

NORMATIV PENTRU PROIECTAREA SISTEMELOR DE ILUMINAT RUTIER ȘI PIETONAL

INDICATIV NP-062-02

CUPRINS

1. OBIECT, DOMENIU DE APLICARE	154
2. TERMINOLOGIE	155
3. ABREVIERI ȘI NOTAȚII	162
4. CALITATEA ILUMINATULUI ARTIFICIAL DESTINAT CĂILOR DE CIRCULAȚIE RUTIERĂ ȘI PIETONALĂ	164
4.1. Calitatea iluminatului artificial destinat căilor de circulație rutieră și pietonală	164
4.2. Controlul și evaluarea ambientului luminos creat cu ajutorul sistemelor de iluminat destinate căilor de circulație rutiere	166
4.3. Calitatea iluminatului artificial destinat căilor de circulație pietonală	174
4.4. Controlul și evaluarea ambientului luminos creat cu ajutorul sistemelor de iluminat destinate căilor de circulație pietonală	176
4.5. Calitatea iluminatului artificial destinat tunelurilor și pasajelor subterane	181
4.6. Controlul și evaluarea ambientului luminos creat cu ajutorul sistemelor de iluminat destinate tunelurilor și pasajelor rutiere în timpul zilei	182

4.7. Controlul și evaluarea ambientului luminos creat cu ajutorul sistemelor de iluminat destinate tunelurilor și pasajelor rutiere în timpul nopții	184
5. SURSE DE LUMINĂ	185
6. CORPURI/APARATE DE ILUMINAT	187
7. PROIECTAREA SISTEMELOR DE ILUMINAT DESTINATE CĂILOR DE CIRCULAȚIE RUTIERĂ, TUNELURILOR ȘI PASAJELOR RUTIERE ȘI CĂILOR DE CIRCULAȚIE PIETONALĂ	189
7.1. Proiectarea sistemelor de iluminat destinate căilor de circulație rutieră	189
7.1.1. Principii generale	189
7.1.2. Sisteme de iluminat destinate căilor de circulație rutieră	192
7.1.3. Sisteme de iluminat destinate autostrăzilor	194
7.1.4. Sisteme de iluminat destinate zonelor particulare ale căilor de circulație	195
7.2. Sisteme de iluminat destinate căilor de circulație pietonală	202
7.3. Sisteme de iluminat destinate tunelurilor și pasajelor rutiere	205
ANEXE	210

1. OBIECT, DOMENIU DE APLICARE

1.1. Prezentul normativ are ca obiect proiectarea sistemelor de iluminat destinate căilor de circulație rutieră și zonelor particulare ale acestora, sistemelor destinate tunelurilor și pasajelor rutiere, precum și proiectarea sistemelor de iluminat destinate căilor de circulație pietonală¹.

Prevederile acestui normativ fac referire la cerințele tehnologice și estetice ale sistemelor de iluminat ce fac obiectul acestui normativ.

1.2. Prevederile normativului se aplică sistemelor de iluminat care se proiectează și sistemelor de iluminat care se reabilitează.

1.3. Prin proiectarea sistemelor de iluminat se va asigura realizarea următoarelor cerințe de calitate²:

- A. Rezistență și stabilitate
- B. Siguranța în exploatare
- C. Siguranța la foc
- D. Igiena, sănătatea oamenilor, refacerea și protecția mediului
- E. Izolația termică, hidrofugă și economia de energie.
- F. Protecția împotriva zgomotului.

¹ Prezentul normativ nu se referă la proiectarea sistemelor de iluminat arhitectural și ornamental, a sistemelor de iluminat destinat terenurilor sportive și stadioanelor, zonelor exterioare de lucru, parcurilor exterioare.

² Prevăzute de Legea calității lucrărilor de construcții, L10/1995.

2. TERMINOLOGIE

2.1. Acuitatea vizuală

- *calitativ*, capacitatea de a percepe distinct detalii fine care au o foarte mică separație unghiulară;
- *cantitativ*, o modalitate de măsură a capacității de distingere spațială (a unui obiect) prin inversul valorii unghiulare, în minute de arc, a două obiecte (puncte sau linii apropiate sau a altor stimuli considerați) pe care un observator poate să le perceapă corect ca fiind separate.

2.2. Amplasarea corpurilor/aparatelor de iluminat reprezintă modul de așezare în plan a corpurilor/aparatelor de iluminat.

2.3. Axa de referință a corpului/aparatului de iluminat este dreapta după care se intersectează cele două planuri principale ale unui corp/aparat de iluminat și în funcție de care se specifică orientarea corpului/aparatului de iluminat.

2.4. Axa verticală a corpului/aparatului de iluminat este axa verticală care trece prin centrul fotometric al corpului/aparatului de iluminat.

2.5. Brațul de susținere este consola pe care se montează corpul de iluminat.

2.6. Centrul luminos (fotometric) este punctul luat ca origine pentru măsurile fotometrice și calcul.

2.7. Clasa sistemului de iluminat precizează caracteristicile lumino tehnice necesare realizării confortului luminos pentru o anumită categorie de drumuri.

2.8. Coeficientul de uniformitate generală este raportul dintre luminanța minimă și luminanța medie de pe întreaga suprafață a zonei de calcul, pentru o poziție specificată a observatorului.

2.9. Coeficientul de uniformitate longitudinală este raportul dintre luminanța minimă și luminanța maximă care se găsesc pe axa benzii de circulație pe care se deplasează conducătorul auto.

2.10. Coeficientul de uniformitate generală specifică zonelor periculoase sau căilor de circulație pietonală este raportul dintre iluminarea minimă și iluminarea medie de pe întreaga suprafață a zonei de calcul.

2.11. Corpul/aparatul de iluminat este un aparat electric ce servește la distribuția, filtrarea sau transmisia fluxului luminos emis de sursa/sursele de lumină cu care este echipat, cuprinzând toate piesele necesare pentru fixarea, protejarea surselor de lumină și eventual, dacă este necesar, circuitele auxiliare împreună cu dispozitivele de conectare la circuitul de alimentare.

2.12. Curba de distribuție a intensității luminoase este locul geometric al vârfurilor vectorilor intensităților luminoase aflate în același plan în raport cu centrul fotometric al corpului/aparatului de iluminat.

2.13. Distanța de oprire în siguranță este distanța necesară conducătorului auto să oprească autovehiculul în condiții de siguranță, la o anumită viteză dată, luând în considerare atât timpul de reacție al șoferului cât și timpul necesar frânării.

2.14. Distanța dintre corpurile/aparatele de iluminat este distanța dintre centrele luminoase ale două corpuri/aparate de iluminat consecutive.

2.15. Factorul de menținere este raportul dintre iluminarea medie în plan util după o anumită durată de utilizare a unui sistem de iluminat și iluminarea medie obținută în aceleași condiții, sistemul de iluminat fiind considerat ca nou.

2.16. Factorul de menținere a fluxului luminos (al unui corp/aparat de iluminat) este raportul dintre fluxul luminos al unui corp/aparat de iluminat la un moment dat al vieții sale și fluxul luminos inițial.

2.17. Factorul de menținere a fluxului luminos (al unei lămpi) – raportul dintre fluxul luminos al unei lămpi la un moment dat al vieții sale și fluxul luminos inițial, lampa funcționând în condiții specificate.

2.18. Factorul de multiplicare este raportul dintre intensitatea luminoasă maximă a corpului/aparatului de iluminat și intensitatea luminoasă sferică medie a lămpii cu care este echipat.

2.19. Iluminarea medie este media aritmetică a valorilor iluminării punctuale ce caracterizează suprafața de calcul.

2.20. Iluminarea semi-cilindrică (într-un punct, pentru o direcție dată) este definită prin relația:

$$E_{v,y} = \frac{1}{\pi} \int_{4\pi sr} L_v \sin \varepsilon d \Omega,$$

în care $d \Omega$ este unghiul solid al fiecărui fascicol elementar de radiație care trece prin punctul considerat; L_v este luminanța luminoasă a fasciculului în acel punct; ε este unghiul fiecărui fascicul de radiație cu direcția dată, care (fără alte indicații) este verticală.

2.21. Iluminarea semi-cilindrică minimă (într-un punct, pentru o direcție dată) este cea mai mică valoare a acestei mărimi de pe suprafața exterioară a unui cilindru considerată suprafață de calcul.

2.22. Indicele de creștere a pragului percepției vizuale este o mărime de referință pentru controlul orbirii de incapacitate.

2.23. Indicele de redare a culorilor este o mărime prin care se evaluează gradul de concordanță dintre culoarea psihofizică a unui obiect iluminat de un iluminant de testare și culoarea psihofizică a aceluiași obiect iluminat de un iluminant de referință. Valoarea maximă a indicelui de redare a culorilor este 100.

2.24. Înaintarea sau avansul reprezintă distanța măsurată pe orizontală între limita laterală a carosabilului și proiecția centrului fotometric al corpului/aparatului de iluminat în planul căii de circulație.

2.25. Înălțimea de montare a corpului/aparatului de iluminat este distanța măsurată în plan vertical între suprafața căii de circulație și centrul luminos (fotometric) al corpului/aparatului de iluminat.

2.26. Lățimea căii de circulație este distanța efectivă măsurată în plan orizontal cuprinsă între limitele laterale ale carosabilului.

2.27. Luminanța medie este media aritmetică a valorilor luminanței punctuale ce caracterizează suprafața de calcul pentru o poziție specificată a observatorului.

2.28. Luminanța de voal (în câmp vizual) este luminanța produsă de existența unei suprafețe luminoase de luminanță mare în câmpul vizual al observatorului, care se suprapune peste imaginea percepută a obiectului. Aceasta are ca efect diminuarea contrastului de luminanță dintre fond și obiect, ceea ce duce la scăderea capacității vizuale a observatorului.

2.29. Luminanța zonei de acces este valoarea medie a luminanței percepută de ochii observatorului în câmpul său vizual delimitat de un

unghi solid de 20° , cu vârful în ochiul observatorului aflat în zona de acces, observatorul având privirea îndreptată către intrarea în tunel.

2.30. Luminanța zonei de prag este luminanța medie a carosabilului din zona de prag suficient de mare pentru ca observatorul să poată depista în timp util un eventual obstacol prezent pe carosabil.

2.31. Luminanța zonei de tranziție este valoarea medie a luminanței carosabilului din zona de tranziție.

2.32. Luminanța zonei interioare este valoarea medie a luminanței carosabilului din zona interioară a tunelului.

2.33. Orbirea de incapacitate (fiziologică) este fenomenul de orbire care tulbură vederea obiectelor fără a provoca (obligatoriu) o senzație dezagreabilă. Această orbire se manifestă în special direct, prin efectul său fiziologic asupra sistemului vizual.

2.34. Orbirea de inconfort (psihologică) este fenomenul de orbire care produce o senzație dezagreabilă (de inconfort) fără a degrada (obligatoriu) vederea normală a obiectelor. Această orbire se manifestă în special în timp, prin efectul său psihologic asupra sistemului vizual.

2.35. Performanța vizuală reprezintă gradul de eficacitate a sistemului vizual care se măsoară prin viteza și precizia cu care sarcina vizuală este percepută.

2.36. Poluarea luminoasă este degradarea ambientului luminos interior și/sau exterior, determinată fie de luminanțele ridicate sau contrastele mari de luminanță, fie de culoarea luminii surselor alese necorespunzător sau a amestecului de culori aparente ale surselor.

2.37. Raportul de zonă alăturată sau coeficientul de vecinătate este raportul dintre iluminarea medie în plan orizontal al unei suprafețe cu lățimea de 5 m de pe carosabil și iluminarea medie a unei suprafețe adiacente carosabilului pe o lățime de 5 m.

2.38. Randamentul corpului/aparatului de iluminat este raportul dintre fluxul luminos emis de acesta și fluxul luminos emis de sursele de lumină cu care este echipat.

2.39. Retragerea este distanța dintre limita laterală a carosabilului și stâlpul de susținere al corpului/aparatului de iluminat măsurată în plan orizontal:

2.40. Sistemul de iluminat este ansamblul alcătuit din corpuri/aparate de iluminat echipate cu surse de lumină corespunzătoare, amplasate într-o dispunere logică, în scopul realizării unui mediu luminos confortabil și/sau funcțional și/sau estetic, necesar desfășurării în condiții optime a unei activități.

2.41. Suprafața de distribuție a intensității luminoase este locul geometric al vârfurilor vectorilor intensității luminoase în raport cu centrul luminos al unui corp/aparat de iluminat.

2.42. Temperatura de culoare este temperatura la care trebuie încălzit radiatorul integral (radiatorul Planckian/corpus negru), ca să prezinte o emisie radiativă de aceeași cromatică ca și aceea a stimulului de culoare dat.

2.43. Unghiul de ecranare este unghiul dintre axa verticală a corpului/aparatului de iluminat și linia vederii (cea mai dezavantajoasă) de la care lămpile și suprafețele de luminanță ridicată nu mai sunt vizibile.

2.44. Unghiul de înclinare este unghiul care indică înclinarea corpului/aparatului de iluminat față de orizontală și este egal cu unghiul cuprins între axa verticală și axa de referință a acestuia.

2.45. Unghiul de protecție vizuală este unghiul complementar unghiului de ecranare.

2.46. Redarea tridimensională sau modelarea reprezintă criteriul de calitate privind percepția tridimensională a sarcinilor vizuale.

2.47. Zona de acces este porțiunea din drum aflată imediat înaintea intrării în tunel de unde conducătorul auto trebuie să perceapă corespunzător orice obiect aflat pe carosabil.

2.48. Zona de ieșire este ultima porțiune a drumului din tunel în care ochiul observatorului este influențat de luminanța mediului exterior.

2.49. Zona interioară este porțiunea de drum din interiorul tunelului, aflată în continuarea zonei de tranziție. Lungimea zonei interioare depinde de lungimea tunelului și a celorlalte zone caracteristice ale tunelului.

2.50. Zonă periculoasă poate fi considerată:

- zona de intersecție dintre două sau mai multe drumuri;
- zona căii de circulație frecventate de pietoni, cicliști, autovehicule etc. (zonele aglomerate din jurul piețelor);
- zona căii de circulație unde se reduce numărul de benzi de circulație sau lățimea căii de circulație, unde probabilitatea apariției coliziunilor între autovehicule și ceilalți participanți la trafic sau între aceștia și obiectele fixe crește.

2.51. Zona de prag este prima porțiune de drum după intrarea în tunel și se găsește în continuarea zonei de acces.

2.52. Zona de tranziție este zona specifică tunelului aflată în continuarea zonei de prag în care se realizează adaptarea vizuală a conducătorului auto de la nivelul mare al luminanței din zona de prag la nivelul de luminanță scăzut corespunzător zonei interioare a tunelului.

3. ABREVIERI ȘI NOTAȚII

- 3.1. Clasa sistemului de iluminat $M_i C_i P_i$
- 3.2. Coeficientul de creștere a pragului percepției vizuale TI [%]
- 3.3. Coeficientul de uniformitate generală a luminanței U_0
- 3.4. Coeficient de uniformitate generală a iluminării $U_0(E)$
- 3.5. Coeficientul de uniformitate longitudinală a luminanței U_l
- 3.6. Curba de distribuție a intensității luminoase $CDIL$
- 3.7. Distanța dintre stâlpi S [m]
- 3.8. Factorul de menținere al corpului/ aparatului de iluminat M_F [%]
- 3.9. Factorul de menținere al lămpii M_l [%]
- 3.10. Iluminarea medie \bar{E} [lx]
- 3.11. Iluminarea orizontală medie aferentă zonelor pietonale sau zonelor periculoase ale arterelor de circulație rutieră \bar{E}_H [lx]
- 3.12. Iluminarea orizontală minimă aferentă zonelor pietonale $E_{H_{min}}$ [lx]

3.13. Iluminarea verticală medie aferentă zonelor pietonale $E_{V_{med}}$ [lx]

3.14. Iluminarea semi-cilindrică minimă $E_{SC_{min}}$ [lx]

3.15. Indicele de redare a culorilor R_a

3.16. Luminanța medie \bar{L} $\left[\frac{cd}{m^2} \right]$

3.17. Luminanța minimă L_{min} $\left[\frac{cd}{m^2} \right]$

3.18. Luminanța maximă L_{max} $\left[\frac{cd}{m^2} \right]$

3.19. Luminanța de voal L_V $\left[\frac{cd}{m^2} \right]$

3.20. Luminanța zonei de acces L_{20} $\left[\frac{Kcd}{m^2} \right]$

3.21. Luminanța zonei de prag L_{th} $\left[\frac{cd}{m^2} \right]$

3.22. Luminanța zonei de tranziție L_{tr} $\left[\frac{cd}{m^2} \right]$

3.23. Luminanța zonei interioare L_{in} $\left[\frac{cd}{m^2} \right]$

3.24. Randamentul corpului/aparatului de iluminat [%]

3.25. Raport de zonă alăturată SR

3.26. Retragera R_c [m]

3.27. Suprafața de distribuție a intensității luminoase SDIL

3.28. Temperatura de culoare T_c [°K]

4. CALITATEA ILUMINATULUI ARTIFICIAL DESTINAT CĂILOR DE CIRCULAȚIE RUTIERĂ ȘI PIETONALĂ

4.1. Calitatea iluminatului artificial destinat căilor de circulație rutieră

4.1.1. Ambientul luminos creat în mod artificial cu ajutorul sistemelor de iluminat rutier trebuie să asigure participantului la traficul rutier condiții optime de vizibilitate și confort vizual.

