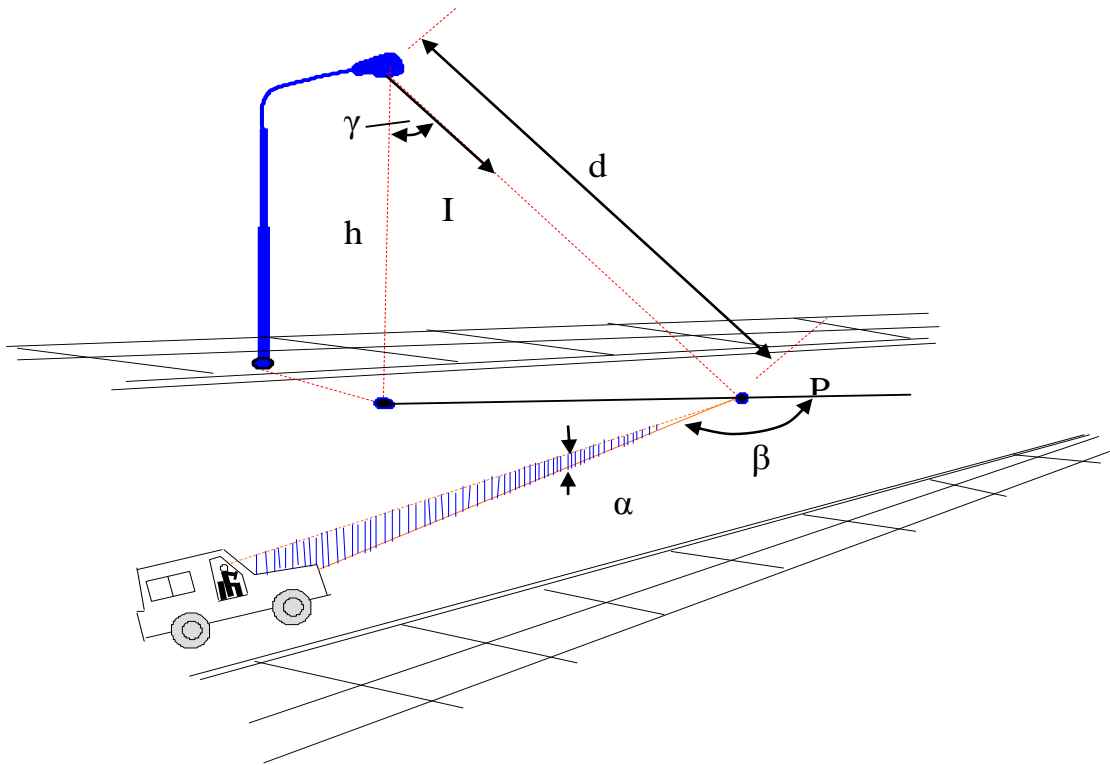
Hình 2.10: Độ rọi vỉa hè do chiếu sáng lòng đường cấp

- Xác định độ rọi còn thiếu bổ xung :  $E_{2vh} = E_{ycvh} - E_{1vh}$ . Độ rọi này cần được thiết kế và bổ xung bằng hệ thống tăng cường của vỉa hè .

### 2.3. PHƯƠNG PHÁP ĐỘ CHÓI ĐIỂM

Phương pháp tỉ số R mới tính đến độ rọi trung bình trên mặt đường, chưa xét đến độ chói từng điểm trong tâm nhìn của người lái xe. Độ chói này phải thoả mãn tiêu chuẩn về độ đồng đều chung và độ đồng đều dọc trục đường. Do vậy phương pháp tỉ số R chủ yếu để dùng thiết kế sơ bộ nhằm bố trí đèn ban đầu.

Để khắc phục nhược điểm, đồng thời kiểm tra giải pháp thiết kế thực hiện theo phương pháp tỉ số R người ta phải sử dụng đến phương pháp độ chói điểm và phải có sự trợ giúp của máy tính vì khối lượng tính toán lớn.



Hình 2. 11: Xác định độ chói 1 điểm trên mặt đường do 1 đèn gây ra

### 2.3.1. Độ chói của một điểm trên mặt đường

Lớp phủ mặt đường nói chung không có tính chất phản xạ khuếch tán đều (tuân theo định luật Lambert) mà có tính chất phản xạ hỗn hợp, tức là độ chói nhìn theo các hướng khác nhau thì khác nhau.

Xét điểm P trên mặt đường trong tầm quan sát của người lái xe được chiếu sáng bởi 1 đèn như trên hình 2.10. Hệ số phản xạ tại điểm này phụ thuộc các yếu tố sau đây :

- Góc nhìn của người lái xe  $\alpha$ .
- Góc lệch khi quan sát  $\beta$ .
- Góc tia sáng tới điểm P là  $\gamma$  (tức là góc kinh tuyến của bộ đèn).

Công thức định luật Lambert cho phản xạ khuếch tán đều là  $L = \frac{\rho}{\pi} E$

nhưng mặt đường không tuân theo định luật này nên mối quan hệ giữa độ chói L và độ rọi E phải là  $L = qE$ , trong đó  $q = q(\alpha, \beta, \gamma)$

Tầm nhìn của người lái xe 60 - 170m tương ứng với góc quan sát  $\alpha = 1,4^0 - 0,5^0$ , do đó có thể coi tầm quan sát trung bình  $\alpha \approx 1^0 = \text{const}$ , như vậy  $q = q(\beta, \gamma)$ .

Theo định luật tỉ lệ nghịch bình phương ta có độ rọi tại điểm P là

$$E = \frac{I}{d^2} \cos\gamma = \frac{I}{\left(\frac{h}{\cos\gamma}\right)^2} \cos\gamma = \frac{I}{h^2} \cos^3\gamma$$

Do đó độ chói tại điểm P do 1 đèn gây ra là :

$$L = q(\beta, \gamma).E = q(\beta, \gamma). \frac{I}{h^2} \cos^3\gamma = R(\beta, \gamma) \frac{I}{h^2}$$

Hệ số  $R(\beta, \gamma) = q(\beta, \gamma)\cos^3\gamma$  gọi là hệ số độ chói quy đổi được xác định bằng thực nghiệm. Giá trị này phụ thuộc vào tính chất của mặt đường và được lập thành bảng để sử dụng. Sau đây ta xem xét tính chất quang học của các lớp phủ mặt đường khác nhau.

### 2.3.2. Phân loại các lớp phủ mặt đường

Tính chất phản xạ ánh sáng của mặt đường phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố như:

- Chất kết dính (nhựa đường, bê tông, bê tông asphalt,...)
- Cấp phối mặt đường (tỷ lệ vật liệu cấu thành)
- Kích thước hạt và màu của các loại vật liệu
- Công nghệ thi công lớp phủ (thủ công, trải thảm, ...)
- Sự mài mòn của xe cộ đi trên đường, bụi phủ mặt đường.
- Các điều kiện khí hậu (nhiệt độ, độ ẩm không khí trên mặt đường,...)

Từ những liệt kê trên ta thấy nếu xét về mặt quang học, mặt đường phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố có tính dao động lớn, điều đó nói lên mức độ phức tạp khi cần tính toán chính xác độ chói mặt đường. Do đó CIE thống nhất đưa ra 4 loại lớp phủ mặt đường tiêu chuẩn ký hiệu  $R_1 \div R_4$  dựa trên hai chỉ tiêu là độ nhìn rõ  $Q_0$  và các hệ số sử dụng  $S_1, S_2$ . Dưới đây trình bày về các hệ số này để tham khảo còn giá trị của  $R_1 \div R_4$  đã được lập thành bảng nên khi thiết kế ta chỉ việc tra bảng để sử dụng

a. Hệ số nhìn rõ  $Q_0$

$Q_0$  là giá trị trung bình của hệ số độ chói:

$$Q_0 = \frac{\int q \cdot d\Omega}{\int d\Omega}$$
 Lấy tích phân bán cầu trên với mỗi điểm tính toán trên

toàn bộ ô lưới.

$Q_0$  đặc trưng cho khả năng phản xạ trung bình của mặt đường, có giá trị từ 0,05 (mặt đường tối) đến 0,11 (mặt đường sáng).

b. Các hệ số sử dụng  $S_1, S_2$ :

$S_1$  là tỷ số giữa hệ số độ chói R tại điểm cách hình chiếu của đèn bằng 2 lần chiều cao và tại điểm cách hình chiếu của đèn bằng 2 lần chiều cao và tại điểm hình chiếu của đèn:  $S_1 = \frac{R(0,2)}{R(0,0)}$ . Như vậy  $S_1$  càng lớn thì mặt đường

càng sáng.

$$S_1 = \frac{Q_0}{R(0,0)}$$
 chỉ là hệ số trung gian để xác định giá trị  $S_1$

$R(0,0)$  ứng với điểm P là hình chiếu của đèn.

$R(0,2)$  ứng với điểm P nằm trên đường vuông góc với trục đường, đi qua trụ đèn và cách hình chiếu đèn 2 lần chiều cao.

Trong cả 2 trường hợp trên, hướng quan sát nằm trên phương độ vươn cần đèn

c. Các lớp phủ mặt đường

Căn cứ trên các chỉ tiêu  $Q_0, S_1, S_2$ , bằng thực nghiệm CIE phân cấp các lớp phủ mặt đường như sau :

Bảng 2.7: Phân cấp các lớp phủ mặt đường

Cấp	$S_1$	$S_1$ điển hình	$Q_0$ điển hình
R <sub>1</sub>	< 0,45	0,25	0,10
R <sub>2</sub>	0,45 – 0,85	0,58	0,07
R <sub>3</sub>	0,85 – 1,35	1,11	0,07
R <sub>4</sub>	> 1,35	1,55	0,08

Mô tả cấu tạo các lớp phủ mặt đường :

- R<sub>1</sub> :

+ Đường có bitum < 15% vật liệu nhân tạo màu sáng hoặc 30% đá rất sáng.

