

ASPECTE PRIVIND ILUMINATUL PUBLIC AL CĂILOR DE CIRCULAȚIE DIN MEDIUL URBAN ȘI RURAL

1. Obiectivele lucrării

Iluminatul public constituie un consumator special alimentat din sistemele publice de repartiție și distribuție a energiei electrice, fiind unul din principalii factori care caracterizează gradul de dezvoltare a unei societăți. Astfel, în cadrul acestei lucrări de laborator se vor analiza, următoarele aspecte importante privind iluminatul public și anume:

- *posibilitățile de realizare a iluminatului public din mediul urban și rural;*
- *condițiile de calitate cu privire la iluminatul public din mediul urban și rural;*
- *corpuri de iluminat și caracteristici luminotehnice ale acestora, utilizate frecvent la iluminatul public și modul de dispunere al acestora pe stâlpi;*
- *dimensionarea instalațiilor de iluminat public al căilor de circulație destinate traficului rutier, pietonal, intersecțiilor, tunelurilor, podurilor, piețelor și a aleilor din parcuri.*

2. Considerații de ordin teoretic

Iluminatul public constituie o categorie specială de consumatori alimentați cu energie electrică prin intermediul sistemelor de repartiție și distribuție. Acest consum este în continuă creștere în majoritatea țărilor din lume, fiind unul dintre factorii care caracterizează gradul de dezvoltare din societățile respective.

În ceea ce privește iluminatul public, acesta se prevede pe toate căile de circulație publică din aglomerările umane atât din mediul urban, cât și din cel rural. Din punct de vedere luminotehnic, calitatea unei instalații de iluminat este determinată, în principal, de următoarele aspecte:

- *nivelul de luminanță și iluminare;*
- *uniformitatea repartiției luminanțelor și iluminării;*
- *factorul de orbire.*

Instalațiile de iluminat destinate căilor de circulație trebuie să asigure condițiile de calitate necesare pentru ca circulația să se poată desfășura în mod normal. De asemenea, este necesar ca obstacolele și detaliile să fie percepute în mod distinct, în timp util și în condiții de siguranță. În acest sens, un obiect este bine văzut atunci când acesta este mai luminat (*contrast negativ*) sau mai întunecat

(*contrast pozitiv*) decât fondul pe care se situează. Pe căile de circulație obstacolele sunt de regulă întunecate și, din acest motiv, se recurge la iluminatul acestora, pentru a asigura o bună vizibilitate, trebuind să se asigure un contrast corespunzător de $0,2 \div 0,5$.

În normele din țara noastră sunt stabilite condițiile de iluminat pentru căile de circulație destinate traficului rutier, pietonal și/sau cicliștilor, precum și pentru zonele de risc, cum ar fi, de exemplu: treceri de pietoni, zone aglomerate în care traficul rutier se desfășoară cu dificultate, intersecții giratorii fără semnalizare rutieră, intersecții la același nivel ale unei căi de circulație cu o linie de tramvai sau cu o cale ferată, rampe sau pante, intersecții la același nivel între două sau mai multe căi de circulație, tuneluri sau pasaje subterane rutiere.

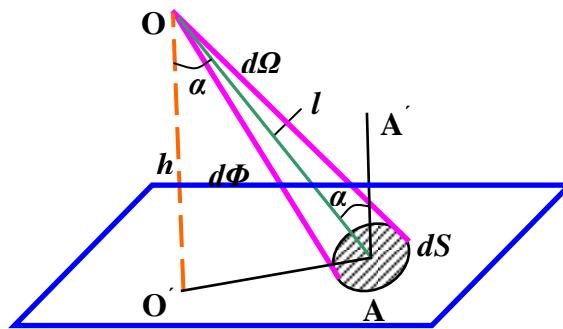


Figura 1 Definirea unor mărimi caracteristice privind iluminarea

Pentru dimensionarea instalațiilor de iluminat, conform informațiilor din literatura de specialitate și a celor reprezentate în Figura 1, sunt utilizate următoarele mărimi caracteristice:

- **Fluxul luminos (Φ)** reprezintă o mărime legată direct de fluxul energetic al unei radiații luminoase, fiind evaluat după senzația luminoasă pe care o produce; unitatea de măsură a acestei mărimi este lumenul [*lm*].
- **Intensitatea luminoasă (I)** reprezintă raportul dintre fluxul luminos emis într-un unghi solid elementar și se măsoară în candelă [*cd*].

$$I = \frac{d\Phi}{d\Omega} \quad (1)$$

- **Iluminarea (E)** reprezintă densitatea de flux luminos receptat de o suprafață, unitatea sa de măsură fiind luxul [*lx*]. Într-un punct al unei suprafețe, conform celor reprezentate în Figura 1, iluminarea E poate fi definită ca raportul dintre fluxul luminos $d\Phi$ primit de un element al suprafeței dS , care conține punctul respectiv, și aria elementului de suprafață, cu o relație de forma următoare:

$$E = \frac{d\Phi}{dS} \quad (2)$$

sau

$$E = \frac{I \cdot d\Omega}{dS} \quad (3)$$

în care: I - intensitatea luminoasă, în [cd]; $d\Omega$ - unghiul solid elementar care, potrivit celor reprezentate în Figura 1, prezintă următoarea formă:

$$d\Omega = \frac{dS}{l^2} \cdot \cos \alpha = \frac{dS}{h^2} \cdot \cos^3 \alpha$$

Având în vedere modul de explicitare al unghiului solid elementar $d\Omega$, rezultă că iluminarea E poate fi determinată cu următoarea relație:

$$E = \frac{I \cdot \cos^3 \alpha}{h^2} \quad (4)$$

Prin **sistem de iluminat destinat unei căi de circulație** se înțelege ansamblul realizat cu ajutorul corpurilor de iluminat speciale, echipate cu diferite surse de lumină și dispuse corespunzător, în vederea obținerii unui mediu luminos, adecvat desfășurării în siguranță a traficului.

În ceea ce privește complexitatea configurației căii de circulație, aceasta se referă atât la infrastructura căii respective, cât și la modificările de trafic care apar în zonele înconjurătoare. Principalii factori care trebuie să fie luați în considerație sunt următorii: numărul benzilor de circulație, denivelările, prezența indicatoarelor și a panourilor de semnalizare rutieră, prezența semafoarelor, existența în legislație a reglementărilor cu privire la traficul rutier. Separarea căilor de circulație se referă în mod deosebit la benzile speciale, destinate diferitelor categorii de utilizatori ai acestora, cum ar fi: autoturisme, autocamioane, autobuze, turbotrailere, biciclete, pietoni. Conform celor menționate anterior, rezultă că iluminatul unei căi de circulație destinate traficului rutier trebuie să îndeplinească condițiile prezentate în Tabelul 1. Valorile precizate în acest tabel se referă la întreaga durată de viață a sistemului de iluminat.

Mărimile ale căror valori sunt precizate în Tabelul 2 au următoarea semnificație:

\bar{L} - luminanța medie pe suprafața de calcul, în candelă pe metru pătrat;

$U_0(L)$ – uniformitate generală a luminanței;

$U_l(L)$ – uniformitate longitudinală a luminanței;

TI – indice de prag: creșterea pragului percepției vizuale, în procente;

SR – raport de zonă alăturată.

Condițiile impuse diferitelor clase ale sistemului de iluminat în funcție de categoria căii de circulație destinate traficului rutier

Tabelul 1

Clasa sistemului de iluminat	Categorica căii de circulație destinate traficului rutier				
	Toate tipurile de căi de circulație	Toate tipurile de căi de circulație	Toate tipurile de căi de circulație	Căi de circulație cu intersecții puține sau fără intersecții	Căi de circulație cu trotuare neiluminate conform clasei sistemului de iluminat $P_1 \div P_4$
	\bar{L} [cd/m ²] min.	$U_0 (L)$ min.	TI [%] max.	$U_1 (L)$ min.	SR min.
M_1	2,00	0,4	10	0,7	0,5
M_2	1,50	0,4	10	0,7	0,5
M_3	1,00	0,4	10	0,5	0,5
M_4	0,75	0,4	15	fără valoare impusă	fără valoare impusă
M_5	0,50	0,4	15	fără valoare impusă	fără valoare impusă

Suprafața de calcul a luminației sau a iluminării este definită ca acea suprafață care conține toate punctele pentru care este necesar să se efectueze calculul luminanțelor punctuale și reprezintă, în mod efectiv, suprafața privită de un observator, aflată în fața acestuia, la o distanță cuprinsă între 60 m și 160 m. Astfel, în Figura 3 este reprezentată, în mod sugestiv, poziția observatorului în raport cu suprafața privită a unei căi de circulație. Totodată, în Figura 4 sunt reprezentați principalii parametri geometrici ai unui sistem de iluminat, care sunt strict necesari pentru calculul luminanței punctuale, cum ar fi: α – unghiul dintre direcția privirii observatorului și direcția de deplasare, care poate varia între $\alpha_{min}=0,5^\circ$, pentru o distanță de 60 m în fața observatorului, și $\alpha_{max}=1,5^\circ$, pentru o distanță de 160 m, rezultând deci, că, în practică, acest unghi poate fi considerat constant, adică $\alpha = 1^\circ$; β – unghiul dintre planul de incidență a luminii de la sursă și planul de observație al observatorului; γ – unghiul realizat între direcția intensității luminoase și verticala pe centrul fotometric al sursei, respectiv corpului de iluminat; δ – unghiul pe care îl face planul de observație al observatorului cu paralela la marginea căii de circulație care trece prin punctul P , acest unghi având o valoare constantă; ε – unghiul dintre planul de incidență a luminii dată de sursa de lumină și marginea căii de circulație.

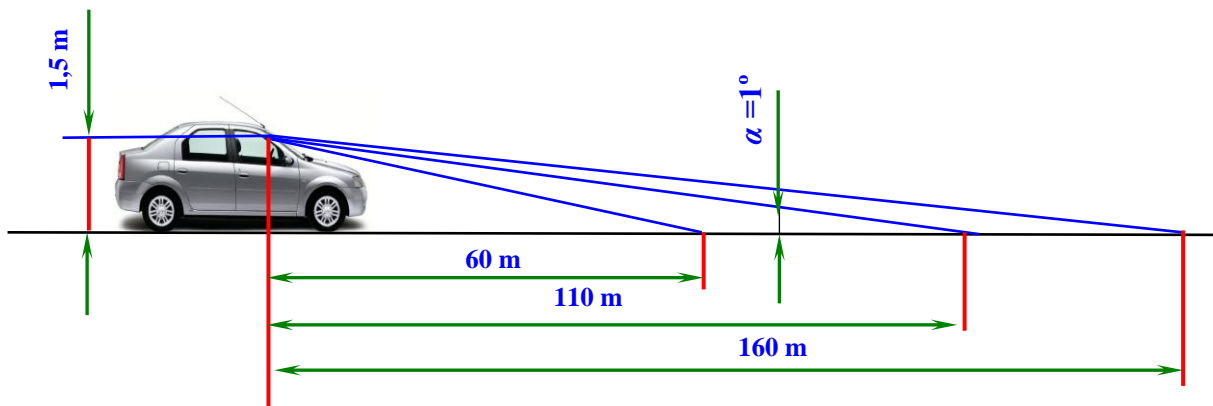


Figura 3 Poziția observatorului în raport cu suprafața privită a căii de circulație

Câmpul vizual al observatorului, care reprezintă zona unghiulară spațială unde un obiect poate fi sesizat atunci când observatorul privește spre direcția de deplasare. Acest câmp vizual este delimitat, pe orizontală, de un unghi de $2 \times 90^\circ$ și, pe verticală, de un unghi superior, cuprins între $50^\circ \div 60^\circ$, respectiv un unghi inferior, cuprins între $60^\circ \div 70^\circ$.

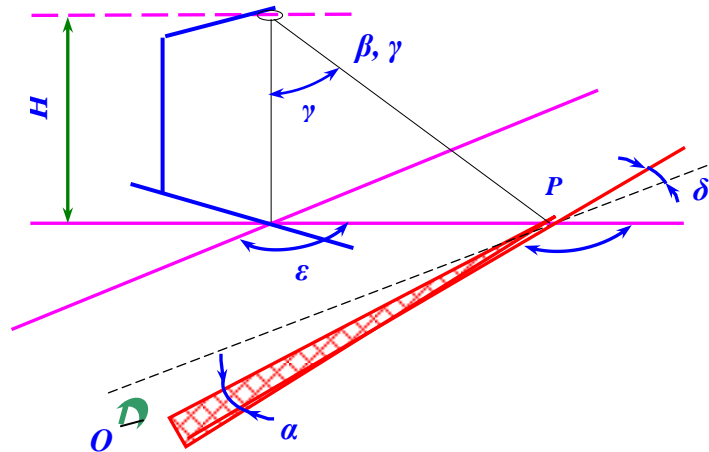


Figura 4 *Reprezentarea principalilor parametri geometrici ai sistemului de iluminat, necesari calculului luminanței punctuale în suprafața de calcul*

Câmpul vizual central, constituit de zona unghiulară spațială delimitată, în plan orizontal, de un unghi de $2 \times 25^\circ$ și, în plan vertical, de un unghi de $2 \times 20^\circ$, unde obiectul poate fi perceput în situația în care observatorul privește spre direcția de deplasare.

Câmpul vizual conic de 20° , care se constituie din porțiunea de câmp vizual al unui observator, de exemplu, un conducător auto, situat în fața intrării într-un tunel sau pasaj subteran rutier, la o distanță egală cu cea de oprire în condiții de siguranță. Această noțiune reprezintă, de fapt, un câmp vizual conic de $2 \times 10^\circ$, care este centrat pe deschiderea pasajului rutier subteran sau a tunelului rutier, la un sfert din înălțimea sa. Imaginea câmpului respectiv este determinată, în principal, de poziția observatorului, conform celor reprezentate în Figura 5.

