



Programul: CERCETARE DE EXCELENȚĂ (CEEX)

Denumirea Proiectului:

SISTEM INFORMATIC INTEGRAT PENTRU EFICIENȚĂ ENERGETICĂ ȘI ECONOMIE DE ENERGIE  
ELECTRICĂ ÎN SECTORUL REZIDENȚIAL – CREFEN

Contractor titular: Institutul Național de Cercetare Dezvoltare în Informatică – ICI București

Sucontractor: Universitatea tehnică din Cluj-Napoca – UTC-N

Responsabil științific de proiect: Prof.dr.ing. POP Florin

Contract de finanțare nr. 608/3.10.2005

Subcontract nr. C145-04/19.10.2005

Etapa: I/1 2006

Etapa 1 Elaborare soluție

Activitate 1.6 Modelare matematică

Activitate 1.9 Specificații de proiectare

## **Model matematic simplificat pentru calculul iluminatului electric interior**

**Caracterizarea tehnică a aparatelor de iluminat din sectorul rezidențial adecvate utilizării lămpilor fluorescente compacte și lămpilor fluorescente tubulare sau circulare**

RECTOR,  
Prof. dr. ing. Radu MUNTEANU

Responsabil științific de proiect  
Prof.dr.ing. Florin POP

## **Colectiv de elaborare**

Prof. dr. ing. POP Florin

Conf. dr. ing. BEU Dorin

## Cuprins

### 1. Model matematic simplificat pentru calculul iluminatului electric interior

Valorile normate ale iluminării și puterii instalate în locuințe

Calculul iluminărilor

Calculul iluminării medii

Metoda factorului de utilizare

Modelul matematic simplificat pentru aplicarea metodei factorului de utilizare în locuințe

Calculul iluminării punctiforme

Calculul iluminării într-un punct

Modelul matematic simplificat pentru aplicarea metodei calculului punct cu punct al iluminării în locuințe

Programul de calcul DIALUX

Analiza critică a recomandării privind puterea instalată minimă

Alegerea culorilor

Culoarea aparentă a surselor de lumină

Culoarea suprafețelor reflectante

Redarea culorilor

Efecte psihologice

Alternativa proiectării eficiente energetic a iluminatului în încăperile din locuințe

Proiectarea instalațiilor de iluminat interior

### 2. Caracterizarea tehnică a aparatelor de iluminat din sectorul rezidențial adecvate utilizării lămpilor fluorescente compacte și a lămpilor fluorescente tubulare sau

Aparatul de iluminat

Clasificarea aparatelor de iluminat

Caracteristici fundamentale

Aparate de iluminat uzuale pentru interior

Parametrii de alegere a aparatelor de iluminat

Program de întreținere a aparatelor de iluminat

Bariere față de transformarea pieței

Înlocuirea lămpilor cu incandescență cu lămpi fluorescente compacte

Exemple de reabilitare a aparatelor de iluminat prin înlocuirea lămpilor cu incandescență cu lămpi fluorescente compacte

Exemple de aparate de iluminat dedicate utilizării lămpilor fluorescente compacte

### 3. Bibliografie

### 4. Anexe

Lămpi fluorescente tubulare, compacte, circulare, quadrant

Aparate de iluminat dedicate echipării cu lămpi fluorescente compacte



Programul: CERCETARE DE EXCELENȚĂ (CEEX)

Denumirea Proiectului:

SISTEM INFORMATIC INTEGRAT PENTRU EFICIENȚĂ ENERGETICĂ ȘI ECONOMIE DE ENERGIE  
ELECTRICĂ ÎN SECTORUL REZIDENȚIAL – CREFEN

Contractor titular: Institutul Național de Cercetare Dezvoltare în Informatică – ICI București

Sucontractor: Universitatea tehnică din Cluj-Napoca – UTC-N

Responsabil științific de proiect: Prof.dr.ing. POP Florin

Contract de finanțare nr. 608/3.10.2005

Subcontract nr. C145-04/19.10.2005

Etapa: I/1 2006

Etapa 1 Elaborare soluție

Activitate 1.6 Modelare matematică

## **Model matematic simplificat pentru calculul iluminatului electric interior**

Manual de utilizare

RECTOR,  
Prof. dr. ing. Radu MUNTEANU

Responsabil științific de proiect  
Prof.dr.ing. POP Florin

Pentru a realiza mediul luminos confortabil, funcțional și estetic, sistemul de iluminat trebuie dimensionat corespunzător din punct de vedere cantitativ și evaluat corect din punct de vedere calitativ.

Calculul fotometric este o importantă componentă a proiectării iluminatului, furnizând informațiile necesare adoptării deciziilor de proiectare. Aceste calculuri reprezintă *modelarea matematică* a unor procese fizice complexe ce caracterizează radiația luminoasă. Cu cât metodele de calcul sunt mai elaborate, cu atât mai exacte vor fi informațiile obținute, dar și dificultățile realizării acestor calculuri sunt mai mari. Nu întotdeauna sunt justificate eforturile și costurile implicate de elaborarea unor metode de calcul foarte riguroase, care necesită timp pentru a fi studiate și aplicate și impun utilizarea unor calculatoare performante. În cele mai multe cazuri, modele matematice simple sunt perfect adecvate pentru obținerea unor date de proiectare cu suficientă exactitate. Pentru situațiile speciale, care necesită o precizie deosebită a calculurilor, o vizualizare a sistemului de iluminat și a iluminării diferitelor suprafețe ale încăperii, au fost dezvoltate modele sofisticate de calcul și grafică care utilizează o tehnică de calcul adecvată. Informațiile obținute prin calculurile fotometrice se referă în principal la valorile iluminărilor și luminanțelor în diferite puncte sau pe anumite suprafețe ale încăperii. Pe baza acestora se poate apoi evalua sistemul de iluminat analizat sub multiple aspecte cantitative și/sau calitative. Datele de intrare pe baza cărora este posibilă modelarea interacțiunii între radiația luminoasă emisă de sursele de lumină și mediul ambiant sunt fotometrice și ambientale.

*Datele fotometrice* descriu caracteristicile de emisie a luminii ale echipamentului de iluminat - distribuția spațială a intensității luminoase și/sau a fluxului luminos. În mod obișnuit se folosesc curbele de distribuție a intensității luminoase ale aparatelor de iluminat, reprezentate în coordonate sferice și redată sub formă grafică (pentru ușurința reprezentării) și/sau tabelară (necesară prelucrării informației pentru elaborarea programelor de calcul). Întrucât informațiile sunt disponibile într-un număr finit de direcții (sau plane) de reprezentare, o atenție specială trebuie acordată procedurii de interpolare a datelor, pentru evaluarea erorilor de calcul pe care aceasta le induce.

*Datele mediului ambiant* descriu natura interacțiunii luminii cu suprafețele încăperii, de obicei prin analiza reflectanțelor acestora. Această interacțiune necesită cunoașterea variației coeficienților de reflexie cu direcția de incidență și cu compoziția spectrală a luminii și modelarea matematică poate fi extrem de complexă. Reflectanțele diferitelor suprafețe ale încăperii se consideră ca fiind uniforme (suprafețe perfect difuze) și independente de spectrul de radiație al luminii incidente, pentru a simplifica proiectarea sistemului de iluminat.

Valorile calculate ale iluminărilor sau luminanțelor pot să difere considerabil de valorile măsurate, datorită atât datelor de intrare ale echipamentelor de iluminat, parametrilor considerați pentru încăperea și sistemul de iluminat, modelului matematic adoptat, cât și erorilor introduse de metoda de măsurare. Astfel, caracteristicile fotometrice ale lămpilor folosite în instalație pot să difere de cele nominale de catalog, la fel cum caracteristicile fotometrice ale aparatelor de iluminat pot să nu fie în concordanță cu datele de catalog datorită poziționării acestora, ușor modificată față de normele producătorilor sau de datele de proiectare; valorile adoptate pentru factorii de reflexie ai suprafețelor încăperii și factorii de mentenanță pot să difere de valorile reale. Chiar modelul matematic nu este o reprezentare exactă a celor mai multe încăperi reale, pline cu echipament și mobilier.

## 1. Valorile normate ale iluminării și puterii instalate în locuințe

Normativul pentru proiectarea clădirilor de locuit NP057-02 recomandă valorile de calcul pentru nivelurile de iluminare medie pentru diferitele încăperi ale unei locuințe și valoarea minimă a puterii instalate – Tabelul 1.

**Tabel 1** Puterea electrică instalată și nivelurile de iluminare recomandate pentru iluminatul electric în locuințe [NP057]

<b>1. PUTEREA ELECTRICĂ NECESARĂ</b>			
■ min. <b>20 W/m<sup>2</sup></b> de suprafață a pardoselii			
<b>2. NIVELUL DE ILUMINARE MEDIE</b>			
Încăpere	Tip iluminat	Nivel de iluminare, lx	Observații
Dormitor	general	50	la $h=0,85-1,0$ m de la pardoseală
Camere de zi	general	50-100	
	local-citit	300	pe suprafața mesei
	local-cusut	500	pe suprafața de lucru
Camera de baie	general	75	la $h=0,85-1,0$ m de la pardoseală
	local	100-200	pe suprafața oglinzii
Bucătărie	general	100	la $h=0,85-1,0$ m de la pardoseală
	local	300	pe suprafața de lucru
Hol, coridor	general	75-100	pe suprafața pardoselii
Scară	general	50-75	pe suprafața treptelor
Garaj	general	50	la $h=0,85-1,0$ m de la pardoseală
Ghenă gunoi	general	50	la $h=0,85-1,0$ m de la pardoseală
Subsol, pivniță	general	50-75	la $h=0,85-1,0$ m de la pardoseală

Normativul privind cerințele de calitate pentru unități funcționale de cazare (camere, garsoniere și apartamente) în clădiri hoteliere NP 079-02 recomandă niveluri de iluminare similare pentru încăperile din clădirile hoteliere – Tabelul 2

**Tabel 2** Nivelurile de iluminare medie pentru iluminatul electric recomandate în hoteluri [NP079]

Încăpere	Tip iluminat	Nivel de iluminare, lx
Camera de hotel sau camera de zi și dormitoarele din apartamentul de hotel	general	50
	local-citit	150
Camera de baie	general	50
Holuri și alte încăperi cu suprafața mai mare de 6 m <sup>2</sup>	general	20

## 2. Calculul iluminărilor

Unul din aspectele importante în evaluarea instalațiilor de iluminat este dat de calculul iluminării într-un anumit punct din spațiu, cum este sarcina vizuală și al iluminării medii pe un anumit plan din spațiu, fie el planul de lucru.