4.1.2. Evaluarea stării de confort vizual este asigurată de o serie de criterii de calitate ce caracterizează sistemul de iluminat.

4.1.3. Criteriile de calitate care stau la baza aprecierii unui sistem de iluminat sunt:

- criterii obiective;
- criterii subiective.

4.1.4. Criteriile obiective specifice sistemelor de iluminat rutier sunt:

- nivelul de luminanță/iluminare;
- distribuția luminanțelor/iluminărilor

4.1.5. Criteriile subiective specifice sistemelor de iluminat rutier sunt:

- culoarea aparentă a surselor;
- redarea culorilor;
- ghidajul vizual;
- poluarea luminoasă.

4.1.6. Confortul vizual și capacitatea vizuală a observatorului sunt influențate de existența fenomenului de orbire sub unul din cele două aspecte ale sale:

- orbirea de incapacitate;
- orbirea de inconfort.

4.1.7. Orbirea de incapacitate (fiziologică) se manifestă în cazul în care în câmpul vizual al participantului la trafic (conducătorului auto) apare o suprafață luminoasă de luminanță mare.

4.1.8. Adoptarea soluțiilor luminotehnice în cadrul sistemelor de iluminat rutier trebuie să se facă astfel încât apariția fenomenului de orbire de incapacitate să nu aibă loc sau în cazul în care acest lucru nu poate fi evitat, efectele sale să nu influențeze performanța și/sau capacitatea vizuală a participanților la trafic. Orbirea de incapacitate are ca efect diminuarea performanței vizuale sau și pierderea temporară a capacității vizuale.

4.1.9. Orbirea de inconfort (psihologică) se manifestă în cazul neuniformității distribuției luminanțelor în planul căii de circulație aflat în câmpul vizual al participantului la trafic (conducătorului auto).

4.1.10. Adoptarea soluțiilor luminotehnice în cadrul sistemelor de iluminat rutier trebuie să se facă astfel încât apariția fenomenului de orbire de inconfort să nu influențeze participanții la traficul rutier. Orbirea de inconfort are ca efect apariția oboselii vizuale și mentale a observatorului.

4.2. Controlul și evaluarea ambientului luminos creat cu ajutorul sistemelor de iluminat destinate căilor de circulație rutieră

4.2.1. Controlul și evaluarea ambientului luminos se face prin intermediul criteriilor de calitate, prin menținerea acestora în limitele impuse de norme și/sau standarde sau respectând recomandările specialiștilor în domeniu.

4.2.2. Criterii de calitate obiective

Criteriile de calitate obiective având valori prestabilite permit predimensionarea sistemului de iluminat și verificarea ambientului luminos din punct de vedere cantitativ.

4.2.2.1. Nivelul de luminanță

Luminanța este principala mărime fotometrică în funcție de care se dimensionează sistemul de iluminat destinat căilor de circulație rutieră.

Coefficienții de luminanță utilizați în prezent în calculul acestei mărimi fotometrice sunt prezentați în tabelele standard din Anexa A 1.2.

Vizibilitatea conducătorului auto este direct influențată de luminanța căii de circulație aceasta fiind singura mărime fotometrică activă față de ochiul uman.

Stabilirea nivelului de luminanță se face în funcție de o serie de factori:

- densitatea de trafic;
- complexitatea traficului;
- controlul traficului;
- separarea traficului;
- raportul de zonă alăturată

Densitatea de trafic se referă la numărul vehiculelor/oră, bandă și sens de pe calea de circulație respectivă.

Complexitatea traficului se referă la infrastructura, condiții de trafic, vizibilitate, vecinătăți.

Controlul traficului se referă la modul în care este asigurată siguranța traficului rutier, prin prezența semnelor și semnalizărilor rutiere, a marcajelor rutiere.

Separarea traficului se referă la marcarea diferitelor benzi de circulație pentru autovehicule, vehicule de transport, vehicule de viteză redusă, cicliști, pietoni.

În funcție de caracteristicile drumului, i se asociază acestuia clasa sistemului de iluminat corespunzătoare, utilizând tabelul 1.1. din Anexa A 1.1.

Se stabilește nivelul de luminanță corespunzător drumului al cărui sistem de iluminat se realizează, cu ajutorul tabelului 1.2. din Anexa A 1.1.

4.2.2.2. Nivelul de iluminare

4.2.2.2.1. Dimensionarea sistemului de iluminat rutier în funcție de iluminare se aplică în cazul zonelor periculoase ale căilor de circulație rutieră.

4.2.2.2.2. În funcție de caracteristicile zonei periculoase, se recomandă asocierea unei clase a sistemului de iluminat corespunzătoare, numerotate $C_0 \dots C_5$, prezentate în tabelul 1.3. din Anexa A 1.1.

4.2.2.2.3. Dacă se consideră o arteră de circulație careia îi corespunde o clasă de iluminat M_i ($i = 1 \dots 5$) atunci, zonelor periculoase aflate de-a lungul drumului respectiv li se asociază o clasă a sistemului de iluminat superioară (ex. $C_{(i-1)} = M_i$) sau o clasă a sistemului de iluminat egală (ex. $C_i = M_i$) din punct de vedere al caracteristicilor luminotehnice recomandate.

4.2.2.2.4. Valorile admise ale iluminării medii pe întreaga suprafață sunt prezentate în tabelul 1.4. din Anexa A 1.1.

4.2.2.3. Distribuția luminanțelor în planul drumului

Performanța vizuală este direct influențată de uniformitatea luminanței în planul căii de circulație.

Uniformitatea luminanței în planul căii de circulație poate fi apreciată prin intermediul coeficientului de uniformitate generală U_0 .

Relația de calcul a coeficientului de uniformitate generală este:

$$U_0 = \frac{L_{\min}}{\bar{L}}$$

unde:

L_{\min} – luminanța minimă de pe întreaga suprafață de calcul;

\bar{L} – luminanța medie a suprafeței de calcul.

Coeficientul de uniformitate generală U_0 este adimensional.

Valoarea minimă admisă a acestui coeficient este dată în tabelul 1.2. din Anexa A 1.1.

Probabilitatea de observare a unui obstacol aflat pe carosabil crește odată cu creșterea coeficientului de uniformitate generală U_0 .

La același nivel de luminanță, în condițiile în care coeficientul de uniformitate scade sub valoarea minimă admisă, probabilitatea de observare a obiectelor scade sensibil.

Confortul vizual este direct influențat de valoarea coeficientului de uniformitate longitudinală care este dat de relația:

$$U_l = \frac{L'_{\min}}{L'_{\max}}$$

unde:

L'_{\min} – luminanța minimă considerată în axul benzii de circulație pe care se deplasează conducătorul auto.

L'_{\max} – luminanța maximă considerată în axul benzii de circulație pe care se deplasează conducătorul auto.

Coeficientul de uniformitate longitudinală U_l este adimensional.

Valoarea minimă admisă a acestui coeficient este dată în tabelul 1.2. din Anexa A 1.1.

Confortul vizual crește odată cu creșterea valorii coeficientului de uniformitate longitudinală.

4.2.2.4. Distribuția luminanțelor în câmp vizual

Performanța vizuală este direct influențată de fenomenul de orbire de incapacitate.

Evaluarea orbirii de incapacitate se realizează cu indicele de creștere a pragului percepției vizuale, TI .

Coeficientul de creștere a pragului percepției vizuale se determină cu relația:

$$TI = 65 \frac{L_v}{\bar{L}}$$

unde:

L_v – luminanța de voal $\left[\frac{\text{cd}}{\text{m}^2} \right]$;

\bar{L} – luminanța medie $\left[\frac{\text{cd}}{\text{m}^2} \right]$.

Luminanța de voal L_v , produsă de o sursă perturbatoare se determină cu relația :

$$L_v = K \frac{E}{\theta^2}$$

unde:

E – iluminarea produsă de sursa perturbatoare pe retina observatorului considerată a fi într-un plan perpendicular pe direcția vederii;

θ – unghiul plan cuprins între direcția vederii și direcția intensității luminoase orientate către ochiul observatorului;

K – coeficient de corecție care depinde de vârsta observatorului; valoarea acestuia crește odată cu vârsta.

Pentru calcul se consideră $K = 10$, o valoare corespunzătoare unui observator de 30 de ani.

În cazul existenței mai multor surse perturbatoare, luminanța de voal totală se calculează făcând suma luminanțelor de voal produse de fiecare sursă perturbatoare:

$$L_{v_{tot}} = \sum_{i=1}^n L_{v_i}$$

unde:

n – numărul surselor perturbatoare.

Se iau în considerație numai sursele perturbatoare care au o contribuție mai mare de 2 % din totalul luminanței de voal.

Pentru calculul luminanței de voal se fac următoarele considerații:

– ochiul observatorului se află la o înălțime $h = 1,5$ m, la o

distanță $\frac{l}{4}$ de limita carosabilului, iar longitudinal la o distanță

de $2,75(H - 1,5)^1$ față de primul corp/aparat de iluminat;

– direcția vederii este paralelă cu axa longitudinală a drumului și formează cu planul drumului un unghi $\alpha = 1^\circ$;

¹ H – înălțime de montaj a corpului/aparatului de iluminat.

– valoarea unghiului θ este limitată la 20° , valoare impusă de limitele parbrizului.

4.2.2.5. Distribuția iluminării în planul drumului

În cazul zonelor periculoase, evaluarea cantitativă a ambientului luminos se face având ca mărime de bază iluminarea.

Controlul fenomenului de orbire de inconfort cauzat de adaptarea ochiului observatorului la niveluri diferite de luminanță/iluminare se face cu coeficientul de uniformitate generală $U_0(E)$.

Determinarea coeficientului de uniformitate generală $U_0(E)$ se face cu relația :

$$U_0(E) = \frac{E_{H_{min}}}{E_H}$$

unde:

$E_{H_{min}}$ – iluminarea minimă în plan orizontal de pe întreaga suprafață de calcul;

E_H – iluminarea medie a suprafeței de calcul;

Coeficientul de uniformitate generală $U_0(E)$ este adimensional.

Valorile minime admise ale coeficientului de uniformitate sunt precizate în tabelul 1.4. din Anexa A 1.1.

Probabilitatea de observare a unui obstacol aflat pe carosabil crește odată cu creșterea coeficientului de uniformitate generală $U_0(E)$.

4.2.2.6. Raportul de zonă alăturată (coeficientul de vecinătate)

Raportul de zonă alăturată ia în considerație nivelul de iluminare al zonelor adiacente drumurilor destinate circulației rutiere.

Iluminatul zonelor alăturate corelat cu iluminatul drumului permite conducătorului auto să prevină în timp util eventualele accidente.

Raportul de zonă alăturată se calculează ca raportul dintre iluminarea medie în planul orizontal al unei suprafețe cu lățimea de 5 m de pe carosabil și iluminarea medie în plan orizontal a unei suprafețe adiacente drumului pe o lățime de 5 m.

Valorile maxime admise ale raportului de zonă alăturată sunt precizate în tabelul 1.2. din Anexa A 1.1.

4.2.3. Criterii de calitate subiective

Criteriile de calitate subiective permit alegerea unei soluții lumino tehnice a sistemului de iluminat și evaluarea ambientului luminos.

4.2.3.1. Culoarea aparentă a surselor de lumină

Culoarea aparentă a surselor de lumină este determinată de compoziția spectrului luminos emis de sursele de lumină.

Culoarea aparentă a surselor de lumină influențează performanța vizuală, confortul vizual și acuitatea vizuală a observatorului.

În cazul iluminatului rutier se recomandă utilizarea surselor cu descărcări în vapori de sodiu la înaltă presiune, datorită caracteristicilor tehnico-economice superioare.

La aceeași luminanță medie \bar{L} acuitatea vizuală a conducătorului auto este mai mare în cazul folosirii lămpilor cu descărcări în vapori de sodiu decât în cazul folosirii lămpilor cu descărcări în vapori de mercur la înaltă presiune.

Orbirea de inconfort se manifestă mai puternic în cazul lămpilor cu descărcări în vapori de mercur la înaltă presiune decât în cazul utilizării lămpilor de aceeași putere cu descărcări în vapori de sodiu la înaltă presiune.

Lămpile cu descărcări în vapori de sodiu la înaltă presiune sunt preferate datorită luminii calde emise și a ambientului plăcut realizat.

4.2.3.2. Redarea culorilor

Redarea culorilor este un factor mai puțin important în iluminatul rutier, fiind suficientă o redare satisfăcătoare a culorilor $20 \leq Ra \leq 40$, prioritar fiind consumul rațional al energiei electrice.

Nu se recomandă utilizarea lămpilor cu descărcări în vapori de sodiu în interiorul orașelor din cauza redării foarte slabe a culorilor ($Ra \approx 0$). Utilizarea acestor surse de lumină se recomandă numai în cazul căilor de circulație rutieră din exteriorul orașelor.

4.2.3.3. Ghidajul vizual

Ghidajul vizual are un rol deosebit de important în asigurarea fluenței și a siguranței traficului rutier.

Ghidajul vizual oferă conducătorului auto posibilitatea recunoașterii traseului în timp util.

Se recomandă realizarea unui ghidaj vizual corespunzător în unele zone ale căilor de circulație, unde recunoașterea traseului în timpul nopții poate fi dificilă:

- zonele în curbă;
- zonele în pantă;
- intersecții;
- poduri.

4.2.3.4. Poluarea luminoasă

4.2.3.4.1. Poluarea luminoasă generată de sistemele de iluminat rutier poate avea efecte dăunătoare asupra participanților la traficul rutier și pietonal și asupra locuitorilor unui oraș.

4.2.3.4.2. Se recomandă o atenție sporită din partea proiectantului asupra cauzelor care duc la apariția acestui fenomen și eliminarea acestora.

4.2.3.4.3. Se recomandă alegerea corespunzătoare a corpurilor/aparatelor de iluminat astfel încât fluxul luminos să fie dirijat în proporție de 90% ÷ 100% către emisfera inferioară.

4.2.3.4.4. Proiectantul, în urma studierii zonei, va stabili amplasarea și orientarea corpului/aparatului de iluminat astfel încât fluxul luminos emis să fie dirijat numai către zona de interes și să se evite dirijarea acestuia către zone unde nu este dorit sau necesar.

4.2.3.4.5. Se recomandă evitarea creării unor niveluri de luminanță/iluminare superioare valorilor necesare recomandate.

4.3. Calitatea iluminatului artificial destinat căilor de circulație pietonală

4.3.1. Ambientul luminos creat în mod artificial cu ajutorul sistemelor de iluminat trebuie să asigure participantului la traficul pietonal condiții optime de vizibilitate, orientare în zonă și ghidare.

4.3.2. Evaluarea stării de confort vizual este asigurată de o serie de criterii de calitate:

- criterii obiective;
- criterii subiective.

4.3.3. Criteriile obiective specifice sistemelor de iluminat pietonal sunt:

- nivelul de iluminare;
- distribuția iluminării în plan util;
- distribuția luminanțelor în câmpul vizual;
- redarea tridimensională/modelarea.

4.3.4. Criteriile subiective specifice sistemelor de iluminat pietonal sunt:

- culoarea aparentă a surselor;

- redarea culorilor;
- ghidajul vizual;
- poluarea luminoasă.

4.3.5. Confortul vizual și capacitatea vizuală a participantului la traficul pietonal sunt influențate de existența fenomenului de orbire care se manifestă sub unul din cele două aspecte ale sale:

- orbirea de incapacitate;
- orbirea de inconfort.