Distanța de oprire în siguranță reprezintă spațiul pe care autovehicolul îl parcurge până la oprirea completă și în condiții de siguranță, incluzând distanța parcursă în timpul necesar reacției conducătorului auto, precum și cea efectivă de frânare.

Clasa sistemului de iluminat este definită de sistemul de iluminat utilizat, care este funcție de caracteristicile căii de circulație, precum și de particularitățile traficului rutier.

Uniformitatea generală a iluminării ($U_0(E)$), definită ca raportul dintre valoarea minimă a iluminării, notată cu E_{min} și valoarea medie a iluminării, notată cu \bar{E} , ambele mărimi fiind considerate pe toată suprafața de calcul. Astfel, $U_0(E)$ poate fi evaluată cu o relație de forma:

$$U_0(E) = \frac{E_{\min}}{E} \quad (5)$$

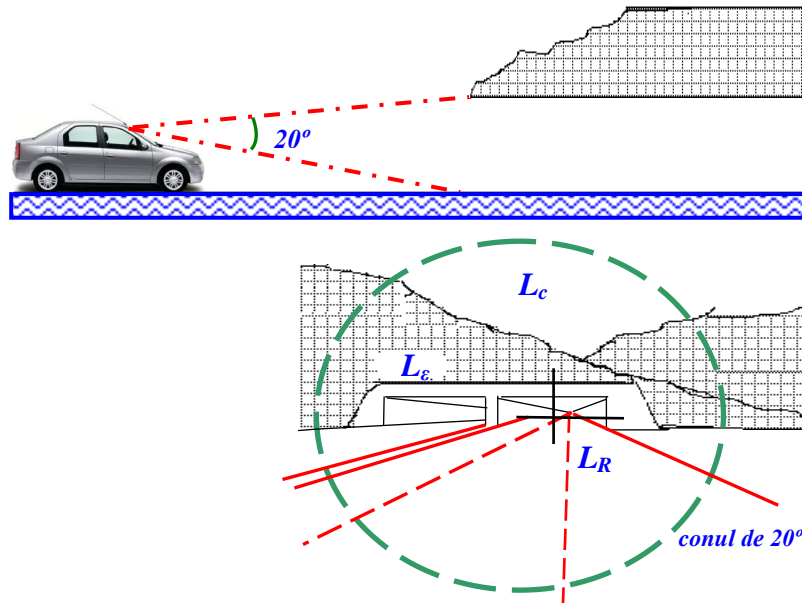


Figura 5 Reprezentarea unui câmp vizual conic de 20°

Uniformitatea generală a luminanței ($U_0(L)$) reprezintă raportul între luminanța minimă, notată cu L_{\min} și luminanța medie, notată cu \bar{L} , ambele mărimi fiind considerate pe toată suprafața de calcul. Această mărime se poate evalua cu următoarea relație:

$$U_0(L) = \frac{L_{\min}}{\bar{L}} \quad (6)$$

Raportul de zonă alăturată (SR), care reprezintă raportul dintre valoarea medie a iluminării pe o porțiune de cel puțin 5 metri de o parte și de alta a sensurilor de circulație și valoarea medie a iluminării pentru calea de circulație cu o lățime de 5 metri sau jumătate din lățimea fiecărui sens de circulație, cu observația că, pentru două sensuri de circulație, acestea pot fi considerate ca unul singur, în situația în care nu sunt separate de mai mult de 10 metri unul de celălalt.

Uniformitatea longitudinală a luminanței ($U_1(L)$) se definește ca raportul dintre valoarea minimă a luminanței, notată cu $L_{\min,1}$ și valoarea maximă a luminanței, notată cu $L_{\max,1}$, ambele mărimi fiind considerate pe axul benzii de circulație a zonei de calcul, precum și în direcția de desfășurare a traficului rutier. Mărimea respectivă poate fi calculată cu relația următoare:

$$U_1(L) = \frac{L_{\min,1}}{L_{\max,1}} \quad (7)$$

Indicele de prag (TI) reprezintă creșterea pragului percepției vizuale care conduce la orbirea inconfortabilă a observatorului. Cu ajutorul acestui indice se poate aprecia fenomenul de orbire

provocat de sursele de lumină aflate în câmpul vizual al observatorului (conducătorul auto) în raport cu luminanța medie a căii de circulație respective. Astfel, în Figura 6 este prezentată *luminanța de voal* care apare pe retina unui observator O , cu precizarea că aceasta ia în considerație luminanța tuturor surselor perturbatoare prezente în câmpul vizual al observatorului.

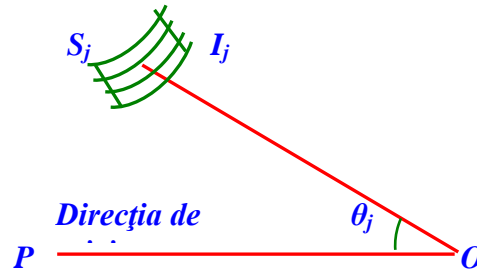


Figura 6 Luminanța de voal produsă pe retina unui observator de sursele perturbatoare din câmpul vizual

Pentru o cale de circulație, creșterea pragului de percepție vizuală (TI) poate fi determinată, în procente, cu ajutorul următoarei relații de calcul:

$$TI = 65 \cdot \frac{L_{voal}}{(\bar{L})^{0.8}} \quad [\%] \quad (8)$$

unde L_{voal} este luminanța de voal, în cd/m^2 , iar \bar{L} luminanța medie pe suprafața de calcul, în cd/m^2 .

În ceea ce privește *luminanța de voal*, aceasta poate fi determinată și cu ajutorul unei relații empirice, considerând toate sursele perturbatoare care se află în câmpul vizual de 20° , situate deasupra axei de privire a observatorului O , având următoarea formă:

$$L_{voal} = k \cdot \sum_{j=1}^n \frac{E_j}{\theta_j^2} \quad [cd / m^2] \quad (9)$$

în care: k – coeficient care ține seama de vârsta observatorului, se adoptă valoarea $k = 10$, în mod obișnuit, în procesul de calcul; n – numărul total de surse perturbatoare aflate în câmpul vizual de 20° ; E_j – iluminarea pe retina ochiului observatorului, în plan vertical, pe axa de privire dată de sursa S_j aflată în câmpul vizual, în lux ; θ_j – unghiul format între direcția intensității luminoase I_j , produsă de sursa perturbatoare S_j , și axa de privire a observatorului O către punctul P , în grade sexagesimale.

În cazul unui pasaj subteran rutier sau a unui tunel, creșterea pragului de percepție vizuală (TI) se poate evalua, în procente, prin utilizarea următoarelor relații empirice de calcul:

○ dacă $\bar{L} < 5 [cd / m^2]$:

$$TI = 65 \cdot \frac{L_{voal_{20^\circ}}}{(\bar{L})^{0.8}} \quad [\%] \quad (10)$$

○ dacă $\bar{L} \geq 5 [cd / m^2]$:
$$TI = 95 \cdot \frac{L_{voal_{20^\circ}}}{(\bar{L})^{1.05}} \quad [\%] \quad (11)$$

unde \bar{L} reprezintă luminanța medie corespunzătoare suprafeței de calcul, în cd/m^2 , iar $L_{voal_{20^\circ}}$ constituie luminanța de voal produsă de toate sursele perturbatoare situate în câmpul vizual de 20° , deasupra axei de privire a observatorului O , în cd/m^2 .

Efect de grotă albă (strălucitoare), care se definește ca o senzație vizuală ce apare la trecerea de la o valoare mică, la o valoare foarte mare, a luminanței, ca, de exemplu, la ieșirea dintr-un pasaj subteran rutier sau dintr-un tunel, în cursul zilei.

Efect de grotă neagră, care reprezintă senzația vizuală ce apare la trecerea de la o valoare foarte mare, la o alta mult mai mică, a luminanței, spre exemplu, în cazul intrării într-un pasaj subteran rutier sau într-un tunel, pe parcursul zilei.

Iluminarea medie (\bar{E}) se definește ca o medie algebrică simplă a tuturor iluminărilor punctelor de pe suprafața de calcul.

Iluminarea minimă (E_{min}) reprezintă cea mai mică valoare a iluminării punctuale de pe întreaga suprafață de calcul.

Iluminanța maximă pe axul benzii de circulație (I_{max}) este valoarea cea mai mare a luminanței de pe axul benzii de circulație a zonei de calcul, în direcția de desfășurare a traficului rutier.

Luminanța medie (\bar{L}) reprezintă media algebrică simplă a tuturor luminanțelor punctuale aflate pe suprafața de calcul.

Luminanța minimă pe axul benzii de circulație ($L_{min,1}$) este valoarea cea mai mică a luminanței de pe axul benzii de circulație din zona de calcul, în direcția de desfășurare a traficului rutier.

Luminanța minimă pe suprafața de calcul (L_{min}) este valoarea cea mai mică a luminanțelor punctuale de pe întreaga suprafață de calcul.

Reflectanța sau factorul de reflexie (ρ) constituie raportul dintre fluxul luminos reflectat și fluxul luminos incident.

Zona alăturată reprezintă suprafața din imediata vecinătate a unei căi de circulație situate în câmpul vizual al observatorului.

Zone ale unui pasaj subteran rutier sau ale unui tunel:

➤ *Zona de acces* cuprinde calea de circulație care se află în afara pasajului subteran rutier, respectiv în afara intrării în tunel, de unde privirea observatorului (conducător auto) trebuie să aibă

posibilitatea de a depista prezența sau absența unor obstacole aflate în interiorul pasajului subteran sau al tunelului. În ceea ce privește lungimea zonei de acces, aceasta trebuie să fie egală cu distanța de oprire în siguranță a autovehiculului.

➤ *Zona de prag* reprezintă prima porțiune din pasajul subteran rutier, respectiv din interiorul tunelului, lungimea sa depinzând de viteza de circulație indicată; se recomandă ca această lungime să fie aproximativ egală cu distanța de oprire a autovehiculului în siguranță.

➤ *Zona de tranziție* cuprinde porțiunea din pasajul subteran /tunel dintre zona de prag și zona interioară. Calculul lungimii acesteia se poate realiza în funcție de viteza indicată la intrarea în tunel sau în pasajul subteran și de durata necesară astfel încât valoarea luminanței să se micșoreze de la valoarea corespunzătoare zonei de prag, la valoarea aferentă începutului zonei interioare.

➤ *Zona interioară* reprezintă porțiunea cuprinsă între zona de tranziție și zona de ieșire dintr-un pasaj subteran rutier sau un tunel. În ceea ce privește lungimea zonei interioare, aceasta este variabilă, în funcție de lungimile celor trei zone din interiorul pasajului subteran rutier sau al tunelului.

Referitor la iluminatul pasajelor subterane rutiere și al tunelurilor, în timpul zilei, se fac următoarele precizări:

- În ceea ce privește alegerea nivelurilor de luminanță corespunzătoare iluminatului în timpul zilei al pasajelor subterane rutiere sau al tunelurilor, aceasta se realizează în funcție de condițiile prezentate în schema logică din Figura 7. Indicatorii folosiți în cadrul schemei logice prezentate în Figura 7 au următoarele semnificații: L – lungimea pasajului subteran sau a tunelului, în m ; I – vizibilitatea în întregime a ieșirii, în situația când se privește de la începutul distanței de frânare în fața intrării în tunel /pasaj subteran; R – reflectanța pereților ridicată, mai mare de 0,4; TR – trafic ușor sau greu.
- Zonele de risc (pasaje subterane rutiere/tuneluri) cu o lungime de până la 75 metri, care nu necesită iluminat pe timpul zilei, trebuie iluminate cel puțin câte o oră după răsăritul și înainte de apusul soarelui, la un nivel de luminanță corespunzător zonei interioare.
- *Luminanța zonei de acces, notată cu L_{20}* , este funcție de anotimp, precum și de condițiile climatice. În vederea evaluării acestei luminanțe, este necesar să se folosească schițe ale intrării în pasajul subteran rutier și respectiv ale tunelului. Pentru determinarea luminanței zonei de acces L_{20} , pot fi aplicate două metode, după cum urmează:
 - În cadrul primei metode, valoarea cea mai mică v_m , respectiv cea mai mare v_M a luminanței zonei de acces, și anume L_{20} , depinde de distanța de oprire în condiții de siguranță, precum și de procentajul de cer din câmpul vizual conic de 20° .