Iluminarea are două componente, directă și reflectată  $E = E_{directă} + E_{reflectată}$ . Componenta directă este determinată de partea din fluxul luminos al surselor de lumină ce este emis către punctul sau suprafața în cauză. Componenta reflectată este produsă de partea din fluxul luminos al surselor de lumină care este orientat înspre alte direcții din spațiu, atinge tavanul, pereții sau mobilierul din încăperea și ajunge astfel în punctul sau pe suprafața în cauză în urma unor reflexii multiple.

### 2.1 Calculul iluminării medii

Iluminarea medie pe o anumită suprafață se determină prin medierea valorilor iluminării calculate pentru o mulțime  $p$  de puncte de pe suprafața considerată  $E_{med} = \text{suma}(E)/p$  sau prin aprecierea globală a fluxului luminos  $\Phi$  emis de sursele de lumină ce ajunge pe suprafața de arie  $A$ , pe baza definiției iluminării ca flux luminos pe unitatea de arie,  $E_{med} = \Phi/A$ .

**2.1.1 Metoda factorului de utilizare** - MFU - este folosită pentru determinarea valorii medii a iluminării pentru toate punctele suprafeței planului de lucru într-o încăperea. Fluxul luminos emis de lămpile instalației de iluminat -  $\Phi_{tl}$  - nu este orientat în întregime în mod direct spre suprafața planului de lucru, o parte din el va ajunge pe ea în urma unor reflexii repetate pe diferitele suprafețe din încăperea (sistemul optic reflectant al aparatelor de iluminat, pereți și tavan, mobilier, panouri). Pierderea de flux luminos este evidențiată prin factorul de utilizare -  $U$  - care reprezintă proporția din  $\Phi_{tl}$  ce atinge suprafața planului util (atât direct cât și în urma reflexiilor multiple). Astfel,

$$E_{inițial} = \Phi_{tl} U / A \quad (1).$$

Fluxul luminos emis de lămpile instalației de iluminat este determinat de fluxul luminos al unei lămpi (nominal, inițial) -  $\Phi_l$  - multiplicat cu numărul lămpilor dintr-un aparat de iluminat -  $n_{la}$  - și cu numărul de aparate de iluminat al instalației -  $N_{ai}$  -, adică  $\Phi_{tl} = \Phi_l n_{la} N_{ai}$ . Întrucât parametrul de proiectare al unei instalații de iluminat este iluminarea de întreținere -  $E_{întreținere}$  - pe planul de lucru, se va introduce și factorul de mentenanță ce ia în considerare deprecierea în timp a fluxului luminos corespunzător componentelor lampă/aparat/încăperea -  $M$ . Astfel că relația anterioară devine:

$$E_{întreținere} = \Phi_l n_{la} N_{ai} U M / A \quad (2).$$

Factorul de utilizare, care reprezintă modul de utilizare efectivă a fluxului în planul de lucru, depinde de factorii fotometrici (reflectanțele suprafețelor încăperii), distribuția spațială a fluxului luminos al aparatelor de iluminat, factorii geometrici ai sistemului de iluminat (dimensiunile încăperii, poziția sursei față de planul de lucru). Factorii geometrici sunt cuprinși în indicele încăperii  $i$ , a cărui exprimare matematică este asociată cu mărimea unghiului solid sub care este văzut planul de lucru din punctul central de poziționare a AI:

$$i = L/h(l+L) \quad (3),$$

unde  $L$  și  $l$  sunt lungimea, respectiv lățimea încăperii, iar  $h$  - înălțimea AI deasupra planului util.

Firmele producătoare de aparate de iluminat prezintă sub formă de tabele factorii de utilizare pentru planul de lucru și, pentru calcule mai complexe, și pentru pereți și tavan, pentru diferite combinații dintre reflectanțele acestor suprafețe și pentru diferite valori ale indicelui încăperii. Pentru calcule informative se poate utiliza tripleta de valori pentru factorii de reflexie ai tavanului, pereților, pardoselii - 0,7/0,5/0,3 ce caracterizează o încăpere ale cărei suprafețe au culori deschise.

MFU este o metodă de calcul global larg folosită, modul de aplicare practică fiind specific diferitelor țări - metoda olandeză (Philips) - adoptată și de țara noastră, metoda germană (metoda utilanțelor, LiTG), metoda americană (Lumen Method, Zonal Cavity Method), metoda britanică (British Zonal), metoda franceză (Afnor). În 1977 a fost elaborată metoda aplicată CIE care propune o uniformizare a metodelor existente - (CIE-40 Tc 1.5 și STAS-R 11621).

Relația de calcul a iluminării este utilizată și pentru determinarea numărului de aparate de iluminat ce vor asigura valoarea normată (de întreținere) a iluminării într-o instalație de iluminat:

$$N_{ai} = E_{normat} A / \Phi_l n_{la} U M \quad (4).$$

### 2.1.2 Modelul matematic simplificat pentru aplicarea metodei factorului de utilizare în locuințe

se bazează pe introducerea a patru convenții simplificatoare:

1) Factorul de utilizare se adoptă cu o valoare medie generală de  $U=0,5$ , care țin cont de distribuția largă a fluxului luminos al AI specifice locuințelor și de inter-reflexiile între diferitele suprafețe ale încăperii, cu luminozitate ridicată.

2) Factorul de menținere se adoptă la valoarea minimă admisă de norma CIE de  $M=0,8$ , care ține cont de valorile recomandate de producători pentru deprecierea fluxului luminos emis de LFT și LFC.

3) Numărul de AI ce realizează iluminatul general al încăperii este egal cu 1, astfel  $N_{ai}=1$ ;

4) Numărul de lămpi pe aparat de iluminat este, în general, egal cu 1, astfel  $n_{la}=1$ .

Iluminarea medie de întreținere realizată într-o încăpere este:

$$E_{intreținere} = 0,4 \cdot \Phi_l / A \quad (5),$$

unde:  $\Phi_l$  este fluxul luminos al lămpii înscris pe eticheta acesteia,  $A$  – aria suprafeței încăperii.

Fluxul luminos al lămpii ce va asigura valoarea normată (de întreținere) a iluminării într-o încăpere este:

$$\Phi_l = A \cdot E_{intreținere} / 0,4 \quad (6).$$

Se va alege lampa ce emite un flux luminos nominal imediat superior valorii astfel calculate. Având în vedere adaptabilitatea ochiului uman la valori ușor scăzute ale iluminării față de valoarea normată, de întreținere și faptul că această valoare normată reprezintă un minim ce va fi atins la sfârșitul perioadei de funcționare a sistemului de iluminat până la efectuarea unei lucrări de întreținere - curățirea de praf a lămpii și AI, zugrăvirea încăperii, înlocuire lămpii uzate – se admite și alegerea unei lămpi ce emite un flux luminos nominal imediat inferior valorii calculate cu relația (6), în limita a 10-20%.

Notă: La aplicarea metodei factorului de utilizare simplificate trebuie avute în vedere următoarele observații specifice:

- se consideră că iluminatul general al încăperii este asigurat de un singur AI echipat cu o singură lampă;



- pentru un AI echipat cu 2 sau mai multe lămpi, sau pentru mai multe AI echipate cu una sau mai multe lămpi, se va considera o arie echivalentă diminuată în mod corespunzător, proporțional cu numărul de lămpi utilizate;
- pentru iluminatul unei suprafețe parțiale din încăpere – cum ar fi suprafața mesei de bucătărie – se va introduce pentru  $A$  aria acelei suprafețe.

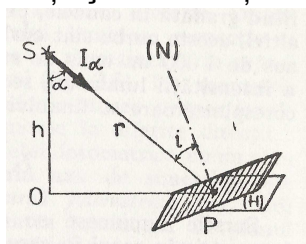
## 2.2 Calculul iluminării punctiforme

În unele aplicații – figura omului care se uită în oglindă, cititul într-un fotoliu – este necesară prevederea unui sistem de iluminat local, cu montarea unui AI în imediata apropiere a utilizatorului. Metoda de calcul punctual se utilizează în scopul determinării componentei directe a iluminării (*iluminarea directă*) în puncte de pe suprafața analizată, respectiv în orice punct din orice plan. Metoda este specifică fiecărui tip de sursă – punctuală, liniară, de suprafață -, din punctul de vedere al geometriei dimensiune sursă/distanță sursă-punct de calcul.

**2.2.1 Calculul iluminării într-un punct** se bazează pe legea fundamentală a iluminării (legea inversului pătratului distanței)

$$E = I_{\alpha} \cos i / r^2 \quad (7),$$

în care  $I_{\alpha}$  este intensitatea luminoasă a sursei în direcția punctului de calcul,  $i$  - unghiul de incidență și  $r$  - distanța dintre sursa de lumină și punct – Figura 1.