+ Các viên sỏi đa số màu trắng hoặc 100% đá mà rất sáng

+ Đường bê tông xi măng

- R<sub>2</sub>:

+ Đường có bitum từ 10 - 15% mà trắng nhân tạo, nhiều hạt kích thước < 10mm.

+ Nhựa đường đang ở trạng thái còn mới sau khi thi công.

- R<sub>3</sub> : Bitum nguội có hạt < 10mm với kết cấu chắc

- R<sub>4</sub> : Đường nhựa sau nhiều tháng sử dụng

### **2.3.3. Tính toán độ chói và độ rọi điểm**

- Mạng lưới tính toán: là một lưới hình chữ nhật nằm giữa hai cột liền kề dọc theo trục đường, cạnh đầu tiên của hình chữ nhật nằm ngang hàng với cột đèn thứ nhất (hình 2.12).

Nếu bố trí hai bên so le thì hai cột liền kề có tính cả các cột ở hai bên. Mật lưới được xác định như sau : theo phương trục đường, bắt đầu từ cột gần với vị trí quan sát nhất (trên hình 2.12 là cột đèn số 3) lấy bề rộng ô lưới khoảng 3 - 5m, theo phương ngang đường lấy bề rộng ô lưới bằng 1/3 bề rộng của mỗi làn đường.

Trong TCXDVN259: 2001 có hướng dẫn cách chia mạng lưới theo chiều dọc như sau :

+ Khi  $e \leq 18m$  thì lấy 3 điểm với khoảng cách lưới  $\leq e/3$ .

+ Khi  $18 < e \leq 36m$  thì lấy 6 điểm với khoảng cách lưới  $\leq e/6$ .

+ Khi  $36 < e \leq 54m$  thì lấy 6 điểm với khoảng cách lưới  $\leq e/9$ .

Quy định này xác định độ rộng tối đa của ô lưới, do đó muốn chính xác hơn ta cần chia ô lưới càng nhỏ càng tốt. Mỗi mạng lưới tính toán có thể có 1

cột đèn nằm trong mạng lưới nếu phép chia  $e$  cho bề rộng ô lưới không phải là số nguyên (ví dụ  $31\text{m}/5\text{m} = 6$  điểm còn dư 1) hoặc 2 cột đèn nếu chia  $e$  cho bề rộng ô lưới là số nguyên (ví dụ  $35\text{m}/5\text{m} = 7$  điểm)

- Vị trí quan sát: theo phương trục đường vị trí quan sát cách cột đèn đầu tiên 60m (trong tầm nhìn của lái xe), theo phương ngang đường vị trí quan sát cách mép đường  $1/4$  bề rộng toàn bộ lòng đường (có thể nằm phía bên trái hoặc bên phải đường). Tại vị trí quan sát người lái xe nhìn toàn bộ các điểm trong mạng lưới.

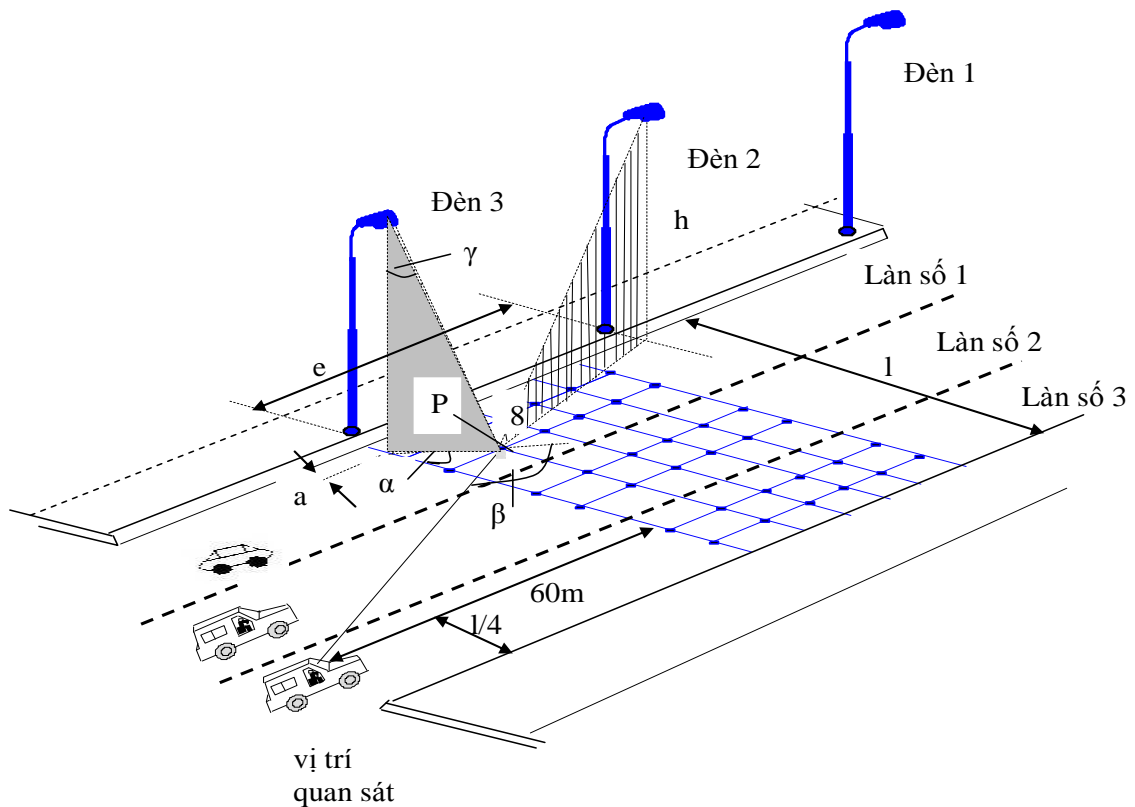
Độ rọi tại điểm P do 3 đèn gây ra xác định theo công thức:

$$E_3 = \frac{I_3}{h^2} \cos^3 \gamma$$

Độ rọi tại điểm P do 3 đèn gây ra xác định theo công thức:

$$L_3 = R(\beta, \gamma) \frac{I_3 \varphi, \gamma}{h^2}$$

Trong đó R được tra theo bảng tùy vào loại đường, h là độ cao treo đèn đã biết. Riêng giá trị  $I_3$  do nhà chế tạo cung cấp dưới dạng bảng tra hoặc tính từ đường cong trắc quang. Giá trị của  $I_3$  là hàm số hai biến số  $I_3(\varphi, \gamma)$ , trong đó  $\gamma$  là góc kinh tuyến còn  $\varphi$  là góc vĩ tuyến



Hình 2.12: Ô lưới tính toán độ chói và vị trí quan sát

Độ rọi (hoặc độ chói) tính toán tại bất kỳ điểm nào thuộc mắt lưới bằng tổng độ rọi (hoặc độ chói) do tất cả các đèn nằm trong mạng lưới rọi đến cộng với tổng độ rọi (hoặc độ chói) của tất cả các đèn ở trước và sau mạng lưới có ảnh hưởng đến điểm này (lưu ý nếu bố trí đèn hai bên đường thì phải xét cả hai hàng đèn). Để xem xét đèn nào nằm bên ngoài mạng lưới ảnh hưởng đến điểm đang tính toán ta phải xác định độ rọi (hoặc độ chói) do đèn đó chiếu đến, nếu giá trị này rất bé không ảnh hưởng đến kết quả tính toán thì ta không xét ảnh hưởng của nó.

Ví dụ trên hình 2.12 ta xét điểm 8 có đèn 3 nằm trong mạng lưới, giả thiết các đèn 1, 2, 4 có ảnh hưởng đến điểm 8, ngoài ra các đèn còn lại không ảnh hưởng. Như vậy ta có độ chói tổng là:

$$L_8 = L_8(\text{đèn1}) + L_8(\text{đèn2}) + L_8(\text{đèn3}) + L_8(\text{đèn4})$$

và độ rọi tổng là:

$$E_8 = E_8(\text{đèn1}) + E_8(\text{đèn2}) + E_8(\text{đèn3}) + E_8(\text{đèn4})$$

Qua ví dụ trên ta thấy khối lượng tính toán độ chói và độ rọi tại tất cả các điểm của ô lưới là khá lớn, nếu tính bằng tay mất rất nhiều thời gian và công sức nhưng nhờ sự trợ giúp của máy tính nên trở ngại này không cần quan tâm.