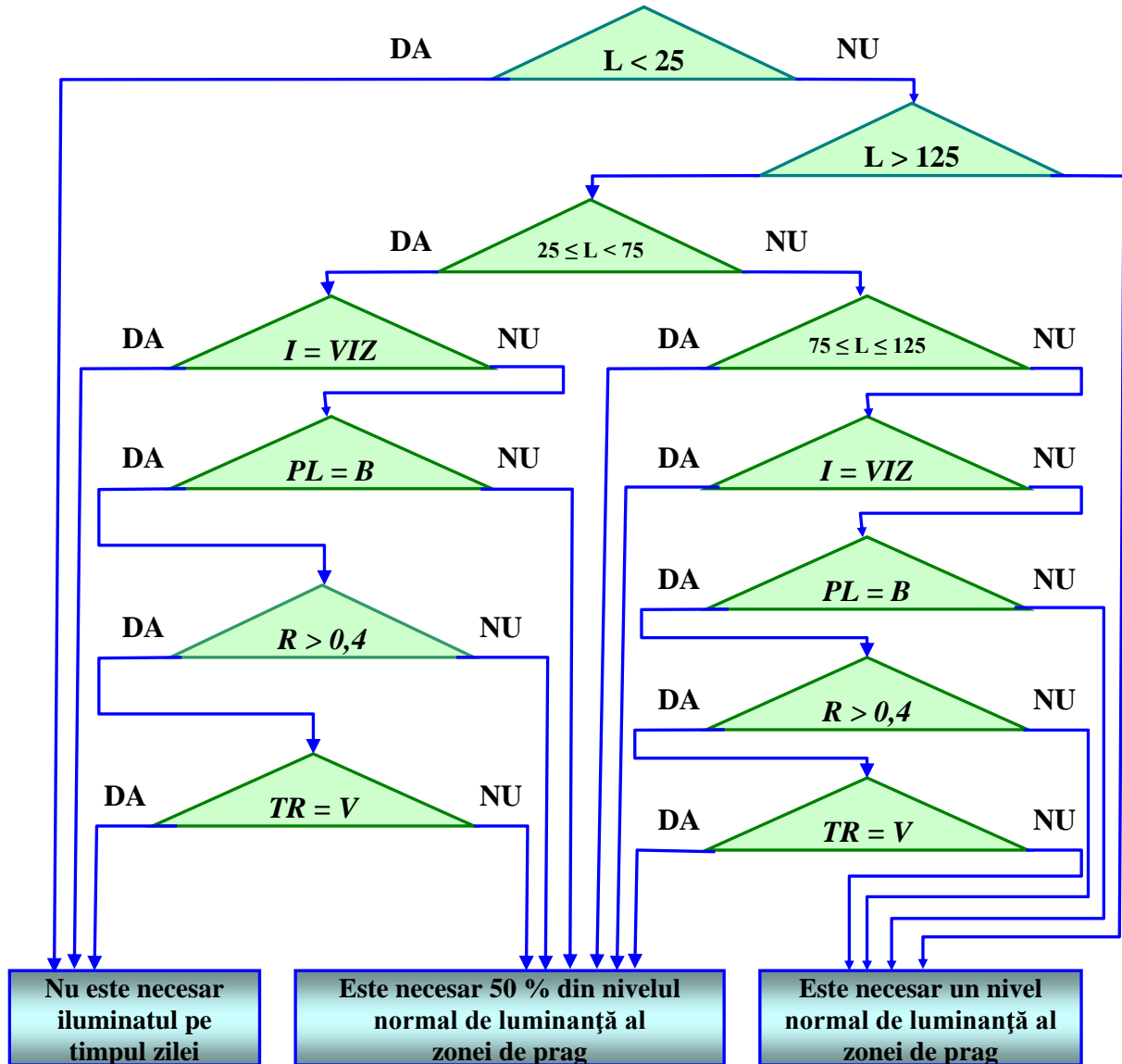


Figura 7 Schema logică de încadrare a zonelor de risc și de stabilire a nivelurilor de luminanță

- În cadrul celei de-a doua metode se propune determinarea *luminanței zonei de acces* (L_{20}) în funcție de luminanțele cerului (L_c), a căii de circulație (L_R) și a zonei alăturate intrării în pasajul subteran/tunel (L_e), precum și în funcție de procente de cer (γ), de drum (ρ) și de zona alăturată (ε), aferente pasajului subteran rutier sau tunelului, prin utilizarea relației:

$$L_{20} = \gamma \cdot L_c + \rho \cdot L_R + \varepsilon \cdot L_e \quad [kcd / m^2] \quad (12)$$

Conform standardului românesc, în Tabelul 2 sunt prezentate valorile luminanțelor L_c , L_R , L_e pentru diferite direcții de deplasare sau pasaje ale zonelor alăturate. Valorile acestor mărimi pot fi folosite în vederea evaluării luminanței zonei de acces (L_{20}), cu ajutorul relației (12).

Pentru stabilirea *luminanței în zona de prag*, în standardul din țara noastră se fac precizările:

- În vederea evitării efectului de grotă neagră, *luminanța la începutul zonei de prag*, și anume L_{th} , depinde de distanța de oprire în condiții de siguranță, de tipul sistemului de iluminat folosit (simetric sau asimetric), precum și de luminanța zonei de acces (L_{20}), respectiv de raportul $k = L_{th} / L_{20}$. Valorile acestor mărimi sunt date în Tabelul 3, cu mențiunea că sunt indicate valorile minime ale mărimilor, raportate la întreaga durată de viață a sistemului de iluminat utilizat.

Valorile luminanțelor L_c , L_R și L_e în funcție de direcția de deplasare

Tabelul 2

Direcția de deplasare	L_c [kcd/m ²]	L_R [kcd/m ²]	L_e [kcd/m ²]				
			zonă pietrosă	clădiri	zăpadă		verdeață
					zone muntoase	zone de șes	
N	8	3	3	8	15	15	2
E – V	12	4	2	6	10	15	2
S	16	5	1	4	5	15	2

Valorile raportului $k = L_{th} / L_{20}$ în funcție de caracteristicile sistemului de iluminat și de distanța de oprire în condiții de siguranță

Tabelul 3

Distanța de oprire în condiții de siguranță [m]	Caracteristicile sistemului de iluminat	
	simetric	asimetric
	$k = L_{th} / L_{20}$	
60	0,05	0,04
100	0,06	0,05
160	0,10	0,07

- *Luminanța zonei de prag (L_{th})* este necesar să fie menținută constantă în prima jumătate a zonei de prag și la 40% din valoarea de la intrare, pentru sfârșitul zonei de prag. Referitor la variația luminanței în cea de-a doua jumătate a zonei de prag, aceasta poate să fie liniară sau în trepte, conform celor reprezentate în Figura 8. În cazul când variația luminanței se realizează în trepte, atunci raportul dintre două trepte succesive nu trebuie să fie mai mare de 3:1, iar luminanța să nu scadă sub curba limită reprezentată în Figura 8.
- Conform variației luminanței în zonele de prag și de tranziție, din în Figura 8, rezultă că valoarea *luminanței zonei de tranziție (L_{tr})* este funcție de valoarea luminanței de prag (L_{th}) și de durata (t) în care se deplasează un autovehicul prin zona de tranziție respectivă și poate fi evaluată cu relația de următoarea formă:

$$L_{tr} = L_{th} \cdot (1,9 + t)^{-1,4} \quad (13)$$

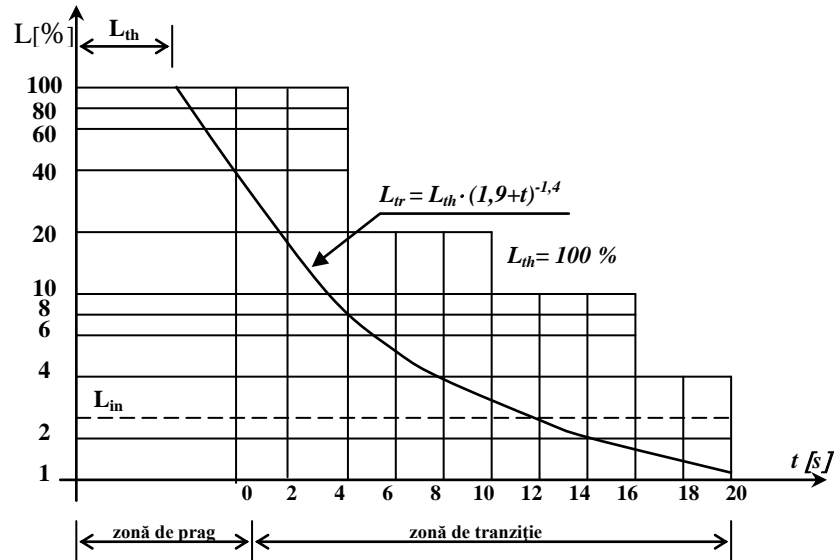


Figura 8 Variația luminanței în zonele de prag și de tranziție ale pasajului subteran rutier sau ale tunelului

- Referitor la *luminanța zonei interioare* (L_{in}), aceasta este funcție de distanța de oprire în condiții de siguranță, precum și de intensitatea traficului rutier. Valorile minime ale acestei luminanțe, raportate la întreaga durată de viață a sistemului de iluminat folosit, sunt prezentate în Tabelul 4.

Valorile minime ale luminanței corespunzătoare zonei interioare a unui pasaj subteran rutier sau a unui tunel

Tabelul 4

Distanța de oprire în condiții de siguranță [m]	Intensitatea traficului rutier, autovehicule / oră		
	≤ 100	$>100, < 1000$	≥ 100
	$L_{in} [cd/m^2]$		
60	1	2	3
100	2	4	6
160	5	10	15

- În ce privește *luminanța zonei de ieșire*, pentru a se putea evita efectul de grotă albă sau strălucire, este necesar ca valoarea acestei luminanțe să crească în mod gradat, de la valoarea (L_{in}), la valoarea luminanței căii de circulație adiacente pasajului subteran rutier sau tunelului.
- *Luminanța medie a pereților*, până la o înălțime de 2 metri, este necesar ca aceasta să nu fie mai mică decât luminanța medie a căii de circulație (\bar{L}), în fiecare zonă.
- Se impune ca *uniformitatea generală a luminanței* ($U_0(L)$) să fie de minimum 0,4, atât în ceea ce privește calea de circulație, cât și pentru pereți, până la o înălțime de 2 metri, în condiții de curățenie, pentru fiecare zonă.
- *Uniformitatea longitudinală a luminanței* ($U_1(L)$) să fie de cel puțin 0,7, pentru fiecare zonă.
- De asemenea, referitor la *indicele de prag* (TI), se impune o creștere a pragului percepției vizuale mai mică de 15%, în fiecare zonă.

- Atunci când iluminatul pasajului subteran rutier sau al tunelului se realizează cu ajutorul unor șiruri luminoase discontinue, este necesar să se evite fenomenul de flicker (pâlpâire). De menționat că efectul de pâlpâire este funcție de viteza de deplasare a autovehiculului prin pasajul subteran rutier, de caracteristicile optice ale corpurilor de iluminat, precum și de distanța dintre corpurile de iluminat. *Frecvența de pâlpâire* poate fi calculată cu ajutorul raportului dintre viteza de deplasare a autovehiculului prin pasajul subteran rutier/tunel, exprimată în m/sec. și distanța dintre corpurile de iluminat, indicată în metri. Pentru frecvențe mai mici de $2,5\text{Hz}$, respectiv mai mari de 15Hz , efectul de pâlpâire (flicker) este neglijabil.

Pentru *iluminatul pe timp de noapte* al zonelor de risc, se impun următoarele condiții:

- Atunci când pasajul subteran rutier sau tunelul rutier este situat pe o cale de circulație iluminată, trebuie ca în acestea să se asigure cel puțin o luminanță medie, precum și uniformitățile corespunzătoare căii de circulație respective.
- Dacă zona de risc constituită dintr-un pasaj subteran rutier sau un tunel rutier are o lungime mai mică de 25 metri sau în situația amplasării acesteia pe o cale de circulație neiluminată, se impune asigurarea următorilor parametri:
 - *luminanța medie*, $\bar{L} = 1\text{cd} / \text{m}^2$;
 - *uniformitatea generală a luminanței*, $(U_0(L)) = 0,4$;
 - *uniformitatea longitudinală a luminanței*, $(U_1(L)) = 0,6$.

De asemenea, după ieșirea din pasajul subteran rutier sau din tunelul rutier, trebuie iluminată calea de circulație pe o distanță echivalentă cu distanța parcursă în cel puțin 5 secunde de mers cu viteza maximă permisă în zona de risc. Pentru această distanță, este necesar să se asigure luminanța medie (\bar{L}) de cel puțin egală cu o treime din luminanța de la ieșirea din zona de risc.

Referitor la *iluminatul de siguranță în zonele de risc*, se fac următoarele precizări:

- În situațiile apariției unor întreruperi în alimentarea cu energie electrică, trebuie prevăzut un sistem de alimentare de siguranță, în vederea rămânerii în funcțiune a unei părți din sistemul de iluminat din pasajele subterane rutiere sau tunelurile rutiere.
- În cazul când apar întreruperi în alimentarea cu energie electrică a sistemului de iluminat, acest fapt trebuie semnalizat cu minimum 100÷150 metri înainte de intrarea în pasajul subteran rutier sau în tunelul rutier. Pentru aceste situații, nivelul de luminanță realizat în cadrul zonelor de risc trebuie corelat cu reducerea vitezei de circulație a autovehiculelor.

- Alimentarea de siguranță trebuie să asigure, în zona interioară a tunelului sau pasajului rutier, valori ale luminanței corespunzătoare luminanței pe timp de noapte din zona interioară respectivă.

În ceea ce privește *iluminatul podurilor*, se utilizează, de regulă, sisteme de iluminat adecvate, astfel ca luminanța medie (\bar{L}) să fie mai mare cu cel puțin 50% față de luminanța medie a căii de circulație pe care este amplasat podul.

În legătură cu *condițiile de iluminat ale căilor de circulație destinate traficului pietonal și/sau cicliștilor*, standardul românesc precizează următoarele:

- Pentru o cale de circulație care este destinată traficului pietonal și/sau cicliștilor, clasa sistemului de iluminat ce urmează a fi folosită este determinată ținând seama de gradul de utilizare a căii de circulație repective de către pietoni și/sau cicliști, precum și de zona unde aceasta se găsește și de ansamblul urbanistic în care se încadrează sistemul de iluminat.
- Condițiile pe care trebuie să le îndeplinească diferitele sisteme de iluminat folosite pentru iluminatul diverselor căi de circulație destinate traficului pietonal și/sau cicliștilor (Tabelul 5). Valorile mărimilor (iluminarea medie și minimă pe suprafața analizată) indicate în acest tabel sunt raportate la întreaga durată de viață a sistemului de iluminat folosit.
- Alegerea claselor P_5 , P_6 și P_7 referitoare la sistemul de iluminat este necesară numai pentru situațiile în care căile de circulație parcurg zone unde pericolul comiterii de infracțiuni este scăzut.
- Pentru zonele în care pericolul comiterii unor infracțiuni este mai mare, în scopul iluminatului căilor de circulație destinate traficului pietonal și/sau cicliștilor, se va alege o clasă superioară a sistemului de iluminat, de exemplu, clasele P_4 sau P_3 , în locul clasei P_5 .