**Figura 1.** Legea iluminării – calculul iluminării într-un punct

Diverse formule de calcul, derivate din relația menționată, iau în considerare unghiul pe care îl face raza de lumină cu verticala ce trece prin centrul sursei -  $\theta$  -, înălțimea sursei de lumină deasupra planului orizontal în care se află punctul -  $h$  - și unghiul de înclinație al planului vertical -  $\beta$  - (unghiul dintre proiecția razei de lumină în planul orizontal și normala la planul vertical; acest unghi se află în planul orizontal al punctului:

- iluminarea în planul orizontal  $E_H = I_{\alpha} \cos^3 \theta / h^2$  (8);

- iluminarea într-un plan vertical  $E_V = I_{\alpha} \cos^2 \theta \sin \theta \cos \beta / h^2$  (9).

Relația poate fi aplicată pentru o sursă de lumină considerată punctiformă, a cărei dimensiune caracteristică (diametru, lungime, lățime) este mai mică decât o cincime din distanța dintre sursă și punct - *dimensiune sursă*  $< d/5$ , situație uzuală în încăperile de locuit. În caz contrar, sursele de lumină sunt liniare sau de suprafață și se aplică relații de calcul complexe, prezentate în literatură.

**2.2.2 Modelul matematic simplificat pentru aplicarea metodei calculului punct cu punct al iluminării în locuințe** se bazează pe introducerea a două convenții simplificatorii:

1) Intensitatea luminoasă  $I_{\alpha}$  se consideră ca valoarea intensității luminoase medii sferice a AI echipat cu LFC:

$$I_{\alpha} = I_{med\ sferic} = \Phi / 4\pi \quad (10).$$

2) Factorul de menținere se adoptă la valoarea minimă admisă de norma CIE de  $M=0,8$ , care ține cont de valorile recomandate de producători pentru deprecierea fluxului luminos emis de LFT și LFC.

Iluminarea într-un punct realizată este:

$$E = \Phi_l \cos i / (4\pi r^2) \quad (11),$$

Simplificarea considerată permite calculul iluminării în diferite puncte ale unei suprafețe de lucru (suprafețe iluminate), fără a fi necesară cunoșterea distribuției intensității luminoase (curba fotometrică), care nu este dată în unele cataloage de AI pentru utilizări casnice.

## 2.3 Programul de calcul DIALUX

Programul DIALux este cel mai important program de calcul european în domeniul iluminatului și care conține bazele de date ale principalilor producători europeni. În cursul anului 2006, firma românească Elba va deveni partener al programului DIALux și va deschide calea către versiunea în limba română.

Programul permite atât calculul iluminatului electric și natural, precum și realizarea de previzualizări și imagini video al spațiului avut în vedere. O caracteristică importantă este faptul că poate importa planurile și apoi exporta planurile în orice format CAD. Ultima versiune a programului, DIALux 4.2, permite preluarea fișierelor .dwg.

Programul permite modelarea spațiilor cu forme complexe, inclusiv cu boltă. Baza de date care conține o mulțime de mobile și obiecte uzuale în domeniul rezidențial îl recomandă pentru previzualizări fotorealiste ale încăperilor de locuit. Programul ține seama de noile reglementări europene SR EN 12464 și EN 1838.

DIALux este un program oferit gratuit și poate fi descărcat de pe adresa [www.dial.de](http://www.dial.de).



**Figura 2** Exemplu de simulare cu programul DIALux

Firmele care sunt partenere Dialux sunt: 3F Filippi, Artemide, Atelje Lyktan, Bega, Bright Special Lighting, Claude, Clearvision, Concord:marlin, DY Licht, Elgo, Erco, ES-System, Etap, Fagerhult, Glamox, Hess, Hoffmeister, Idman, I-Valo, Fiberstars, Leipziger Leuchten, Lighting Technologies, Lightronics, Glashutte Limburg, LineLight, Lledo Iluminacion, Louis Poulsen, Lumiance, Luxonic, Malmbergs, Martini, Mazda, Megalux, NVC, OMS, Ornalux, Osram, Pilux Danpex, Petridis, Philips, Riegens, Seae, Simes, Siteco, Spectral, Spytler, Sylvania, Thorlux, Thorn, Tobias Grau, Trilux, Waco, Whitecroft Lighting, Wila, Zumtobel și, în scurt timp, Elba.

## 2.4 Analiza critică a recomandării privind puterea instalată minimă

Normativul pentru proiectarea clădirilor de locuit NP057-02 recomandă puterea electrică instalată pentru iluminatul locuințelor la o valoare de minimum  $20 \text{ W/m}^2$  de suprafață a pardoselii. Această valoare este rezonabilă pentru utilizarea LIG în iluminatul încăperilor.

Să considerăm următorii parametri:

- eficacitatea luminoasă de circa  $15 \text{ lm/W}$ ;
- factorul de utilizare  $U=0,5$ ;
- factorul de menținere  $M=0,8$ .

Cu aceste valori se obține nivelul de iluminare medie pe suprafața de lucru pentru iluminatul general al încăperii de circa  $120 \text{ lx}$ , nivel de iluminare ușor mărit față de limitele menționate în Tabelul 1.

În cazul realizării unui sistem de iluminat eficient energetic care utilizează LFC în iluminatul încăperilor, trebuie avută în vedere eficacitatea luminoasă ridicată a acestor lămpi, de ordinul a  $75 \text{ lm/W}$ . Astfel, puterea electrică instalată pentru iluminatul locuințelor trebuie redusă de circa 5 ori, la o valoare de minimum  $4 \text{ W/m}^2$  de suprafață a pardoselii.

### 3. Alegerea culorilor

Alegerea corespunzătoare a culorii surselor de lumină este o condiție determinantă în realizarea funcționalității încăperii. Culoarea suprafețelor reflectante trebuie aleasă corespunzător față de culoarea aparentă a surselor, pentru a nu compromite efectul scontat.

Culoarea este o proprietate a percepției vizuale sau o caracteristică a radiației luminoase. Culoarea unei radiații luminoase este dependentă de compoziția sa spectrală. Culoarea unui obiect (corp) este determinată, însă, atât de proprietățile fotometrice ale acestuia cât și de sursa de lumină folosită, întrucât coeficienții de reflexie pot să depindă de lungimea de undă a radiațiilor incidente iar spectrul acestei radiații diferă de la o sursă de lumină la alta.

Culoarea luminii este descrisă de trei termeni - culoarea aparentă a surselor de lumină, redarea culorilor și culoarea suprafețelor reflectante. Ea reprezintă o condiție calitativă de bază în realizarea mediului luminos confortabil.

Calitățile colorimetrice ale unei lămpi sunt caracterizate prin două aspecte: (a) *culoarea aparentă* care poate fi exprimată prin coordonatele  $(x, y)$  din diagrama cromatică CIE sau prin temperatura de culoare; (b) *gradul de redare a culorii*, efect al luminii asupra aspectului cromatic al obiectelor iluminate; unei anumite culori aparente a sursei de lumină îi pot corespunde diferite compoziții spectrale și fiecare compoziție spectrală determină o anumită culoare aparentă a obiectului iluminat.

#### 3.1 Culoarea aparentă a surselor de lumină

În funcție de temperatura de culoare corelată, culoarea aparentă a surselor de lumină se clasifică în trei categorii: caldă, intermediară și rece - Tabelul 3.

*Culorile calde* sunt recomandate pentru încăperile în care se urmărește realizarea unui climat cald, plăcut, relaxant. De asemenea, pot fi utilizate pentru efecte și sarcini speciale de ambianță, precum și în zonele de climat rece.

*Culorile intermediare* care în general prezintă o eficacitate luminoasă mare sunt recomandate în toate încăperile de lucru fizic sau intelectual.

*Culorile reci* sunt recomandate numai la niveluri de iluminare ridicate, pentru unele sarcini vizuale speciale, acolo unde combinarea cu iluminatul natural este permanentă și în zonele de climat cald.

**Tabelul 3.** Grupele de culoare aparentă a surselor de lumina conform C.I.E.

Grupa de culoare	Culoarea aparentă	Temperatura de culoare corelată, K
1	Caldă	sub 3300
2	intermediară	Între 3300 și 5300
3	Rece	peste 5300

Caracterizarea cromatică a unei surse de lumină se face prin spectrul de radiație, temperatura de culoare corelată și indicele de redare a culorii. Pe de altă parte, proiectantul instalației de iluminat va trebui să ia în considerare cele trei aspecte evidențiate mai sus atunci când va alege tipul lămpii electrice: eficacitatea luminoasă,

redarea culorii și prețul de cost. Performanța vizuală și confortul vizual sunt determinate și de aspectele cromatice ale diferitelor suprafețe din câmpul vizual al observatorului, de schema de culori folosită pentru suprafețele încăperii. Culori deschise sunt eficiente energetic, prin valorile ridicate ale factorilor de reflexie, de 50 - 80%, culorile medii au o reflexivitate scăzută, de 30 - 50%, iar cele închise (negre) - sub 10%. Suprafețele colorate iluminate devin surse secundare de lumină colorată care vor influența alte culori din încăpere. Suprafețele de culori calde (galben, roșu) sunt mai plăcute privirii dacă sunt iluminate cu o lumină "caldă" - alb roșiatic (dată de lămpi cu temperatura de culoare scăzute, sub 3300 K) decât cu lumină "rece" - alb albastrui (dată de lămpi cu temperatura de culoare ridicată, peste 5300 K). Sursele de lumină de culoare "intermediară" - alb (dată de temperatura de culoare de 3300 - 5300 K) sunt cele mai recomandate pentru interioare în care se dorește asigurarea unei ambianțe plăcute cu o redare "normală" a culorii obiectelor iluminate. Culorile alimentelor sunt mai apreciate dacă sunt privite la o lumină "caldă" decât la o lumină "rece".

Vizibilitatea poate fi îmbunătățită prin asigurarea unui contrast de culori în zona sarcinii vizuale, în special în cazurile în care contrastele de luminanță sunt scăzute.