4.3.6. Orbirea de incapacitate se manifestă în cazul în care în câmpul vizual al pietonului apare o suprafață luminoasă de luminanță mare.

4.3.7. Adoptarea soluțiilor luminotehnice în cadrul sistemelor de iluminat pietonal trebuie să se facă astfel încât apariția fenomenului de orbire de incapacitate să nu aibă loc sau în cazul în care acest lucru nu poate fi evitat, efectele sale să nu influențeze performanța și/sau capacitatea vizuală a participanților la trafic. Orbirea de incapacitate are ca efect diminuarea performanței vizuale sau/și pierderea temporară a capacității vizuale.

4.3.8. Orbirea de inconfort se manifestă în cazul existenței unei distribuții neuniforme a iluminării/luminanței în planul căii de circulație aflată în câmpul vizual al pietonului.

4.3.9. Adoptarea soluțiilor luminotehnice în cadrul sistemelor de iluminat pietonal trebuie să se facă astfel încât apariția fenomenului de orbire de inconfort să nu influențeze participanții la circulația pietonală. Orbirea de inconfort are ca efect apariția oboselei vizuale a observatorului.

4.4. Controlul și evaluarea ambientului luminos creat cu ajutorul sistemelor de iluminat destinate căilor de circulație pietonală

4.4.1. Confortul și evaluarea ambientului luminos se face prin intermediul criteriilor de calitate, prin menținerea acestora în limitele impuse de norme sau/și standarde sau respectând recomandările specialiștilor în domeniu.

4.4.2. Criterii de calitate obiective

Criteriile de calitate obiective au valori prestabile și permit predimensionarea sistemului de iluminat și verificarea din punct de vedere cantitativ a ambientului luminos.

4.4.2.1. Nivelul de iluminare

4.4.2.1.1. În cazul drumurilor destinate circulației pietonale situate în zona urbană s-a stabilit ca mărime de bază în adoptarea soluției lumino tehnice iluminarea, deoarece sarcina vizuală diferă de cea întâlnită în traficul rutier, iar viteza de deplasare este mai mică.

4.4.2.1.2. În funcție de caracteristicile drumului, i se asociază acestuia clasa sistemului de iluminat corespunzătoare de tip P (clasele fiind numerotate P₁.....P₇), utilizând tabelul 1.5. din Anexa A 1.1.

4.4.2.1.3. Clasele P₅, P₆ și P₇ se recomandă numai în cazul căilor de circulație pietonală unde probabilitatea de agresiune este foarte mică, importantă fiind numai orientarea în zonă a utilizatorilor.

4.4.2.1.4. Se stabilește nivelul de iluminare corespunzător drumului pentru care se realizează sistemul de iluminat, cu ajutorul tabelului 1.6. din Anexa A 1.1.

4.4.2.1.5. În cazul drumurilor pietonale care permit accesul pietonilor din zonele de parcare către zonele comerciale, a drumurilor pietonale care fac legătura între zonele rezidențiale și locuri de agrement sau în cazul drumurilor care traversează parcurile, nivelurile de iluminare recomandate sunt specificate în tabelul 1.7. din anexa A 1.1.

4.4.2.1.6. În cazul trecerilor pietonale nivelul de iluminare este specificat în tabelul 1.8 din Anexa A 1.1.

4.4.2.1.7. Nivelul de iluminare al trecerilor de pietoni trebuie să fie cu 50% mai mare decât cel al căii de circulație pe care se găsește trecerea de pietoni.

4.4.2.1.8. Nivelurile de iluminare pentru rampe și scări destinate circulației pietonale sunt specificate în tabelul 1.9. din Anexa A 1.1.

4.4.2.1.9. Nivelurile de iluminare/luminanță pentru poduri destinate circulației pietonale și cicliștilor sunt date în tabelul 1.10. din Anexa A 1.1.

4.4.2.1.10. Nivelurile de iluminare pentru pasaje destinate circulației pietonale sau cicliștilor sunt date în tabelul 1.11. din Anexa A 1.1.

4.4.2.2. Distribuția iluminării în planul drumului

În cadrul sistemelor de iluminat destinate arterelor de circulație pietonală se recomandă realizarea unei uniformități corespunzătoare a iluminării în planul drumului.

Uniformitatea distribuției iluminării în planul drumului se apreciază cu ajutorul coeficientului $U_0(E)$.

Coeficientul de uniformitate $U_0(E)$ se calculează cu relația:

$$U_0(E) = \frac{E_{H_{\min}}}{E_H} \geq 0,4$$

unde:

$\overline{E_H}$ – iluminarea medie orizontală în planul drumului;

$E_{H_{\min}}$ – iluminarea minimă orizontală în planul drumului.

Nerespectarea limitelor minime admise ale coeficientului de uniformitate duce la apariția fenomenului de orbire de inconfort (psihologică).

4.4.2.3. Distribuția lumațelor în câmpul vizual al pietonului

Evaluarea orbirii de incapacitate se realizează cu ajutorul indicelui de orbire i .

Determinarea indicelui de orbire i se face cu relația:

$$i = L \cdot A^{0,5}$$

unde:

L – luminanța medie pe direcția cuprinsă între 85° și 90° de la axa verticală a corpului/aparatului de iluminat;

A – suprafața emisivă a corpului/aparatului de iluminat pe direcția care formează 90° cu axa verticală a corpului/aparatului de iluminat.

Valorile indicelui de orbire sunt date în tabelul 1.12. din Anexa A 1.1. în funcție de înălțimea de montare a corpului/aparatului de iluminat.

4.4.2.4. Redarea tridimensională (modelarea)

Redarea tridimensională este un factor important în evaluarea unei soluții luminotehnice destinate circulației pietonale.

În iluminatul pietonal, este importantă modelarea (redarea tridimensională) feței participanților la circulația pietonală pentru perceperea trăsăturilor feței și implicit a intențiilor acestora și, de asemenea, în scopul creării unei ambianțe plăcute.

O modelare corespunzătoare se face în cazul în care raportul dintre iluminarea în plan vertical E_V și iluminarea semicilindrică E_{SC} se încadrează în următoarele limite:

$$0,8 \leq \frac{E_V}{E_{SC}} \leq 1,3.$$

Determinarea iluminării semicilindrice se face prin măsurări directe sau prin calcul.

4.4.3. Criteriile de calitate subiective

Pentru criteriile de calitate subiective nu se pot recomanda limite admise, îndeplinirea acestora rămânând la latitudinea specialistului în tehnica iluminatului.

4.4.3.1. Culoarea aparentă a surselor de lumină

4.4.3.1.1. Culoarea aparentă a surselor de lumină corespunzătoare sistemelor de iluminat pietonal se alege în funcție de iluminatul artificial interior și/sau exterior al zonei în care se află.

4.4.3.1.2. În cazul zonelor rezidențiale se recomandă utilizarea unor surse de lumină care au o temperatură de culoare apropiată de temperatura de culoare a lămpii cu incandescență $T_K = 2000^\circ\text{K} \div 3000^\circ\text{K}$.

4.4.3.1.3. În cazul aleilor pietonale din grădini și parcuri se recomandă utilizarea unor surse de lumină cu o temperatură de culoare care să avantajeze și să pună în valoare vegetația existentă.

4.4.3.1.4. Pentru iluminatul căilor de circulație pietonale cum ar fi cele de acces în zonele comerciale, podurile, rampele, scările etc. se recomandă alegerea unor surse de lumină a căror culoare aparentă să nu facă notă discordantă cu iluminatul artificial al mediului înconjurător.

4.4.3.2. Redarea culorilor

4.4.3.2.1. Redarea culorilor este mai puțin importantă în cazul sistemelor de iluminat destinate circulației pietonale, o redare satisfăcătoare a culorilor ($20 \leq R_a \leq 40$) fiind suficientă.

4.4.3.2.2. Pentru aleile pietonale din grădini și parcuri se recomandă utilizarea unor surse de lumină cu o redare bună și foarte bună a culorilor, în cazul în care, fluxul luminos emis de corpurile/aparatele de iluminat utilizate în iluminatul pietonal este folosit și pentru a pune în valoare vegetația existentă în mediul înconjurător.

4.4.3.2.3. Pentru realizarea sistemelor de iluminat destinate căilor de circulație pietonală aflate în apropierea unor obiective iluminate pentru care este importantă redarea culorilor, se recomandă, de asemenea, utilizarea unor surse de lumină cu o redare foarte bună a culorilor, astfel încât cele două sisteme de iluminat să nu se influențeze în mod negativ.

4.4.3.3. Ghidajul vizual

4.4.3.3.1. Ghidajul vizual are un rol important în realizarea unui ambient luminos corespunzător.

4.4.3.3.2. Ghidajul vizual trebuie să ofere pietonului posibilitatea recunoașterii traseului.

4.4.3.4. Poluarea luminoasă

4.4.3.4.1. Poluarea luminoasă generată de sistemele de iluminat pietonal poate avea efecte dăunătoare asupra pietonilor și a participanților la traficul rutier, precum și asupra locuitorilor unui oraș.

4.4.3.4.2. Se recomandă o atenție sporită din partea proiectantului asupra cauzelor care duc la apariția acestui fenomen și eliminarea acestora.

4.4.3.4.3. Se recomandă alegerea corespunzătoare a corpurilor/aparatelor de iluminat respectiv a curbei de distribuție a intensității luminoase în funcție de zona de interes. Se preferă o distribuție directă a fluxului luminos, dar în cazul existenței vegetației în zonele învecinate se pot utiliza corpuri/aparate de iluminat cu distribuție semidirectă sau mixtă. În această situație, fluxul luminos nu este pierdut ci utilizat pentru punerea în evidență a vegetației înconjurătoare.

4.4.3.4.4. Proiectantul, în urma studierii zonei va stabili amplasarea și orientarea corpurilor/aparatelor de iluminat, astfel încât fluxul luminos emis de acestea să fie dirijat numai către zona de interes și să se evite dirijarea acestui către zone unde nu este dorit sau necesar.

4.4.3.4.5. Se recomandă evitarea adoptării unor niveluri de iluminare superioare valorilor necesare recomandate.

4.5. Calitatea iluminatului artificial destinat tunelurilor și pasajelor subterane

4.5.1. Ambientul luminos creat în mod artificial cu ajutorul sistemelor de iluminat trebuie să asigure participantului la traficul rutier aflat în tunel sau pasaj rutier condiții optime de vizibilitate, confort și ghidaj vizual.

4.5.2. Aprecierea calității unui sistem de iluminat destinat tunelurilor sau pasajelor subterane se face ajutorul unor criterii de calitate specifice acestui tip de sistem de iluminat:

- nivelul de luminanță;
- distribuția luminanțelor în plan util;
- distribuția luminanțelor în câmp vizual;
- luminanța pereților;
- fenomenul de flicker.

4.5.3. Orbirea se manifestă în această situație sub cele două forme ale sale: orbire de inconfort și orbire de incapacitate.

4.6. Controlul și evaluarea ambientului luminos creat cu ajutorul sistemelor de iluminat destinate tunelurilor și pasajelor rutiere în timpul zilei

4.6.1. Nivelul de luminanță

Nivelul de luminanță variază de-a lungul tunelului și pasajului subteran fiind diferit de la o zonă la alta și în unele cazuri, chiar de-a lungul aceleiași zone.

Nivelurile de luminanță corespunzătoare zonelor din interiorul tunelului depind de luminanța ambientului luminos exterior, viteza de deplasare maximă admisă și distanța de oprire în siguranță.

Nivelul de luminanță corespunzător fiecărei zone și modul de calcul al acestuia este precizat în standardul românesc SR 13433.

4.6.2. Distribuția luminanțelor în planul carosabilului și pe pereții tunelului

Distribuția uniformă a luminanțelor în planul carosabilului și pe pereții tunelului până la o înălțimea de 2 m este necesară pentru realizarea confortului vizual și a performanței vizuale.

Distribuția luminanțelor în planul carosabilului și pe pereții laterali ai tunelului se apreciază cu ajutorul coeficientului de uniformitate generală care se determină cu relația:

$$U_0 = \frac{L_{\min}}{\bar{L}} \geq 0,4,$$

unde:

L_{\min} – luminanța minimă de pe întreaga suprafață de calcul;

\bar{L} – luminanța medie a suprafeței de calcul.

Distribuția luminanțelor în axul fiecărei benzi de circulație se apreciază cu ajutorul coeficientului de uniformitate longitudinală, relația de calcul a acestuia fiind:

$$U_l = \frac{L'_{\min}}{L'_{\max}} \geq 0,6$$

unde:

L'_{\min} – luminanța minimă considerată în axul benzii de circulație;

L'_{\max} – luminanța maximă considerată în axul benzii de circulație.

4.6.3. Distribuția luminanțelor în câmpul vizual al observatorului

Evaluarea fenomenului de orbire de incapacitate se realizează cu ajutorul indicelui de creștere a pragului percepției vizuale TI .

Indicele de creștere a pragului percepției vizuale TI se calculează cu relația:

$$TI = 65 \frac{L_v}{L} \text{ pentru luminanțe medii } \leq 5 \frac{\text{cd}}{\text{m}^2}$$

$$TI = 95 \frac{L_v}{L} \text{ pentru luminanțe medii } > 5 \frac{\text{cd}}{\text{m}^2}$$

unde:

L_v – luminanța de voal;

\bar{L} – luminanța medie a carosabilului și a pereților.

Valoarea coeficientului de creștere a pragului percepției vizuale TI trebuie să fie mai mică de 15%.

4.6.4. Fenomenul de pâlpâire (flicker)

Fenomenul de pâlpâire se manifestă în interiorul tunelurilor și a pasajelor rutiere din cauza succedării în timp și spațiu, cu o anumită frecvență, a suprafețelor luminoase a corpurilor/aparatelor de iluminat în câmpul vizual al observatorului.

Frecvența cu care se manifestă acest fenomen depinde de viteza de deplasare a observatorului aflat în autovehicul și de distanța dintre corpurile/aparatele de iluminat.

Pentru a calcula frecvența de pâlpâire corespunzătoare, se face raportul dintre viteza de deplasare și distanța dintre două corpuri/aparate de iluminat consecutive.

În general, fenomenul de pâlpâire este neglijabil pentru valori ale frecvenței cuprinse între 2,5 Hz și 15 Hz.

4.7. Controlul și evaluarea ambientului luminos creat cu ajutorul sistemelor de iluminat destinate tunelurilor și pasajelor rutiere în timpul nopții

4.7.1. Dacă tunelul se află în continuarea unei străzi iluminate, valorile nivelului de luminanță și ale coeficienților de uniformitate generală și longitudinală trebuie să fie cel puțin egale cu valorile admise ale aceleorași mărimi corespunzătoare căii de circulație în continuarea căreia se află.

4.7.2. Dacă tunelul se află în continuarea unei străzi neiluminate, nivelul luminanței medii în interiorul tunelului trebuie să fie de $1 \frac{\text{cd}}{\text{m}^2}$, coeficientul de uniformitate generală să fie cel puțin egal cu 0,4, iar coeficientul de uniformitate longitudinală de 0,6 pentru fiecare bandă de circulație.

4.7.3. Aceste valori se aplică și tunelurilor sau pasajelor rutiere scurte, neiluminate în timpul zilei (vezi anexa A 4.1.). Pentru tunelurile cu lungimea de până la 75 m, la care nu este necesară realizarea unui sistem de iluminat de zi, este obligatorie prevederea unui sistem de iluminat care să funcționeze în orele de întuneric (plus o oră înainte de apus și o oră înainte de răsărit).

5. SURSE DE LUMINĂ

5.1. Alegerea corespunzătoare a surselor de lumină joacă un rol important în iluminatul urban, atât din punct de vedere funcțional, estetic cât și din punct de vedere economic.

5.2. Sursele de lumină trebuie să corespundă cerințelor de calitate specificate în standardele SR EN 60432, SR EN 61167+A1, STAS 6824-86, STAS 7290-75, STAS 7832-84, STAS 10515-88 aflate în vigoare în momentul aplicării prevederilor prezentului normativ.

5.3. Sursele de lumină prezintă o serie de caracteristici tehnico-economice, puse la dispoziția utilizatorului de către producătorul de surse, care trebuie luate în considerație când se dorește alegerea sursei de lumină.