### Chương III

## THIẾT KẾ CHIẾU SÁNG CẦU BÍNH – HẢI PHÒNG

\* Hệ số suy giảm quang thông của bóng đèn sau 1 năm sử dụng:

$$V = V_1 \cdot V_2$$

Trong đó:

+  $V_1$  : Sự già hoá của bộ đèn theo thời gian sử dụng. Hệ số này có thể do nhà chế tạo cung cấp. Tuy nhiên ta có thể xác định theo bảng sau:

Bảng 3.1: Sự già hóa của bộ đèn theo thời gian sử dụng

Thời gian sử dụng thực tế của đèn	Hệ số $V_1$			
	Sodium cao áp	Đèn ống huỳnh quang	Bóng huỳnh quang	Sodium thấp áp
3000h	0,95	0,90	0,85	0,85
6000h	0,90	0,85	0,80	0,80
9000h	0,85	0,80	0,75	

Thời gian sử dụng thực tế của đèn là:  $10.365 = 3650$  h. Với đèn sodium cao áp thì  $V_1 = 0,95$

+  $V_2$  : Sự bám bẩn của hạt bụi trong không khí. Được xác định theo điều kiện môi trường nơi lắp đặt đèn như bảng sau:

Bảng 3.2: Hệ số  $V_2$  của của bóng đèn

Kiểu bộ đèn	Hệ số $V_2$	
	Không có chụp	Có chụp
Loại môi trường		
Bị ô nhiễm	0,65	0,70
Không ô nhiễm	0,90	0,95

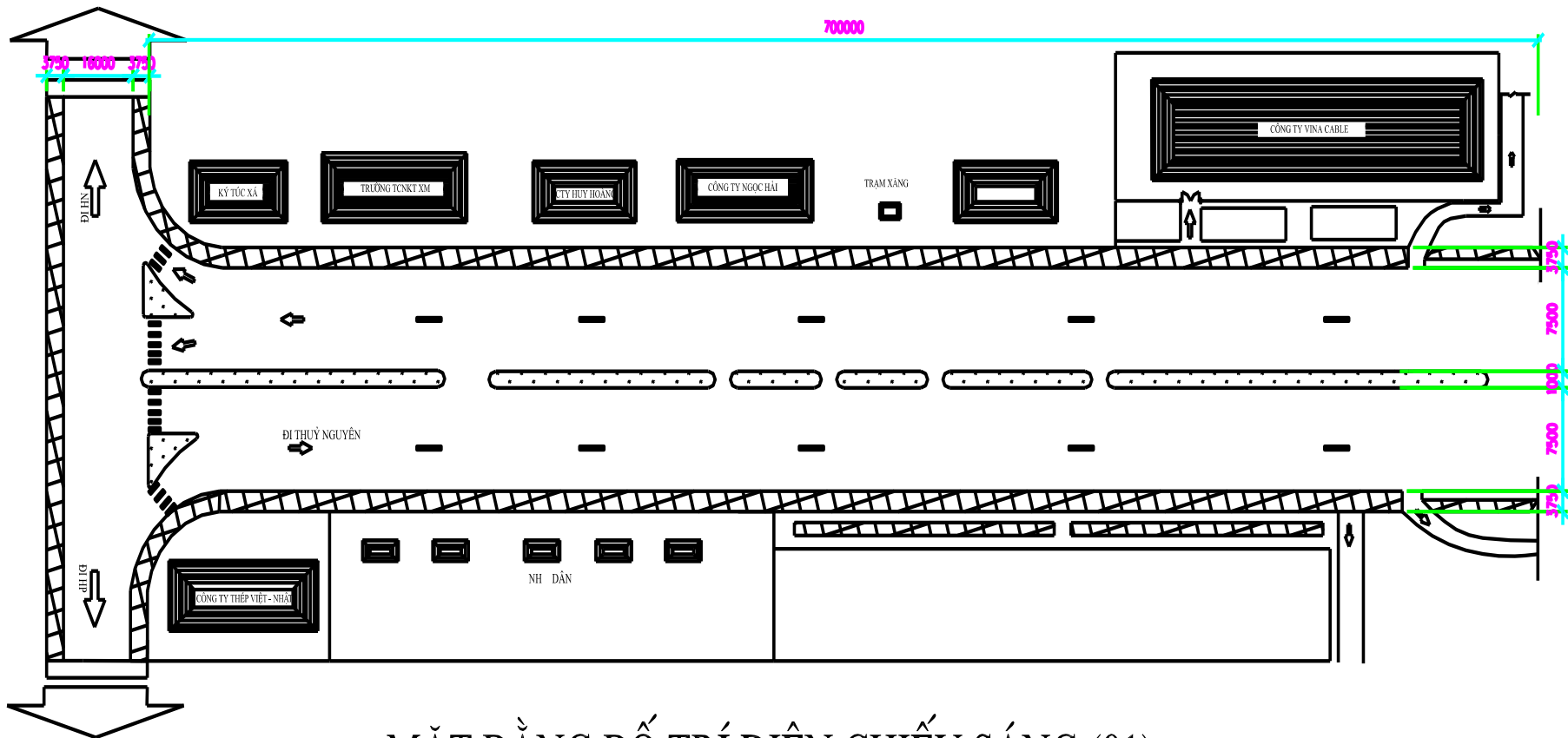
Với bộ đèn có chụp và môi trường không bị ô nhiễm nên ta có  $V_2 = 0,95$

Như vậy ta tính được hệ số suy giảm quang thông  $V$  sau một năm sử dụng:  $V = V_1.V_2 = 0,95.0,95 = 0,9$

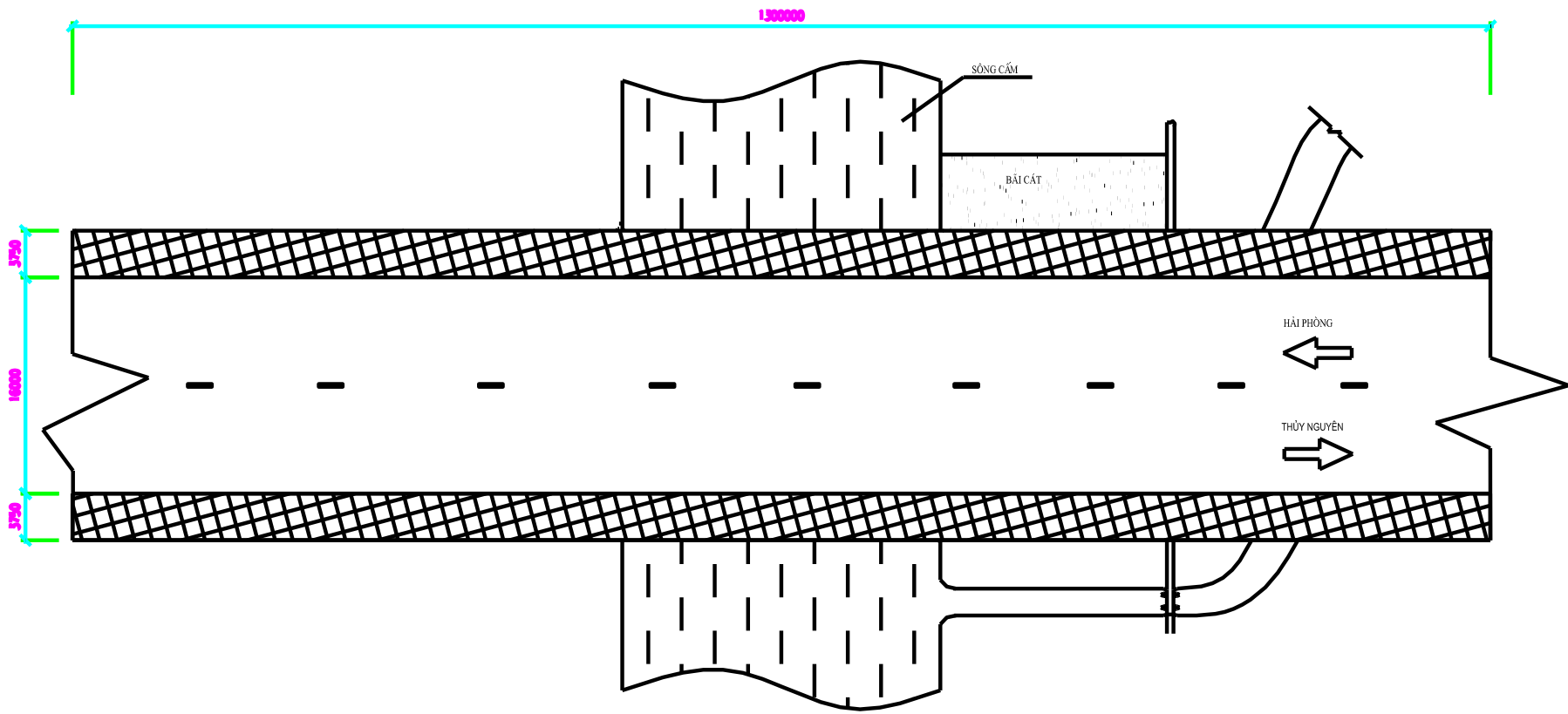
### **3.1. THIẾT KẾ LẮP ĐẶT ĐÈN TRÊN GIẢI PHÂN CÁCH TRUNG TÂM (PHƯƠNG ÁN 1)**

#### **\* Các thông số hình học của mặt bằng thiết kế**

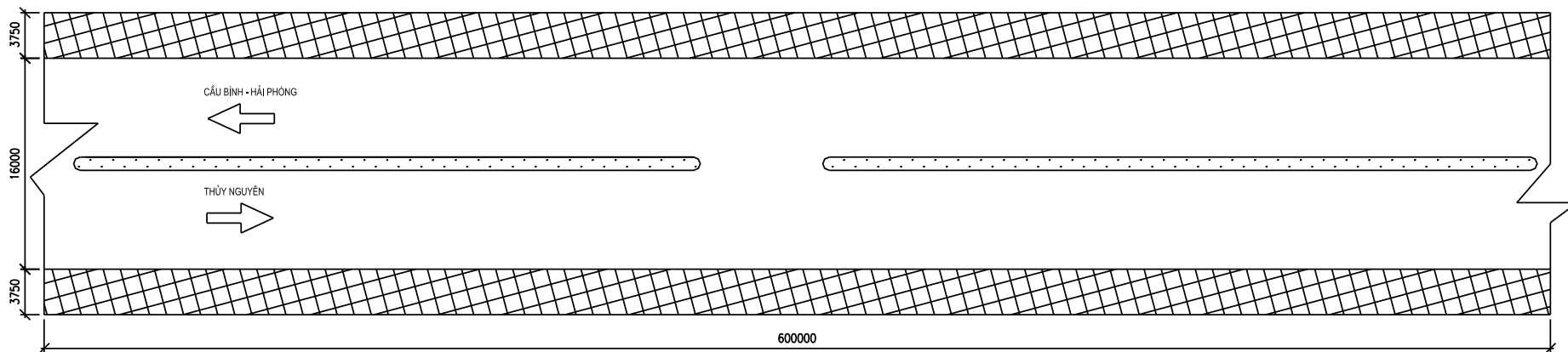
- Chiều rộng lòng đường:  $l = 23,5\text{m}$
- Chiều dài thân cầu:  $1300\text{m}$
- Chiều dài mặt đường hai bên chân cầu:
  - + Bên Hải Phòng:  $700\text{m}$
  - + Bên Thủy Nguyên:  $600\text{m}$
- Lớp phủ mặt đường nhựa: Trung bình
- Cấp chiếu sáng: A
- Sơ đồ mặt bằng :



MẶT BẰNG BỐ TRÍ ĐIỆN CHIẾU SÁNG (01)



MẶT BẰNG BỐ TRÍ ĐIỆN CHIẾU SÁNG (02)



MẶT BẰNG BỐ TRÍ ĐIỆN CHIẾU SÁNG(03)

- *Tính toán thiết kế đèn chân cầu bên Hải Phòng :*

- Ta chọn độ vươn cần đèn:  $S = 1,2 \text{ m}$

- Xác định thông số hình học bố trí theo tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam (TCXDVN)259: 2001.