### 3.2. Culoarea suprafețelor reflectante

Culoarea suprafețelor reflectante - plafon, pereți, pardoseală, mobilier, perdele, draperii -, pot contribui, dacă sunt judicios alese, la realizarea culorii ambientale confortabile sau pot altera mediul luminos dacă alegerea nu este corespunzătoare (o problemă specifică de estetică-arhitectură).

Deoarece în încăperile obișnuite din construcțiile civile, valoarea iluminării confortabile este comparabilă cu cea a iluminării directe, culoarea sa fiind determinată atât de culoarea aparentă a sursei cât și de culoarea suprafețelor reflectante, culoarea luminii obișnuită în planul util va fi puternic influențată de reflexie. Astfel, rezultă importante consecințe și pentru aspectul redării culorilor.

Având în vedere contribuția culorii luminii reflectate în câmpul vizual și în planul util, este necesară îndeplinirea următoarelor condiții:

- armonizarea culorii suprafețelor reflectante cu culoarea aparentă a surselor de lumină;
- realizarea unor sisteme de iluminat economice prin utilizarea suprafețelor reflectante având culori luminoase, de reflectanță mare;
- culoarea suprafeței reflectante să aibe un caracter funcțional și estetic.

Deși gustul personal relativ la culoare este o variabilă funcție de personalitate, grad de cultură, vârstă, sex, climat, mod de viață și chiar grup etnic, totuși s-au putut stabili o serie de recomandări comune.

Plafioanele albe sau de culori foarte luminoase sunt eficiente și contribuie la diminuarea orbirii de inconfort (psihologice) produse de diferența de luminanță dintre aparatul de iluminat și plafon. Funcționalitatea încăperilor poate fi completată prin utilizarea proprietăților specifice ale culorilor.

Gradul de saturație al culorii este o componentă importantă în realizarea unor efecte ambientale. Astfel, culorile cu grad mare de saturație produc contraste puternice favorabile atenționării observatorilor. Culorile nesaturate sau puțin saturate realizează o

ambianță agreabilă atât pentru lucru cât și pentru odihnă, fiind indicate în majoritatea încăperilor.

- culorile calde, saturate, diminuează senzația de rece din încăperile cu temperatură scăzută; creează un efect stimulator pentru activitatea intelectuală; dau o ușoară senzație de reducere a dimensiunilor.
- culorile reci, nesaturate: diminuează senzația de căldură în încăperile cu temperaturi ridicate; produc o senzație de liniște, de calmare; produc o ușoară senzație de mărire a dimensiunilor încăperii.

Culorile preferate pentru suprafețele mari sunt cele luminoase (nesaturate/estompate), iar pentru obiectele mici cele saturate, pentru a realiza și contrastul necesar distingării lor.

După efectele dorite, schemele de culoare pot fi.

- **armonizate**, recomandate pentru încăperile obișnuite de lucru sau odihnă, unde se urmărește realizarea unei ambianțe agreabile;
- **contrastante**, recomandate pentru încăperile în care oamenii sunt în trecere și în care se urmărește punerea în evidență a anumitor obiecte și diverse efecte speciale de atenționare.

Utilizarea schemei monocromatice pe aceeași tonalitate a culorii poate conduce la monotonie. De aceea se recomandă introducerea variațiilor de saturație care să încerce evitarea acestui aspect.

Din punctul de vedere al redării culorii suprafețelor reflectante, sursele de lumină caldă sunt mai agreate pentru suprafețele de culori calde, iar sursele de culori reci pentru suprafețele de culori reci.

În încăperile în care se dorește o redare corectă a sarcinilor vizuale, suprafețele reflectante este bine să fie de culori neutre, iar sursele de lumină de culoare aparentă intermediară.

În general, s-a constatat că femeile preferă culorile calde, iar bărbații culorile reci, aspect de care trebuie să se țină seama la alegerea schemei culorilor în funcție de sexul ocupanților.

### 3.3 Redarea culorilor

Redarea culorilor asigurată de o sursă de lumină este apreciată prin *indicele de redare a culorii*  $R_a$  (definit de CIE în 1965). Acesta este o măsură a corespondenței dintre percepțiile vizuale ale obiectelor iluminate de sursa de lumină analizată și de o sursă de lumină etalon (iluminant standard, de referință). Indicele de redare a culorii este determinat prin calcul folosind un set de 8 (sau 14) mostre de culoare.

Valoarea maximă a indicelui de redare a culorii este 100. Această valoare devine progresiv mai mică decât 100, în funcție de proprietățile de redare a culorilor ale surselor de lumină testate comparate cu sursa (iluminantul) de referință.

Redarea culorilor în iluminatul arhitectural are o importanță deosebită prin posibilitățile de realizare a imaginii dorite, în ceea ce privește efectele spațiale și cele psihologice pe care le conferă culoarea luminii în conexiune cu cea a suprafețelor reflectante.

Lămpile fluorescente pot avea culoarea aparentă rece, intermediară sau caldă, dar același indice de redare a culorii.

Se definesc cinci clase de redare a culorilor pe baza cărora pot fi alese sursele de lumină folosite în iluminatul interior – Tabelul 4.

**Tabelul 4** Caracteristicile de redare a culorii - CIE

Clasa de redare a culorii	Indicele de redare a culorii	Culoarea aparentă	Exemple de utilizare
<b>1A</b>	$R_a \geq 90$	Cald	potrivirea culorii
		intermediar	examinări clinice
		Rece	galerii de artă
<b>1B</b>	$90 > R_a \geq 80$	cald spre intermediar	locuințe, cămine, școli, spitale hoteli, restaurante, magazine,
		intermediar spre rece	tipografii, industrie ușoară
<b>2</b>	$80 > R_a \geq 60$	cald, intermediar, rece	hale industriale
<b>3</b>	$60 > R_a \geq 40$		industrie grea
<b>4</b>	$40 > R_a \geq 20$		industrii grele, muncă industrială cu cerințe de redare a culorilor scăzute

Alegerea unei surse de lumină cu o anumită cromatică pentru o încăpere este determinată de funcțiunea încăperii. Aceasta presupune atât aspectele psihologice ale culorii - senzația de căldură, relaxare, claritate - cât și considerațiile de compatibilitate cu lumina zilei și de asigurare a unei culori "albe" pe timpul nopții.

### 3.4 Efecte psihologice

Teoriile despre efectele psihologice ale culorilor sunt numeroase, multe din ele având caracter subiectiv sau chiar speculativ, dar unele recomandări generale pot fi menționate:

#### Roșu:

- culoare cu impact vizual maxim;
- asociată cu senzația de pericol, agresiune dar și cu cea de vigoare;
- stimulează energiile fizice și mentale;
- într-o încăpere predominant roșie pulsul și respirația ocupanților se accelerează iar tensiunea arterială crește;
- este culoarea cel mai frecvent asociată cu tinerețea;
- percepută universal drept culoare caldă;

#### Albastru:

- culoare rece, pasivă;
- nuanțele de bleu și albastru deschis favorizează dispoziția reflexivă și sentimentul de liniște;
- nuanțele de albastru închis induc senzația de eficiență și de autoritate, de aici predominanța bleumarinului pentru uniforme;

#### Verde:

- culoarea verde corespunde maximului de intensitate a senzației vizuale, sensibilitatea ochiului uman fiind maximă la radiația cu lungimea de undă de 555 nm (verde gălbui); de aceea ochiul nu este supus la nici un efort atunci când o privește, fiind percepută ca o culoare odihnitoare;
- induce sentimente de echilibru, pace și armonie;
- este culoarea naturii și a organicului;



- în mod paradoxal este privită ca o culoare nenorocoasă;

**Galben:**

- o culoare care radiază bunădispoziție;
- informează și îmbie la înțelegere;
- este o culoare dinamică, stimulează intelectul;
- este culoarea soarelui, care înalță spiritele;
- este asociată cu creativitatea și exteriorizarea;

**Oranj:**

- culoare pasională, asociată cu iubirea fizică;
- sugerează voioșie, sociabilitate, căldură interioară, dar și beligerantă;
- culoarea energiei debordante;
- asociată cu atragerea atenției.

**Roz:**

- culoare calmă, angelică
- asociată cu afecțiunea și tandrețea

**Purpuriu:**

- culoarea iubirii spirituale;
- asociată cu puterea și majestatea.

#### **4. Alternativa proiectării eficiente energetic a iluminatului în încăperile din locuințe – sursă [3]**

O proiectare bine elaborată implică selectarea uneia sau mai multor soluții optime de iluminare a unei camere, iar apoi selectarea corespunzătoare a unor aparate de iluminat, lămpi și sisteme de control. Proiectarea oferă soluții pentru introducerea acestor tehnologii într-o încăpere astfel încât să fie asigurate soluțiile optime de iluminare pentru activitățile casnice și, totodată, să îmbunătățească aspectul aparent al încăperii. Pentru o proiectare completă trebuie, de asemenea, luate în considerare mărimea și forma încăperii; stilul arhitectural și mobilierul; prețul, disponibilitatea și necesarul de energie electrică pentru toate utilitățile, precum și de efortul necesar instalării echipamentelor.

Sunt prezentate soluțiile de iluminat energetic eficient aplicabile pentru diferitele încăperi ale unei locuințe - alegerea optimă a AI, lămpilor și sistemelor de control al iluminatului, astfel încât să fie asigurate condițiile optime de economisire a energiei electrice fără diminuarea performanței vizuale sau chiar cu îmbunătățirea acesteia. Aceste modele pot fi adaptate aproape tuturor condițiilor întâlnite într-o locuință obișnuită.

Eficiența energetică a sistemelor de iluminat electric propuse va fi îmbunătățită dacă se va ține seama de disponibilitatea iluminatului natural al încăperilor, situații care se vor analiza punctual în proiectarea noilor clădiri sau reabilitarea celor existente.