5.4. Caracteristicile tehnico-economice sunt:

Nr. crt.	Caracteristici tehnico-economice	Simbol	Unitatea de măsură
1.	Fluxul luminos	ϕ	[lm]
2.	Eficacitatea luminoasă a sursei	e	$\left[\frac{\text{lm}}{\text{W}}\right]$
3.	Eficacitatea luminoasă globală a sursei (sursă + aparataj auxiliar)	e_g	$\left[\frac{\text{lm}}{\text{W}}\right]$
4.	Temperatura de culoare	T	[°K]
5.	Indicele de redare a culorilor	R_a	
6.	Durata de funcționare	t_f	[h]
7.	Luminanța	L	[cd / m ²]
8.	Puterea nominală	P	[W]
9.	Factor de putere	$\cos \phi$	
10.	Tensiunea de alimentare	U	[V]
11.	Timpul de amorsare	t_a	[S] sau [min]
12.	Culoarea aparentă		
13.	Poziția de funcționare		
14.	Soclu		

5.5. Sursele de lumină utilizate în iluminatul rutier, pietonal și pentru iluminatul tunelurilor și pasajelor rutier trebuie să îndeplinească, în general, o serie de cerințe:

- flux luminos mare;
- eficacitate luminoasă ridicată;
- luminanță redusă;
- durata de funcționare mare;
- redare satisfăcătoare a culorilor;
- funcționare în orice poziție;
- ușor de manevrat în vederea instalării și întreținerii;
- dimensiuni reduse.

5.6. În tabelul 2.1. din Anexa A 2.1. sunt prezentate surse de lumină folosite în iluminatul rutier, în iluminatul tunelurilor și pasajelor rutiere și în iluminatul pietonal.

6. CORPURI/APARATE DE ILUMINAT

6.1. Alegerea corespunzătoare a corpurilor/aparatelor de iluminat joacă un rol important în iluminatul urban, atât din punct de vedere funcțional, estetic cât și din punct de vedere economic.

6.2. Corpul/aparatul de iluminat trebuie să corespundă cerințelor de calitate specificate în standardul SR EN 60598 aflat în vigoare în momentul aplicării prezentului normativ, conform cu domeniul de utilizare.

6.3. Alegerea corpului/aparatului de iluminat se face în funcție de caracteristicile fotometrice ale acestuia, luând în considerație obiectivul de iluminat.

6.4. Caracteristicile fotometrice ale corpului/aparatului de iluminat sunt:

- curba de distribuție a intensității luminoase;
- randamentul;
- unghiul de protecție vizuală;
- factorul de menținere;
- factorul de multiplicare.

6.5. Curba de distribuție a intensității luminoase trebuie să fie corespunzătoare tipului sistemului de iluminat de realizat.

6.6. Randamentul corpului aparatului de iluminat trebuie să fie cât mai mare în scopul utilizării eficiente a energiei electrice.

6.7. Unghiul de protecție vizuală cât mai mare în scopul evitării apariției fenomenului de orbire.

6.8. Factorul de menținere a corpului/aparatului de iluminat se ia în considerație din cauza depunerilor de praf sau/și a altor particule pe suprafețele acestuia.

Factorul de menținere a corpului/aparatului de iluminat se ia în considerație în calculul sistemelor de iluminat care fac obiectul prezentului normativ.

Valorile factorului de menținere a corpului/aparatului de iluminat sunt precizate în tabelul 3.1. din Anexa A 3.1. în funcție de gradul de protecție a corpului/aparatului de iluminat, de intervalul timp dintre două curățări și de gradul de poluare a mediului înconjurător.

6.9. Corpurile/aparatele de iluminat utilizate în iluminatul rutier, pietonal și în iluminatul destinat tunelurilor și pasajelor subterane trebuie alese astfel încât să se evite apariția poluării luminoase și implicit a unui consum inutil de energie electrică.

6.10. Trebuie să se acorde o atenție sporită asupra alegerii corespunzătoare a corpului/aparatului de iluminat în ceea ce privește:

- securitatea utilizatorului din punct de vedere electric;
- protecția împotriva izbucnirii incendiilor;
- mediul în care este amplasat corpul de iluminat (corelarea gradului de protecție al corpului/aparatului de iluminat IPXX cu caracteristicile mediului);
- rezistența la șocuri mecanice mari (când este cazul) pentru a asigura protecția împotriva actelor de vandalism;
- rezistența la agenții de mediu;
- rezistența la agenții biologici (rozătoare, insecte, păsări etc.).

6.11. În situația utilizării unor surse de lumină care au luminanță mare, se recomandă utilizarea unor grătare pentru realizarea protecției vizuale.

7. PROIECTAREA SISTEMELOR DE ILUMINAT DESTINATE CĂILOR DE CIRCULAȚIE RUTIERĂ, CĂILOR DE CIRCULAȚIE PIETONALĂ, TUNELURILOR ȘI PASAJELOR RUTIERE

7.1. Proiectarea sistemelor de iluminat destinate căilor de circulație rutieră

7.1.1. Principii generale

Iluminatul destinat căilor de circulație rutieră trebuie să pună în evidență caracteristicile căii de circulație și a traficului rutier în scopul asigurării securității persoanelor, fluentei traficului rutier și a confortului vizual.

Iluminatul rutier corespunzător se realizează luând în considerație:

- nivelul de luminanță/iluminare;
- uniformitatea generală și longitudinală a luminanțelor/iluminărilor pe carosabil;
- distribuția luminanțelor în câmpul vizual al observatorului;
- performanțele tehnico-economice.

Soluția luminotehnică a sistemului de iluminat se adoptă în funcție de:

- intensitatea traficului rutier;
- categoria drumului;
- zonele învecinate;
- caracteristicile geometrice ale drumului;
- zona din oraș în care se găsește calea de circulație (zonă comercială, rezidențială, industrială);
- existența trotuarelor;
- existența vegetației;
- posibilitatea de ghidaj vizual.

Caracteristicile geometrice ale sistemului de iluminat (Anexa A 4.1., fig. 4.1.).

- distanța dintre stâlpi, S ;
- înălțimea de montaj, H ;
- înaintarea (avansul), A ;
- retragerea, R ;
- unghiul de înclinare, ε ;
- brațul de susținere (cârja).

7.1.1.1. Distanța dintre stâlpi este stabilită de proiectant în funcție de lățimea drumului, puterea sursei utilizate, înălțimea de montaj a corpului/aparatului de iluminat.

7.1.1.2. Amplasarea stâlpilor se face, uniform distribuit de-a lungul căilor de circulație rutieră. Pe stâlp se montează de regulă 1 sau 2 corpuri de iluminat orientate corespunzător.

7.1.1.3. Înălțimea de montaj a corpului/aparatului de iluminat H , se stabilește de către proiectant în funcție de tipul și puterea sursei de lumină, de lățimea drumului, caracteristicile luminotehnice ale corpului/aparatului de iluminat.

7.1.1.4. Înălțimea de montaj a corpului/aparatului de iluminat nu trebuie să fie mai mică de 6 m.

7.1.1.5. Înaintarea (avansul), A , poate fi:

- pozitivă, $A > 0$
- negativă, $A < 0$
- zero, $A = 0$.

Înaintarea este pozitivă când proiecția centrului fotometric al corpului/aparatului de iluminat este pe carosabil.

Înaintarea (avansul) se stabilește pozitivă când se urmărește o utilizare eficientă a fluxului luminos emis de corpul/aparatul de iluminat, astfel încât numai un procent mic din acesta să fie dirijat către zonele adiacente.

Înaintarea este negativă când proiecția centrului fotometric al corpului/aparatului de iluminat este în zona adiacentă (spațiu verde, trotuar).

Se adoptă o înaintare negativă când se dorește ca fluxul luminos al corpurilor/aparatelor de iluminat rutier să fie utilizat și pentru zona adiacentă carosabilului (ex. trotuar).

7.1.1.6. Retragera, R

Retragera R se stabilește în funcție de viteza maximă admisă pe calea de circulație al cărui sistem de iluminat se realizează.

Se vor realiza următoarele valori ale retragerii:

- $V_{\max ad} = 50 \text{ km/h}$ $R = 0,8 \text{ m}$
- $V_{\max ad} = 80 \text{ km/h}$ $R = 1,0 \text{ m}$
- $V_{\max ad} = 100 \text{ km/h}$ $R = 1,5 \text{ m}$

7.1.1.7. Unghiul de înclinare

Unghiul de înclinare al corpului/aparatului de iluminat se stabilește de către proiectant, în funcție de modul în care se dorește direcționarea fluxului luminos și de către posibilitățile oferite de producătorul de corpuri de iluminat.

7.1.1.8. Brațul de susținere

Brațul de susținere are o lungime care depinde de lățimea carosabilului, prezența și dezvoltarea vegetației și trebuie să prezinte siguranță în funcționare.

Lungimea brațului de susținere trebuie să fie cât mai scurtă posibil pentru a limita vibrațiile. Se recomandă o lungime a brațului mai mică decât un sfert din înălțimea stâlpului de montare.

Forma brațului de susținere trebuie aleasă astfel încât să nu facă notă discordantă cu elementele arhitecturale ale mediului înconjurător.

7.1.2. Sisteme de iluminat destinate căilor de circulație rutieră

7.1.2.1. Sisteme de iluminat cu amplasare unilaterală

7.1.2.1.1. Sistemele de iluminat cu amplasare unilaterală a corpurilor/aparatelor de iluminat se recomandă în cazul căilor de circulație rutieră înguste cu cel mult două benzi de circulație.

7.1.2.1.2. Pentru o mai bună distribuție a luminanțelor în plan transversal se recomandă ca înălțimea de montaj a corpului/aparatului de iluminat să fie mai mare cel puțin egală cu lățimea străzii, $H \geq l$.

7.1.2.1.3. Se recomandă o atenție sporită din partea proiectantului sistemului de iluminat asupra marcării corespunzătoare a limitelor laterale ale carosabilului, a semnelor și semnalelor de circulație.

7.1.2.2. Sisteme de iluminat cu amplasare bilateral-alternată

7.1.2.2.1. Sistemele de iluminat cu amplasare bilateral-alternată se recomandă în cazul străzilor înguste cu două sensuri de circulație (2-3 benzi de circulație).

7.1.2.2.2. Amplasarea bilateral-alternată a corpurilor/aparatelor de iluminat asigură o uniformitate bună a luminanțelor în planul carosabilului.

7.1.2.2.3. Pentru o mai bună distribuție a luminanțelor în planul transversal în cazul sistemelor de iluminat cu amplasare bilateral-alternată se recomandă o înălțime de montaj a corpurilor/aparatelor de iluminat mai mare decât două treimi din lățimea străzii, $H \geq \frac{2}{3}l$.

7.1.2.2.4. Se recomandă evitarea utilizării sistemelor de iluminat cu amplasare bilateral-alternată a corpurilor/aparatelor de iluminat în cazul zonelor în curbă ale căilor de circulație rutieră.

7.1.2.3. Sisteme de iluminat cu amplasare bilaterală față în față

7.1.2.3.1. Sistemele de iluminat cu amplasare bilaterală față în față a corpurilor/aparatelor de iluminat se recomandă în cazul străzilor foarte largi cu mai mult de 3 benzi de circulație.

7.1.2.3.2. Pentru o bună distribuție a luminanțelor în plan transversal, în cazul sistemelor de iluminat cu amplasare bilaterală față în față se recomandă o înălțime de montaj a corpurilor/aparatelor de iluminat mai mare decât jumătate din lățimea străzii, $H \geq 0,5l$.

7.1.2.4. Sisteme de iluminat cu amplasare axială

7.1.2.4.1. Sistemele de iluminat cu amplasare axială a corpurilor/aparatelor de iluminat se recomandă în cazul căilor de circulație cu peluză centrală.

7.1.2.4.2. Montarea corpurilor/aparatelor de iluminat se face pe stâlpi amplasați în peluza centrală.

7.1.2.4.3. Tratarea sistemelor de iluminat cu amplasare axială se face similar cu cea a sistemelor de iluminat cu amplasare unilaterală.

7.1.2.4.4. Amplasarea axială a corpurilor/aparatelor de iluminat suspendate pe cabluri se recomandă în cazul străzilor cu vegetație abundentă aflată pe părțile laterale ale carosabilului.

7.1.2.4.5. În acest caz, montarea corpurilor de iluminat se face suspendat pe cablu susținut de stâlpi amplasați în zonele adiacente carosabilului.

7.1.2.4.6. Prezența vegetației în imediata vecinătate a carosabilului (în zonele adiacente) presupune o atenție sporită din partea proiectantului astfel încât soluția adoptată să satisfacă cerințele de calitate impuse.

7.1.2.4.7. Proiectantul trebuie să ia în considerație forma coroanei, înălțimea și dezvoltarea pe orizontală a copacilor.

7.1.2.4.8. Montarea corpurilor/aparatelor de iluminat se poate face deasupra coroanei copacilor de mică înălțime cu condiția ca aceștia să nu împiedice dirijarea fluxului luminos către carosabil.

7.1.2.4.9. Montarea corpurilor/aparatelor de iluminat se poate face sub coroana copacilor înalți cu condiția ca înălțimea de montaj să fie mai mică de 6 m.

7.1.3. Sisteme de iluminat destinate autostrăzilor

7.1.3.1. Sistemele de iluminat cu amplasare axială a corpurilor/aparatelor de iluminat se utilizează în cazul autostrăzilor cu zonă de

securitate axială și cu un număr mic de benzi de circulație (1, 2) pe sens.

Montarea corpurilor/aparatelor de iluminat se face pe stâlpii amplasați în zona de securitate axială. Planul de referință al corpurilor/aparatelor de iluminat este perpendicular pe axa longitudinală a drumului.

7.1.3.2. Sistemele de iluminat catenar se utilizează pentru autostrăzile înguste cu zonă de securitate axială. Montarea corpurilor/aparatelor de iluminat se face suspendat pe cablu care este susținut de stâlpii amplasați în zona de securitate.

Sistemul de iluminat catenar asigură un ghidaj vizual foarte bun.

7.1.3.3. Sistemul de iluminat cu amplasare bilateral față în față a corpurilor/aparatelor de iluminat se adoptă în cazul autostrăzilor cu trei sau mai multe benzi de circulație pe sens.

Se realizează o bună distribuție a luminanțelor în planul carosabilului.

7.1.4. Sisteme de iluminat destinate zonelor particulare ale căilor de circulație

7.1.4.1. Zonele particulare ale căilor de circulație sunt:

- intersecțiile;
- curbele;
- pantele;
- podurile.

7.1.4.2. Sistemele de iluminat destinate intersecțiilor

7.1.4.2.1. Sistemele de iluminat destinate intersecțiilor de drumuri trebuie să fie realizate astfel încât să satisfacă cerințele de calitate recomandate în capitolul 4.

7.1.4.2.2. Sistemul de iluminat realizat pentru o intersecție trebuie să avertizeze conducătorul auto din timp asupra prezenței intersecției.

7.1.4.2.3. Sistemul de iluminat realizat pentru o intersecție trebuie să permită conducătorului auto observarea oricărui autovehicul care se apropie de intersecție din altă direcție.

7.1.4.2.4. Sistemul de iluminat realizat pentru o intersecție trebuie să permită conducătorului auto observarea caracteristicilor geometrice ale intersecției și prezența oricărui obstacol.

7.1.4.2.5. Sistemul de iluminat realizat pentru o intersecție nu trebuie să creeze confuzie ceea ce ar duce la îngreunarea desfășurării traficului sau la producerea accidentelor de circulație.

7.1.4.2.6. Sistemul de iluminat destinat intersecțiilor trebuie să marcheze corespunzător semnele de circulație.

7.1.4.2.7. În apropierea intersecțiilor este necesară reducerea corespunzătoare a distanțelor dintre stâlpii pe care se montează corpurile/aparatele de iluminat astfel încât nivelul de luminanță/iluminare să crească conform normelor.

7.1.4.2.8. Se recomandă utilizarea unor corpuri/aparate de iluminat diferite ca formă pentru sistemele de iluminat aferente drumurilor care se intersectează.

7.1.4.2.9. Sistemul de iluminat destinat intersecțiilor trebuie să realizeze un bun ghidaj vizual.

7.1.4.2.10. Retragerea stâlpilor față de limita laterală a carosabilului este aceeași ca în cazul celorlalte căi de circulație rutieră, fiind precizată în 7.1.1.6.

7.1.4.2.11. Înălțimea de montare a corpurilor/aparatelor de iluminat trebuie să fie aceeași pentru întreaga intersecție.