- Tra bảng độ chói yêu cầu của TCXDVN 259: 2001 với đường cấp A, lưu lượng xe từ 1000 ÷ 3000(xe/ h) thì :  $L_{tb} = 1,2 \text{ (cd / m}^2\text{)}$

$\frac{e}{h} \leq 3,5$  : Điều kiện độ cao treo đèn cực đại  $15^\circ$

$l \leq h$  : Điều kiện đảm bảo độ đồng đều (l: bề rộng dải phân cách)

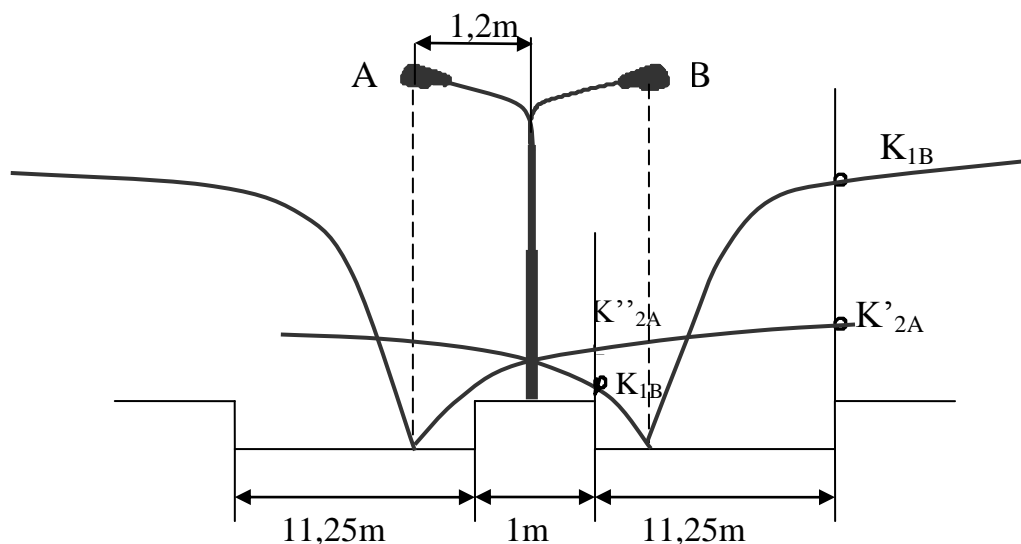
- Do đường đôi hời mĩ quan nên độ cao treo đèn tối thiểu:  $h = 10 \text{ m}$

- Do tính chất đối xứng ta chỉ xét một bên phải, kết quả tính được áp dụng cho bên trái.

- Xác định thông số hình học bố trí theo TCXDVN 259: 2001, theo độ cao treo đèn cực đại ta có:  $e_{\max} = 3,5.h = 3,5.10 = 35 \text{ (m)}$

- Số cột đèn cần lắp là:  $\frac{700}{35} + 1 = 21 \text{ (cột)}$ .

+ Tính toán hệ số sử dụng :



Hình 3.2: Bố trí đèn trên giải phân cách

- Vì đề bài không cho đường cong hệ số sử dụng để tra hệ số  $K_A$  và  $K_B$  nên ta tính gần đúng theo công thức trong TCXDVN259 : 2001 như sau :

- Với cách bố trí đèn như trên ta có :

$$K = K_B + K_A = (K_{1B} + K_{2B}) + (K'_{2A} - K''_{2A})$$

- Với đèn A chỉ có nhánh  $K_2$  ảnh hưởng đến tuyến đường bên phải

$$L'_{2A} = 11,25 + 1,2 - 0,5 = 11,95 \text{ (m)}$$

$$\Rightarrow \frac{l'_{2A}}{h} = \frac{11,95}{10} = 1,195$$

$$L''_{2A} = 1,2 + 0,5 = 1,7 \text{ (m)}$$

$$\Rightarrow \frac{l''_{2A}}{h} = \frac{1,7}{10} = 0,17$$

- Ta chọn đèn sodium áp suất cao vỏ thủy tinh mờ, độ nghiêng  $15^0$ .

Theo TCXDVN 259: 2001 với

$$\frac{l}{h} = 0,5 \text{ thì } K = 0,2$$

$$\frac{l}{h} = 0,1 \text{ thì } K = 0,25$$

Bằng cách nội suy ta có :

$$K'_{2A} = f\left(\frac{l'_{2A}}{h}\right) = 0,2 + (0,25 - 0,2) \frac{(1,195 - 0,5)}{(1 - 0,5)} = 0,27$$

$$K''_{2A} = f\left(\frac{l''_{2A}}{h}\right) = 0,2 + (0,25 - 0,2) \frac{(0,17 - 0,5)}{(1 - 0,5)} = 0,167$$

- Đèn B có cả nhánh  $K_1$  và  $K_2$  đều ảnh hưởng đến tuyến đường bên phải.

$$L_{1B} = 11,25 - (1,2 - 0,5) = 10,55 \text{ (m)}$$

$$\Rightarrow \frac{l_{1B}}{h} = \frac{10,55}{10} = 1,055$$

$$L_{2B} = 1,2 - 0,5 = 0,7 \text{ (m)} \Rightarrow \frac{l_{2B}}{h} = \frac{0,7}{10} = 0,07$$

Bằng phương pháp nội suy ta có :

$$K_{1B} = f\left(\frac{l_{1B}}{h}\right) = 0,2 + (0,25 - 0,2) \frac{(1,055 - 0,5)}{(1 - 0,5)} = 0,2555$$

$$K_{2B} = f\left(\frac{l_{2B}}{h}\right) = 0,2 + (0,25 - 0,2) \frac{(0,07 - 0,5)}{(1 - 0,5)} = 0,157$$

Như vậy ta có :

$$\begin{aligned} K &= (K_{1B} + K_{2B}) + (K'_{2A} - K''_{2A}) \\ &= (0,2555 + 0,157) + (0,27 - 0,167) = 0,5155 \end{aligned}$$

Chọn đèn:

Tra bảng với mặt đường nhựa trung bình, đèn bán rộng có  $R = 14$

$$\text{Quang thông của đèn là: } \Phi = \frac{l.e.L_{tb}R}{VK} \quad 3$$

$$\Phi = \frac{11,25.35.1,2.14}{0,9.0,5155} = 14258 \text{ lm}$$

Tra phụ lục ta chọn đèn cao áp bầu dục hình trụ có công suất: 150W – 14000 lm. Quang thông tính toán lớn hơn quang thông của đèn không đáng kể nên ta có thể bỏ qua.

$$\text{Số lượng cột trên 1 km là : } p = 1000/35 + 1 = 30$$

Kiểm tra tỷ số tiện nghi G :

$$\begin{aligned} G &= SIL + 0,971g_{L_{tb}} + 4,411g_{h'} - 1,461g_p \\ &= 3,3 + 0,971g_{1,2} + 4,411g_{(10 - 1,5)} - 1,461g_{30} = 5,32 \end{aligned}$$

Tính độ rọi trung bình

$$E_{tb} = \frac{\Phi.V.K}{l.e} = \frac{14000.0,9.0,5155}{11,25.35} = 16,5 \text{ lx}$$

Công suất trên đoạn chân cầu phía bên Hải Phòng: Công suất mỗi bộ đèn 160W (gồm đèn sodium cao áp 150W, chấn lưu 10 W)

$$\Rightarrow P_{11} = 21.2.160 = 6720 \text{ W}$$

Với cách bố trí đèn trên dải phân cách trung tâm đối với cầu và chân cầu phía bên Thủy Nguyên ta có các thông số lắp đặt đèn như sau :



- Lắp đặt đèn trên cầu Bình:

+ Sử dụng đèn cao áp sodium bầu dục hình trụ có công suất 150w – 14000 lm. Chiều cao treo đèn 10 (m).

+ Số lượng cột đèn cần lắp đặt là:  $\frac{1300}{35} + 1 = 38$  (cột)

+ Công suất:  $P_{12} = 38.2.160 = 12160$  W

- Lắp đặt đèn chân cầu bên Thủy Nguyên:

+ Sử dụng đèn cao áp sodium bầu dục hình trụ có công suất 150w – 14000 lm. Chiều cao treo đèn 10 (m).

+ Số lượng cột đèn cần lắp đặt là:  $\frac{600}{35} + 1 = 18$  (cột)

+ Công suất :  $P_{13} = 18.2.160 = 5760$  W

=> Tổng công suất:

$$\sum P_1 = P_{11} + P_{12} + P_{13} = 6720 + 12160 + 5760 = 24640 \text{ W} = 24,64 \text{ KW}$$

### **3.2. THIẾT KẾ LẮP ĐẶT ĐÈN HAI BÊN ĐƯỜNG ĐỐI DIỆN (PHƯƠNG ÁN 2)**

Các thông số mặt bằng thiết kế tương tự như phân trên

- *Tính toán thiết kế đèn chân cầu bên Hải Phòng:*

- Ta chọn độ vưon cần đèn  $S = 2,4$  m

- Xác định thông số hình học bố trí theo tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam (TCXDVN)259: 2001.