Încăperile uzuale și sistemele lor de iluminat sunt punctele de plecare pentru evaluarea unui sistem de iluminat eficient energetic. Comportarea în timp a sistemelor de iluminat actuale, părerile experților, examinarea modurilor de proiectare uzuale, modelele locuințelor cu venituri medii și mici au fost factorii folosiți pentru a stabili caracteristicile unei instalații clasice și a propune soluții eficiente energetic. [1, 2, 3, 5, 10]

##### **Stilul**

AI pentru locuințe sunt, în general, alese de către utilizatori pe criteriul aspectului decorativ sau al stilului. Proiectarea eficient energetică trebuie să ia în considerare și aspectul eficienței și a simplității AI. Pe piața echipamentelor de iluminat rezidențial sunt disponibile o mare varietate de stiluri, unele prezentate în Anexa 2. Trebuie alese acele modele care să corespundă cel mai bine preferințelor locatarilor.

##### **Costurile anuale ale funcționării**

Toate sistemele eficiente energetic de iluminat au costuri anuale de funcționare mai mici decât sistemele uzuale. Trebuie avute în vedere caracteristicile de funcționare medie a iluminatului electric în locuințe - numărul de ore de funcționare a unei lămpi, reglarea iluminatului și gradul de ocupare a unei încăperi. Prețul, durata de viață și puterea lămpilor sunt date oferite de către producători.

##### **Bucătării**

O atenție deosebită trebuie acordată bufetului, aceasta fiind principala zonă de lucru dintr-o bucătărie. Unde este posibil, spălătoarele se vor monta în fața ferestrelor pentru a folosi la maxim componenta naturală a luminii. AI trebuie amplasate în imediata apropiere a zonei de lucru, folosind ambele margini ale suprafeței de lucru pentru a împiedica strălucirile obositoare. Se vor instala spoturi la circa 50 cm de perete deasupra blatului de lucru (tejgheaua), evitând însă amplasarea lor deasupra dulăpioarelor de perete. Pentru minimizarea umbrelor se va evita montarea surselor de lumină în spatele persoanei ce

folosește blatul de lucru. Al se vor monta, pe cât posibil, sub dulăpioarele de perete pentru o mai bună iluminare a spațiului de lucru.

Ca *sursa de lumină* se vor folosi reflectoare cu două LFC de 13 W cu tub dublu, dacă niveluri mai mici ale iluminatului sunt acceptate. Pe tavan poate fi amplasat un Al cu LFCirculare sau LFC.

*Controlul iluminatului:* se va folosi un senzor de prezență.

*Durata zilnică de folosire* este de 3 ore.

*Factorul de prezență* este de 70%.

### **Camere de zi**

Camerele de zi sunt spații destinate unor serii de activități incluzând conversația, cititul și urmărirea televizorului. Se vor amplasa aparate de iluminat local în apropierea locurilor unde se citește sau alte activități necesită sarcini vizuale sporite. Se vor folosi lămpi de masă sau de podea care vor putea fi reamplasate odată cu schimbarea aranjării mobilierului. Pentru urmărirea televizorului se vor folosi niveluri scăzute ale iluminatului. Aparatele TV vor astfel amplasate încât imaginile surselor de lumină, inclusiv ferestrele, să nu se reflecte din ecran în ochii privitorului. Pentru crearea unui confort mărit, se va evita ca lumina provenită de la ferestre sau de la surse luminoase puternice să bată pe perețele din spatele televizorului. Lămpile din încăperile cu televizoare se vor întrerupe separat sau se vor folosi variatoare pentru reducerea nivelului iluminării, numai dacă nu există alte activități vizuale simultane, cum ar fi cititul.

Uneori, în camerele de zi pot exista și lucrări de artă pe pereți. Se va evita lumina directă a soarelui pe picturi, desene și tipărituri pentru evitarea decolorării. Pentru reliefarea picturilor se vor folosi lumini de accent sau tehnici de iluminare prin "spălare" a peretelui. Lămpi de puteri scăzute vor fi aranjate astfel încât să fie evitate reflexiile de pe suprafețele lucioase sau acoperite cu sticlă. Pentru a reliefa texturile și formele sculpturilor prin accentuarea formelor, se va ilumina o parte mai puternic decât cealaltă. Sursele de lumină de la operele de artă vor fi comandate separat pentru evitarea supraexpunerilor la lumină a exponatelor sensibile.

Plantele existente au nevoie de o lumină specială care poate fi creată într-un mod simplu în casă. Va fi utilizat un sistem de lămpi fluorescente care pot fi plasate cu ușurință, eventual integrate în mobilierul din încăpere (rafturi, etajere, dulăpioare), cu comandă temporizată.

*Controlul iluminatului* se va face prin înlocuirea întreruptorului de perete cu un senzor de prezență.

*Surse de lumină* - se vor prevedea trei LFT de 32 W cu un balast electronic, dispuse astfel încât lumină care să scalde perețele pentru iluminatul de ambianță și pentru citit sau urmărirea televizorului. Pentru iluminatul local va fi folosită o lampă de masă cu două LFC de 13 W. În cazul în care balastul tuburilor fluorescente poate fi reglabil se poate monta un variator.

*Durata zilnică de folosire* este de 3 ore.

*Factorul de prezență* este de 80%.

### **Dormitoare**

Trebuie prevăzut un sistem separat de lumină pentru cititul în dormitor, prin folosirea unei lămpi de masă cu brațe ajustabile pentru a direcționa fluxul luminos direct pe materialul de citit și pentru evitarea orbirii. Întreruptorul va astfel amplasat încât să fie accesibil și din pat. Pentru orientarea pe timpul nopții se va folosi o lampă de noapte cu putere scăzută montată într-o priză. Unele dormitoare au dulapuri prevăzute cu iluminat propriu suplimentar. Se va folosi lumina ambientală pentru că iluminatul suplimentar nu este

întotdeauna necesar. Lămpile montate îngropat (cu incandescență sau fluorescente) trebuie să fie la o distanță de cel puțin 15 cm de zona de depozitare a hainelor.

*Surse de lumină:* iluminatul de ambianță se realizează cu două aplici de perete cu câte o LFC de 13 W cu tub dublu și balast magnetic. Iluminatul pentru pat se realizează cu două veioze cu câte o LFC de 18 W cu două tuburi duble, amplasate pe noptiere. Aplicile vor fi comandate de un întreruptor de perete.

*Durata zilnică de folosire* este de 3 ore.

*Factorul de prezență* este de 80%.

## Băi

O sarcină vizuală importantă într-o baie este reflectarea proprie în oglindă. Lumina trebuie direcționată către persoană, nu în oglindă, din ambele părți ale oglinzii, pentru a reduce umbrele de pe față. Dacă se folosește o singură lampă deasupra oglinzii, aceasta va fi amplasată la circa 50 cm pentru a se evita apariția umbrelor sub bărbie. Se va evita folosirea lămpilor cu reflectoare care dau o lumină prea dură. Se va folosi o etajeră colorată pentru a reflecta lumina sub bărbie. Nu este permisă localizarea lămpii în spatele persoanelor care privesc în oglindă, pentru a nu se umbri fețele lor. Pentru oglinzile din baie se vor folosi Al fluorescente, cu distribuție superioară a luminii, pentru o mai bună redare a culorilor.

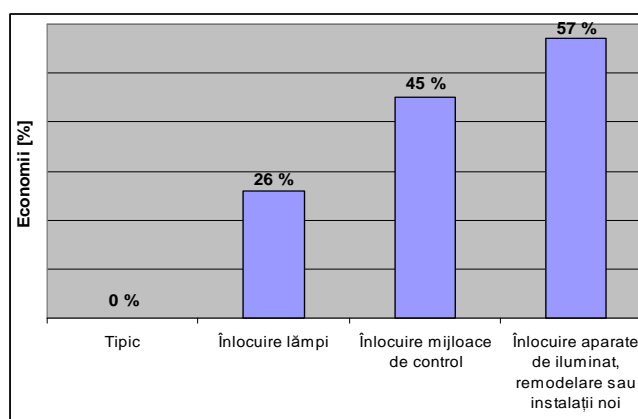
*Controlul iluminatului* se va face de un senzor de prezență.

*Surse de lumină:* un Al cu ecran difuzor, conținând o LFT de 25 W, montat deasupra oglinzii va oferi iluminatul de ambianță și lumina pentru oglindă. O aplică de tavan cu ecran difuzor, având două LFC de 13 W va oferi iluminatul de ambianță. Cele două surse de lumină vor fi comandate separat de întreruptoare de perete.

*Durata zilnică de folosire* este de 1 oră.

*Factorul de prezență* este de 60%.

Simpla înlocuire a Al/lămpilor existente într-o locuință cu altele, eficiente energetic, reprezintă o soluție modestă, materializată într-o economie de energie de circa 26%. Abordarea proiectării unui sistem de iluminat eficient energetic este o măsură pozitivă, care se materializează într-o economie de energie prezumată de 57 % - Figura 3. [3]



**Figura 3** Economii realizate de sistemele de iluminat alternative, comparate cu costurile anuale operaționale ale sistemelor tipice – sursă [3]

## 5. Proiectarea instalațiilor de iluminat interior – sursă [18]

În cazul proiectării instalațiilor de iluminat interior, trebuie avute în vedere și o serie de principii și metode ce țin de eficiența energetică.

Principiile proiectării unui iluminat eficient din punct de vedere energetic includ:

- trebuie să luăm în considerare faptul că mai multă lumină nu este neapărat un element pozitiv; performanțele vizuale ale individului depind în aceeași măsură de cantitatea de lumină și de calitatea acesteia;
- potrivirea cantității și calității de lumină corespunzător cu destinația încăperii;
- utilizarea iluminatului localizat acolo unde este posibil și reducerea nivelului general de iluminare;
- folosirea tehnologiilor de iluminat moderne și a mijloacelor de control adecvate;
- utilizarea luminii naturale.

