

ECHIVALENTUL ENERGETIC AL CONTRASTULUI DE LUMINANȚĂ

Cătălin –Daniel GĂLĂȚANU
Universitatea Tehnică “Gh.Asachi” Iași

Rezumat

Lucrarea definește o nouă mărime luminotehnică, care evidențiază puterea electrică economisită prin diminuarea efectului de orbire psihologică. Domeniul de aplicare al acestei mărimi este iluminatul arhitectural. Metoda practică de operare cu această mărime se bazează pe măsurarea globală a câmpului de luminanțe, precum și pe analiză cantitativă a sa.

1 Aspecte luminotehnice conexe

Distribuția luminanțelor în câmpul vizual este o condiție de calitate de bază. Criteriul de performanță determinant pentru câmpul de luminanțe este **contrastul de luminanțe**. Această mărime este relevantă pentru o serie întreagă de efecte vizuale:

- orbirea directă psihologică;
- orbirea directă fiziologică.

Dintre efectele vizuale care depind de aceeași distribuție a luminanțelor este important de amintit :

- pragul de percepție vizuală [1, vol.2, pag.17];
- poluarea luminoasă.

Dacă celelalte mărimi au accepțiuni tradiționale, nu același lucru se poate afirma despre poluarea luminoasă. Acest fenomen este relativ recent pus în evidență și luat în considerație printr-o serie de publicații, cum ar fi [3, 5]. Poluarea luminoasă se definește și se cuantifică în prezent prin efectul de diminuare a posibilităților de observare a bolții cerești, prin metode astronomice. Prin prezenta lucrare, autorul pledează pentru extinderea noțiunii și pentru climatul luminos exterior din zonele urbane și, în special, pentru iluminatul arhitectonic. O consecință imediată ar fi extinderea principiilor de evitare a poluării luminoase și sub planul orizontal. Reducerea

poluării în general are și implicații energetice, prin economia de resurse. În cazul sistemelor de iluminat, scopul urmărit de autor nu este însă de a diminua efectul vizual prin scăderea luminanțelor. Se urmărește chiar sporirea nivelului de vizibilitate, dar prin consum de energie redus. Acest obiectiv se poate realiza prin corecta valorificare a contrastului de luminanțe.

2 Contrastul de luminanțe

Caracterizarea contrastului de luminanțe are un rol indiscutabil în procesul vederii [1], de acesta depinzând chiar posibilitatea de a distinge un detaliu. Relația de definiție a acestei mărimi este:

$$C = \frac{|L_b - L_t|}{L_b} \quad (1)$$

în care L_b este luminanța fondului; L_t - luminanța obiectului. Această relație poate servi ca bază pentru determinări ale nivelului de vizibilitate în condiții de laborator. În condiții reale, fenomenul este mai complex. Principala perturbație care intervine este **orbirea de voal** produsă direct, datorită corpurilor de iluminat aflate în câmpul vizual sau la periferia sa. Fără a se ajunge la fenomene de orbire fiziologică, acest fenomen este generat de fiziologia ochiului, care se adaptează în funcție de o *serie de condiții globale* ale câmpului vizual.

Modul în care luminanțele de voal diminuează contrastul de luminanță se demonstrează [2, pag. 148] prin considerarea faptului că aceste luminanțe L_v se suprapun atât peste luminanța fondului cât și a obiectului:

$$C = \frac{|L_b + L_v - L_t - L_v|}{L_b + L_v} \quad (2)$$

Rezultă contrastul de luminanță final:

$$C = \frac{|L_b - L_t|}{L_b + L_t} \quad (3)$$

Se observă că acționând asupra luminanțelor de voal se poate influența contrastul de luminanțe și, implicit, nivelul de vizibilitate. Dar modul în care se modifică această mărime este descris prin intermediul *contrastului echivalent*, mărime care exprimă faptul că se poate obține același efect vizual (contrast) pentru luminanțe diferite ale obiectului, atât timp cât luminanța fondului este controlată corespunzător.

3 Contrastul echivalent

Această mărime a fost pusă în evidență încă din anii 1970, fiind asociată în special orbirii de voal [2].

Modul în care este pus în evidență acest fenomen este în mod uzual legat de reflexiile (regulate) cu direcție preferențială spre observator. În cazul analizat, **se propune tratarea reflexiilor** care produc orbirea de voal **în mod similar** cu luminanțele surselor vizibile direct în câmpul vizual. Precizăm că analogia este acceptată numai pentru sursele depărtate, care nu produc orbire fiziologică.