- Tra bảng độ chói yêu cầu của TCXDVN 259: 2001 với đường cấp A, lưu lượng xe từ 1000 ÷ 3000(xe/ h) thì :  $L_{tb} = 1,2$  (cd / m<sup>2</sup>)

+  $\frac{e}{h} = 3,5$  : Điều kiện độ cao treo đèn cực đại

+  $l > 1,5h$  : Điều kiện đảm bảo độ đồng đều

Với điều kiện đảm bảo độ đồng đều:

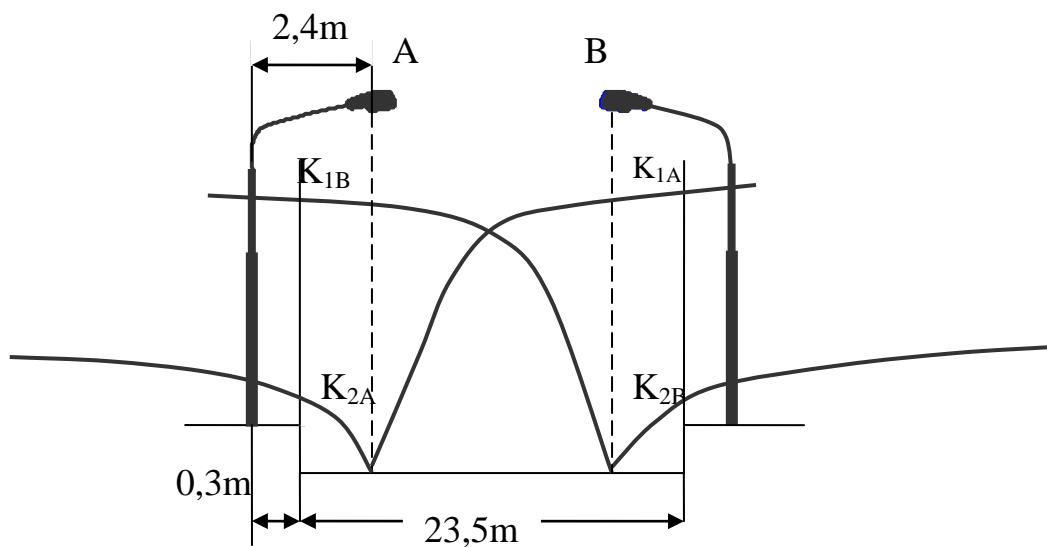
$$h < \frac{l}{1,5} = \frac{23,5}{1,5} = 15,67 \text{ (m)}$$

Ta chọn  $h = 15$  m để phù hợp với loại hiện có trên thị trường. Do đó  $e_{\max} = 3,5h = 3,5 \cdot 15 = 52,5$  (m). Ta chọn  $e = 50$  (m)

Số cột đèn cần lắp đặt là:  $\frac{700}{50} + 1 = 15$  đèn

+ Tính toán hệ số sử dụng:

Để nâng cao hệ số sử dụng của bộ đèn, bố trí cột đèn nằm trên vỉa hè cách mép đường 0,3m. Như vậy, do  $S > 0,3$ m nên hình chiếu của đèn nằm trên mặt đường như hình vẽ:



Bố trí đèn hai bên đối diện

Vì hai đèn là đối xứng nên:  $K = 2K_A = 2(K_{1A} + K_{2A})$

Hình chiếu của đèn nằm trên mặt đường nên cả nhánh  $K_{1A}$  và  $K_{2A}$  đều ảnh hưởng xuống nền đường

$$l_{1A} = 23,5 - (2,4 - 0,3) = 21,4 \text{ (m)}$$

$$\Rightarrow \frac{l_{1A}}{h} = \frac{21,4}{15} = 1,4$$

$$l_{2A} = 2,4 - 0,3 = 2,1 \text{ (m)}$$

$$\Rightarrow \frac{l_{2A}}{h} = \frac{2,1}{15} = 0,14$$

Ta chọn đèn sodium áp suất cao vỏ thủy tinh mờ, độ nghiêng  $15^0$ . Theo TCXDVN 259: 2001 với

$$\frac{l}{h} = 0,5 \text{ thì } K = 0,2$$

$$\frac{l}{h} = 0,1 \text{ thì } K = 0,25$$

Bằng phương pháp nội suy ta có :

$$K_{1A} = f\left(\frac{l_{1A}}{h}\right) = 0,2 + (0,25 - 0,2) \frac{(1,4 - 0,5)}{(1 - 0,5)} = 0,29$$

$$K_{2A} = f\left(\frac{l_{2A}}{h}\right) = 0,2 + (0,25 - 0,2) \frac{(0,14 - 0,5)}{(1 - 0,5)} = 0,164$$

$$\Rightarrow K = 2(K_{1A} + K_{2A}) = 2(0,29 + 0,164) = 0,91$$

Chọn đèn:

- Tra bảng với mặt đường trung bình, đèn bán rộng có  $R = 14$

$$\text{Quang thông của đèn là: } \Phi = \frac{l.e.L_{tb}R}{VK}$$

$$\Phi = \frac{23,5 \cdot 50 \cdot 1,2 \cdot 14}{0,9 \cdot 0,91} = 24103 \text{ lm}$$

Tra phụ lục đèn có áp sodium bầu dục hình trụ có công suất 250 W - 25000 lm. Quang thông tính toán lớn hơn quang thông của đèn không đáng kể nên ta có thể bỏ qua.

$$\text{Số lượng cột trên 1 km là : } p = 1000/50 + 1 = 21$$

Kiểm tra tỷ số tiện nghi G :

$$\begin{aligned} G &= SIL + 0,97 \lg L_{tb} + 4,41 \lg h' - 1,46 \lg p \\ &= 3,3 + 0,97 \lg 1,2 + 4,41 \lg (15 - 1,5) - 1,46 \lg 21 = 6,43 \end{aligned}$$

Tính độ rọi trung bình

$$E_{tb} = \frac{\Phi \cdot V \cdot K}{l.e} = \frac{25000 \cdot 0,9 \cdot 0,91}{23,5 \cdot 50} = 17,4 \text{ lx}$$

Công suất trên đoạn chân cầu phía bên Hải Phòng: Công suất mỗi bộ đèn 270W (gồm đèn sodium cao áp 250W, chấn lưu 20 W)

Công suất:  $P_{21} = 15.2.270 = 8100 \text{ W}$

Với cách bố trí đèn hai bên đối diện đối với cầu và chân cầu phía bên Thủy Nguyên ta có các thông số lắp đặt đèn như sau :

- *Lắp đặt đèn trên cầu Bình:*

+ Sử dụng đèn cao áp sodium bầu dục hình trụ có công suất 250W – 25000 lm. Chiều cao treo đèn 15 (m).

+ Số lượng cột đèn cần lắp đặt là:  $\frac{1300}{50} + 1 = 27$  đèn

+ Công suất:  $P_{22} = 27.2.270 = 14580 \text{ W}$

- *Lắp đặt đèn chân cầu bên Thủy Nguyên:*

+ Sử dụng đèn cao áp sodium bầu dục hình trụ có công suất 250W – 25000 lm. Chiều cao treo đèn 15 (m).

+ Số lượng cột đèn cần lắp đặt là:  $\frac{600}{50} + 1 = 13$  đèn

+ Công suất:  $P_{23} = 13.2.270 = 7020 \text{ W}$

=> Tổng công suất :

$\sum P_2 = P_{21} + P_{22} + P_{23} = 8100 + 14580 + 7020 = 29700 \text{ W} = 29,7 \text{ KW}$

### **3.3. LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN LẮP ĐẶT ĐÈN**

- *Lắp đặt đèn trên giải phân cách trung tâm:*

+ Sử dụng loại bộ đèn sodium cao áp, bầu dục hình trụ có công suất 150 W – 14000 lm, chấn lưu 10 W

+ Số lượng cột đèn cần lắp đặt: 77 cột

+ Khoảng cách giữa các cột đèn liên tiếp: 35m

+ Chiều cao treo đèn: 10 m

+ Độ vưon cần đèn:  $S = 1,2 \text{ m}$ , độ nghiêng  $15^0$

+ Tổng công suất của các bộ đèn  $\sum S_1 = 24,64 \text{ KW}$

- *Lắp đặt đèn hai bên đường đối diện:*

+ Sử dụng loại bộ đèn sodium cao áp, bầu dục hình trụ có công suất 250 W – 25000 lm, chấn lưu 20 W.

- + Số lượng cột đèn cần lắp đặt: 110 cột
- + Khoảng cách giữa các cột đèn liên tiếp: 50 m
- + Chiều cao treo đèn: 15 m
- + Độ vưon cần đèn:  $S = 2,4$  m, độ nghiêng  $15^0$
- + Tổng công suất của các bộ đèn  $\sum S_2 = 29,7$  KW

=> Để đảm bảo tính kinh tế và tiết kiệm năng lượng và tính thẩm mỹ trong thiết kế ta bố trí đèn như sau: Trên cầu đòi hỏi mỹ quan và trang trí cao nên ta chọn phương pháp bố trí đèn **hai bên đối diện**. Hai bên chân cầu do có nhiều cây cối hai bên đường và không đòi hỏi mỹ quan cao nên ta có thể chọn phương pháp bố trí đèn **trên giải phân cách trung tâm** để tiết kiệm kinh phí lắp đặt và điện năng tiêu thụ.