Câteva din metodele obținerii unui iluminat interior eficient energetic:

- instalarea AI cu lămpi fluorescente pentru toate pozițiile (montate pe tavan sau pe pereți) unde se presupune o funcționare zilnică mai îndelungată de 2 ore; acestea include, de cele mai multe ori, lămpile din bucătărie sau camera de zi, uneori putând fi vorba și de cele din băi, holuri sau dormitoare;
- instalarea AI destinate special LFC și nu montarea acestora în aparate de iluminat destinate LIG; astfel se va încuraja folosirea LFC pe toată durata de viață a clădirii;
- folosirea LFC pentru aparatele de iluminat portabile cu o funcționare mai îndelungată de 2 ore pe zi;
- folosirea AI ce poartă eticheta ENERGY STAR;
- utilizarea senzorilor de prezență pentru aprinderea, respectiv stingerea luminii după nevoie;
- utilizarea unor culori deschise a pereților interiori, în scopul reducerii iluminatului electric.



Programul: CERCETARE DE EXCELENȚĂ (CEEX)

Denumirea Proiectului:

**SISTEM INFORMATIC INTEGRAT PENTRU EFICIENȚĂ ENERGETICĂ ȘI ECONOMIE DE ENERGIE  
ELECTRICĂ ÎN SECTORUL REZIDENȚIAL – CREFEN**

Contractor titular: Institutul Național de Cercetare Dezvoltare în Informatică – ICI București

Sucontractor: Universitatea tehnică din Cluj-Napoca – UTC-N

Responsabil științific de proiect: Prof.dr.ing. POP Florin

Contract de finanțare nr. 608/3.10.2005

Subcontract nr. C145-04/19.10.2005

Etapa: I/1 2006

Etapa 1 Elaborare soluție

Activitate 1.9 Specificații de proiectare

## **Caracterizarea tehnică a aparatelor de iluminat din sectorul rezidențial adecvate utilizării lămpilor fluorescente compacte și a lămpilor fluorescente tubulare sau circulare**

Manual de utilizare

RECTOR,  
Prof. dr. ing. Radu MUNTEANU

Responsabil științific de proiect  
Prof.dr.ing. POP Florin

**Aparatul de iluminat (AI)** este un dispozitiv care distribuie, filtrează sau transformă lumina emisă de una sau mai multe lămpi și care conține, exceptând lămpile însele, toate componentele necesare pentru fixarea și protejarea lor și realizarea conexiunii la circuitul electric de alimentare. Funcțiile unui AI sunt:

- *fotometrică*, de modificare a repartiției spațiale a fluxului luminos emis de lămpi pentru a-l direcționa spre suprafața de iluminat și pentru a reduce luminanțele suprafețelor expuse privirii, evitând astfel orbirea observatorului;

- *electrică*, de racordare la rețeaua electrică de distribuție a lămpilor, a echipamentului auxiliar de alimentare și, eventual, a dispozitivelor de comandă și reglare a fluxului luminos;

- *mecanică*, de susținere a lămpilor și celorlalte componente și de protecție contra agenților exteriori susceptibili să le deterioreze sau să le micșoreze eficacitatea luminoasă (praf, umiditate, căldură excesivă, coroziune);

- *estetică*, de integrare în ambianța încăperii.

Cei doi factori care caracterizează iluminatul într-o încăpere sunt caracteristicile fotometrice ale AI și aranjamentul acestora. Condițiile generale de iluminare din interiorul încăperii sunt rezultatul combinării calității iluminatului obținut cu caracteristicile fotometrice ale încăperii mobilate (spre exemplu, dimensiunile și forma camerei, reflectanța suprafețelor încăperii). Caracteristicile de vizibilitate și confort vizual asigurate de un sistem de iluminat sunt evidențiate de următoarele aspecte:

(a) *nivelul de iluminare* pentru zona de lucru sau alte suprafețe ale încăperii, distribuția luminanțelor în câmpul vizual;

(b) *temperatura de culoare și indicele de redare a culorilor*,

(c) *tonalitatea umbrelor* ce cad pe anumite obiecte, evidențierea spațială a obiectelor, reflexiile luminii, atmosfera luminoasă în general.

Calitatea iluminatului se stabilește în funcție de destinația încăperii, caracteristicile mediului ambiant, activitățile ce urmează a se desfășura. Nivelul de iluminare este cel mai important factor în determinarea vizibilității și detaliilor obiectelor. Nivelul de iluminare normat variază mult în funcție de sarcina care urmează a se executa, fiind de ordinul a 50-150 lx pentru iluminatul general rezidențial [NP 057].

Culoarea aparentă a luminii emise de o lampă electrică este culoarea emisă de acea sursă care poate fi descrisă prin coordonatele diagramei CIE sau prin temperatura de culoare corelată  $T_{cc}$ . Cromaticitatea (spectrul de radiație) este mai puțin importantă comparativ cu indicele de redare a culorilor  $R_a$ . Numai în anumite circumstanțe, temperatura de culoare este determinantă în alegerea lămpii, deoarece, în general, utilizatorul asociază temperatura de culoare cu ceva plăcut, romantic: lumina albastră a cerului, lumina galbenă a unei lumânări, lumina roșie a apusului.

Iluminatul este unul din elementele determinante ale calității vieții. În ciuda importanței crescute pe care o are iluminatul, majoritatea utilizatorilor rezidențiali cunosc puține lucruri legate de aspectele tehnice (calitative și cantitative) și economice privind:

(a) aportul real al consumului de electricitate pentru iluminat;

(b) eficiența energetică a lămpilor;

(c) calitatea iluminatului obținut.

## Clasificarea aparatelor de iluminat

Al sunt extrem de variate prin construcție, tip lampă (lămpi), poziție de montare, distribuție a luminii, caracteristici de întreținere, eficiență în asigurarea iluminării planului de lucru, destinație a încăperii ș.a. Cataloagele producătorilor cuprind toate datele referitoare la diferitele tipuri constructive.

## Caracteristici fundamentale

a. *Sistemul optic* controlează lumina emisă de lămpi prin dispozitive reflectoare, refractoare sau lentile, difuzoare, ecrane, filtre.

Suprafețele reflectante folosesc reflexia regulată (directă, oglindă), dispersată și difuză.

- Reflectorul este de forma unui aparat de rotație, cilindric sau prismatic, având secțiunea circulară, parabolică, eliptică, o combinație a acestora sau o formă specifică unei aplicații particulare. Al moderne prezintă o eficacitate mult îmbunătățită în comparație cu tipurile anterioare. Sistemul lor reflectorizant orientează lumina emisă de lămpi în direcția dorită și reduce pierderile de flux luminos prin reflexii multiple sau difuze. Acest fapt permite să fie folosite mai puține lămpi sau aparate de iluminat pentru a produce aceeași iluminare, cu economia de energie corespunzătoare. Pentru suprafața de mare reflectanță se utilizează tablă de aluminiu polizată și prelucrată electrochimic sau acoperită cu o peliculă de argint.

- Refractorul este un dispozitiv cu panouri orizontale și, eventual, verticale, amplasat imediat sub lămpi. Pe partea superioară (spre lămpi) are suprafața netedă, iar spre partea inferioară (și, eventual, laterală) are suprafața formată din mici prisme conice sau piramidale, alăturate. Razele de lumină provenite de la lămpi suferă o refracție în prisme și sunt orientate spre suprafața iluminată sub unghiuri de maximum 50° față de verticală, evitându-se astfel orbirea directă a observatorului. Panourile refractoare sunt fabricate din polistiren sau acrylic.

- Difuzorul transmite lumina emisă de lămpi în toate direcțiile, reducând astfel luminanța sursei de lumină. Este fabricat din sticlă opală pentru Al cu lămpi cu incandescență și din plastic translucid (polistiren sau acrylic) pentru Al cu lămpi fluorescente.

- Ecranul direcționează lumina emisă de Al sau maschează lampa (lămpile) față de anumite direcții de privire. Atât reflectorul cât și ecranul de protecție sunt caracterizate prin unghiul de protecție vizuală asigurat. Mărirea acestui unghi, simultan cu reducerea adâncimii Al cu lămpi fluorescente se obține prin introducerea în construcția reflectorului a unui dispozitiv lamelar longitudinal în formă de V, plasat paralel între lămpi. Foarte utilizate sunt ecranele de protecție tip grătar ce se atașează aparatului și asigură un unghi de protecție de 40 ... 45°. Sunt realizate în diferite forme constructive, din materiale plastice cu reflexie difuză sau tablă de aluminiu cu reflexie regulată, acționând ca un reflector parabolic.

- Lentilele și filtrele colorate sunt dispozitive optice folosite pentru aplicații speciale de iluminat - studiouri, iluminat decorativ sau tip display.

b. *Armătura de alimentare și susținere* reprezintă ansamblul pieselor, în general metalice, care asigură funcționalitatea unui Al. Soluția constructivă a armăturii trebuie să permită un montaj rapid, o conexiune electrică sigură și acces ușor de întreținere pentru curățirea periodică a aparatului și schimbarea lămpii (lămpilor).

c. *Distribuția intensității luminoase* este cea mai importantă caracteristică folosită în proiectarea și analiza unei instalații de iluminat. Reprezentarea grafică utilizează un sistem de coordonate polare C-γ, în unul sau mai multe plane verticale ce trec prin centrul Al.