Condițiile impuse diferitelor clase ale sistemului de iluminat în funcție de categoria căii de circulație destinate traficului pietonal și/sau cicliștilor

Tabelul 5

Clasa sistemului de iluminat	\bar{E} [lx] min.	E_{min} [lx] min.
P_1	20,0	7,5
P_2	10,0	3,0
P_3	7,50	1,5
P_4	5,00	1,0
P_5	3,00	0,6
P_6	1,50	0,2
P_7	fără valoare impusă	fără valoare impusă

Sistemele de iluminat destinate iluminatului public urban și rural conțin, în principal, următoarele elemente constructive:

- *Sursa de lumină sau lampa* constituie sursa de radiație luminoasă, fiind construită în scopul producerii luminii. Aceasta este caracterizată printr-un ansamblu de proprietăți energetice, fotometrice și mecanice.

Caracteristicile principale ale lămpilor electrice cu incandescență utilizate la iluminatul public

Tabelul 6

Caracteristica	UM	Tipul lămpii				
		L 75	L 100	L 150	L 200	
Puterea nominală	W	75	100	150	200	
Fluxul luminos	lm	950	1350	2090	2920	
Durata de funcționare	ore	1000	1000	1000	1000	
Dimensiunile	H	mm	110	110	148	165
	D	mm	60	60	80	80
Tipul soclului	-	E 27	E 27	E 27	E 27	
Tensiunea nominală	V	220	220	220	220	

După modul în care se produce radiația luminoasă, sursele de lumină sau lămpile utilizate diferă între ele, existând diverse tipuri și anume:

- *Lămpi cu incandescență*, unde radiația luminoasă este produsă prin intermediul unui filament adus la incandescență ca urmare a efectului termic (Joule) apărut la trecerea curentului electric. În instalațiile de iluminat public sunt utilizate lămpi electrice cu incandescență, având puteri nominale de 75W, 100W, 150W sau 200W. Caracteristicile principale ale lămpilor electrice cu incandescență (puterea nominală, fluxul luminos, durata de funcționare sau de viață, dimensiunile, tipul soclului și tensiunea nominală) sunt prezentate în Tabelul 6.
- *Lămpi cu descărcări în gaze*, în cazul cărora radiația luminoasă este produsă prin intermediul unei descărcări electrice într-un gaz, în vapori metalici sau printr-o descărcare în arc. În instalațiile de iluminat public urban sau rural sunt utilizate următoarele tipuri de astfel de lămpi:
 - *Lămpi fluorescente cu vapori de mercur de înaltă presiune*, simbolizate *LVF* (*L* – lampă, *V* – vapori de mercur, *F* – balon fluorescent), cu puterea nominală de 80W, 125W, 250W sau 400W. Acest tip de lămpi se utilizează împreună cu un balast (*BVA*), care este funcție de tipul lămpii fluorescente și de puterea nominală a acesteia, respectiv *BVA80*, *BVA125*, *BVA250* și *BVA400*. Caracteristicile principale ale lămpilor fluorescente cu vapori de mercur de înaltă presiune, de tip *LVF* (puterea nominală, fluxul luminos nominal, dimensiunile, tipul soclului, curentul nominal, timpul de intrare în funcționare normală, tipul balastului), sunt prezentate în mod sistematic în Tabelul 7.

Caracteristicile principale ale lămpilor fluorescente cu vapori de mercur de înaltă presiune utilizate la iluminatul public

Tabelul 7

Caracteristica	UM	Tipul lămpii				
		LVF 80	LVF 125	LVF 250	LVF 400	
Puterea nominală	W	80	125	250	400	
Fluxul luminos nominal	lm	3100	5500	11750	20500	
Durata de funcționare	ore	6000	6000	6000	6000	
Dimensiunile	H	mm	156	177	223	290
	D	mm	70	76	91	121
Tipul soclului	-	E 27	E 27	E 40	E 40	
Curentul nominal	A	0,8	1,15	2,15	3,25	
Timpul de intrare în funcționare normală	min.	15	15	15	15	
Tipul balastului	-	BVA 80	BVA 125	BVA 250	BVA 400	

- *Lămpi cu vapori de sodiu de înaltă presiune*, simbolizate LPN sau LPNT (*L* – lampă, *PN* – vapori de sodiu de înaltă presiune, *T* – balon tubular), cu puterea nominală de 175W, 250W sau 400W. Acest tip de lămpi este utilizat împreună cu un balast BNA, care este funcție de puterea nominală a lămpii (*BNA175*, *BNA250*, *BNA400*) și de un dispozitiv electronic de amorsare. Principalele caracteristici ale lămpilor cu vapori de sodiu de înaltă presiune, tip LPN/LPNT (puterea nominală, fluxul luminos nominal, dimensiunile, tipul soclului, durata de funcționare sau de viață, tipul balastului, tipul dispozitivului de amorsare), sunt prezentate în Tabelul 8.

Caracteristicile principale ale lămpilor cu vapori de sodiu de înaltă presiune utilizate la iluminatul public

Tabelul 8

Caracteristica	UM	Tipul lămpii						
		LPN175	LPNT175	LPN250	LPNT250	LPN400	LPNT400	
Puterea nominală	W	175	175	250	250	400	400	
Fluxul luminos nominal	lm	14000	15000	23000	26000	41000	43000	
Dimensiunile	H	mm	227	157	227	257	292	285
	D	mm	92	48	92	48	121	48
Tipul soclului	-	E40						
Durata de funcționare	ore	8000						
Tipul balastului	-	BNA 175		BNA 250		BNA 400		
Dispozitivul de amorsare		electronic						

- *Lămpi cu utilizări speciale*, din care fac parte următoarele categorii de lămpi: reflectoare, lămpi ornamentale, lămpi cu filament central, lămpi foto și altele.

În mod obișnuit, la proiectarea iluminatului public pe căile de circulație se recomandă utilizarea lămpilor fluorescente cu vapori de mercur de înaltă presiune. De la această regulă fac excepție străzile cu trafic redus, unde pot fi folosite și lămpi cu incandescență.

De asemenea, la proiectarea sistemelor de iluminat public al căilor de circulație, amplasarea surselor, respectiv a corpurilor de iluminat, se poate realiza în mod rațional apelând la una din următoarele variante: *unilateral, bilateral alternat, bilateral față în față, axial*.

Pentru realizarea unei repartiții uniforme a iluminării pe întreaga suprafață a unei căi de circulație, se recomandă, în general, funcție de modul de amplasare a corpurilor de iluminat, următoarele rapoarte dintre înălțimea de suspendare a acestora H și lățimea căii de circulație l , adică:

- ◇ $H/l \cong 1$ - în situația adoptării unei dispunerii unilaterale a corpurilor de iluminat;
- ◇ $H/l \cong 0.8$ - în cazul adoptării unei dispunerii bilaterale alternate a corpurilor de iluminat;
- ◇ $H/l \cong 0.6$ - pentru situația adoptării unei dispunerii bilaterale față în față a corpurilor de iluminat.

➤ *Corpul de iluminat* este aparatul prin intermediul căruia se distribuie și se filtrează lumina dată de o sursă de lumină. Aceasta conține toate dispozitivele necesare filtrării și protejării lămpii, circuitele auxiliare, precum și cele de conectare în rețeaua de alimentare cu energie electrică.

Modul de simbolizare a corpurilor de iluminat, acesta se realizează folosind cinci grupe de litere sau cifre, cu următoarele semnificații, după cum urmează: prima grupă de litere (p – corp pentru iluminat public, $V(VS)$ – echipat cu lămpi cu vapori de mercur sau de sodiu, A – fără apărătoare, B – cu apărătoare, c – tranconic din material plastic); a doua din cifre (6 – armătură din poliester, 7 – armătură din aliaj de aluminiu turnat, 8 – armătură din tablă de aluminiu, $9(10)$ – armătură din materiale plastice, 12 – armătură ambutisată din tablă de aluminiu, 02 – armătură tranconică cu dispensor din material plastic transparent); a treia, din litere (A – construcție pentru lampa de $400W$ sau pentru lampa de $2x250W$, B – construcție pentru lampa de $250W$ sau de $2x125W$, C – construcție de tip ciupercă); a patra grupă, din litere (p – montare în prelungirea stâlpului, c – montare în consolă, s – montare suspendat, sh – montare suspendat înclinat); a cincea grupă formată din cifre (1250 – echipat cu o lampă cu puterea de $250W$, 2125 – echipat cu două lămpi cu puterea de $125W$ fiecare).

Trebuie remarcat faptul că fiecărui corp de iluminat îi este caracteristică *curba de distribuție a intensității luminoase*. Această curbă se prezintă, de regulă, în raport cu planul vertical care conține axa principală de simetrie a corpului de iluminat și, în acest caz, corpul este considerat cu distribuție simetrică. Dacă se consideră drept criteriu *de clasificare a corpurilor de iluminat modul de distribuție a intensității luminoase*, acestea se împart în următoarele categorii:

- *Corpuri de iluminat cu distribuție concentrată*, la care fasciculul de lumină este cuprins în limitele unui unghi de 130° .

Caracteristicile corpurilor de iluminat de tip PVB 7

Tabelul 9

Corp de iluminat	Lampa [W]	Grad de protecție		Dimensiuni [mm]		Greutate [kg]
		CO	CA	L	H	
PVB 7(8) B p (c)	1x250, 2x125	IP 43	IP 23	840	320	16,0
PVB 7(8) B s (sh)	1x250, 2x125	IP 43	IP 23	510	380	16,0
PVB 7A φ (c)	1x400, 2x250	IP 43	IP 23	990	350	19,5
PVB 7A s (sh)	1x400, 2x250	IP 43	IP 23	630	565	18,5

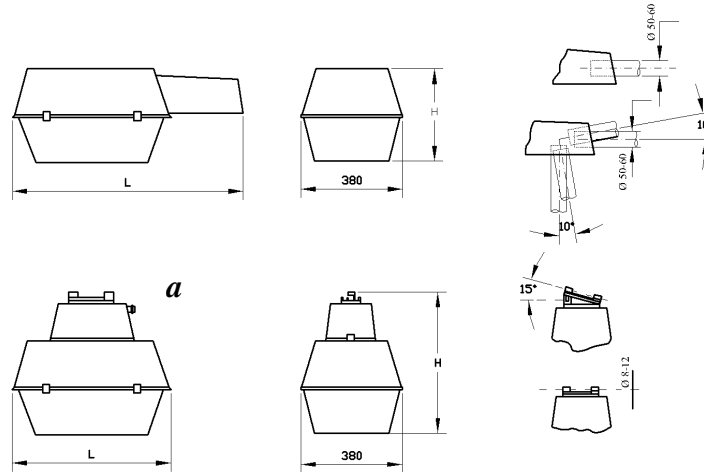


Figura 10 Detalii constructive ale corpurilor de iluminat de tip PVSb 7 (a – montaj pe prelungire; b-montaj suspendat)

Caracteristicile corpurilor de iluminat de tip PVSb 7

Tabelul 10

Corp de iluminat	Lampa [W]	Grad de protecție		Dimensiuni [mm]		Greutate [kg]
		CO	CA	L	H	
PVSb 7(8) B p (e)	1x250	IP 43	IP 23	840	320	18,0
PVSb 7(8) B s (sh)	1x250	IP 43	IP 23	510	380	17,0
PVSb 7A p (e)	1x400	IP 43	IP 23	990	350	22,0
PVSb 7A s (sh)	1x400	IP 43	IP 23	630	565	20,5

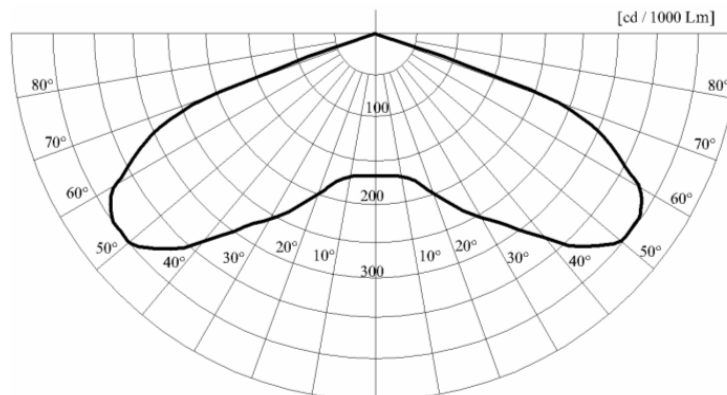


Figura 11 Diagrama intensității luminoase pentru corpurile de iluminat de tip PVSb 7

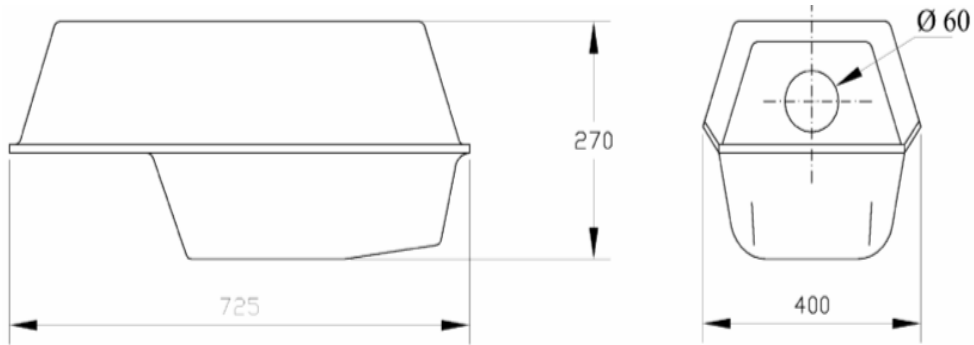


Figura 12 Detalii constructive ale corpurilor de iluminat de tip PVB 6, pentru cazul montajului pe prelungire

Caracteristicile corpurilor de iluminat de tip PVB 6

Tabelul 11

Corp de iluminat	Lampa [W]	Grad de protecție		Dimensiuni [mm]		Greutate [kg]
		C 0	C A	L	H	
PVB 6 B	1x250	IP 43	IP 23	785	270	-