### 3.4. LỰA CHỌN MÁY BIẾN ÁP VÀ TIẾT DIỆN DÂY DẪN

#### 3.4.1. Lựa chọn máy biến áp

Với phương pháp bố trí đèn như trên, tổng công suất của các bộ đèn:

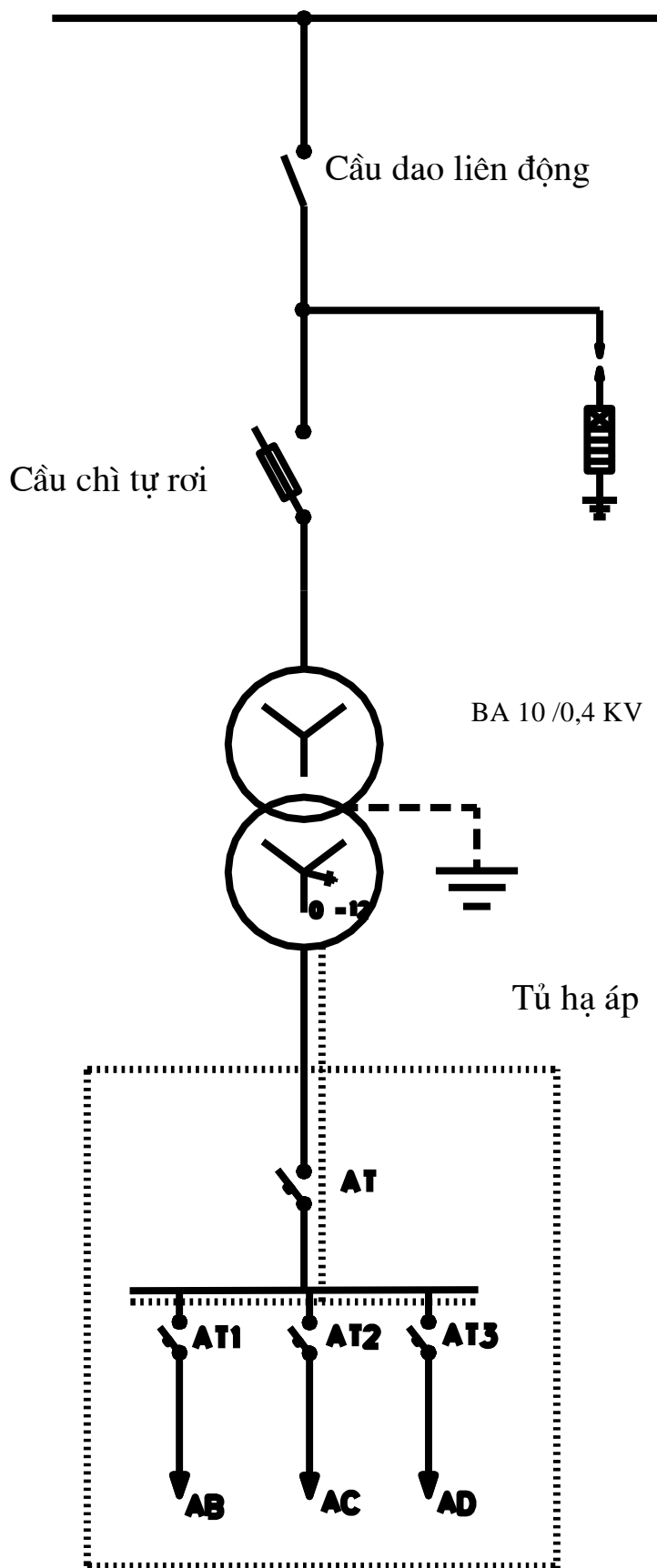
$$\sum P_t = P_{11} + P_{22} + P_{13} = 6720 + 14580 + 5760 = 27060 \text{ W} = 27,06 \text{ KW}$$

Vì hệ số công suất của bóng đèn tương đối cao nên ta chọn  $\cos\varphi = 0.95$ . Ta có công suất toàn phần:

$$\sum S = \frac{P_t}{\cos\varphi} = \frac{27,06}{0.95} = 28,5 \text{ KVA}$$

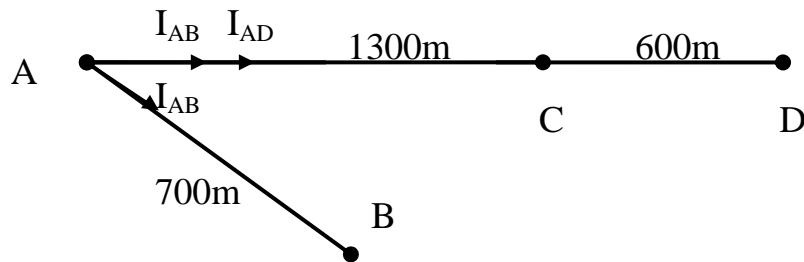
Tra sổ tay tra cứu, ta thấy loại TM 30/6 có công suất định mức  $S_{BA} = 30$  KVA, máy biến áp ba pha hai cuộn dây do Liên Xô chế tạo. Điện áp phía thứ cấp  $U = 0,4 \text{ KV} = 400 \text{ V}$

Đường dây trên không 10kV



### 3.4.2. Lựa chọn tiết diện dây dẫn

Mạch cung cấp là mạch ba pha hình sao có dây trung tính, các đèn được phân bố đều trên từng pha. Để đảm bảo điện áp rơi đến đèn cuối nhỏ hơn giá trị cho phép ta bố trí máy biến áp đặt tại chân cầu phía bên Hải Phòng. Ta có sơ đồ mạng chiếu sáng như sau:



Hình 3.4: Sơ đồ mạng chiếu sáng

#### a. Tiết diện dây dẫn đoạn chân cầu bên Hải Phòng (đoạn AB)

Dòng điện đầu đường dây:

$$I_{AB} = \frac{P_{11}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{6720}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = 10,2 \text{ A}$$

Điện áp rơi trên đoạn AB:

$$\Delta U = \sqrt{3} \frac{\rho}{F} \cdot I_{AB} \cdot \frac{l_{AB}}{2}$$

Với  $\Delta U = 2,5\%U = 10 \text{ V}$  và  $\rho = 22 \text{ } \Omega/\text{km}/\text{mm}^2$  ta tính được tiết diện:

$$F_{AB} \geq \sqrt{3} \frac{\rho}{\Delta U} \cdot I_{AB} \cdot \frac{l_{AB}}{2} = \sqrt{3} \frac{22}{10} \cdot 10,2 \cdot \frac{0,7}{2} = 13,6 \text{ mm}^2, \text{ chọn } F_{AB} = 14 \text{ mm}^2$$

#### b. Tiết diện dây dẫn của đoạn cung cấp cho cầu (đoạn AC)

Dòng điện đầu đường dây:

$$I_{AC} = \frac{P_{22}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{14580}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = 22 \text{ A}$$

Điện áp rơi trên đoạn AC:

$$\Delta U = \sqrt{3} \frac{\rho}{F} \cdot I_{AC} \cdot \frac{l_{AC}}{2}$$

Với  $\Delta U = 2,5\%U = 10 \text{ V}$  và  $\rho = 22 \text{ } \Omega/\text{km}/\text{mm}^2$  ta tính được tiết diện:

$$F_{AC} \geq \sqrt{3} \frac{\rho}{\Delta U} \cdot I_{AC} \cdot \frac{l_{AC}}{2} = \sqrt{3} \frac{22}{10} \cdot 22 \cdot \frac{1,3}{2} = 54 \text{ mm}^2, \text{ chọn } F_{AC} = 60 \text{ mm}^2$$

c. Tiết diện dây dẫn của đoạn cung cấp cho chân cầu bên Thủy Nguyên (đoạn AD)

Dòng điện đầu đường dây:

$$I_{AD} = \frac{P_{13}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{5760}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = 8,75 \text{ A}$$

Điện áp rơi trên đoạn AC:

$$\Delta U = \sqrt{3} \frac{\rho}{F} \cdot I_{AD} \cdot \left( \frac{l_{CD}}{2} + l_{AC} \right)$$

Với  $\Delta U = 2,5\%U = 10 \text{ V}$  và  $\rho = 22 \Omega / \text{km} / \text{mm}^2$  ta tính được tiết diện:

$$F_{AD} \geq \sqrt{3} \frac{\rho}{\Delta U} \cdot I_{AD} \cdot \left( \frac{l_{CD}}{2} + l_{AC} \right) = \sqrt{3} \frac{22}{10} \cdot 8,75 \cdot \left( \frac{0,6}{2} + 1,3 \right) = 53,3 \text{ mm}^2, \text{ chọn}$$

$$F_{AD} = 60 \text{ mm}^2$$

=> Để các tiết diện không chênh lệch ta chọn  $F_{AB} = F_{AC} = F_{AD} = 60 \text{ mm}^2$

Tiến hành kiểm tra  $\Delta U$  trên từng đoạn. Điện áp rơi  $\Delta U$  không được vượt quá  $2,5\%U_{dm} = 10 \text{ V}$

$$\Delta U_{AB} = \sqrt{3} \frac{\rho}{F_{AB}} \cdot I_{AB} \cdot \frac{l_{AB}}{2} = \sqrt{3} \frac{22}{60} \cdot 10 \cdot 2 \cdot \frac{0,7}{2} = 2,3 \text{ V}$$

$$\Delta U_{AC} = \sqrt{3} \frac{\rho}{F_{AC}} \cdot I_{AC} \cdot \frac{l_{AC}}{2} = \sqrt{3} \frac{22}{60} \cdot 22 \cdot \frac{1,3}{2} = 9,1 \text{ V}$$

$$\Delta U_{AD} = \sqrt{3} \frac{\rho}{F_{AD}} \cdot I_{AD} \cdot \left( \frac{l_{CD}}{2} + l_{AC} \right) = \sqrt{3} \frac{22}{60} \cdot 8,75 \cdot \left( \frac{0,6}{2} + 1,3 \right) = 8,9 \text{ V}$$