Pentru a demonstra valabilitatea raționamentului propus, se rezumă în continuare metoda practică de măsurare a reducerii contrastului între obiect și fond, metodă prin care se cuantifică orbirea de voal [2]. Se definește contrastul echivalent C_o pentru o sarcină vizuală curentă ca fiind contrastul unui obiect de referință văzut sub unghiul de 4 minute, ambele fiind la fel de vizibile în condițiile unei expunerii cu durată de 0,2 s, la pragul de vizibilitate, în centrul unei sfere perfect difuzante. Se compară contrastele prin intermediul nivelului de vizibilitate. Luminanța fondului se egalizează între cele două obiecte, pentru a nu pune condiții de adaptare observatorului. Valoarea contrastului obiectului curent este redusă prin utilizarea unor luminanțe de voal și a unor filtre neutre. Se măsoară luminanța redusă (cu factorul K_a) a sarcinii vizuale curente. Procesul se repetă pentru obiectul de referință, la care se constată reducerea luminanței K_r . Contrastul echivalent C_o se obține prin înmulțirea contrastului natural

(fără luminanțe de voal) a obiectului de referință (C_r) cu raportul celor doi coeficienți de reducere a luminanței :

$$C_o = \frac{K_r}{K_a} C_r \quad (4)$$

Dacă se impune păstrarea sarcinii vizuale la același nivel de vizibilitate (visibility level – VL), se poate urmări pe curbele nivelurilor de vizibilitate faptul că o scădere a luminanței fondului determină posibilitatea scăderii contrastului între obiectul vizat și fond.

În cazul raționamentului invers și anume, creșterea contrastului de la C la C_o , prin evitarea luminanțelor de voal generate de reflexii sau de distribuții luminoase directe către observator, se poate menține același nivel de vizibilitate (în cazul considerat, VL8) dar la un nivel al luminanței fondului mai coborât (L_t față de L_d , vezi fig.1).

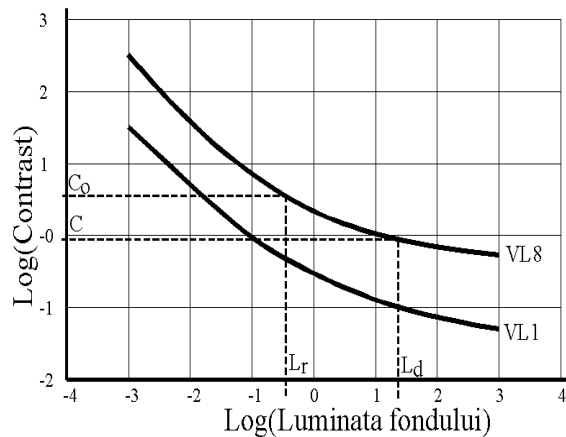


Fig. 1. Curbele contrastului echivalent

În mod proporțional, reducerea luminanțelor fondului se regăsește în nivelul de iluminare redus și, în concluzie, în reducerea fluxului luminos necesar. Reducerea fluxului necesar are echivalent în reducerea puterii electrice instalate în sistemul de iluminat exterior.

4 Echivalentul energetic al contrastului de luminanțe (EECL)

Exprimarea reducerii puterii instalate în sistemul de iluminat exterior în funcție de contrastul de luminanțe se justifică în mod asemănător cu o mărime unanim acceptată în

energetică, și anume *echivalentul energetic al factorului de putere*.

În mod analog, este important de evaluat care este pragul de rentabilitate pentru intervențiile în sistemul de iluminat. Acest prag este dat de economiile de energie electrică. Odată cu reducerea contrastului, reducerea puterii instalate este direct proporțională cu:

- panta curbei contrastelor echivalente în zona luminanțelor fondului;
- puterea electrică instalată în sistemul de iluminat:

$$EECL = \frac{dL}{dC} P_i \quad \left[kWcd/m^2 \right] \quad (5)$$

Relația propusă exprimă sintetic situații luminotehnice caracteristice :

- EECL este redus pentru luminanțe mici.

În figura 2 se observă că în punctul "A" sunt reduse atât luminanțele fondului (deci puterile electrice instalate în sistemul de iluminat), dar și unghiul α este mare, deci $ctg\alpha$ din relația (5) va fi redus;

- EECL crește pe măsură ce se lucrează în zona luminanțelor mari. În figura 2 se observă că în punctul "B" sunt mari atât luminanțele fondului (deci puterile electrice instalate în sistemul de iluminat), dar și unghiul β este mai mic, deci $ctg\beta$ va fi mai mare.

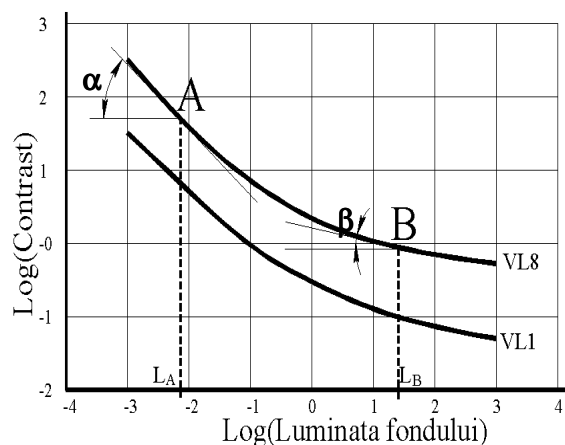


Fig. 2 Variația echivalentului energetic al contrastului de luminanțe

Valorificarea luminotehnică a echivalentului energetic al contrastului de luminanțe este condiționată de utilizarea corpurilor de iluminat cu geometrie variabilă, pentru a

permite o mascare eficientă, controlată cu finețe. Deoarece condiția de mascare a surselor nu are soluție de rezolvare decât pentru o zonă limitată în spațiu, este necesară definirea unui termen echivalent planului util din iluminatul interior și anume *zona de contemplare*.