7.1.4.2.12. În cazul intersecțiilor largi se recomandă utilizarea bateriilor de corpuri/aparate de iluminat montate pe stâlpi înalți (20-30m).

7.1.4.2.13. Pentru intersecțiile în *T* sau *Y*, semnalizarea sfârșitului de drum trebuie să se marcheze cu un corp/aparat de iluminat situat în axul benzii de circulație a drumului secundar în sensul de intrare în intersecție, acesta făcând parte însă din sistemul de iluminat destinat drumului principal.

7.1.4.2.14. În cazul intersecțiilor cu sens giratoriu se recomandă amplasarea corpurilor/aparatelor de iluminat pe conturul exterior al intersecției, ceea ce permite realizarea unui ghidaj vizual bun.

7.1.4.2.15. Amplasarea corpurilor/aparatelor de iluminat pe conturul interior al insulei din intersecție poate genera confuzii, cu consecințe nefaste pentru circulație.

7.1.4.2.16. De la această regulă pot face excepție:

- intersecțiile cu o insulă centrală foarte largă;
- intersecțiile sau drumurile cu sens giratoriu cu o lățime foarte mare.

7.1.4.2.17. Se recomandă utilizarea unor brațe de susținere de lungime mică din motive de siguranță în funcționare (evitarea vibrațiilor) și din motive de estetică.

7.1.4.3. Sisteme de iluminat destinate zonelor în curbă ale drumurilor

7.1.4.3.1. Sistemele de iluminat destinate zonelor în curbă ale drumurilor trebuie să asigure cerințele de calitate recomandate în capitolul 4.

7.1.4.3.2. Pentru zonele în curbă ale drumurilor se recomandă reducerea progresivă a distanței dintre două corpuri de iluminat consecutive în scopul obținerii unei uniformități corespunzătoare a luminanței în planul carosabilului.

7.1.4.3.3. Distanța dintre două corpuri/aparate de iluminat amplasate în zonele în curbă nu trebuie redusă mai mult decât jumătatea distanței dintre doi stâlpi consecutivi, (S).

7.1.4.3.4. Pentru zonele în curbă ale drumurilor se recomandă amplasarea unilaterală a corpurilor/aparatelor de iluminat la exteriorul curbei, în scopul realizării unui ghidaj vizual corespunzător.

7.1.4.3.5. Amplasarea corpurilor de iluminat la partea interioară a curbei se adoptă în condițiile în care amplasarea acestora la partea exterioară nu este posibilă din cauza condițiilor nefavorabile din teren.

7.1.4.3.6. În această situație este necesar ca cel puțin trei puncte luminoase (corpuri /aparate de iluminat) consecutive să se găsească în câmpul vizual al conducătorului auto.

7.1.4.3.7. Pentru zonele în curbă ale drumurilor cu lățime mare se recomandă amplasarea bilateral-față în față a corpurilor/aparatelor de iluminat.

7.1.4.4. Sisteme de iluminat destinate drumurilor în pantă

7.1.4.4.1. Sistemele de iluminat destinate zonelor în pantă ale drumurilor trebuie să asigure cerințele de calitate recomandate în capitolul 4.

7.1.4.4.2. Se recomandă, în cazul zonelor în pantă, reducerea progresivă a distanței dintre două corpuri/aparate de iluminat consecutive până în vârful pantei, astfel încât să se obțină o distribuție uniformă a luminanțelor în planul carosabilului.

7.1.4.4.3. Distanța dintre două corpuri/aparate de iluminat consecutive nu trebuie să fie mai mică decât jumătatea distanței dintre doi stâlpi consecutivi, S.

7.1.4.4.4. Se recomandă montarea corpurilor/aparatelor de iluminat cu axa de referință perpendiculară pe planul carosabilului.

7.1.4.4.5. Corpurile/aparatele de iluminat trebuie să aibă unghi de protecție vizuală mare.

7.1.4.5. Sisteme de iluminat destinate podurilor

7.1.4.5.1. Sistemele de iluminat destinate podurilor trebuie să asigure cerințele de calitate recomandate în capitolul 4.

7.1.4.5.2. Sistemele de iluminat aferente podurilor trebuie să asigure participanților la trafic condiții optime de vizibilitate și un ghidaj vizual foarte bun.

7.1.4.5.3. Sistemul de iluminat trebuie să asigure un nivel de luminanță/iluminare superior cu 50% nivelului de luminanță/iluminare de pe drumul în prelungirea căruia se află podul.

7.1.4.5.4. Dacă podul nu prezintă schimbări majore în ceea ce privește direcția și înclinarea, se poate adopta o soluție similară cu cea adoptată pentru drumul în prelungirea căruia se găsește podul.

7.1.4.5.5. În cazul podurilor foarte lungi cu suprastructura deasupra parapetului, distanța dintre două corpuri de iluminat consecutive poate fi corelată cu distanța dintre elementele de construcție care se repetă în mod regulat.

7.1.4.5.6. Se recomandă evitarea amplasării bilateral alternate a corpurilor de iluminat, în caz contrar, pericolul apariției unei confuzii este mare.

7.1.4.5.7. Se recomandă amplasarea bilateral față în față a corpurilor/aparatelor de iluminat ori de câte ori aceasta este posibilă.

7.1.4.5.8. Amplasarea centrală a corpurilor de iluminat se recomandă în cazul podurilor înguste cu suprastructură în arcadă peste nivelul parapetului sau în cazul podurilor de lățime mare, unde corpurile/aparatele de iluminat pot fi montate pe stâlpi amplasați în rezerva centrală existentă.

7.1.4.5.9. Modul de amplasare al corpurilor/aparatelor de iluminat și tipul acestora se aleg astfel încât acestea să nu facă notă discordantă cu elementele de construcție și arhitecturale ale podului.

7.1.4.5.10. În cazul podurilor cu suprastructură, corpurile de iluminat pot fi montate pe elementele de construcție ale podului.

7.1.4.5.11. Sistemele de iluminat destinate podurilor cu arhitectură deosebită sau celor care prezintă interes din punct de vedere istoric trebuie să fie realizate corespunzător atât din punct de vedere funcțional cât și estetic.

7.1.4.5.12. Pasarelele sunt iluminate în cazul în care nu se găsesc într-un mediu înconjurător bine iluminat, respectându-se condițiile de calitate precizate în capitolul 4.

7.1.4.5.13. Se recomandă utilizarea balustradei pentru montarea discretă a corpurilor/aparatelor de iluminat.

7.1.4.5.14. Prezența cablurilor de alimentare cu energie electrică trebuie să fie cât mai discretă în timpul zilei.

7.1.4.5.15. Se recomandă adoptarea unor măsuri de protecție a corpurilor/aparatelor de iluminat împotriva actelor de vandalism.

7.1.4.6. *Sisteme de iluminat destinate căilor de circulație rutieră aflate în vecinătatea aeroporturilor, căilor ferate, docurilor și căilor de navigație.*

7.1.4.6.1. În cazul sistemelor de iluminat rutier aflate în apropierea aeroporturilor se recomandă consultarea unei autorități în domeniu în scopul aplicării restricțiilor necesare asigurării siguranței traficului pe calea aerului.

7.1.4.6.2. Autoritatea în domeniu poate impune restricții în ceea ce privește modul de amplasare, înălțimea de montare, culoarea și distribuția intensității luminoase în emisfera superioară.

7.1.4.6.3. Sistemele de iluminat aflate în vecinătatea căilor ferate, docurilor sau căilor de navigație nu trebuie să creeze confuzie în ceea ce privește recunoașterea și perceperea semnelor și semnalelor luminoase. În acest caz trebuie consultată o autoritate în domeniu.

7.1.4.6.4. Amplasarea și montarea corpurilor/aparatelor de iluminat trebuie să se facă astfel încât să nu mascheze semnalele luminoase destinate circulației pe calea ferată sau pe căile de navigație.

7.1.4.6.5. Corpurile/aparatele de iluminat trebuie să fie echipate cu ecrane de protecție vizuală sau să aibă un unghi de protecție vizuală mare.

7.1.4.7. *Întreținerea sistemelor de iluminat destinate căilor de circulație rutieră.*

7.1.4.7.1. Pentru menținerea nivelurilor de luminanță inițial adoptate este necesară întreținerea permanentă a sistemelor de iluminat.

7.1.4.7.2. Este necesară înlocuirea periodică a surselor de lumină la sfârșitul duratei de funcționare a acestora.

7.1.4.7.3. Curățirea periodică a corpurilor de iluminat se va face corespunzător factorului de menținere luat în calcul.

7.1.4.7.4. Controlul periodic al nivelului de luminanță/iluminare cu ajutorul aparatelor de măsură corespunzătoare, calibrate cel puțin o dată pe an.

7.1.4.7.5. Verificarea periodică și schimbarea corpurilor/ aparatelor de iluminat care nu mai corespund, a garniturilor de etanșeizare, aparatelor auxiliare etc.

7.2. Sisteme de iluminat destinate căilor de circulație pietonală

7.2.1. Sistemele de iluminat destinate căilor de circulație pietonală trebuie concepute astfel încât să:

- facă posibilă observarea de către pietoni a obstacolelor sau a iregularităților de pe suprafața drumului;
- ofere pietonilor posibilitatea de a observa trăsăturile altor persoane în timp util pentru a determina intențiile acestor persoane (prietenoase sau ostile);
- să asigure un ambient luminos confortabil și plăcut.

7.2.1.1. Pentru adoptarea soluțiilor luminotehnice ale sistemelor de iluminat destinate căilor de circulație pietonală trebuie să se respecte recomandările de calitate făcute în capitolul 4.

7.2.1.2. Alegerea surselor de lumină se va face conform recomandărilor făcute în capitolul 5.

7.2.1.3. Alegerea corpurilor/aparatelor de iluminat se va face pe baza recomandărilor din capitolul 6.

7.2.1.4. În cazul sistemelor de iluminat în care corpurile/aparatele de iluminat sunt amplasate la înălțimi mai mici de 3 m, se recomandă utilizarea unor corpuri/aparate de iluminat realizate din materiale dure, rezistente la actele de vandalism.

7.2.1.5. Montarea corpurilor/aparatelor de iluminat se va face în moduri diferite în funcție de situația concretă întâlnită în teren, putându-se da în acest caz numai recomandări cu caracter general, din cauza multitudinii situațiilor care pot apărea.

7.2.1.6. Montarea corpurilor/aparatelor de iluminat la o înălțime mai mică de 3 m se adoptă în, în general, cazul aleilor pietonale din parcuri și grădini. În această situație valorile recomandate în tabelul 1.5. din Anexa A 1.1 nu sunt relevante.

7.2.1.7. Se recomandă realizarea unui nivel de iluminare minim suficient orientării vizuale și recunoașterii trăsăturilor și intențiilor celorlalte persoane conform recomandărilor din capitolul 4.

7.2.1.8. Amplasarea corpurilor/aparatelor de iluminat cu o înălțime mai mică de 3 m trebuie să se facă în general în afara căii de circulație pietonală (în spațiul verde), pe părțile laterale (unilateral sau bilateral) pentru a nu împiedica circulația pietonală.

7.2.1.9. Montarea corpurilor/aparatelor de iluminat pe stâlpi, la înălțimi cuprinse între 3-5 m se practică în cazul aleilor pietonale largi, trotuarelor, drumurilor destinate circulației pietonale din zonele rezidențiale, comerciale, industriale. În acest caz se recomandă alegerea unor corpuri/aparate de iluminat decorative care să se integreze în arhitectura mediului înconjurător.

7.2.1.10. Amplasarea corpurilor de iluminat se poate face central (în rezerva centrală sau pe suprafața destinată circulației dacă

nu există rezervă centrală), pe părțile laterale, unilateral sau bilateral (pe suprafața destinată circulației pietonale sau în zonele adiacente acesteia). În acest caz, pe stâlpul de susținere pot fi montate unul sau mai multe corpuri/aparate de iluminat.

7.2.1.11. Montarea corpurilor/aparatelor de iluminat la înălțimi cuprinse între 5-10 m se utilizează în cazul căilor de circulație pietonală largi din zonele rezidențiale, comerciale și industriale.

7.2.1.12. Se pot monta unul sau mai multe corpuri/aparate de iluminat pe un singur stâlp de susținere. Se recomandă utilizarea unor brațe de susținere scurte, iar forma acestora trebuie corelată și integrată în arhitectura zonei.

7.2.1.13. Montarea corpurilor/aparatelor de iluminat utilizate în iluminatul pietonal poate fi făcută, în anumite situații (ex. trotuare foarte înguste) prin intermediul unor brațe de susținere încastate în fațadele clădirilor. În acest caz este necesar să se obțină acordul proprietarilor clădirilor respective și/sau a Comisiei Naționale a Monumentelor de Arhitectură dacă clădirea respectivă este declarată monument arhitectural.

7.2.1.14. Lungimea maximă a brațului de susținere pe față nu trebuie să depășească 1,5 m, iar forma brațului, dimensiunile și geometria corpului/aparatului de iluminat trebuie să se integreze în specificul zonei. Înălțimea de montare a corpurilor/aparatelor de iluminat se face în acest caz între 3-4 m. Se recomandă acordarea unei atenții deosebite prezenței balcoanelor sau a altor elemente arhitecturale, a vegetației care ar putea crea zone întunecate pe calea de circulație, precum și pericolului apariției fenomenului de poluare luminoasă prin pătrunderea luminii emise de aceste corpuri/aparate de iluminat în locuri unde nu este dorită sau necesară.

7.2.2. Întreținerea sistemelor de iluminat destinate căilor de circulație pietonală

7.2.2.1. Menținerea valorilor medii admise recomandate se face prin schimbarea periodică a surselor de lumină în funcție de durata de funcționare a acestora.

7.2.2.2. Curățirea periodică a corpurilor de iluminat se va face corespunzător factorului de menținere luat în calcul.

7.2.2.3. Controlul periodic al nivelului de lumananță/iluminare cu ajutorul aparatelor de măsură corespunzătoare, calibrate cel puțin o dată pe an.

7.2.2.4. Este necesară verificarea periodică și schimbarea corpurilor/aparatelor de iluminat care nu mai corespund, a garniturilor de etanșizare, aparatelor auxiliare etc.

7.3. Sisteme de iluminat destinate tunelurilor și pasajelor rutiere

7.3.1. Sisteme de iluminat normal

7.3.1.1. Sistemele de iluminat tunelurilor și pasajelor rutiere trebuie să asigure desfășurarea fluentă a traficului rutier și securitatea participanților la traficul rutier atât în timpul zilei cât și în timpul nopții.

7.3.1.2. Tunelul sau pasajul rutiere este iluminat sau nu pe timpul zilei în funcție de criteriile precizate în Anexa A 4.1., fig. 4.2.

7.3.1.3. Sistemele de iluminat destinate tunelurilor și pasajelor rutiere trebuie să asigure confortul vizual al participanților la trafic prin corelarea nivelurilor de lumananță ale diferitelor zone, astfel încât

să se poată realiza în timp util adaptarea ochiului observatorului la niveluri diferite de luminanță.

7.3.1.4. Pentru adoptarea soluțiilor lumentehnice, aferente tunelurilor și pasajelor rutiere, recomandările făcute în capitolul 4 trebuie respectate.

7.3.1.5. Recomandările la care se face referire conțin valorile minime ale nivelului de luminanță care trebuie menținute prin luarea în considerație a factorului de menținere.

7.3.1.6. Se recomandă realizarea unor sisteme de iluminat simetrice prin utilizarea unor corpuri/aparate de iluminat care au o distribuție simetrică a intensităților luminoase față de axa de referință sau sisteme de iluminat (counter-beam) prin utilizarea unor corpuri/aparate de iluminat cu o distribuție asimetrică a fluxului luminos față de axa de referință.

7.3.1.7. Sursele de lumină și corpurile de iluminat trebuie să corespundă articolelor aferente capitolelor 5 și 6.

7.3.1.8. Montarea corpurilor de iluminat se poate face central sau pe părțile laterale, în șiruri continue și/sau discontinue.

7.3.1.9. Corpurile/aparatele de iluminat trebuie să aibă un grad de protecție corespunzător gradului de poluare din interiorul tunelurilor sau pasajelor rutiere.

7.3.1.10. Corpurile/aparatele de iluminat trebuie să fie echipate cu sisteme de închidere/etanșeizare care să facă posibilă îndepărtarea rapidă a părților ce permit accesul la lampă sau la aparatul auxiliar pentru manevrarea ușoară în vederea întreținerii.