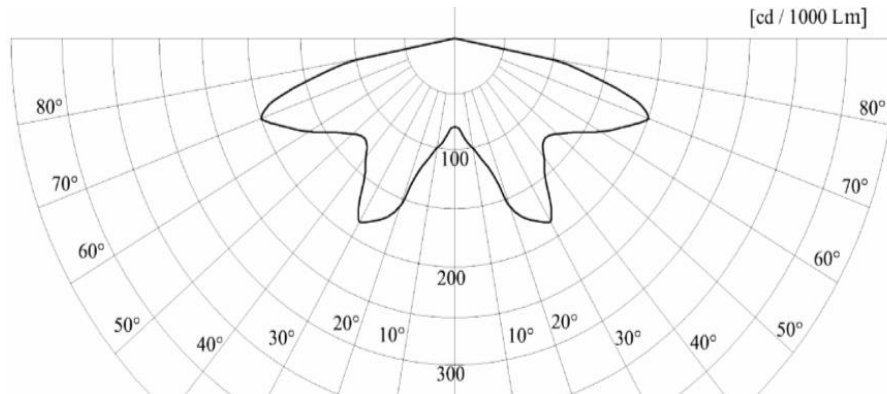


Figura 13 Diagrama intensității luminoase pentru corpurile de iluminat de tip PVB 6

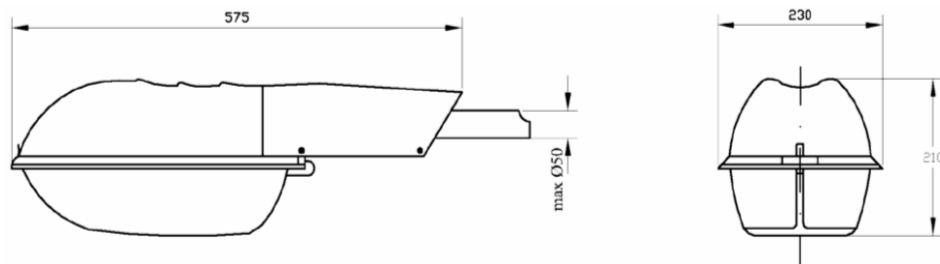


Figura 14 Detalii constructive ale corpurilor de iluminat de tip PVB 9, pentru cazul montajului pe prelungire

Caracteristicile corpurilor de iluminat de tip PVB 9

Tabelul 12

Corp de iluminat	Lampa [W]	Grad de protecție		Dimensiuni, [mm]		Greutate [kg]
		C 0	CA	L	H	
PVB 9	1x80	IP 44	IP 20	575	210	4,6
PVB 9 c	1x125	IP 44	IP 20	575	210	5,0

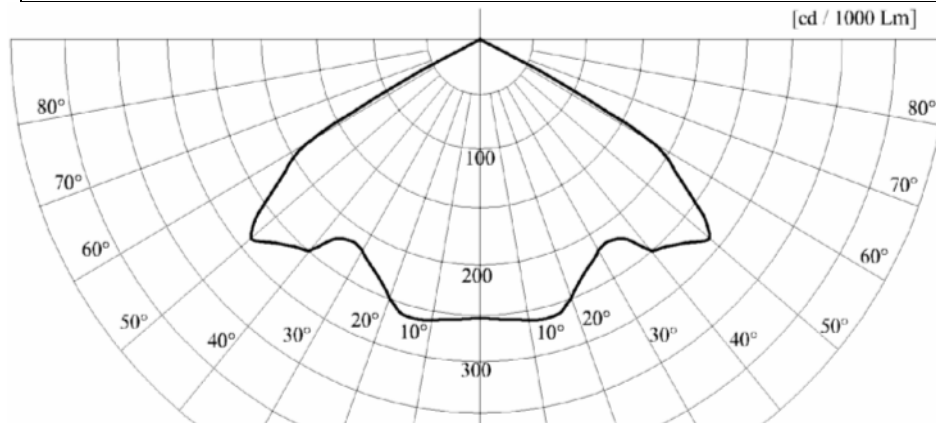


Figura 15 *Diagrama intensității luminoase pentru corpurile de iluminat de tip PVB 9*

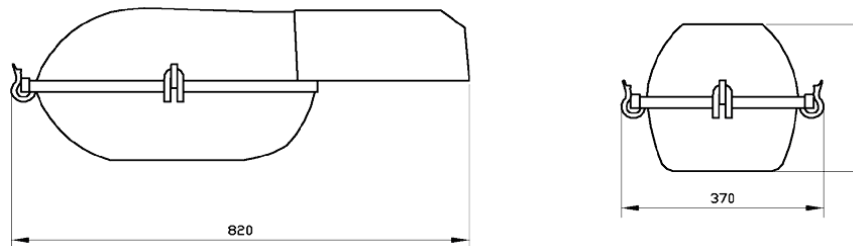


Figura 16 *Detalii constructive ale corpurilor de iluminat de tip PVB 10, pentru cazul montajului pe prelungire*

Caracteristicile corpurilor de iluminat de tip PVB 10

Tabelul 13

Corp de iluminat	Lampa [W]	Grad de protecție		Dimensiuni [mm]		Greutate [kg]
		C 0	CA	L	H	
PVB 10 B	1x250	IP 43	IP 44	820	320	12,0

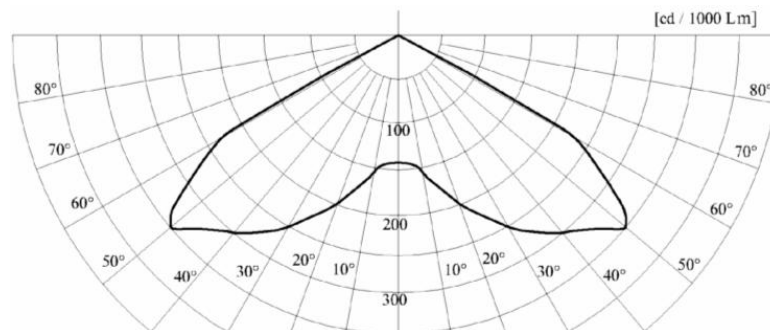


Figura 17 *Diagrama intensității luminoase pentru corpurile de iluminat de tip PVB 10*

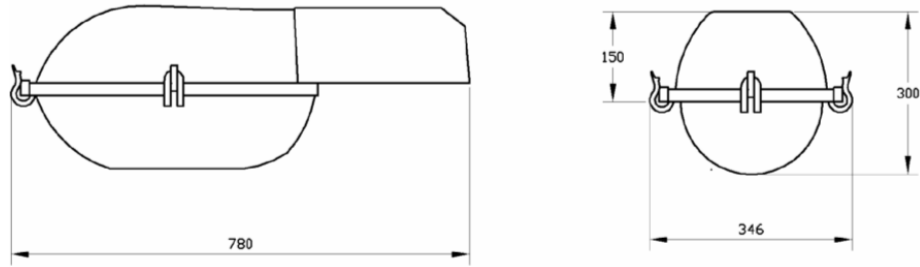


Figura 18 Detalii constructive ale corpurilor de iluminat de tip PVB 12, pentru cazul montajului pe prelungire

Caracteristicile corpurilor de iluminat de tip PVB 12

Tabelul 14

Corp de iluminat	Lampa [W]	Grad de protecție		Dimensiuni [mm]		Greutate [kg]
		C 0	C A	L	H	
PVB 12 B	1 x 250	IP 43	IP 23	780	300	-

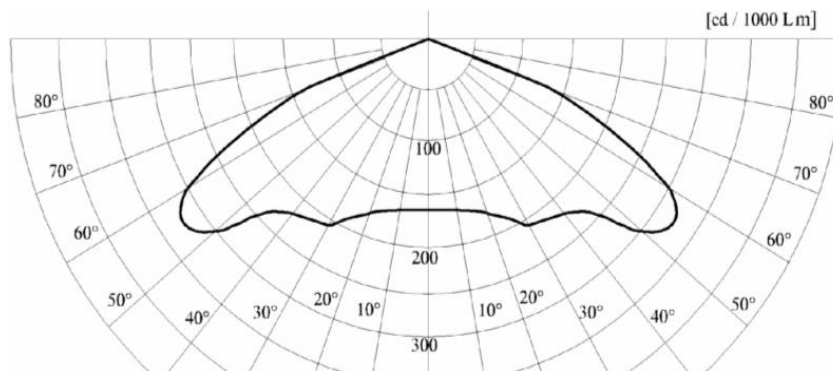


Figura 19 Diagrama intensității luminoase pentru corpurile de iluminat de tip PVB 12

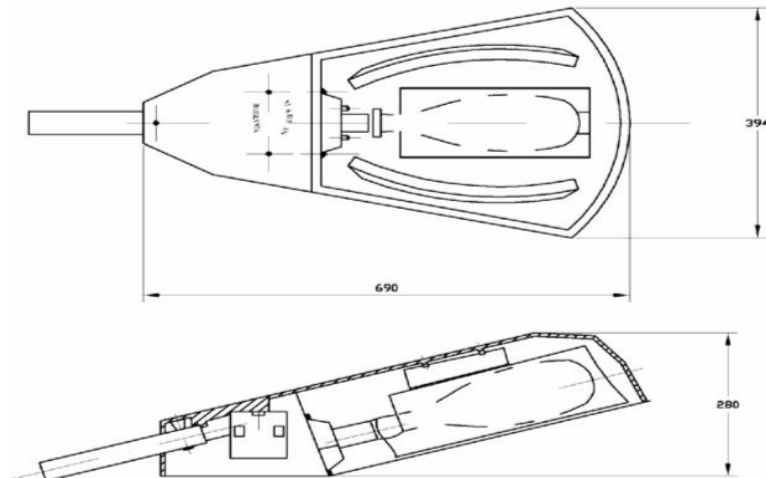


Figura 20 Detalii constructive ale corpurilor de iluminat de tip PVA 2, pentru cazul montajului pe prelungire

Caracteristicile corpurilor de iluminat de tip PVA 2

Tabelul 15

Corp de iluminat	Lampa [W]	Grad de protecție		Dimensiuni, [mm]		Greutate [kg]
		C θ	CA	L	H	
PVA 2a	1x250	-	IP 12	690	280	10,5
PVA 2a	1x400	-	IP 12	690	280	12,0

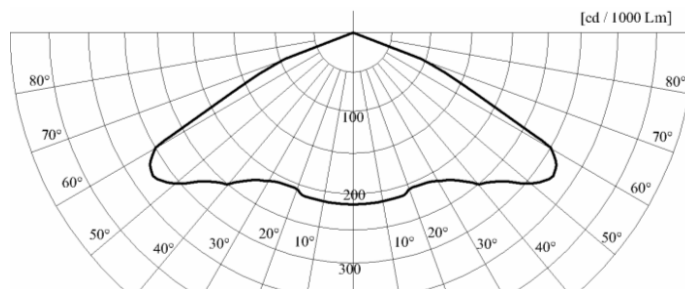


Figura 21 Diagrama intensității luminoase pentru corpurile de iluminat de tip PVA 2

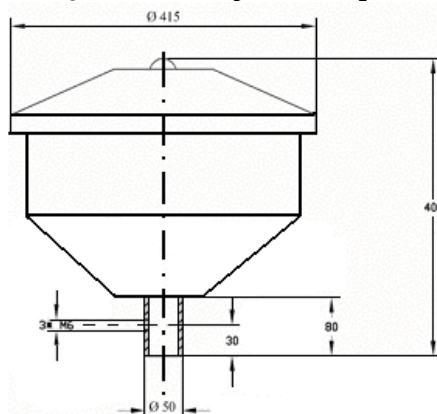


Figura 22 Detalii constructive ale corpurilor de iluminat de tip PVC

Caracteristicile corpurilor de iluminat de tip PVC

Tabelul 16

Corp de iluminat	Lampa [W]	Grad de protecție	Dimensiuni, [mm]		Greutate [kg]
			ϕ	H	
PVC 02	1x80	IP 33	415	400	4,5
PVC 02	1x125	IP 33	415	400	5,5

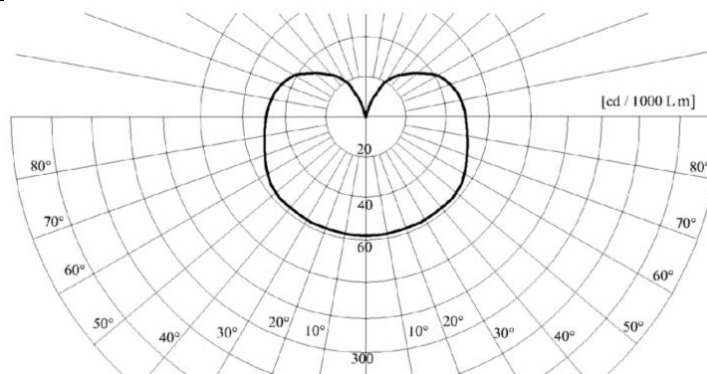


Figura 23 Diagrama intensității luminoase pentru corpurile de iluminat de tip PVC

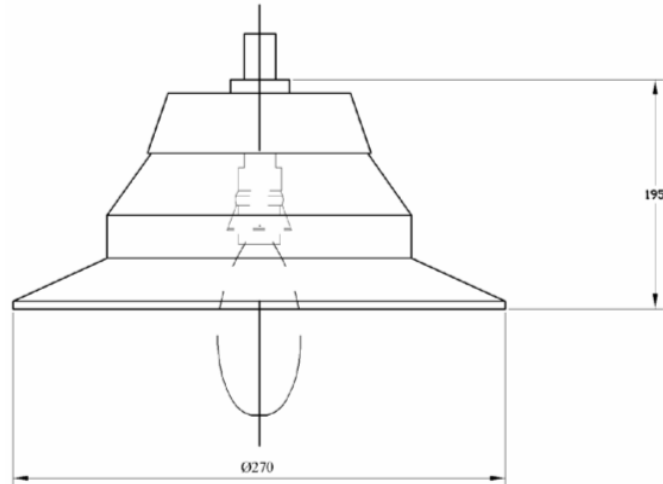


Figura 24 Detalii constructive ale corpurilor de iluminat de tip B200

Caracteristicile corpurilor de iluminat de tip B200

Tabelul 17

Corp de iluminat	Lampa [W]	Dimensiuni [mm]	
		φ	H
B 200	80	270	195
B 200	125	270	195