5 Zona de contemplare

Reducerea luminanțelor de voal nu se poate realiza decât prin delimitarea spațială a zonei în care observatorul este amplasat. Această condiție nu este restrictivă în sens forțat, deoarece încă din faza conceperii fațadelor, de exemplu și, mai apoi, a sistemului de iluminat, există zone de stație față de care se verifică toate exigențele impuse.

Zona de contemplare (sau de observare) poate include căi de circulație pietonală sau rutieră, un parc, alte puncte de observare (de tip belvedere), cu sau fără continuitate între ele. Această viziune se desprinde din concepția urbanistică generală, este legată de tradiția sau de dominantă turistică locală. Ca exemplu clasic, putem cita Acropole, văzut din Piața Omonia, Atena. Delimitarea zonei de contemplare nu poate fi făcută în mod strict administrativ. Aceasta se realizează prin însăși crearea unor condiții luminotehnice deosebite, care vor fi sesizate firesc de către observatori sau se poate imagina includerea acestui tip de informație în ghidurile turistice, albume de prezentare. Din punct de vedere legislativ, cadrul oferit de P.U.G. (planurile urbanistice generale) asigură încadrarea problematicei, astfel încât orice investiție ulterioară (în iluminat, dar nu numai) să aibă reperele necesare unei încadrări firești în ambiant.

6 Corpuri de iluminat cu geometrie variabilă

Există preocupări pentru introducerea corpurilor cu geometrie variabilă [6]. În lucrarea menționată se realizează optimizarea unui sistem de iluminat (interior) pe baza modificării geometriei suprafețelor reflectante. Principiul poate fi extins pentru sistemul de iluminat arhitectural analizat, cu precizarea că, în acest caz, geometria variabilă este necesară la nivelul unor măști sau ecrane opace, destinate să poată adapta distribuția intensității

luminoase la cerințele specifice unei anumite situații.

Trebuie menționat faptul că această soluție este destinată sistemelor de iluminat exterior existente. Este destul de greu de acceptat tehnic și economic soluția schimbării unor corpuri de iluminat pentru a elimina luminanțele supărătoare pentru o *zonă de contemplare*. Corpurile de iluminat pot fi însă analizate individual, urmând să fie echipate cu ecrane sau cu dispersoare suplimentare. Această intervenție asupra corpurilor de iluminat (stradal) pune probleme de natură estetică, dar și tehnică. Din punct de vedere luminotehnic, sistemul de iluminat nu trebuie să-și diminueze performanțele de bază impuse prin alte exigențe: siguranța traficului rutier, ghidajul vizual etc.

Din punct de vedere organizatoric, conjunctura actuală este favorabilă unei astfel de abordări, deoarece există de regulă un administrator unic (primăriile) pentru toate sistemele de iluminat exterior la care trebuie intervenit (rutier și arhitectural), același administrator urmând să fie și beneficiarul reducerii consumurilor de energie electrică pentru iluminatul arhitectural.

Și ca o concluzie finală, trebuie subliniat că mărimea luminotehnică prezentată în această lucrare exprimă posibilitatea economisirii energiei electrice în sistemele de iluminat, dar fără a diminua efectul vizual.

Bibliografie

1. Bianchi, C. – *Luminotehnica*, Editura Tehnică, București, 1990
2. Murdoch, J.B., - *Illumination Engineering – From Edison's Lamp to the Laser*, Macmillan Publishing Company, New York, 1985

3. *** - CIE DIVISION 5, *Guide on the limitation of the effects of obstrusive light from outdoor lighting installations*, 1995

4. Țigănaș, Ș. – *Lumina și arhitectura*, în Managementul instalațiilor de iluminat, coord. Dr. Florin Pop, Editura Mediamira, Cluj-Napoca, 1998

5. Pecingină, M. R. – *Poluarea luminoasă – abordări în lume*, Electricianul, nr. 6/1999, 20-23

6. Moroldo, D. - *Contribuții la realizarea sistemelor de iluminat interior flexibile prin corpuri de iluminat cu geometrie variabilă*", UTC București, Teză de Doctorat, 1995

ENERGETIC EQUIVALENT OF THE LUMINANCE CONTRAST

Abstract

This paper define a new concept in lighting, which can save the electrical power through diminution of the effect of the psychological glare. The application field of the this value is the architectural lighting. The practical method for operating with this concept is based on the measurement of the luminance field, as well as on his quantitative analysis.



Cătălin Daniel GĂLĂȚANU

Dr. Lector

Universitatea Tehnică "Gh. Asachi"

Str. Lascăr Catargi Nr. 38, 6600-Iași

Fax: 032. 214872

E-mail: cgalatan@ce.tuiasi.ro