Unghiul  $C$  determină poziția planului de reprezentare, iar  $\gamma$  este unghiul de elevație față de axa verticală. AI ce prezintă o simetrie de rotație sunt caracterizate printr-un singur plan, curba fotometrică fiind desenată doar într-un semiplan, iar cele care prezintă două axe de simetrie sunt caracterizate prin planul transversal (perpendicular pe axa lămpii), respectiv longitudinal (paralel cu axa lămpii). Reprezentarea tabelară a distribuției intensității luminoase permite cunoașterea cu mai mare acuratețe a acestei distribuții în spațiu și este utilizată în cadrul programelor de calcul automat al sistemelor de iluminat. Fluxul luminos emis de AI dirijat spre suprafața de lucru este dispersat sau concentrat, gradul de dispersie fiind caracterizat prin unghiul în care intensitatea luminoasă scade sub un anumit procent din valoarea sa maximă (pentru AI cu simetrie de rotație, în general 50%). Se deosebesc AI cu dispersie îngustă (unghiul mai mic de  $20^\circ$ ), medie (unghiul cuprins între  $20 \dots 40^\circ$ ) sau largă (unghiul mai mare de  $40^\circ$ ).

*d. Distribuția spațială a fluxului luminos* caracterizează AI pentru iluminat general. Clasificarea internațională (CIE/ISE) cuprinde șase categorii definite de procentul din fluxul total emis de AI care este orientate direct în jos, spre planul de lucru, respectiv spre tavan: direct, semi-direct, general difuz, direct-indirect, semi-indirect și indirect .

*e. Factorul de utilizare (coeficient de utilizare)* este raportul între fluxul luminos care ajunge pe planul de lucru și fluxul luminos emis de lămpi; exprimă eficiența ansamblului AI - lămpi pentru asigurarea unei iluminări uniforme pe planul de lucru într-un sistem de iluminat interior. Factorul de utilizare este caracteristic fiecărui tip de AI, fiind determinat în raport cu distribuția intensității luminoase a acestuia. Valorile sale variază cu dimensiunile încăperii și reflectanțele suprafețelor încăperii (tavan, pereți, pardoseală). Cu cât mai mare este factorul de utilizare, cu atât mai puține lămpi sunt necesare pentru obținerea nivelului de iluminare dorit pe planul de lucru, reducându-se astfel puterea electrică instalată și, implicit, consumul energetic.

*f. Randamentul*, exprimat în procente, este raportul între fluxul luminos ce părăsește AI și fluxul luminos emis de lampa (lămpile) din aparat. Pierderile de flux luminos în AI sunt datorate absorbției acestuia în componentele sistemului optic, astfel că randamentul este un bun indicator al calității optice a AI.

AI se realizează și se omologhează în conformitate cu cerințele exprimate de norma europeană CEI 598-1 și românească SREN 60598-1/2005.

### **Aparate de iluminat uzuale pentru interior**

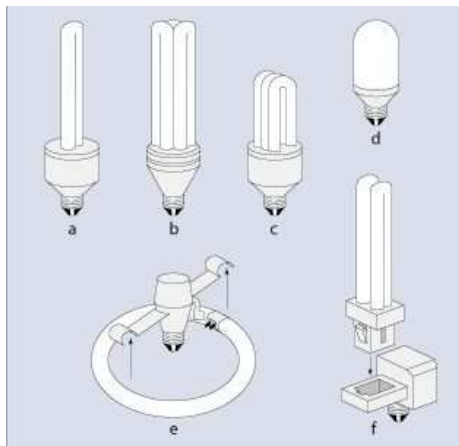
AI distribuie lumina spre suprafața de lucru astfel încât atât activitatea vizuală să poată fi desfășurată cu un înalt grad de confort vizual, asigurând în același timp o ambianță plăcută și o ridicată eficiență energetică. Se montează în tavan fals, pe tavan, atârdate de tavan, și pe pereți, pe mese sau pe suporturi pe pardoseală. AI destinate a fi montate în tavane false au forma și dimensiunile adaptabile sistemelor modulare de tavane și pot fi echipate cu o gamă largă de accesorii optice, ca difuzoare opale, refractoare prismatice, ecrane, reflectoare oglindate parabolice simetrice sau direcționale, în conformitate cu distribuția dorită a luminii. O largă dezvoltare o au în prezent AI echipate cu lămpi fluorescente compacte (LFC), cu mare eficiență energetică. Pentru iluminatul decorativ sau de evidențiere a unor detalii se utilizează AI de mici dimensiuni de tip "spoturi" ce concentrează fluxul luminos emis în unghiuri de  $5^\circ \dots 30^\circ$ . Ele sunt echipate cu lămpi cu incandescență de uz general (LIG), lămpi cu incandescență cu halogeni (LIH), LFC sau lămpi cu vapori de

mercur de înaltă presiune cu halogenuri metalice (LMH) și au o mare varietate a modalităților de fixare și a dispozitivelor auxiliare de direcționare a fluxului luminos.

LFC sunt promovate ca variante alternative la LIG, datorită în primul rând eficienței energetice ridicate, de circa 5 ori mai mari. Durata de viață a LFC, cuprinsă între 6000 și 20.000 de ore de funcționare, depășește cu mult pe cea a LIG (cuprinsă între 750 și 1000 ore de funcționare). Fără a lua în discuție avantajele net superioare ale LFC, trebuie avute în vedere și câteva dezavantaje [13]:

1. LFC sunt de multe ori mai mari decât LIG, de aceea nu se potrivesc în multe cazuri la Al convenționale. Pe parcursul dezvoltării tehnologiei, LFC devin însă din ce în ce mai mici;
2. Formele alungite sau circulare ale LFC pot conduce la distribuția luminii mai puțin eficace;
3. Lumina este în general mai rece – mai puțin galbenă – decât în cazul LIG, ceea ce crează un efect nedorit, de disconfort vizual, asupra utilizatorilor. Modelele noi au fost însă corectate, obținându-se temperaturi de culoare apropiate de cele ale LIG;
4. Unele tipuri (în special cele cu balasturi convenționale, magnetice), pot produce un flicker deranjant;
5. Variatoarele de tensiune (dimerale) convenționale nu pot fi folosite la reglajul fluxului luminos emis de LFC, putând provoca distrugerea imediată a acestora;
6. Lumina emisă poate depinde în oarecare măsură de orientarea lămpii;
7. Unele LFC-uri se pot aprinde instantaneu, în timp ce altele pot avea o întârziere de una sau mai multe secunde, timp în care nimic nu pare să se întâmple. În general aprinderea se face instantaneu. Acest fenomen de întârziere poate deranja utilizatorul obișnuit cu comportarea LIG de birou, ce prezintă o întârziere sesizabilă dar la care utilizatorul se așteaptă, pentru încălzirea, respectiv răcirea filamentului;
8. Chiar și când temperatura înconjurătoare este mai ridicată, va exista o perioadă de câteva secunde, minute, până la obținerea fluxului maxim;
9. Fluxul luminos va scădea lent pe parcursul duratei de viață a lămpii;
10. La fel ca și în cazul altor lămpi fluorescente, funcționarea la temperaturi reduse (10-15 °C), poate duce la scăderea considerabilă a fluxului luminos emis de lampă. Aprinderea lămpii poate prezenta probleme pentru temperaturi reduse, deși majoritatea lămpilor fluorescente se aprind corespunzător pentru temperaturi apropiate de temperatura de îngheț și chiar pentru temperaturi mult mai reduse (-17 °C). Pentru LFC care funcționează la temperaturi mai scăzute, integrarea lămpii într-un aparat de iluminat închis poate conduce la obținerea unui flux luminos maxim după perioada inițială de încălzire. Trebuie avută însă grijă la evitarea supraîncălzirii LFC urilor, ceea ce conduce la o funcționare necorespunzătoare a acestora;
11. Funcționarea în Al închise sau cu orientări diferite ale lămpii poate avea repercusiuni asupra duratei de viață a lămpii, în ciuda indicațiilor și instrucțiunilor producătorului. Numeroase experimente efectuate de laboratoare autorizate la nivel internațional au arătat defectele survenite la funcționarea LFC în diferite poziții;
12. Poate exista un bâzâit sesizabil, mai ales în cazul balasturilor electromagnetice convenționale;
13. LFC pot produce interferențe de frecvență radio;
14. Rezistența la șocuri mecanice a LFC este de redusă, ca și în cazul LIG.

LFC au dimensiuni reduse ca urmare a îndoirii sub formă de U a tubului de descărcare –  
Figura 1.



**Figura 1** Tipuri constructive de LFC - sursă [17]. (a) un tub, cu balast încorporat, (b și c) trei tuburi, cu balast încorporat, (d) cu balon exterior de reducere a luminanței, cu balast încorporat, (e) modular circular cu balast încorporat, și (f) modular cu soclu dedicat. Tipurile (a) ... (e) au balastul încorporat; tipul (f) are balastul separat.

O remarcă interesantă privește costul lămpilor eficiente – LFC -, care este de 1,5 – 2,5 ori mai mare decât cel al lămpilor convenționale – LIG. Acest fapt confirmă necesitatea proiectării unui sistem de iluminat eficient energetic, prin care se reduce numărul de AI (lămpi) necesar, în locul adoptării metodei simpliste de a schimba LIG cu LFC.

Datorită prețurilor în continuă scădere, costul unei LFC compacte de calitate medie, care să înlocuiască mulțumitor o lampă incandescentă cu puterea de 100 W (în termeni de culoare, flux luminos și compatibilitate cu vechile AI), este situat în jurul valorii de 14 lei (5 US\$). Depinzând de costul energiei electrice, LFC ar trebui să-și acopere investiția prin economiile de energie realizate pentru o perioadă de timp echivalentă cu durata de viață a 1-2 LIG. Spre exemplu, în 750 de ore, o LFC tipică de 26 W (consumați), cu un flux luminos de 1700 lm (similar cu al unei LIG de 100 W), va folosi 19,5 kWh comparativ cu 75 kWh în cazul LIG. Datorită eforturilor producătorilor de a scădea continuu costul acestor lămpi și de a mări durata de viață a LFC, perioada de returnare a investiției va fi din ce în ce mai mică.

În prezent, 90% din lămpile fluorescente compacte sunt echipate cu balasturi electronice, distingându-se două mari categorii: (1) cu factor de putere ridicat, undeva între 0,9 și 1; (2) cu factor de putere redus, de obicei mai mic de 0,6 [13].