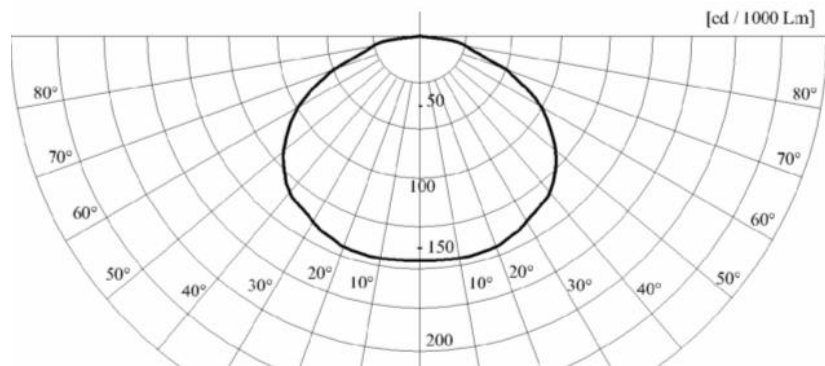


Figura 25 Diagrama intensității luminoase pentru corpurile de iluminat de tip B200

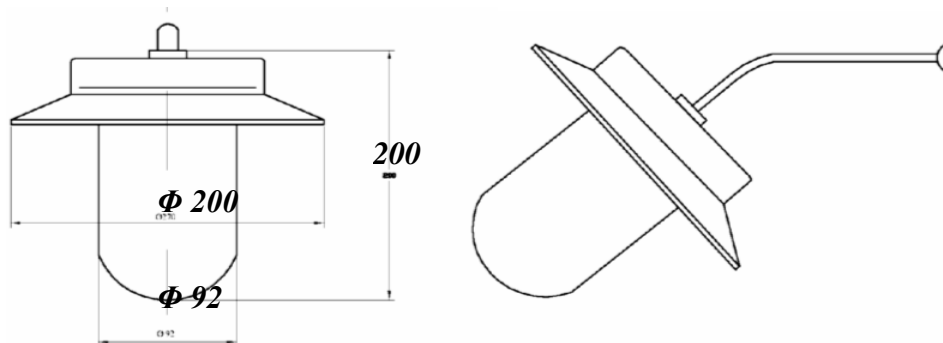


Figura 26 Detalii constructive ale corpurilor de iluminat de tip A100

Caracteristicile corpurilor de iluminat de tip A100

Tabelul 18

Corp de iluminat	Lampa [W]	Dimensiuni [mm]		
		φ	H	
A 100	100	200	200	Bec cu incandescență

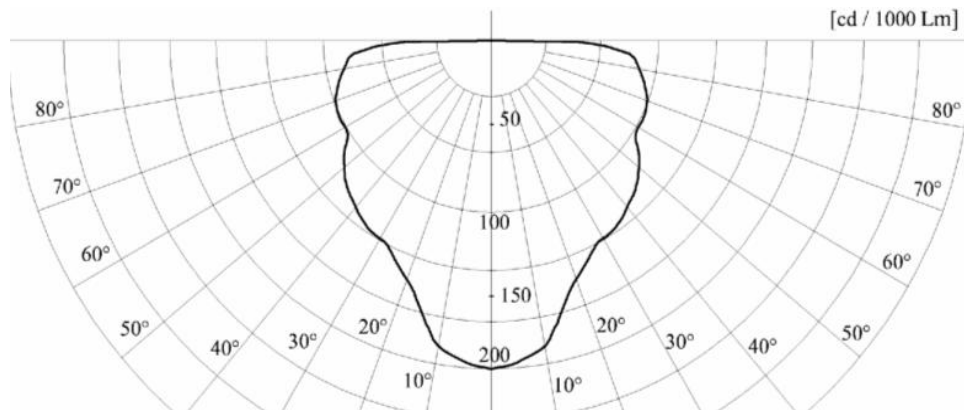


Figura 27 Diagrama intensității luminoase pentru corpurile de iluminat de tip A100

2.2 Elementele de prindere a corpurilor de iluminat pe stâlpi

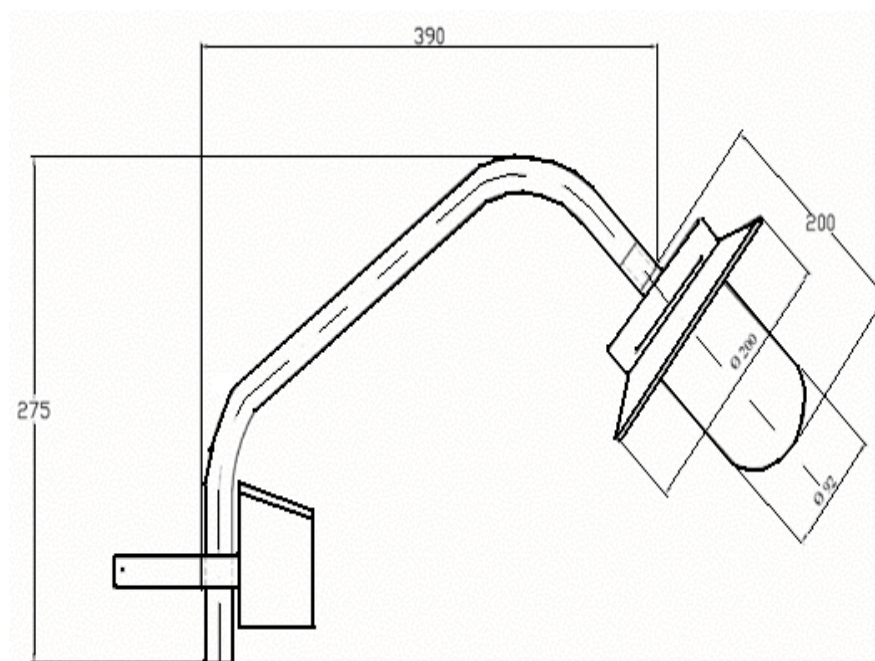


Figura 28 Braț pentru armătură de iluminat:

- 1 – cârjă din țevă $\Phi 18 \times 1,5$;
- 2 – brățară de fixare;
- 3 – cutie cu siguranță fuzibilă LF 25

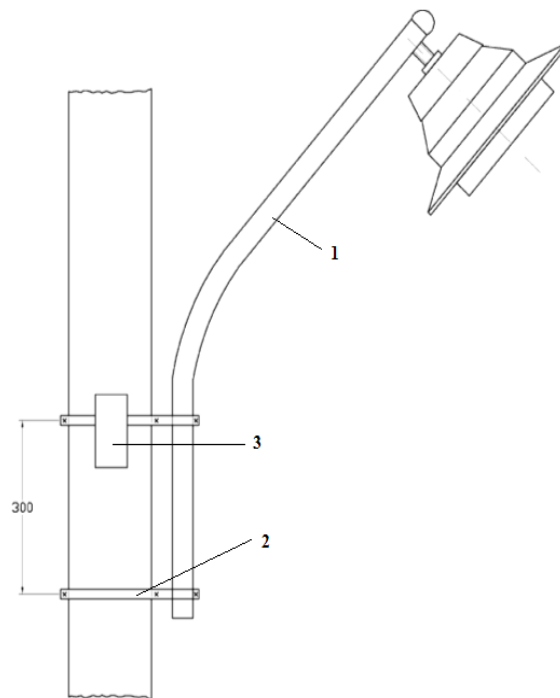


Figura 29 Braț pentru corp de iluminat de tip B200

1 – cârjă Φ 34 x 3

2 – brățară de fixare 30x3

3 – cutie cu siguranță și balast

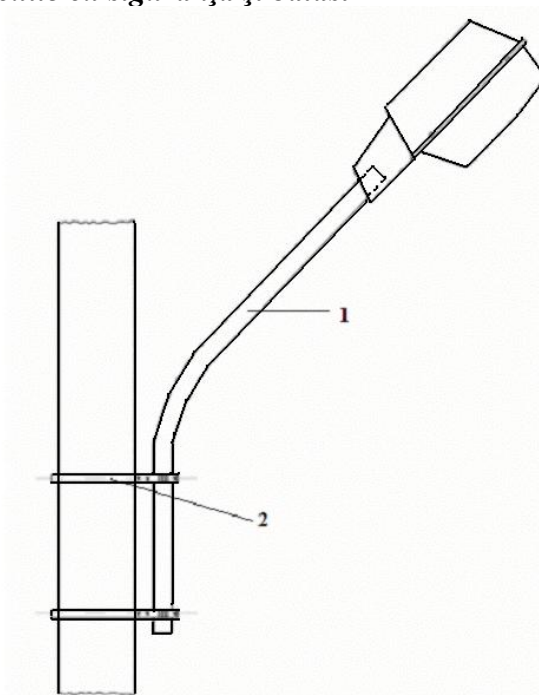


Figura 30 Braț pentru corp de iluminat de tip PVB

1 – cârjă Φ 60 x 4

2 – brățări de fixare pe stâlp 40x4

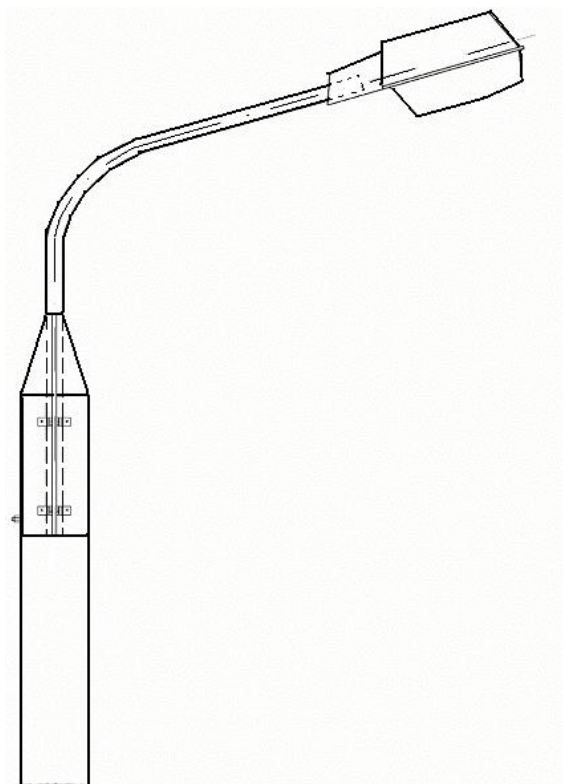


Figura 31 Braț în prelungire pentru corpuri de iluminat de tip PVB
(cu unu sau două brațe)

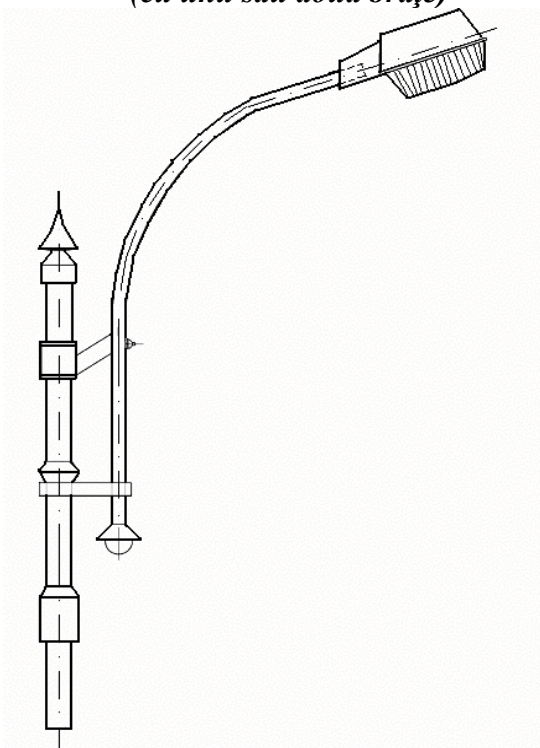


Figura 32 Braț ornamental pentru corp de iluminat de tip PVB
(cu unu sau două brațe)

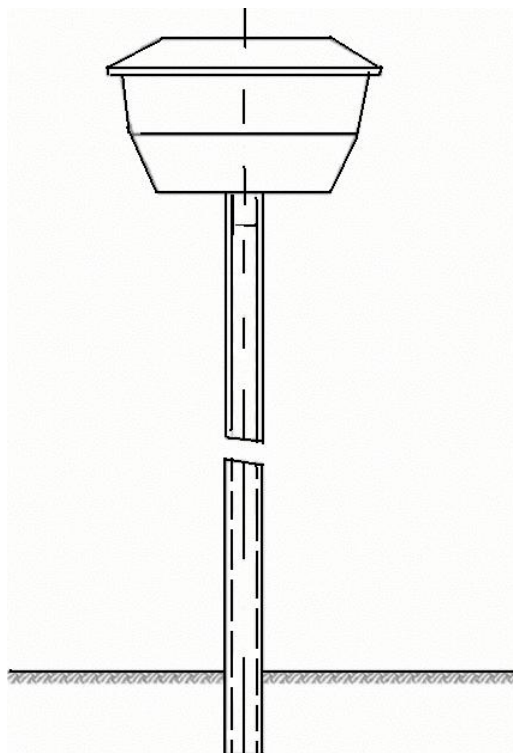


Figura 33 Stâlp lampadar

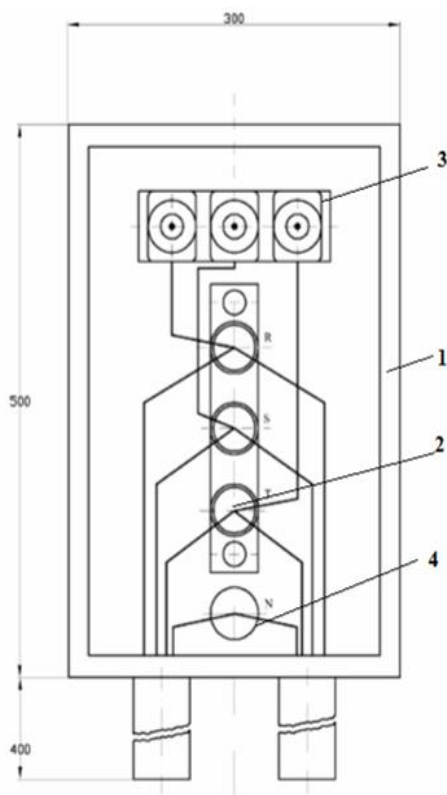


Figura 34 Cutie intrare - ieșire : 1 - cutie metalică; 2 - borne de legătură pentru faze; 3 - siguranțe LF 25; 4 - bornă pentru nul de lucru

2.3 Stâlpii utilizați la iluminatul public (caracteristici, modul de alimentare al corpurilor de iluminat din rețeaua subterană).