7.3.1.11. Corpurile/aparatele de iluminat și celelalte accesorii utilizate în interiorul tunelurilor sau pasajelor rutiere trebuie să fie realizate din materiale rezistente la coroziune.

7.3.2. Sisteme de iluminat de siguranță

7.3.2.1. În cazul întreruperii alimentării cu energie electrică a sistemului de iluminat normal din tuneluri și/sau pasaje rutiere, este necesar să se realizeze un sistem de iluminat de siguranță în scopul menținerii unui nivel minim al luminanței zonei interioare de 10% din valoarea luminanței medii a acestei zone.

7.3.2.2. Pentru zona de prag și cea de tranziție trebuie menținut un nivel de luminanță corelat cu limita de viteză impusă.

7.3.2.3. Avertizarea conducătorilor auto asupra unui eventual defect al sistemului de iluminat trebuie să se facă prin intermediul unui semnal luminos aflat la intrarea în tunel care să avertizeze asupra necesității reducerii vitezei în tunel. Alimentarea cu energie electrică a semnalelor luminoase de avertizare se va face din sursa de rezervă.

7.3.2.4. Alimentarea cu energie electrică a corpurilor/aparatelor de iluminat aferente sistemului de iluminat de siguranță din tuneluri și/sau pasaje rutiere se poate face:

- dintr-o altă sursă de alimentare cu energie electrică considerată complet independentă de prima și pe o altă cale, comutarea trebuie să fie automată și să se realizeze într-un interval de timp mai scurt de 0,5 s;
- dintr-o baterie centrală de acumulare care să asigure alimentarea cu energie electrică pe toată perioada necesară evacuării autovehiculelor și persoanelor din tunel și intervenției în cazul unor evenimente majore, comutarea fiind automată, într-un interval de timp mai scurt de 0,5 s.

7.3.2.5. Adoptarea unei soluții de alimentare cu energie electrică a sistemului de iluminat de siguranță în cazul întreruperii alimentării cu energie electrică a sistemului de iluminat normal se face de către proiectant, în funcție de situația existentă în teren. Se vor lua în considerație costurile investiției și necesitatea alimentării cu energie electrică din aceeași sursă a altor instalații cum ar fi: instalația de ventilație, de semnalizare a traficului etc.

7.3.2.6. Este necesar să se ia în considerație timpul de reaprindere al lămpilor utilizate pentru realizarea sistemului de iluminat de siguranță.

7.3.2.7. Iluminatul de siguranță nu este necesar în cazul tunelurilor sau pasajelor scurte pentru care nu se impune realizarea unui sistem de iluminat pe timpul zilei (Anexa A 4.1., fig. 4.2.).

7.3.2.8. Pentru evacuarea persoanelor aflate în tuneluri sau pasaje rutiere în timpul unor evenimente majore este necesar să se prevadă sisteme de iluminat de siguranță pentru marcarea căilor de evacuare a persoanelor, a accesului în spațiile de refugiu. Nivelul de iluminare în cazul căilor de evacuare trebuie să fie de 30 lx.

7.3.2.9. Este necesar, de asemenea, să se realizeze sisteme de iluminat de siguranță pentru marcarea hidranților de incendiu.

7.3.3. Întreținerea sistemelor de iluminat destinate tunelurilor și pasajelor rutiere

7.3.3.1. Pentru menținerea nivelurilor de luminanță inițial adoptate este necesară întreținerea permanentă a sistemelor de iluminat din tuneluri și pasaje rutiere.

7.3.3.2. Este necesară înlocuirea periodică a surselor de lumină la sfârșitul duratei de funcționare a acestora.

7.3.3.3. Curățirea periodică a corpurilor de iluminat se va face corespunzător factorului de menținere luat în calcul.

7.3.3.4. Curățirea pereților tunelului se va face la intervale de timp corelate cu condițiile de trafic, cu tipul depunerilor din interiorul tunelului și alți factori în scopul menținerii performanțelor sistemului de iluminat.

7.3.3.5. Controlul periodic al nivelului de luminanță în zona de acces și de prag cu ajutorul aparatelor de măsură (luminanțmetre) montate în aceste zone și calibrate cel puțin o dată pe an.

7.3.3.6. Verificarea periodică și schimbarea consolelor de prindere, a corpurilor/aparatelor de iluminat care nu mai corespund, a garniturilor de etanșizare, aparatelor auxiliare etc.

ANEXA A 1.1.

Clasele sistemelor de iluminat pentru diferite tipuri de drumuri

Tabel 1.1.

Caracteristicile drumurilor	Clasa sistemului de iluminat corespunzătoare
1	2
Drumuri cu trafic de mare viteză, cu căi de rulare separate pentru fiecare sens, fără intersecții (ex. autostrăzile), cu acces controlat pentru care densitatea traficului și complexitatea traficului sunt: <ul style="list-style-type: none"> • mari • medii • mici 	M1 M2 M3
Drumuri cu trafic de mare viteză, fără zonă de separație între căile de rulare (drumuri naționale, județene). Controlul traficului și separarea diferitelor benzi de circulație: <ul style="list-style-type: none"> • scăzut • ridicat 	M1 M2
Drumuri urbane importante, drumuri radiale, străzi de centură. Controlul traficului și separarea diferitelor benzi de circulație: <ul style="list-style-type: none"> • scăzut • ridicat 	M2 M3

1	2
Drumuri urbane de legătură mai puțin importante, drumuri de acces în zonele rezidențiale, drumuri de acces la străzi și șosele importante, străzi rurale. Controlul traficului și separarea diferitelor benzi de circulație: <ul style="list-style-type: none"> • scăzut • ridicat 	M4 M5

Valorile recomandate ale criteriilor de evaluare a ambiantului luminos în cazul căilor de circulație rutieră

Tabelul 1.2.

Clasa sistemului de iluminat	Domeniul de aplicare				
	toate drumurile	toate drumurile	toate drumurile	drumuri fără intersecții	drumuri cu trotuare neiluminate
	$\bar{L} \left[\frac{cd}{m^2} \right]$ valoare admisă	U_0 valoare minimă	$TI \%$ valoare maximă	U_i valoare minimă	SR valoare maximă
M1	2,0	0,4	10	0,7	0,5
M2	1,5	0,4	10	0,7	0,5
M3	1,0	0,4	10	0,5	0,5
M4	0,75	0,4	15	–	–
M5	0,5	0,4	15	–	–

**Clasele sistemelor de iluminat
pentru diferite zone periculoase**

Tabelul 1.3.

Tipul zonei periculoase	Clasa sistemului de iluminat
Intersecții de două sau mai multe drumuri, rampe, zone în care se face reducerea numărului de benzi de circulație	$C_{(i-1)} = M_i$
Intersecții cu căi ferate sau cu linii de tramvai: <ul style="list-style-type: none"> • simple • complexe 	$C_i = M_i$ $C_{(i-1)} = M_i$
Sensuri giratorii fără semnalizare rutieră: <ul style="list-style-type: none"> • complexe sau mari • de complexitate medie • simple sau mici 	C 1 C 2 C 3
Zone aglomerate (în care traficul se desfășoară greu): <ul style="list-style-type: none"> • complexe sau mari • de complexitate medie • simple sau mici 	C 1 C 2 C 3

**Valori recomandate ale criteriilor de evaluare
a confortului luminos în cazul zonelor periculoase aflate
de-a lungul căilor de circulație**

Tabel 1.4.

Clasa sistemelor de iluminat	\bar{E} [lx] valoare admisă	$U_0(E)$ valoare minimă
C 0	50,0	0,4
C 1	30,0	0,4
C 2	20,0	0,4
C 3	15,0	0,4
C 4	10,0	0,4
C 5	7,5	0,4

**Clasele sistemelor de iluminat
pentru diferite tipuri de drumuri destinate
pietonilor și cicliștilor**

Tabel 1.5.

Caracteristicile drumurilor pentru pietoni sau cicliști	Clasa sistemului de iluminat corespunzătoare
1	2
Drumuri foarte importante situate în zone atrăgătoare ale orașului	P 1
Drumuri intens utilizate de pietoni sau bicicliști pe timpul nopții	P 2

1	2
Drumuri moderat utilizate de pietoni sau bicicliști pe timpul nopții.	P 3
Drumuri puțin utilizate de pietoni sau bicicliști pe timpul nopții, aflate în zone rezidențiale.	P 4
Drumuri puțin utilizate de pietoni sau bicicliști pe timpul nopții, aflate în zone deosebite din punct de vedere arhitectural.	P 5
Drumuri foarte puțin utilizate de pietoni sau bicicliști pe timpul nopții, aflate în zone deosebite din punct de vedere arhitectural.	P 6
Drumuri unde este necesară numai ghidarea vizuală	P 7

Niveluri de iluminare recomandate pentru clasele sistemelor de iluminat pentru drumuri destinate pietonilor și cicliștilor

Tabel 1.6.

Clasa sistemului de iluminat	E_H [lx]		E_{sc} [lx] valoare minimă
	valoare medie	valoare minimă	
1	2	3	4
P 1	20,0	7,5	5,0
P 2	10,0	3	2,0

1	2	3	4
P 3	7,5	1,5	1,5
P 4	5,0	1	1,0
P 5	3,0	0,6	0,75
P 6	1,5	0,2	0,5
P 7	Fără valoare impusă		

Niveluri de iluminare recomandate pentru căi de circulație pietonală de legătură între diferite zone ale orașului

Tabel 1.7.

	\bar{E}_H [lx]	E_H [lx] valoare minimă	E_{sc} [lx] valoare minimă
Alei pietonale aflate în parcurile din zonele rezidențiale	5,0	2,0	2,0
Alei pietonale din centrul orașului	10,0	5,0	3,0
Pasaje pietonale aflate la nivelul solului	10,0	5,0	10,0 electronic

Niveluri de iluminare pentru trecerile de pietoni

Tabel 1.8.

Tipul zonei	\bar{E}	$E_{H_{min}}$
Zonă comercială sau industrială	30 lux	15 lux
Zonă rezidențială	20 lux	6 lux

Niveluri de iluminare pentru rampe și scări destinate circulației pietonale

Tabel 1.9.

		\bar{E}_H	E_{Vmed}
Scări	pe contratreaptă	–	< 20 lux
	pe treaptă	> 40 lux	–
Rampe		> 40 lux	–

Niveluri de iluminare / luminanță pentru poduri destinate circulației pietonale și cicliștilor

Tabel 1.10.

	\bar{L}	U_0	$E_{sc_{min}}$
Împreună cu alte căi de circulație principale	1 cd/m ²	0,4	2 lux

	\bar{E}_H	$E_{H_{min}}$	$E_{sc_{min}}$
Împreună cu alte căi de circulație locale sau separat de alți participanți la trafic	5 lux	1 lux	1 lux

Niveluri de iluminare pentru pasaje destinate numai circulației pietonale sau cicliștilor

Tabel 1.11.

Numai pentru pietoni și cicliști	\bar{E}	$E_{H_{min}}$	$E_{sc_{min}}$
în timpul zilei	100 lux	50 lux	30 lux
în timpul nopții	30 lux	15 lux	10 lux

Valorile indicelui de orbire i

Tabel 1.12.

Înălțimea de montare a corpului/aparatului de iluminat H	Valorile indicelui de orbire i
$H < 4,5$ m	$i < 4000$
$4,5$ m $\leq H < 6$ m	$i < 5500$
$H \geq 6$ m	$i < 7000$

lgy	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	
7,5	70	41	14	7	4	3	4														
8	63	37	11	5	4	4	4														
8,5	60	37	10	5	4	4	4														
9	56	32	9	5	4	3															
9,5	53	28	9	4	4	4															
10	52	27	7	5	4	3															
10,5	45	23	7	4	3	3															
11	43	22	7	3	3	3															
11,5	44	22	7	33	3																
12	42	20	7	4	3																

$$Q_1/Q_0 = 0,054 / 0,070 S_1 = 0,97$$

Tabel R1

	β°																				
lgy	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	
0	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655
0,25	619	619	619	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610
0,5	539	539	539	539	539	539	521	521	521	521	521	503	503	503	503	503	503	503	503	503	503
0,75	431	431	431	431	431	431	431	431	431	431	395	386	371	371	371	371	371	371	371	371	371
1	341	341	341	341	323	323	305	296	287	287	278	269	269	269	269	269	269	269	269	269	269
1,25	269	269	269	260	251	242	224	207	198	189	189	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
1,5	224	224	224	215	198	180	171	162	135	148	144	144	139	139	139	144	148	153	162	180	180
1,75	189	189	189	171	153	139	130	121	117	112	108	103	99	99	103	108	112	121	130	139	139
2	162	162	157	135	117	108	99	94	90	85	85	83	84	86	90	94	94	99	103	111	111
2,5	121	121	117	95	79	66	60	57	54	52	51	50	51	52	54	58	61	65	69	75	75
3	94	94	86	66	49	41	38	36	34	33	32	31	31	33	35	38	40	43	47	51	51
3,5	81	80	66	46	33	28	25	23	22	22	21	21	22	22	24	27	29	31	34	38	38
4	71	69	55	32	23	20	18	16	15	14	14	14	15	17	19	20	22	23	25	27	27
4,5	63	59	43	24	17	14	13	12	12	11	11	11	12	13	14	14	16	17	19	21	21

lgy	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	
5	57	52	36	19	14	12	10	9	9	8,8	8,7	8,7	8,7	9	10	11	13	14	15	16	16
5,5	51	47	31	15	11	9	8,1	7,8	7,7	7,7											
6	47	42	25	12	8,5	7,2	6,5	6,3	6,2												
6,5	43	38	22	10	6,7	5,8	5,2	5													
7	40	34	18	8,1	5,6	4,8	4,4	4,2													
7,5	37	31	15	6,9	4,7	4	3,8														
8	35	28	14	5,7	4	3,6	3,2														
8,5	33	25	12	4,8	3,6	3,1	2,9														
9	31	23	10	4,1	3,2	2,8															
9,5	30	22	9	3,7	2,8	2,5															
10	29	20	8,2	3,2	2,4	2,2															
10,5	28	18	7,3	3	2,2	1,9															
11	27	16	6,6	2,7	1,9	1,7															
11,5	26	15	6,1	2,4	1,7																
12	25	14	5,6	2,2	1,6																

$$Q_1/Q_0 = 0,087/0,100 S_1 = 0,25$$

Tabel R2

	β°																				
lgy	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	
0	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390
0,25	411	411	411	411	411	411	411	411	411	411	397	368	357	357	346	346	346	346	346	346	346
0,5	411	411	411	411	403	403	384	379	370	346	325	303	281	281	271	271	271	271	271	271	271
0,75	379	379	379	368	357	346	325	303	281	260	238	216	206	206	206	206	206	206	206	206	206
1	335	335	335	325	292	292	260	238	216	195	173	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152
1,25	303	303	292	271	238	206	184	152	130	119	108	100	103	106	108	108	114	141	141	141	141
1,5	271	271	260	227	179	152	141	119	108	93	80	76	76	80	84	87	89	91	93	95	95
1,75	249	238	227	195	152	124	106	91	78	67	61	52	54	58	63	67	69	71	73	74	74
2	227	216	195	152	117	95	80	67	61	52	45	40	41	45	49	52	54	56	57	58	58

tgγ	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
2,5	195	190	146	110	74	58	48	40	35	30	27	24	26	28	30	33	35	38	40	41
3	160	155	115	67	43	33	26	21	18	17	16	16	17	17	18	21	22	24	26	27
3,5	146	131	87	41	25	18	15	13	12	11	11	11	11	11	12	14	15	17	18	21
4	132	113	67	27	15	12	10	9,4	8,7	8,2	7,9	7,6	7,9	8,7	9,6	11	12	12	15	17
4,5	118	95	50	20	12	8,9	7,4	6,6	6,3	6,1	5,7	5,6	5,8	6,3	7,1	8,4	10	12	13	14
5	106	81	38	14	8,2	6,3	5,4	5	4,8	4,7	4,5	4,4	4,8	5,2	6,2	7,4	8,5	9,5	10	11
5,5	96	69	29	11	6,3	5,1	4,4	4,1	3,9	3,8										
6	87	58	22	8	5	3,9	3,5	3,4	3,2											
6,5	78	50	17	6,1	3,8	3,1	2,5	2,3	2,2											
7	71	43	14	4,9	3,1	2,5	2,3	2,2												
7,5	67	38	12	4,1	2,6	2,1	1,9													
8	63	33	10	3,4	2,2	1,8	1,7													
8,5	58	28	8,7	2,9	1,9	1,6	1,5													
9	55	25	7,4	2,5	1,7	1,4														
9,5	52	23	6,5	2,2	1,5	1,3														
10	49	21	5,6	1,9	1,4	1,2														
10,5	47	18	5	1,7	1,3	1,2														
11	44	16	4,4	1,6	1,2	1,1														
11,5	42	14	4	1,5	1,1															
12	41	13	3,6	1,4	1,1															