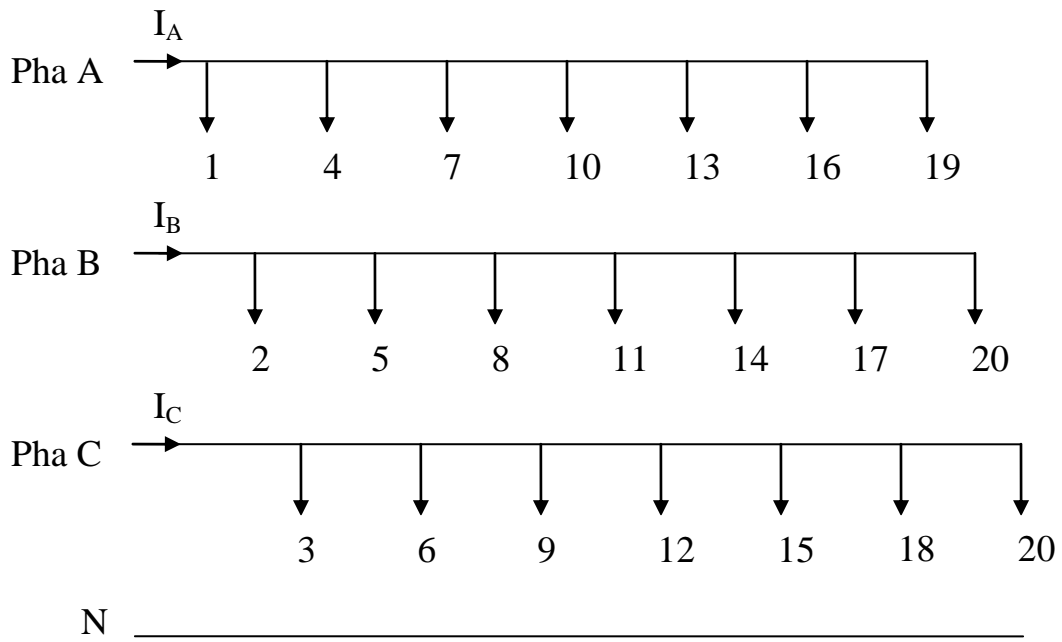
Các  $\Delta U$  đều thỏa mãn nên ta chọn tiết diện dây dẫn  $F = 60 \text{ mm}^2$

### 3.5. PHÂN PHA

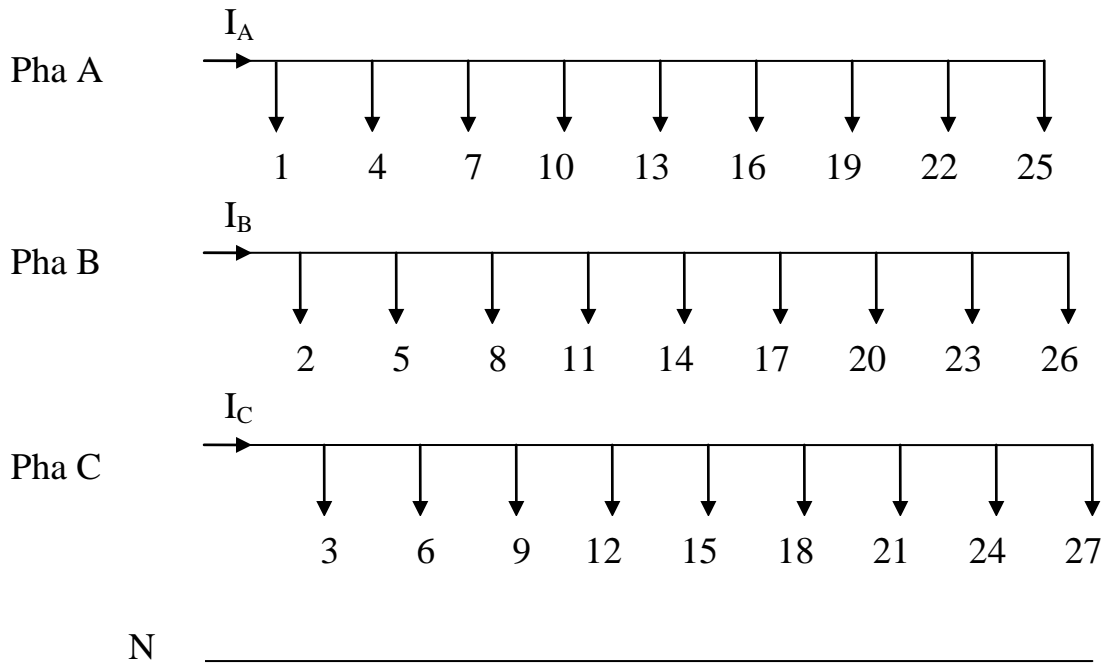
Mạch cung cấp là mạch ba pha hình sao có dây trung tính, các bóng đèn được phân bố đều cho từng pha.

+ Đoạn AB: 21 cột đèn. Bố trí đèn trên giải phân cách trung tâm, mỗi cột đèn có 2 đèn đối xứng nhau. Ta chia đều các cặp đèn cho các pha, như vậy ta có:

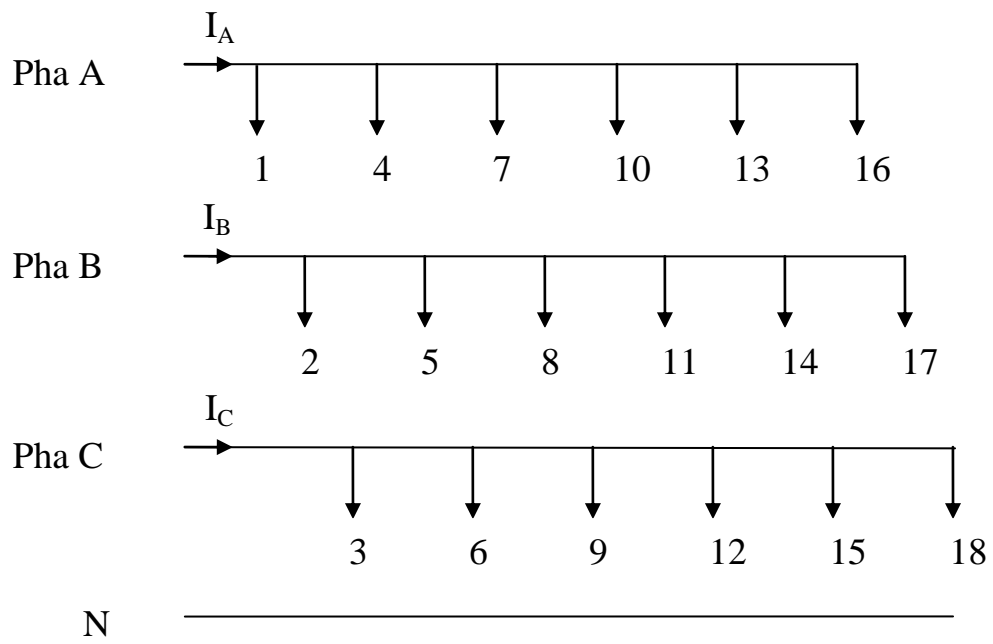




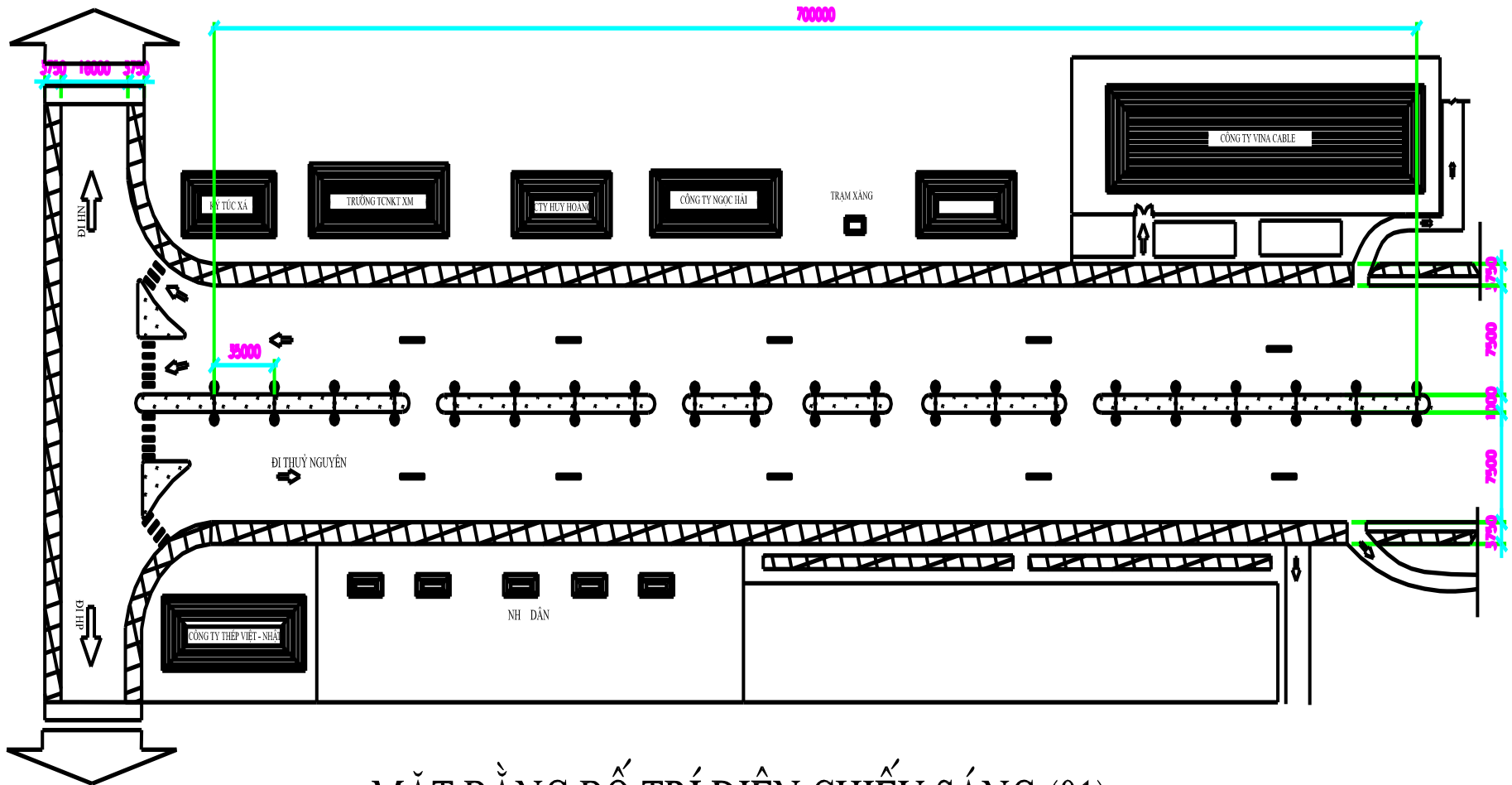
+ Đoạn AC: Bố trí đèn hai bên đối diện. Với 2 đèn đối diện nhau đầu nối vào 1 pha. Sơ đồ phân pha như sau:



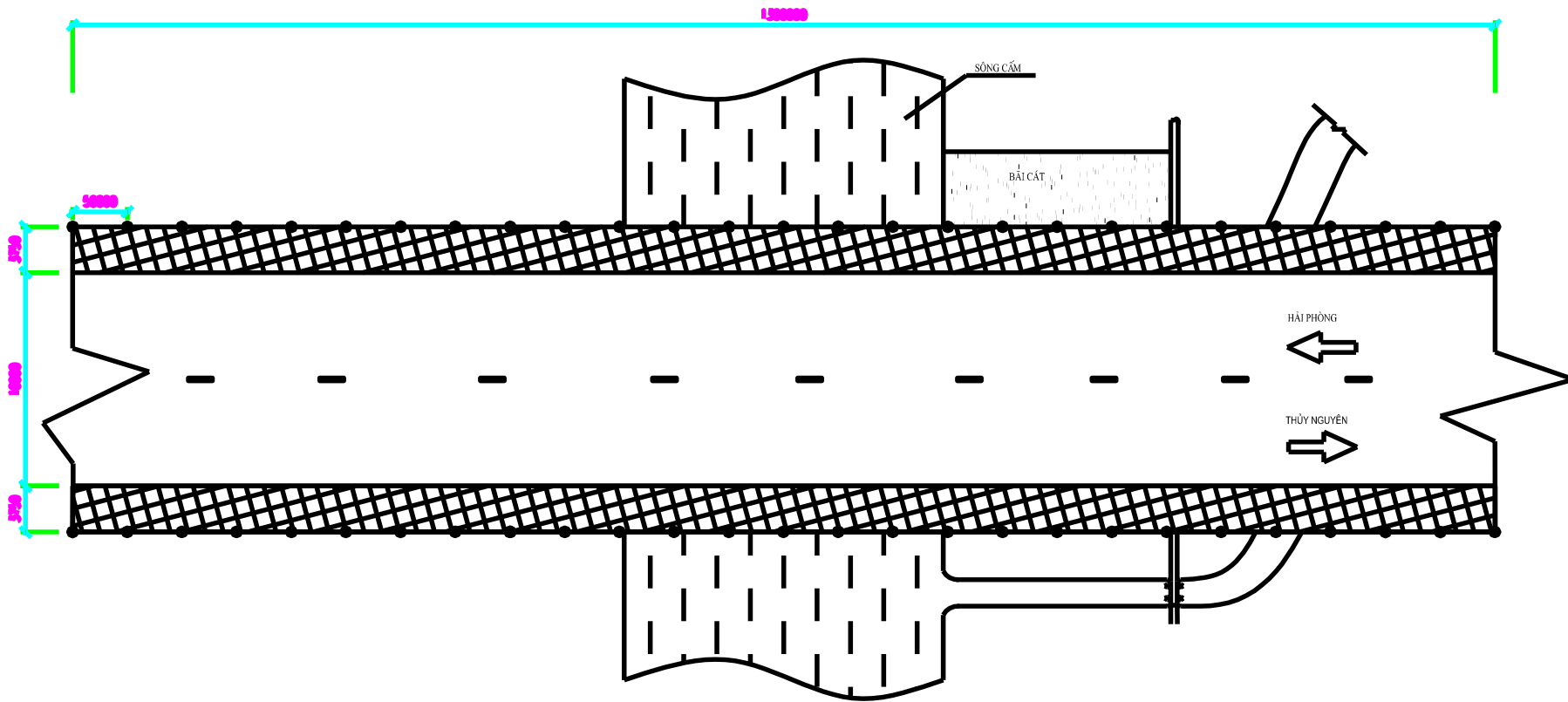
+ Đoạn AD: Tương tự đoạn AB ta có:



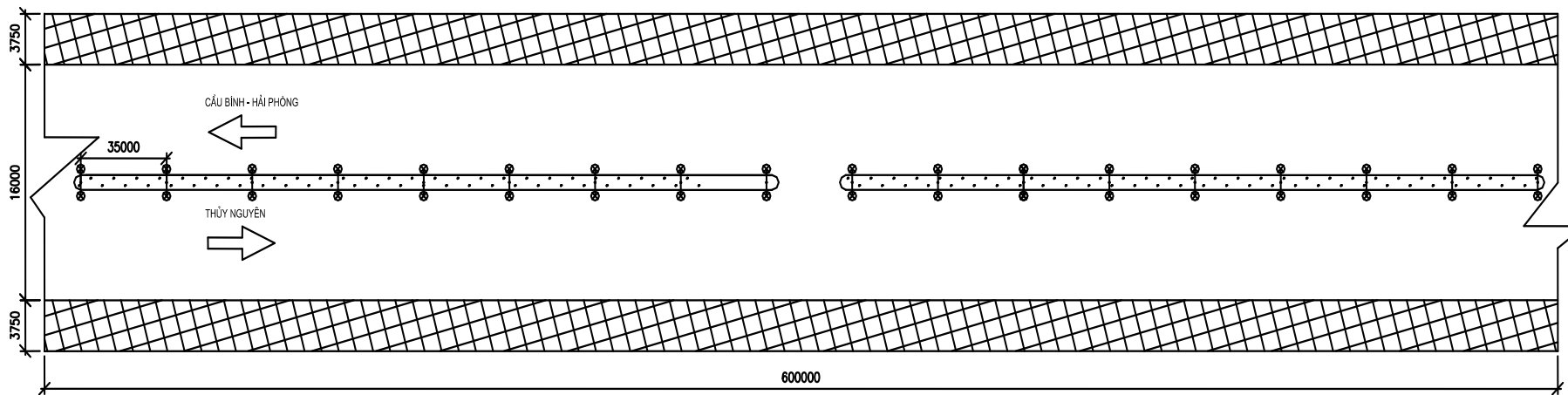
⇒ Bố trí đèn trên sơ đồ mặt bằng như sau:



MẶT BẰNG BỐ TRÍ ĐIỆN CHIẾU SÁNG (01)



MẶT BẰNG BỐ TRÍ ĐIỆN CHIẾU SÁNG (02)



MẶT BẰNG BỐ TRÍ ĐIỆN CHIẾU SÁNG (03)

## KẾT LUẬN

Sau 12 tuần làm đề án tốt nghiệp, nhờ sự giúp đỡ hướng dẫn tận tình của thầy giáo **Th.S Đặng Hồng Hải** cùng các thầy cô trong bộ môn và sự cố gắng tích cực của bản thân. Đến nay bản đề án của em đã được hoàn thành với ba chương:

Chương I : Tổng quan về chiếu sáng

Lịch sử chiếu sáng và vai trò của chiếu sáng đô thị, các đại lượng cơ bản đo ánh sáng, các định luật quang học và ứng dụng trong kỹ thuật chiếu sáng là nội dung được trình bày trong chương này.

Chương II : Các phương pháp thiết kế chiếu sáng

Trong chương này ta sơ lược về lịch sử các phương pháp, trình tự thiết kế và đi sâu tìm hiểu về hai phương pháp thiết kế chiếu sáng đường là phương pháp tỷ số R và phương pháp độ chói điểm.

Chương III : Thiết kế chiếu sáng cho cầu Bính –Hải Phòng

Chương ba với nội dung là tính toán thiết kế lắp đặt đèn cho cầu Bính và hai bên chân cầu, lựa chọn máy biến áp và tiết diện dây dẫn, phân các đèn cho ba pha điện áp.

Tuy bản thân đã có nhiều cố gắng nhưng do thời gian nghiên cứu không có nhiều và trình độ chuyên môn còn hạn chế nên không thể tránh khỏi những thiếu sót cần bổ xung và hoàn thiện. Vì vậy em kính mong nhận được sự góp ý của thầy cô giáo và các bạn để đề án này được hoàn thiện hơn.

Hải Phòng, ngày 6 tháng 7 năm 2009

Sinh viên thực hiện

Nguyễn Duy Thanh

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Đặng Văn Đào, Lê Văn Doanh (2008), *Kỹ thuật chiếu sáng – chiếu sáng tiện nghi và hiệu quả năng lượng*, Nhà xuất bản Khoa Học và kỹ thuật.
- [2]. Ngô Hồng Quang và Vũ Văn Tâm (2001), *Thiết kế cấp điện*, Nhà xuất bản Khoa Học và kỹ thuật.
- [3]. Nguyễn Mạnh Hà – Trường đại học kiến trúc Đà Nẵng (2 - 2009), *Bài giảng kỹ thuật chiếu sáng đô thị*.
- [4]. *Kỹ thuật chiếu sáng* – [www.google.com.vn](http://www.google.com.vn)
- [5]. *Giáo trình kỹ thuật chiếu sáng* – [www.google.com.vn](http://www.google.com.vn)
- [6]. Nguyễn Xuân Phú – Nguyễn Công Hiền – Nguyễn Bội khuê (2001), *Cung cấp điện*, Nhà xuất bản Khoa Học và kỹ thuật.