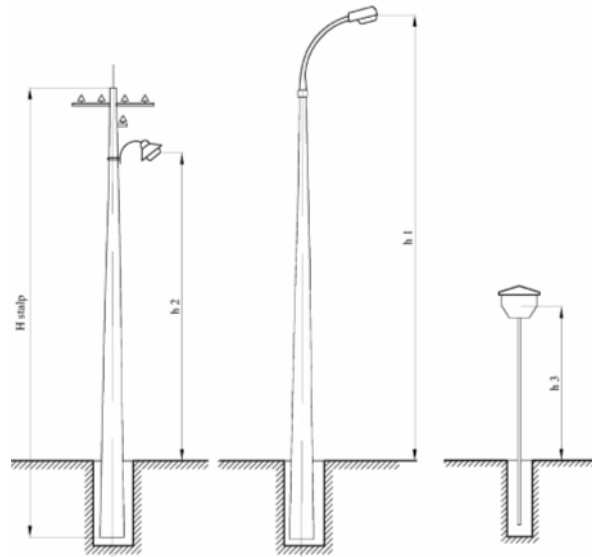


Figura 35 Montarea corpurilor de iluminat pe stâlpi
Tabelul 19

Tip stâlp	H stalp [m]	h 1 [m]	h 2 [m]	h 3 [m]
SC 15007	14,00	14,00	11,00	-
SFP 4-11	11,00	11,00	8,00	-
SFP 2-11	11,00	11,00	8,00	-
SC 10005	10,00	10,00	7,00	-
SC 10001	10,00	10,00	7,00	-
SI 9	9,00	9,00	-	-
SE 4T	10,00	10,00	7,00	-
SE 10T	10,00	10,00	7,00	-
SCI 5,1	5,1	-	-	4,5

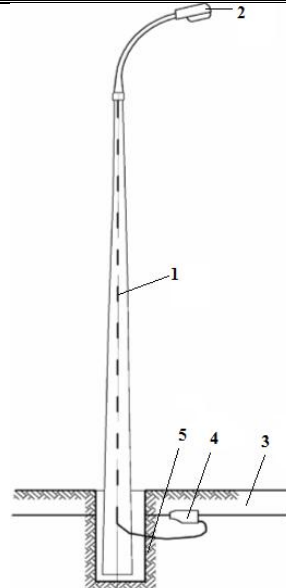


Figura 36 Alimentarea corpurilor de iluminat din rețeaua subterană cu manșon de derivație montat la baza stâlpului de iluminat: 1 – stâlp de beton centrifugat (sau țevă de oțel) ; 2 – corp de iluminat (cu comportament pentru siguranță și balast) ; 3 – cablul rețelei de alimentare; 4 – manșon de derivație; 5 – cablul de alimentare a corpului de iluminat

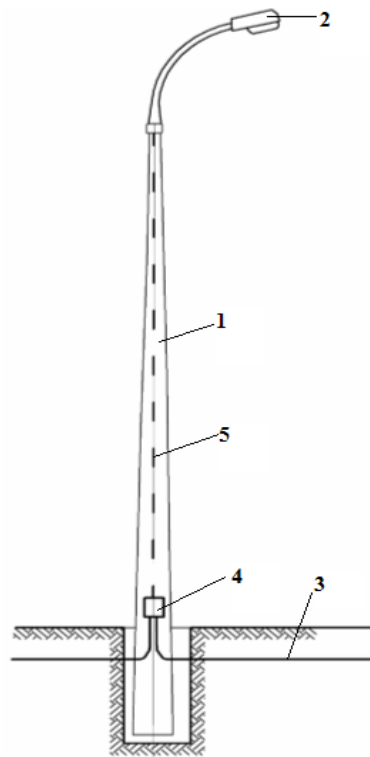


Figura 37 Alimentarea corpurilor de iluminat din rețeaua subterană cu intrare – ieșire montată aparent la baza stâlpului de iluminat: 1 – stâlp de beton centrifugat (sau țevă de oțel) ; 2 – corp de iluminat ; 3 – cablul rețelei de alimentare; 4 – cutie metalică la baza stâlpului; 5 – cablul de alimentare a corpului de iluminat

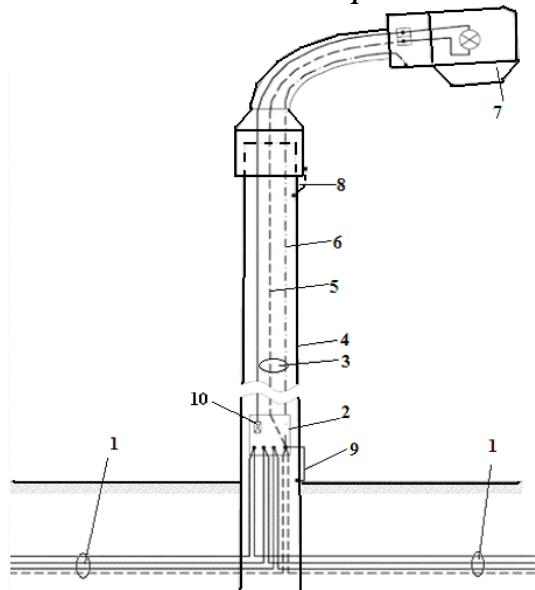


Figura 38 Modul de legare la instalația de protecție a corpului de iluminat montat pe stâlp, în cazul alimentării prin cutie intrare – ieșire montată la baza stâlpului : 1 – cablul rețelei de alimentare; 2 – cutie intrare – ieșire; 3 – cablul de alimentare a corpului de iluminat; 4 – stâlp de beton sau țevă; 5 – nul de lucru (N); 6 – nul de protecție (PE); 7 – corp de iluminat; 8 – legătură cu armătură metalică și borna de legare la pământ a stâlpului; 9 – legătura între carcasa cutiei și borna de legare la pământ a stâlpului; 10 – siguranța fuzibilă.

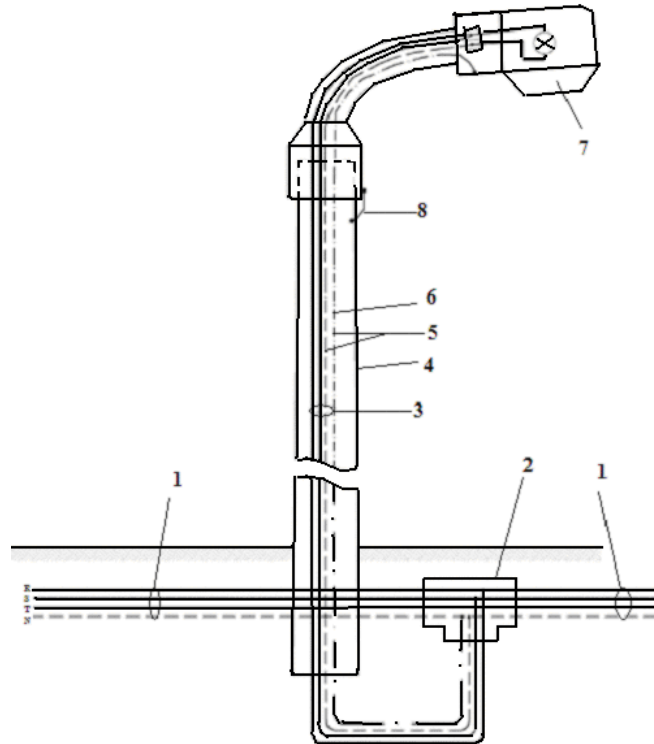


Figura 39 Modul de realizare a protecției în cazul alimentării corpurilor de iluminat prin manșon de derivație: 1 – cablul rețelei de alimentare; 2 – manșon de derivație; 3 – cablul de alimentare a corpului de iluminat; 4 – stâlp de beton sau țevă; 5 – nul de lucru(N); 6 – nul de protecție (PE); 7 – corp de iluminat; 8 – legătură între armătura metalică și borna de legare la pământ a stâlpului.

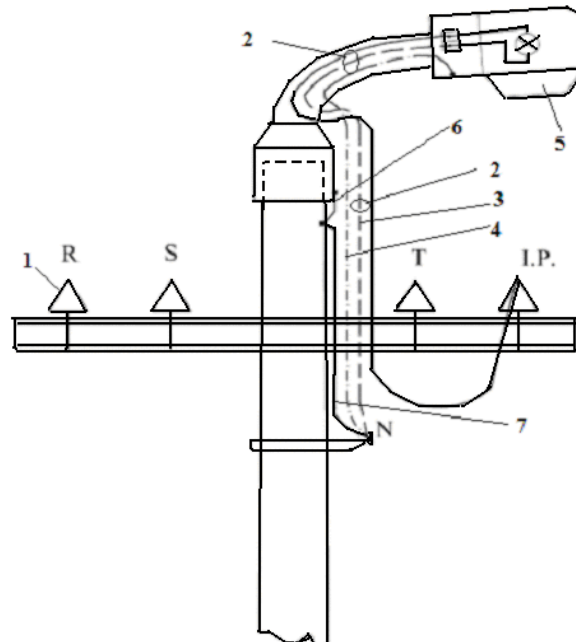


Figura 40 Modul de legare la instalația de protecție a corpurilor de iluminat, alimentată din rețeaua aeriană : 1 – linie electrică aeriană; 2 – cablul de alimentare a corpului de iluminat; 3 – conductor de nul de protecție (PE); 4 – conductor de nul de lucru (N); 5 – corp de iluminat; 6 – legătură între armătura metalică și borna de legare la pământ a stâlpului; 7 – legătură între conductorul de nul și borna de legare la pământ a stâlpului;

- *Stâlpi.* În mod obișnuit, iluminatul public se realizează prin montarea corpurilor de iluminat pe stâlpii rețelei de distribuție de joasă tensiune. Pentru zonele centrale ale marilor aglomerări urbane (orașe), pot apărea situații deosebite de realizare a iluminatului public, în condițiile unor arhitecturi speciale. În aceste condiții, iluminatul public se realizează, de la caz la caz, în funcție de situațiile concrete din orașul respectiv. Pentru zonele periferice ale orașelor, cât și în mediul rural, corpurile de iluminat se montează fie pe stâlpii rețelei de distribuție de joasă tensiune, cu ajutorul unor armături, fie suspendat, pe axul drumului sau al căii de circulație.

Stâlpii utilizați pentru montarea (suspendarea) corpurilor de iluminat folosite în scopul realizării iluminatului public din zonele urbane sau rurale sunt stâlpi din beton, de următoarele tipuri – *SE4T, SE5T, SE10T, SE11T, TP10.001, TP10.002, SC10.006, SI9, SEP8-11, SEP4-11*. De asemenea, pot fi folosiți stâlpi speciali realizați din rășini sintetice, care prezintă avantajele de a fi ușori, estetici și având costuri relativ reduse.

- *Elemente de prindere a corpurilor de iluminat pe stâlpi.* Prinderea corpurilor de iluminat pe stâlpi se realizează în mod diferit, ținând seama de tipul corpului de iluminat, de importanța străzii sau a căii de circulație pe care se montează, de tipul stâlpului utilizat, precum și de aspectele de ordin estetic impuse în zonele pe care le străbate calea de circulație.

În mod obișnuit, armăturile metalice proiectate și omologate pentru prinderea corpurilor de iluminat în zonele normale, fără pretenții deosebite sub aspect estetic, sunt următoarele: braț pentru armătura de iluminat, braț pentru corpurile de iluminat de tip *B200*, braț pentru corpurile de iluminat de tip *PVB*, braț în prelungire pentru corpurile de iluminat de tip *PVB*, braț ornamental pentru corpurile de iluminat de tip *PVB*, stâlp lampadar pentru corpurile de iluminat tronconice, cutie intrare-ieșire pentru iluminatul public.

Pentru zonele de interes deosebit din cadrul orașelor sau chiar al satelor, care prezintă cerințe deosebite din punct de vedere arhitectonic și estetic, urmează să se proiecteze și să fie adoptate, de la caz la caz, soluții specifice, chiar cu caracter de unicat.

- În privința factorului de reflexie a suprafeței căii de circulație, dacă nu s-au efectuat măsurători speciale, atunci pot fi utilizate valorile orientative indicate în Tabelul 21.

De asemenea, în scopul obținerii unei repartiții uniforme a iluminării pe toată suprafața căilor de circulație, se impune, conform normelor din țara noastră, respectarea factorilor de uniformitate precizați în Tabelul 20, care sunt definiți de următoarele relații:

$$K_1 = \frac{E_{\min}}{\bar{E}} \quad (14)$$

$$K_2 = \frac{E_{\min}}{E_{\max}} \quad (15)$$

- Cu privire la limitarea *efectului de orbire* care poate apărea pe căile de circulație rutieră datorită sistemelor de iluminat public, se pot face câteva precizări, prezentate în cele ce urmează.

Orbirea fiziologică apare datorită unui confort vizual scăzut, producând o oboseală vizuală și, evident, scăderea posibilităților vizuale de observare a obstacolelor de pe căile de circulație. Acest fenomen de oboseală vizuală poate fi determinat de mai multe cauze, cum ar fi, de exemplu: sensibilitate de contrast nesatisfăcătoare, repartiția neuniformă a luminanțelor sau o iluminare discontinuă.