$$Q_d / Q_{d0} = 0,057 / 0,070 S_1 = 0,58$$

Tabel R3

tgγ	β°																			
	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294
0,25	326	326	321	317	312	308	308	308	303	298	294	280	271	262	258	253	249	244	240	240
0,5	344	344	339	339	326	317	308	298	289	276	262	235	217	204	199	199	199	199	194	194
0,75	357	353	353	339	321	303	285	267	244	222	204	176	158	149	149	149	145	136	136	140

tgγ	β°																			
	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
1	362	362	352	326	276	249	226	204	181	158	140	118	104	100	100	100	100	100	100	100
1,25	357	357	348	298	244	208	176	154	136	118	104	83	73	70	71	74	77	77	77	78
1,5	353	348	326	267	217	176	145	117	100	86	78	72	60	57	58	60	60	60	61	62
1,75	339	335	303	231	172	127	104	89	79	70	62	51	45	44	45	46	45	45	46	47
2	326	321	280	190	136	100	82	71	62	54	48	39	34	34	34	35	36	36	37	38
2,5	289	280	222	127	86	65	54	44	38	34	25	23	22	23	24	24	24	24	24	25
3	253	235	163	85	53	38	31	25	23	20	18	15	15	14	15	15	16	16	17	17
3,5	217	194	122	60	35	25	22	19	16	15	13	9,9	9	9	9,9	11	11	12	12	13
4	190	163	90	43	26	20	16	14	12	9,9	9	7,4	7	7,1	7,5	8,3	8,7	9	9	9,9
4,5	163	136	73	31	20	15	12	9,9	9	8,3	7,7	5,4	4,8	4,9	5,4	6,1	7	7,7	8,3	8,5
5	145	109	60	24	16	12	9	8,2	7,7	6,8	6,1	4,3	3,2	3,3	3,7	4,3	5,2	6,5	6,9	7,1
5,5	127	94	47	18	14	9,9	7,7	6,9	6,1	5,7										
6	113	77	36	15	11	9	8	6,5	5,1											
6,5	104	68	30	11	8,3	6,4	5,1	4,3												
7	95	60	24	8,5	6,5	5,2	4,3	3,4												
7,5	87	53	21	7,1	5,3	4,4	3,6													
8	83	47	17	6,1	4,4	3,6	3,1													
8,5	78	42	15	5,2	3,7	3,1	2,6													
9	73	38	12	4,3	3,2	2,4														
9,5	69	34	9,9	3,8	3,5	2,2														
10	65	32	9	3,3	2,4	2														
10,5	62	29	8	3	2,1	1,9														
11	59	26	7,1	2,6	1,9	1,8														
11,5	55	24	6,3	2,4	1,8															
12	53	22	5,6	2,1	1,8															

$$Q_d / Q_{d0} = 0,050 / 0,070 S_1 = 1,11$$

Tabel R4

lgγ	β°																			
	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264
0,25	297	317	317	317	310	310	304	290	284	277	271	244	231	224	224	220	220	211	211	211
0,5	330	343	343	330	330	310	297	284	277	264	251	218	198	185	178	172	172	165	165	165
0,75	376	383	370	350	330	304	277	251	231	211	198	165	139	132	132	125	125	119	119	119
1	396	396	396	330	290	251	218	198	185	165	145	112	86	86	86	86	87	87	87	87
1,25	403	409	370	310	251	211	178	152	132	115	103	77	66	65	65	63	65	66	67	68
1,5	409	396	356	284	218	172	139	115	100	88	79	61	50	50	50	50	52	55	55	55
1,75	409	396	343	251	178	139	108	88	75	66	59	44	37	37	37	38	40	41	42	45
2	409	383	317	224	145	106	86	71	59	53	45	33	29	29	30	32	33	34	37	37
2,5	396	356	264	152	100	73	55	45	37	32	28	21	20	20	20	21	22	24	25	26
3	370	304	211	95	63	44	30	25	21	17	16	13	12	12	13	13	15	16	17	19
3,5	343	271	165	63	40	26	19	15	13	12	11	9,8	9,1	8,8	8,8	9,4	11	12	13	15
4	317	238	132	45	24	16	13	11	9,6	9	8,4	8,5	7,4	7,4	7,5	7,9	8,6	9,4	11	12
4,5	297	211	106	33	17	11	9,2	7,9	7,3	6,6	6,3	6,1	6,1	6,4	6,5	6,7	7,1	7,7	8,7	9,6
5	277	185	79	24	13	8,3	7	6,3	5,7	5,1	5	5	5,1	5,4	5,5	5,8	6,1	6,3	6,9	7,7
5,5	257	161	59	19	9,9	7,1	5,7	5	4,6	4,2										
6	244	140	46	183	7,7	5,7	4,8	4,1	3,8											
6,5	231	122	37	11	5,9	4,6	3,7	3,2												
7	218	106	32	9	5	3,8	3,2	2,6												
7,5	205	94	26	7,5	4,4	3,3	2,8													
8	193	82	22	6,3	3,7	2,9	2,4													
8,5	184	74	19	5,3	3,2	2,5	2,1													
9	174	66	16	4,6	2,8	2,1														
9,5	169	59	13	4,1	2,5	2														
10	164	53	12	3,7	2,2	1,7														

lgγ	β°																			
	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
10,5	158	49	11	3,3	2,1	1,7														
11	153	45	9,5	3	2	1,7														
11,5	149	41	8,4	2,6	1,7															
12	145	37	7,7	2,5	1,7															

$$Q_{II}/Q_0 = 0,052 / 0,080 S_1 = 1,55$$

Tabel N1

lgγ	β°																				
	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	
0	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	768	
0,25	694	694	694	694	694	693	693	693	693	693	693	695	699	702	714	720	734	741	751	753	757
0,5	557	557	557	555	554	550	546	544	544	544	543	543	542	547	564	577	600	615	633	640	646
0,75	424	424	424	417	415	406	397	392	388	382	378	381	388	407	425	450	469	489	497	505	
1	323	322	321	310	302	289	278	271	266	261	257	259	266	284	303	328	346	366	375	381	
1,25	252	250	247	234	220	206	193	186	180	176	173	175	183	200	216	237	254	271	279	285	
1,5	202	198	193	177	160	147	135	128	124	121	119	122	129	142	157	175	189	204	212	216	
1,75	164	162	154	134	117	104	94	89	87	84	84	86	93	104	116	131	144	155	162	166	
2	138	136	126	104	88	76	69	65	63	61	61	63	69	78	88	101	111	121	127	131	
2,5	103	100	86	64	51	43	38	36	35	35	35	37	41	48	55	64	71	79	84	86	
3	80	75	61	41	31	26	24	22	21	21	21	21	23	26	31	36	42	48	55	60	
3,5	65	60	45	28	21	17	15	15	15	15	15	16	18	21	25	31	35	39	42	44	
4	55	48	34	20	14	12	11	10	10	10	10	10	12	13	16	19	23	26	30	32	34
4,5	47	40	26	14	11	8	8	8	8	8	8	8	10	12	15	18	20	23	25	27	
5	40	34	20	11	8	6	6	6	6	6	6	6	8	10	12	14	16	18	21	21	
5,5	35	28	15	8	6	5	5	5	5	5	5	5	6	8	10	12	14	16	18	21	
6	31	25	13	7	5	4	4	4	4	4	4	4	5	7	9	11	13	15	17	21	
6,5	28	21	11	5	4	3	3	3	3	3	3	3	4	6	8	10	12	14	16	21	
7	25	19	9	5	3	3	3	3	3	3	3	3	4	6	8	10	12	14	16	21	
7,5	23	17	8	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	6	8	10	12	14	16	21	

lgγ	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
8	21	15	7	4	3	2	2													
8,5	19	14	6	3	2	2	2													
9	18	13	5	3	2	2	2													
9,5	17	12	5	2	2	2	2													
10	16	11	4	2	2	2	2													
10,5	15	10	4	2	2	2	2													
11	15	9	4	2	2	2	2													
11,5	14	9	3	2	2	2	2													
12	14	8	3	2	2	2	2													

$$Q_H/Q_A = 0,092 / 0,100 S_1 = 0,18$$

Tabel N2

lgγ	β°																			
	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	474	474	474	474	474	474	474	474	474	474	474	474	474	474	474	474	474	474	474	474
0,25	472	471	471	470	470	468	466	464	463	459	456	450	443	439	435	434	434	435	436	436
0,5	427	426	426	423	418	413	408	399	390	382	375	359	347	343	341	344	348	352	353	356
0,75	374	372	370	361	349	336	322	309	297	285	275	255	245	244	245	253	256	262	265	268
1	326	323	319	303	284	263	243	227	213	202	193	177	170	170	174	180	186	192	196	199
1,25	284	281	275	251	224	198	176	161	149	139	132	121	117	119	123	129	135	141	145	147
1,5	249	246	235	203	172	146	127	113	104	97	92	84	83	85	89	94	99	105	108	110
1,75	219	216	201	162	129	106	91	81	73	68	64	60	59	62	65	70	74	79	82	84
2	194	190	171	129	97	78	65	57	53	49	46	44	44	46	49	53	57	61	64	65
2,5	157	150	124	82	57	44	37	32	30	28	27	26	26	28	30	33	37	40	42	43
3	130	120	90	52	35	26	22	19	18	17	16	17	17	18	20	22	24	27	28	29
3,5	110	98	65	34	22	16	14	13	12	11	11	11	11	12	14	16	18	19	21	21
4	94	80	48	23	15	11	9	9	8	8	8	8	8	9	10	12	13	15	16	16
4,5	80	65	36	17	10	8	7	6	6	6	6	6	6	7	8	9	10	11	12	13
5	70	55	28	12	8	6	5	5	4	4	4	4	4	5	6	7	8	9	10	10

lgγ	β°																			
	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
5,5	61	46	22	9	6	4	4	4	3	3										
6	54	39	18	7	5	4	3	3	3											
6,5	48	34	14	6	4	3	2	2												
7	43	30	12	5	3	2	2	2												
7,5	39	27	10	4	2	2	2													
8	36	23	9	3	2	2	1													
8,5	33	21	7	3	2	1	1													
9	30	18	6	2	1	1														
9,5	28	17	5	2	1	1														
10	26	16	5	2	1	1														
10,5	25	14	4	1	1	0														
11	23	13	4	1	1	0														
11,5	22	12	3	1	1															
12	21	12	3	1	1															

$$Q_H/Q_A = 0,061 / 0,070 S_1 = 0,41$$

Tabel N3

lgγ	β°																			
	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354	354
0,25	391	391	390	389	388	385	381	378	373	369	365	351	338	328	319	313	308	306	304	304
0,5	406	404	403	397	390	379	366	355	343	330	318	291	268	256	247	242	240	240	240	240
0,75	405	403	399	384	365	342	319	298	278	260	244	213	192	182	176	175	175	176	177	177
1	396	392	384	357	322	287	254	228	207	189	175	147	133	126	124	123	125	127	129	130
1,25	383	374	360	317	269	227	193	168	149	134	123	103	93	89	87	89	91	94	95	96
1,5	360	351	328	270	215	172	141	119	105	94	86	72	68	63	63	64	67	69	71	72
1,75	335	325	294	224	165	127	102	86	75	67	61	52	47	46	47	48	50	52	54	55
2	312	298	259	182	126	94	75	63	56	50	45	38	35	35	37	38	40	42	43	43
2,5	270	250	199	120	76	53	43	35	32	28	26	23	22	21	22	23	24	27	28	28

lgγ	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
3	233	206	148	78	46	31	26	21	19	18	17	15	14	14	15	16	17	18	19	20
3,5	202	171	109	51	29	20	17	14	13	12	11	10	10	10	11	11	12	13	14	15
4	177	142	82	35	20	13	11	10	9	8	8	7	7	7	8	8	9	10	11	11
4,5	155	118	61	24	14	10	8	7	7	6	6	5	5	6	6	6	7	8	8	9
5	137	100	47	18	10	7	6	6	5	5	5	4	4	5	5	5	6	6	7	7
5,5	121	84	37	13	8	6	5	5	4	4	4	3								
6	108	72	29	11	6	5	4	4	4											
6,5	97	62	24	8	5	4	4	3												
7	89	55	20	7	4	3	3	3												
7,5	81	49	17	6	4	3	3													
8	74	43	15	5	3	2	2													
8,5	68	38	12	4	3	2	2													
9	63	34	11	4	2	2														
9,5	58	31	9	3	2	2														
10	54	28	8	3	2	2														
10,5	51	26	7	3	2	2														
11	48	24	6	2	2	2														
11,5	45	22	6	2	1															
12	43	21	5	2	1															

$$Q_{II}/Q_{II} = 0,054 / 0,070 \cdot S_{II} = 0,88$$

Tabel N4

lgγ	β°																			
	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282
0,25	332	332	331	328	328	324	319	315	311	303	295	280	262	253	247	241	237	231	230	228
0,5	375	374	373	367	358	345	331	318	305	287	271	242	209	196	189	184	180	177	176	175
0,75	412	411	406	388	361	337	314	284	256	235	218	182	153	142	138	135	132	130	130	130
1	441	438	426	385	341	294	251	220	196	174	156	126	106	97	94	94	93	94	94	95

lgγ	β°																			
	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
1,25	459	453	430	365	299	243	198	168	146	128	115	91	76	71	68	69	69	70	71	72
1,5	466	456	417	326	246	189	149	122	105	92	83	67	56	53	52	52	53	54	55	55
1,75	464	449	392	284	199	146	114	92	79	69	63	50	42	40	39	40	41	42	43	44
2	453	431	356	234	153	108	85	69	60	52	46	37	32	30	30	30	31	32	33	34
2,5	425	387	283	152	93	64	50	41	36	31	28	23	20	19	19	19	20	21	23	23
3	385	333	211	98	57	38	30	25	22	19	17	14	13	12	12	13	14	14	15	16
3,5	349	286	158	66	37	25	20	17	15	13	12	10	9	8	9	9	10	10	12	12
4	316	245	117	47	27	18	14	12	11	10	9	7	6	6	6	7	8	8	9	9
4,5	286	207	88	33	20	14	11	9	8	7	7	6	6	5	5	6	6	7	7	8
5	260	175	69	24	15	10	8	7	6	6	5	5	5	4	4	5	5	5	6	6
5,5	237	147	54	19	12	8	6	6	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	6	6
6	216	162	43	15	9	6	5	5	4											
6,5	198	108	35	12	7	5	5	4												
7	184	95	28	9	6	5	4	2												
7,5	169	85	23	8	5	4	3													
8	158	75	20	7	4	3	3													
8,5	148	68	17	6	4	3	3													
9	138	61	14	5	3	2														
9,5	131	55	12	4	3	2														
10	126	50	11	4	2	2														
10,5	118	46	10	3	2	2														
11	110	42	8	3	2	2														
11,5	103	39	8	3	2															
12	98	36	7	2	2															

$$Q_{II}/Q_{II} = 0,054 / 0,080 \cdot S_{II} = 1,61$$

Igy	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	
8	366	154	24	4	2	2	1														
8,5	311	125	18	3	2	1	1														
9	266	103	14	3	2	1															
9,5	229	87	11	2	1	1															
10	197	93	10	2	1	1															
10,5	172	63	8	2	1	1															
11	153	55	7	2	1	1															
11,5	136	49	6	1	1	1															
12	123	44	5	1	1	1															

$$Q_H/Q_0 = 0,092 / 0,150 S_1 = 5,7$$

Tabel W3

Igy	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309
0,25	325	326	325	324	322	318	314	311	307	304	300	291	284	282	280	280	281	283	283	284
0,5	401	402	397	384	370	344	320	300	281	266	251	226	217	217	217	222	224	230	230	232
0,75	624	622	598	535	463	385	321	268	224	200	179	157	151	153	156	162	166	172	174	177
1	994	976	924	752	545	376	260	201	155	133	114	102	101	105	109	115	119	125	127	129
1,25	1475	1438	1272	901	536	316	186	133	96	83	73	68	68	73	76	82	85	91	93	95
1,5	1935	1840	1530	894	442	226	115	82	59	52	47	46	47	51	55	59	62	67	69	71
1,75	2340	2235	1671	791	328	157	75	53	38	35	31	32	34	37	40	44	46	50	52	53
2	2667	2436	1670	659	227	102	46	34	26	24	23	23	25	27	30	33	36	39	40	42
2,5	3048	2563	1379	390	109	48	21	17	14	14	13	14	15	16	18	20	23	25	26	27
3	3079	2382	1036	220	52	23	10	10	9	9	8	9	9	11	12	14	15	17	18	19
3,5	2907	2035	725	116	28	14	7	6	5	6	6	6	6	8	9	10	11	12	13	14
4	2638	1687	492	65	14	8	5	4	4	4	4	4	4	5	6	7	8	9	10	10
4,5	2261	1337	313	36	9	6	4	3	3	3	3	3	3	4	4	5	6	7	8	8
5	1922	1033	203	22	6	4	3	2	2	2	2	2	2	3	3	4	5	6	6	7