Nivelul parametrilor lumino tehnici specifici pentru căile de circulație în funcție de intensitatea traficului

Tabelul 20

Tipul căii de circulație în funcție de intensitatea traficului	Luminanța medie \bar{L} [cd/m ²]	Factorul de luminanță q		Luminarea medie \bar{E} [lm]		Factori de uniformitate	
		$\rho < 0,2$	$\rho \geq 0,2$	$\rho < 0,2$	$\rho \geq 0,2$	K_1	K_2
		Foarte intens	0,50	0,04	0,087	10	5,0
Intens	0,25	0,04	0,087	5	3,0	0,33	0,200
Mediu	0,12	0,04	0,087	3	1,5	0,33	0,166
Redus și foarte redus	0,08	0,04	0,087	2	1,0	-	-

Valori orientative pentru factorul de reflexie al căii de circulație

Tabelul 21

Tipul suprafeței căii de circulație	Factorul de reflexie ρ
asfalt negru	0,06 ÷ 0,08
asfalt	0,08 ÷ 0,10
bitum	0,10 ÷ 0,20
piatră din granit	0,20 ÷ 0,25
beton	0,20 ÷ 0,35

În scopul limitării efectului de orbire pe căile de circulație, conform normativelor din țara noastră, se impune aplicarea următoarelor măsuri:

- Asigurarea repartiției uniforme a luminanțelor pe suprafețele căilor de circulație.
- Amplasarea corpurilor de iluminat la o înălțime optimă, corespunzătoare curbei de distribuție a intensității luminoase și a fluxului luminos, conform relației (16) și a datelor recomandate în Tabelul 22.
- Fixarea limitei în ceea ce privește intensitatea luminoasă a corpurilor de iluminat în direcția privirii observatorului, iar referitor la unghiul de protecție trebuie să fie de minimum 30°.

Pentru a evita efectul de orbire, înălțimea minimă de suspendare sau de montare a corpurilor de iluminat, folosite la realizarea iluminatului public al căilor de circulație, se recomandă, conform normativelor, să se determine cu o relație de următoarea formă:

$$H = \sqrt{\frac{2880 \cdot I_{\max}}{10^4 \cdot (G-1) \left(1 + \frac{\Phi}{\theta}\right) \cdot L_{\min}} - 2.07} + 1.5 \quad [m] \quad (16)$$

unde: I_{\max} – intensitatea luminoasă a corpului de iluminat, în cd ; G – factorul sau coeficientul de orbire; Φ – unghiul dintre axa de privire a observatorului și planul orizontal; θ – unghiul dintre axa de înclinare a corpului de iluminat și orizontală; L_{\min} – luminanța minimă în câmpul vizual al observatorului, în cd/m^2 ; aceasta poate fi determinată cu următoarea relație:

$$L_{\min} = \frac{\rho \cdot \theta \cdot E_{\min}}{104 \cdot \pi} \quad [cd/m^2] \quad (17)$$

în care ρ reprezintă factorul de reflexie, conform Tabelului 21, iar E_{\min} este valoarea minimă a iluminării pe toată suprafața de calcul, în lm .

Înălțimea minimă de montare sau de suspendare a corpurilor de iluminat, în metri

Tabelul 22

Fluxul luminos al sursei [lm]	Distribuția luminoasă a corpului de iluminat		
	Concentrată	Semiconcentrată	Largă
< 5000	6,0	6,00	7,50
5000 ÷ 10000	6,0	7,50	9,00
10000 ÷ 15000	7,5	9,00	10,5
> 15000	9,0	10,5	12,0

Având în vedere relația (16), în normativele din țara noastră sunt precizate valorile pentru înălțimea minimă de montare a corpurilor de iluminat al căilor de circulație rutieră, în scopul evitării efectului de orbire. Înălțimile respective, exprimate în metri, sunt indicate în Tabelul 22, în funcție de fluxul luminos al sursei de lumină și de distribuția luminoasă a corpului de iluminat, care poate fi *concentrată*, *semiconcentrată* sau *largă*. Conform acestor precizări, în scopul evitării apariției efectului de orbire pentru căile de circulație, factorul sau coeficientul de orbire, notat cu G , trebuie să aibă următoarele valori minime, în funcție de distribuția luminoasă a corpurilor de iluminat:

- ▲ $G = 6,5$ – în cazul corpurilor de iluminat care prezintă o distribuție concentrată;
- ▲ $G = 4,8$ – pentru corpurile de iluminat care prezintă o distribuție semiconcentrată;
- ▲ $G = 4,2$ – în cazul corpurilor de iluminat care prezintă o distribuție largă.

- Pentru asigurarea unui iluminat uniform al căilor de circulație, conform normelor actuale din țara noastră, trebuie ca distanța D dintre sursele luminoase ale sistemului de iluminat utilizat să fie

aleasă în funcție de înălțimea H de suspendare a acestora și de tipul de distribuție luminoasă a corpurilor de iluminat. Valorile recomandate pentru raportul D/H sunt prezentate în Tabelul 23.

Valorile raportului dintre distanța între sursele luminoase și înălțimea de suspendare a acestora
Tabelul 23

	Distribuția luminoasă a corpului de iluminat		
	Concentrată	Semiconcentrată	Largă
D/H	3,2	4,0	6,0

■ În scopul unei proiectări raționale (optime) a sistemelor de iluminat public al căilor de circulație, selectarea variantei corespunzătoare se realizează prin calcule specifice, prin folosirea, în acest scop, fie a *metodei iluminării* sau a *metodei luminanțelor*. Indiferent de metoda utilizată pentru selectarea celei mai bune variante, la efectuarea analizelor se utilizează *metoda de calcul punct cu punct*, având în vedere, în mod deosebit, curbele de distribuție a intensității luminoase specifice corpurilor de iluminat utilizate, prezentate anterior. Abordarea automată a acestor calcule și selectarea variantei optime în ce privește iluminatul public stradal pot fi realizate și prin utilizarea unui program specializat de calcul – *ILUM* – care este compatibil cu calculatoarele *P.C.*

Conform normativelor în vigoare din țara noastră, pentru porțiunile speciale ale căilor de circulație (curbe, denivelări, piețe și intersecții, treceri de pietoni, parcuri, pasaje subterane/tuneluri rutiere, alei din parcuri) sunt precizate următoarele recomandări, privind proiectarea instalațiilor de iluminat public stradal și anume:

- Pentru căile de circulație (arterele), care prezintă de-a lungul lor curbe, este necesar ca pe parcursul curbelor distanța între stâlpii utilizați la iluminatul public să fie redusă cu atât mai mult cu cât curbele sunt mai pronunțate, iar stâlpii să fie amplasați pe partea exterioară a curbelor respective. În curbe se adoptă, de regulă, dispunerea unilaterală a corpurilor de iluminat, asigurându-se în felul acesta o bună marcare a curbei. Totodată, trebuie ca arterele în curbă să aibă un nivel de luminanță mai mare cu circa $10 \div 20\%$ decât nivelul corespunzător al categoriei arterei respective. Este necesar, de asemenea, ca în curbe să fie evitată amplasarea bilaterală, precum și cea bilaterală alternată a corpurilor de iluminat, deoarece se pot crea confuzii periculoase ale conducătorilor auto, neexistând posibilitatea de a se realiza un ghidaj optic prin astfel de instalații de iluminat.
- În cazul arterelor sau căilor de circulație în pantă, trebuie ca distanța dintre corpurile de iluminat să fie redusă direct proporțional cu unghiul de înclinare al pantei și, în același timp, în mod progresiv spre vârful pantei. Astfel, pentru o pantă cu o înclinare de 4%, distanța d dintre stâlpii de iluminat public se va reduce în mod progresiv până la $0,7 \cdot d$ în vârful pantei.

- În ce privește iluminatul intersecțiilor și piețelor, trebuie ca nivelul de luminanță să fie mai mare cu 50% decât luminanța arterei sau căii de circulație celei mai bine luminate, care străbate intersecția sau piața. Totodată, sursele de lumină se vor amplasa cât mai aproape de unghiurile intersecțiilor. În cazul intersecției unei artere principale cu o arteră secundară, se recomandă ca sursa de lumină să fie montată pe artera principală în fața arterei secundare, constituind, în felul acesta, un punct de semnalizare pentru circulația rutiere.
- Pentru trecerile de pietoni, nivelul de iluminare a acestora, se recomandă să fie cu 50% mai mare decât restul căii de circulație și trebuie să fie realizat în așa fel ca pietonii să fie iluminați în sensul de circulație. În scopul punerii mai bine în evidență a trecerilor de pietoni, se recomandă ca iluminarea acestora să se realizeze prin folosirea unor surse de lumină de o altă culoare decât cele utilizate pentru restul căii sau arterei de circulație.
- În cazul spațiilor de parcare, este necesar ca acestea să fie prevăzute cu luminanțe egale cu cele ale căilor de circulație cu trafic redus.
- Podurile de pe căile de circulație se luminează cu același nivel de iluminare ca și restul căii de circulație, cu mențiunea că trebuie să se marcheze, în mod distinct, intrările și ieșirile de pe pod.
- În ce privește căile de circulație care prezintă arbori plantați de-a lungul lor, se impune corelarea amplasării corpurilor de iluminat, astfel încât să se asigure nivelul de iluminare prescris. Dacă arborii sunt de înălțime redusă, pot fi utilizați stâlpi prevăzuți cu brațe lungi, pentru a evita producerea de umbre, pe suprafața căii de circulație. În situația unor arbori de înălțime mare, este necesar ca aceste corpuri de iluminat să fie montate sub coroana arborilor și anume la nivelul ultimelor ramuri. În cazul căilor de circulație care prezintă arbori plantați pe ambele părți, se recomandă, pentru iluminatului public, realizarea acestuia de tip axial.

Recomandările precizate anterior pentru iluminatul arterelor cu arbori de-a lungul lor, sunt valabile și în cazul aleilor din parcuri. În cazul parcurilor, se utilizează, în special, iluminatul folosind corpuri de iluminat tip lampadar, care sunt montate la o înălțime de 4 – 5 metri de la sol.

În privința iluminatului public din localitățile rurale, arterele de circulație se împart în două categorii: străzi principale și străzi secundare. Străzile sau arterele principale din mediul rural sunt asimilate cu căile de circulație cu trafic mediu din zonele urbane, iar străzile secundare sunt asimilate cu căi de circulație cu trafic foarte redus.

În cazul instalațiilor utilizate pentru realizarea iluminatului public al căilor de circulație din mediul urban sau rural, instalații care prezintă un factor de putere redus, este necesar să se adopte

măsurile în vederea îmbunătățirii acestuia. De asemenea, coeficientul de cerere pentru sistemele destinate iluminatului public este considerat egal cu unitatea, adică $k_c=1$.

Sarcinile electrice de calcul, respectiv puterile active de calcul pentru iluminatul public în mediul urban și rural pot fi evaluate cu o relație de forma:

$$P_c = \sum_{k=1}^m p_{0_k} \cdot S_k \quad [kW] \quad (18)$$

unde: p_{0_k} - puterea activă specifică instalată, destinată iluminatului public, pentru căile de circulație sau zonele de tip k , în W/m^2 . S_k - suprafața totală a căilor de circulație sau a zonelor de tip k , în m^2 .

3. Modul de desfășurare al lucrării

Ținând cont de faptul că iluminatul public constituie un consumator important de energie electrică la nivelul oricărei așezări urbane sau rurale, studenții trebuie să-și însușească cunoștințe despre diferitele probleme analizate pe larg în cadrul lucrării de laborator și anume:

- posibilitățile de realizare a iluminatului public din mediul urban și rural;
- condițiile de calitate cu privire la iluminatul public din mediul urban și rural;
- corpuri de iluminat utilizate în mod frecvent la iluminatul public și modul de dispunere al acestora pe stâlpi;
- caracteristici lumino-tehnice ale corpurilor de iluminat;
- dimensionarea diverselor instalații de iluminat public al căilor de circulație destinate traficului rutier, pietonal, intersecțiilor, tunelurilor, podurilor, piețelor și a aleilor din parcuri.

De asemenea, studenții vor nota în caietul de laborator principalele caracteristici ale corpurilor de iluminat public stradal existente în laboratorul de Transportul și distribuția energiei electrice.

Bibliografie

1. **Georgescu Gh.**, *Sisteme de distribuție a energiei electrice*, Editura Politehnicum, Iași, 2007.
2. **Georgescu Gh., Neagu B.**, *Proiectarea și exploatarea asistată de calculator a sistemelor publice de repartiție și distribuție a energiei electrice*, vol. 1, partea I-a, Editura Fundației Academice AXIS, Iași, 2010.
3. **Georgescu Gh.**, *Transportul și distribuția energiei electrice. Lucrări practice de laborator*, Editura Politehnicum, Iași, 2005.
4. **Georgescu Gh.**, *Elemente ale liniilor electrice în cablu*, Editura Venus, Iași, 2005.

5. *** **SR13433/99** - *Iluminatul căilor de circulație. Condiții de iluminat pentru căi de circulație destinate traficului rutier, pietonal și/sau ciclștilor și tunelurilor/pasajelor subterane rutiere*, Institutul Român de Standardizare, București, 1999.
6. *** **STAS 2349/6 – 86**, *Iluminat. Mărimi energetice, fotometrice. Terminologie*, Institutul Român de Standardizare, București, 1986.
7. *** **I – 7/2002**, *Normativ privind proiectarea și exploatarea instalațiilor electrice cu tensiuni până la 1000 V c.a. și 1500 V c.c.*, ICEMENERG, București, 2002.
8. *** **STAS 2970** *Stâlpii prefabricați din beton armat și beton comprimat pentru linii electrice aeriene*, Institutul Român de Standardizare, București.
9. *** **SR LEI 61089** *Conductoare pentru linii electrice aeriene cu forme rotunde, cablate în straturi concentrice*, Institutul Român de Standardizare, București.