Igy	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
5,5	1583	792	132	14	4	3	3	2	2	2	2									
6	1315	629	92	10	3	3	2	2	2	2										
6,5	1100	504	66	7	3	2	2	2	2											
7	938	407	48	6	2	2	2	2	2											
7,5	798	326	36	4	2	2	2	2	2											
8	682	266	28	4	2	2	2	2	2											
8,5	582	216	21	3	2	2	2	2	2											
9	500	176	17	3	2	2	2	2	2											
9,5	428	147	13	2	1	1	1	1	1											
10	370	124	11	2	1	1	1	1	1											
10,5	323	106	10	2	1	1	1	1	1											
11	284	91	8	2	1	1	1	1	1											
11,5	251	81	7	2	1	1	1	1	1											
12	226	72	6	2	1	1	1	1	1											

$$Q_H/Q_0 = 0,107 / 0,196 S_1 = 8,7$$

Tabel W4

Igy	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	284	284	284	284	284	284	284	284	284	284	284	284	284	284	284	284	284	284	284	284
0,25	276	276	276	277	279	278	276	275	275	273	271	268	263	262	261	264	265	266	267	267
0,5	298	301	298	289	285	269	254	244	234	226	218	210	202	204	205	211	213	217	219	220
0,75	439	437	437	418	353	283	226	200	176	166	156	145	142	145	148	153	157	162	165	167
1	806	789	734	578	401	266	176	144	117	108	100	95	96	100	103	109	111	118	120	122
1,25	1370	1300	1069	686	360	205	117	93	74	69	65	64	65	68	72	77	80	85	87	90
1,5	2002	1828	1329	689	281	144	73	60	49	46	43	43	45	49	51	55	58	62	64	66
1,75	2600	2276	1518	646	211	100	47	39	33	31	30	30	31	35	37	41	43	47	48	50
2	3078	2668	1599	523	161	69	30	27	24	22	21	22	23	26	28	31	33	36	37	39
2,5	3900	3020	1365	275	66	33	17	15	13	12	12	13	13	16	17	19	21	23	24	25

1gT	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	
3	4198	2976	1055	151	26	15	9	8	8	8	8	8	8	9	10	11	13	14	16	17	18
3,5	4221	2710	723	14	8	8	5	5	4	5	6	6	6	7	8	9	10	12	12	12	13
4	4111	2377	501	36	8	5	4	3	3	3	4	4	4	5	6	7	8	9	9	9	10
4,5	3713	1940	324	19	6	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	5	6	6	7	7	8
5	3285	1558	189	12	4	3	2	2	2	2	2	3	3	3	4	5	6	6	7	6	7
5,5	2840	1230	125	7	3	3	3	2	2	2	2										
6	2498	966	75	5	3	3	3	2	2	2											
6,5	2211	763	51	4	2	2	2	2	2												
7	1885	599	35	4	2	2	2	2	2												
7,5	1631	471	25	3	2	2	2	2													
8	1398	372	20	3	2	2	2	2													
8,5	1189	300	15	2	2	2	2	2													
9	1024	249	12	2	2	2	2														
9,5	891	210	10	2	1	1															
10	784	176	8	2	1	1															
10,5	686	151	7	2	1	1															
11	599	131	6	2	1	1															
11,5	532	115	5	2	1																
12	479	103	5	2	1																

$$Q_d/Q_a = 0,116 / 0,247 S_1 = 10,9$$

Anexa A 2.1.

Tabelul 2.1.

Tipul sursei		Puterea nominală [W]	Fluxul luminos [lm]	Eficiența luminoasă $\left[\frac{\text{lm}}{\text{W}} \right]$	Redarea culorilor	Temperatura de culoare	Durata de funcționare	Domenii de utilizare
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Inc.	clasică	40-200	400-2730	10-14	$R_a > 90$	$T < 3300^\circ\text{K}$	mică $t_f < 2000 \text{ h}$	restrâns, în iluminatul pietonal din parcuri și grădini, ca semne luminoase
	halogen	150-1500	2100-33000	14-22	$R_a > 90$	$T < 3300^\circ\text{K}$	mică $t_f < 2000 \text{ h}$	restrâns, iluminatul pietonal din parcuri și grădini

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fl.	tubulară	8-65	420-4750	30-61	depinde de compoziția stratului de luminofoar	acoperă întregul domeniu	lungă $t_f > 7000$ h	larg, iluminatul tunelurilor, iluminatul pietonal
	compactă	9-37	600-2757	44-66	depinde de compoziția stratului de luminofoar	acoperă întregul domeniu	medie $2000 \text{ h} < t_f < 7000 \text{ h}$	larg, iluminatul pietonal, iluminatul rutier (în unele cazuri)
Mercur înaltă presiune	acoperită cu strat de luminofoar la interior	50-400	1900-21500	30-42	$40 < R_d < 60$	$T < 5500^\circ\text{K}$	lungă $t_f > 7000$ h	larg, iluminatul rutier, pietonal, iluminatul tunelurilor și pasajelor subterane

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Mercur înaltă presiune	cu lumină mixtă	100-500	1100-11500	11-23	$40 < R_d < 60$	$3300^\circ\text{K} < T < 5500^\circ\text{K}$	lungă $t_f > 7000$ h	larg, iluminatul rutier, pietonal, iluminatul tunelurilor și pasajelor rutiere
	cu reflector	50-400	1800-20000	28-46	$40 < R_d < 60$	$T < 5500^\circ\text{K}$	lungă $t_f > 7000$ h	restrâns, iluminatul pietonal
Metal halide	cu sticlă clară	250-400 ^t	16000-24000	57-55	$60 < R_d < 90$	$3300^\circ\text{K} < T < 5500^\circ\text{K}$	lungă $t_f > 7000$ h	restrâns, iluminatul pietonal
	acoperită	250-400	17500-25000	63-57	$60 < R_d < 80$	$3300^\circ\text{K} < T < 5500^\circ\text{K}$	lungă $t_f > 7000$ h	restrâns, iluminatul pietonal
Sodiu înaltă presiune	standard	50-400	3100-47000	56-107	$R_d < 40$	$T < 3300^\circ\text{K}$	lungă $t_f > 7000$ h	larg, iluminatul rutier, pietonal, iluminatul tunelurilor

							și pasajelor	9
								8
							larg, restrâns, iluminatul pietonal	lungă $t_f > 7000$ h
							restrâns, iluminatul pietonal	lungă $t_f > 7000$ h
							restrâns, iluminatul rutier, în exteriorul orașelor	lungă $t_f > 7000$ h
								7
								$T < 3300^\circ\text{K}$
								$T < 3300^\circ\text{K}$
								$T < 3300^\circ\text{K}$
								6
							$40 < R_d < 80$	$80 < R_d < 90$
								5
							74-100	60-68
								68-155
								4
							12500-44000	10440-40000
								1800-33000
								3
							150-400	110-400
								18-180
							redare îmbunătă- țită	redare foarte bună
								standard
							Sodiu înaltă presiune	Sodiu joasă presiune

Anexa A 3.1.

Factorul de menținere a corpului/aparatului de iluminat

Tabel 3.1.

Gradul de protecție IP	Gradul de poluare a mediului	Intervalul de timp între două curățări [luni]				
		12	18	24	30	36
IP 2X	curat*	0,90	0,82	0,79	0,78	0,75
	mediu**	0,62	0,58	0,56	0,53	0,52
	murdar***	0,53	0,48	0,45	0,42	0,41
IP 5X	curat*	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88
	mediu**	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82
	murdar***	0,89	0,87	0,84	0,80	0,76
IP 6X	curat*	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89
	mediu**	0,92	0,91	0,89	0,88	0,87
	murdar***	0,91	0,90	0,88	0,86	0,83

*Curat: Mediul înconjurător în care nu se desfășoară activități care să producă poluarea atmosferei (funingine, praf), traficul moderat, iar nivelul particulelor nu depășește $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (zonele rurale).

**Mediu: Mediul înconjurător în care se desfășoară activități care produc poluare moderată (funingine, praf). Traficul este intens. Nivelul particulelor nu depășește $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (zonele rezidențiale și industriale).

***Murdar: Mediul înconjurător în care depunerile de praf și funingine ar putea acoperi corpul/aparatul de iluminat. (zone cu industrie grea).

Anexa A 4.1.

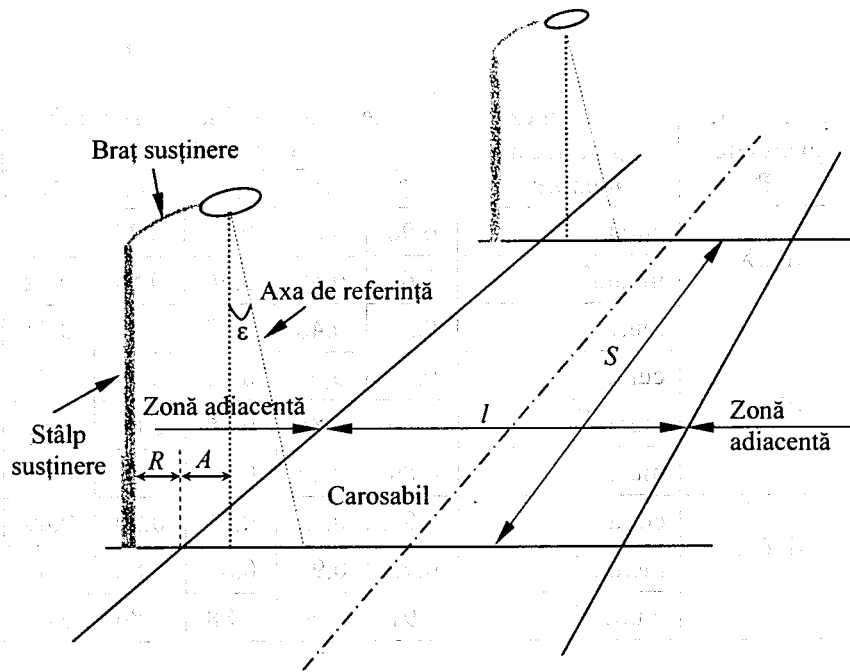


Fig. 4.1. Caracteristicile geometrice ale sistemului de iluminat rutier

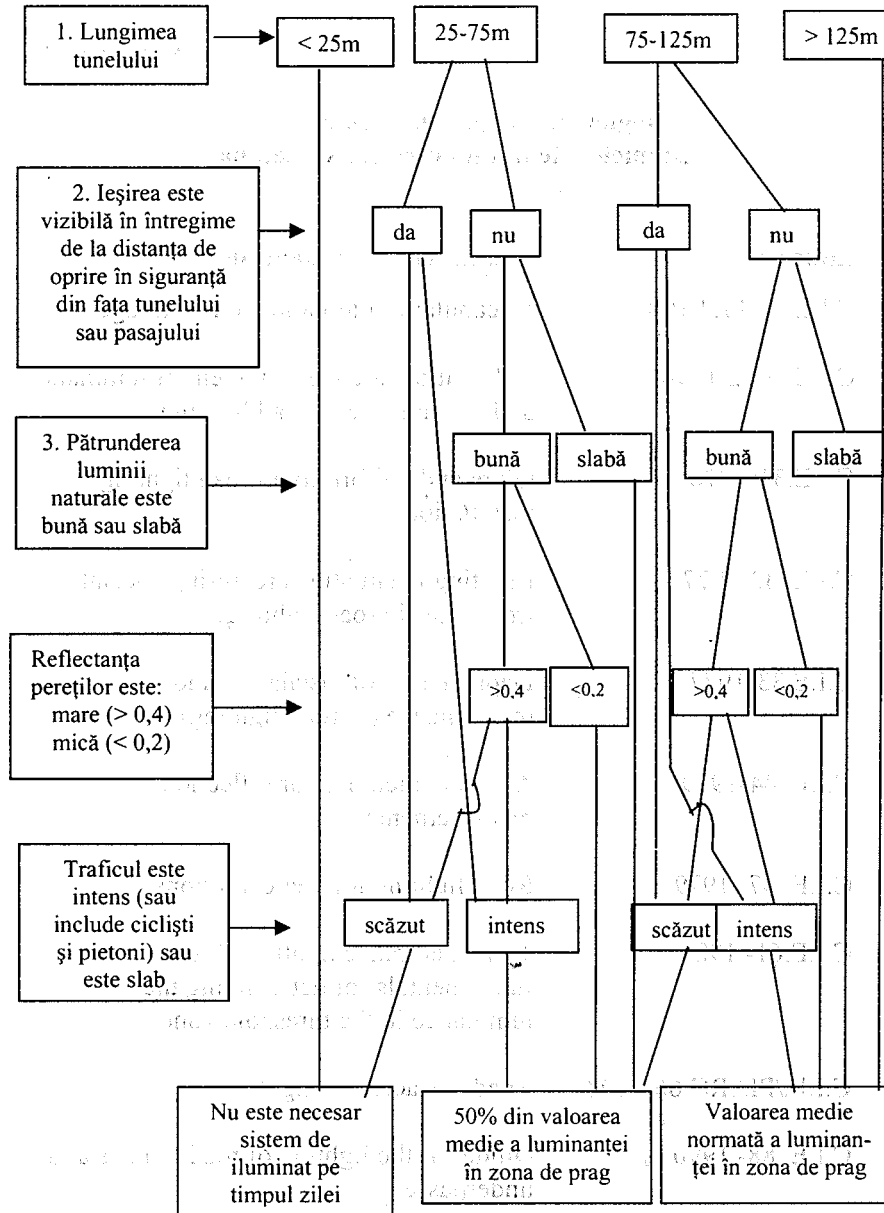


Fig. 4.2: Iluminatul tunelurilor sau pasajelor rutiere pe timpul zilei, în funcție de lungime

Anexa A 5

Reglementări privind proiectarea sistemelor de iluminat rutier și pietonal

Indicator	Denumirea documentului
C.I.E. N°17.4,1987	Vocabulaire International d'Eclairage
C.I.E. 30-2 1990	Calculation and measurement of luminance and illuminance in road lighting
C.I.E.31-1976	Glare and uniformity in road lighting installations
C.I.E. 32-1977	Lighting in situations requiring special treatment (in road lighting)
C.I.E 33-1977	Depreciation of instalation and their maintenance (in road lighting)
C.I.E. 44-1979	Absolute methods for reflection measurements
C.I.E. 47 -1979	Road lighting for wet conditions
C.I.E.61- 1984	Tunnel entrance lighting: A survey of fundamentals for determining the luminance in the threshold zone
C.I.E./PIARC 66 - 1984	Road surfaces and lighting
C.I.E. 88- 1990	Guide for the lighting of road tunnels and underpasses

Indicator	Denumirea documentului
C.I.E. 115-1995	Recommendations for the lighting of roads for motor and pedestrian traffic
C.I.E.	Guide on the limitation of the effects of obstrusive light from outdoor lighting installations, Third Draft-August 1995
C.I.E.	Guidelines for light pollution - Aiming for good lighting environments", March 1998
C.I.E.136-2000	Guide to the lighting of urban areas
C.I.E.1999	Road surface and road markings reflection characteristics
Legea 10/1995	Legea privind calitatea în construcții
SR 6646/1.....5	Iluminat artificial
SR 13433	Iluminatul căilor de circulație. Condiții de iluminat pentru căi de circulație destinate traficului rutier, pietonal și/sau cicliștilor și tunelurilor/pasajelor subterane rutiere
SR EN 60598-1/1994	Corpuri de iluminat