LFC cu factor de putere ridicat necesită un număr crescut de componente (adică din punctul de vedere al producătorului costuri mai ridicate), așadar pe piață un aport mai ridicat având lămpile fluorescente compacte cu factor de putere redus. Cu toate acestea, utilizarea acestor lămpi, cu un factor de putere mai redus, nu are o influență directă asupra consumului de electricitate sau a facturilor de energie electrică.

Majoritatea balasturilor electronice existente lucrează cu valori cuprinse între 75 kHz și 105 kHz. Lămpile sunt echipate cu o serie de alte elemente menite să reducă interferențele electromagnetice, care ar putea fi introduse în rețea. În mod colectiv, toate aceste componente electronice vor avea un rol însemnat în stabilirea caracteristicilor lămpii.

Un parametru interesant al LFC îl prezintă timpul de pornire al acestora. LFC care nu se aprind instantaneu (cele cu pre-încălzire), vor avea o durată de viață mai ridicată decât a

celor cu aprindere instantanee. Sistemele cu pre-încălzire încălzesc catodul pentru o perioadă între 150 milisecunde și o secundă (sau mai mult) înainte ca lampa să înceapă să lumineze. Aceasta mărește durata de viață a catodului, unul din numeroasele elemente cu rol determinant asupra duratei de viață a lămpii.

În Anexa 1 sunt prezentate caracteristicile principale ale lămpilor fluorescente utilizabile în sectorul rezidențial, de tip tubular, circular, quadrant și compact, împreună cu simbolizarea acestora și concordanța simbolizării pentru cei patru mari producători de lămpi pe plan mondial – Philips, Osram, General Electric, Sylvania.

Un studiu recent [11] stabilește că iluminatul pentru bucătărie, camera de zi, baie și exteriorul locuinței consumă aproximativ 50% din energia totală consumată în iluminat. 25% din lămpile instalate în locuință consumă 75% din energia totală în iluminat. LIG sunt majoritare în iluminatul tuturor încăperilor. Lămpile fluorescente sunt folosite doar în bucătărie și garaj. Aproximativ o cincime din energie este consumată de AI portabile, alimentate prin prize.

Analiza chestionarelor programului CREFEN (noiembrie 2005) pe un lot de 290 locuințe a evidențiat că puterea instalată pentru iluminat în locuințele analizate are valori între 5900 W și 160 W. Cu valoarea medie a suprafeței unei locuințe de 37,39 m<sup>2</sup>, (CREFEN - raport de fază 2005) se obține puterea instalată specifică de 4,28 – 157,80 W/m<sup>2</sup>.

## **Parametrii de alegere a AI**

Caracteristicile fotometrice ale AI determină performanțele privind distribuția energiei luminoase. La fel de importante sunt aspectele de performanțe mecanice care asigură protecția la agenții agresivi de mediu sau la șocuri electrice/mechanice. De asemenea, căldura și zgomotul produse în funcționare, întreținerea și costul aparate de iluminat sunt criterii de selecție importante.

Parametrii de alegere a unui AI ce pot fi luați în considerare sunt:

- distribuția intensității luminoase - distribuția influențează mărimea controlului luminii emise;
- luminanța, sistemul optic - limitarea orbirii directe și a orbirii indirecte;
- mentenanța ușoară - acces la componente și la echipamentul luminotehnic (lampă, balast, dispozitive de comandă);
- construcția mecanică - rigiditate, aspect regulat;
- siguranța - certificate de calitate, compatibilitate electromagnetică;
- estetica - aspect general, zveltețea formei și dimensiunilor, finisare;
- costul - prețul de cost inițial/durata de viață, costul dispozitivelor de control al iluminatului;
- randamentul și eficacitatea;
- relația de colaborare cu furnizorul - returnarea produselor și încrederea în onorarea comenzilor.

Numeroși alți factori adiționali, cum sunt tipul lămpii, aspectul exterior de integrare în ambianța încăperii, confortul utilizării sunt implicați în stabilirea opțiunii. Economii semnificative în consumul de energie și astfel, în costuri, pot fi obținute fără scăderea performanței și confortului vizual, prin alegerea optimă a aparatelor de iluminat, cu un factor de utilizare maxim pentru o aplicație dată, urmărindu-se asigurarea cerințelor de calitate. În

Caracterizarea tehnică a aparatelor de iluminat din sectorul rezidențial  
adevate utilizării lămpilor fluorescente compacte și a lămpilor fluorescente tubulare sau circulare

acest sens, se vor avea în vedere: o distribuție a luminii adecvată aplicației, limitarea orbirii, reducerea deprecierei fluxului luminos datorită prafului și depunerii de murdărie sau decolorării materialelor componente, o întreținere ușoară de curățire și schimbare a lămpilor, adoptarea unui sistem de amplasare corelat cu arhitectura interioară a construcției, clasa de protecție IP, integrarea aspectului exterior al instalației de iluminat în ambientul încăperii în ambele situații - aprins/stins ș.a.

## Program de întreținere a AI

Pierderea de flux luminos prin murdărirea lămpilor și sistemului optic al AI constituie ponderea cea mai mare în totalul pierderilor de flux luminos. Mărirea acestor pierderi depinde de natura și densitatea suspensiilor din aer, geometria, temperatura și finisajul suprafețelor optice ale AI și de tipul lămpilor. Deprecierea emisiei luminoase poate fi redusă prin alegerea AI în concordanță cu caracteristicile de mediu. AI deschise în partea inferioară și închise în cea superioară vor colecta murdăria într-o proporție mai mare decât cele ventilate (cu "autocurățire").

Cataloagele producătorilor de AI conțin date specifice referitoare la această pierdere de flux luminos și perioadele de curățire recomandate. Tabelul 1 oferă indicații privitoare la intervalele de curățire pentru diferite tipuri constructive de AI folosite în mediu curat, corespunzător clădirilor rezidențiale.

**Tabel 1** Intervale de curățire recomandate în mediu curat, corespunzător clădirilor rezidențiale sursă [10]

..... Intervale de curățire	3 ani	2 ani	1 an
Sistem de iluminat			
A - Tuburi fluorescente	x		
B - Reflector deschis superior (ventilat "auto curățire")	x		
C - Reflector închis superior (neventilat)		x	
D - Închis IP2X		x	
E - Protejat la umiditate IP54	x		
F - Indirect "Uplight"			x

## **Bariere față de transformarea pieței**

Proiectare și utilizarea unui sistem de iluminat eficient energetic în clădirile rezidențiale noi constituie o inițiativă cu perspective largi privind realizarea unor economii de energie pe termen lung. Un astfel de sistem va avea în vedere, în primul rând, înlocuirea LIG cu LFC într-o măsură cât mai mare.

Principala barieră pentru adoptarea unui sistem de iluminat eficient energetic în construcțiile noi este diferența de preț între lămpile convenționale LIG și cele economice LFC. În proiectarea sau specificarea iluminatului pentru locuințe participă un număr mare de "jucători" – arhitect, proiectant de instalații electrice, antreprenor, furnizor de echipamente, beneficiar. Puțini dintre aceștia au o pregătire tehnică în proiectarea iluminatului și cu atât mai mult în iluminatul rezidențial eficient energetic.

Există mii de produse de iluminat eficiente energetic – lămpi, aparate de iluminat, dispozitive de control al iluminatului (variatoare de flux luminos) – care sunt potrivite aplicațiilor în domeniul rezidențial. De exemplu, în programul american Energy Star sunt prezentate circa 2700 astfel de produse create de 57 producători - site [[http://www.energystar.gov/index.cfm?fuseaction=find\\_a\\_product](http://www.energystar.gov/index.cfm?fuseaction=find_a_product)].

Multe dintre aceste aparate au un design atractiv, sunt bine alcătuite și asigură o calitate ridicată a iluminatului, dar numeroase alte aparate compromit cel puțin una din aceste caracteristici. Eticheta Energy Star reprezintă faptul că AI întrunesc cerințele minime de eficiență energetică. Această etichetă nu se referă la performanțele fotometrice sau estetice.

Cu puține excepții, proiectarea iluminatului eficient nu a constituit componenta cea mai puternică a acestor creații, în primul rând datorită lipsei unor aparate adecvate, respingerii de către unii actori ai pieței de iluminat rezidențiale, costului, siguranței în funcționare și/sau, nu în ultimul rând, al lipsei de educație a consumatorilor în direcția eficienței energetice. Tehnologii auxiliare pentru eficiență energetică, cum sunt variatoarele de flux luminos (dimere) sau senzori de prezență, sunt disponibile dar, cu puține excepții, nu sunt utilizate în iluminatul rezidențial.

Consumatorii casnici urmăresc în primul rând stilul și estetica iluminatului, în timp ce constructorii sunt interesați de cost și disponibilitatea de procurare a AI. Interesul cumpărătorilor este orientat preferențial spre anumite încăperi, cu prioritate spre bucătărie.

Ca o concluzie, iluminatul eficient energetic trebuie să fie proiectat în același timp, cât mai atractiv și estetic, asigurând astfel o satisfacție deplină consumatorului.

Un studiu recent [11] realizat pe un lot de 1255 locuințe a urmărit variația numărului de AI în funcție de tipul locuinței: 11 în apartamente, 11-18 în case multifamiliale, 12-18 în locuințe mobile (tip rulotă) și 20-32 în case familiale. Analiza chestionarelor programului CREFEN (noiembrie 2005) pe un lot de 290 locuințe a evidențiat numărul de AI în funcție de tipul locuinței astfel: 6,4 pentru apartamente în blocuri și 9,4 pentru case familiale (valoare medie, intervalul de variație fiind pentru apartamente - 2-19, pentru case 2-49).

Barierile față de creșterea utilizării iluminatului eficient energetic în locuințele nou construite sunt următoarele: lipsa încrederii cumpărătorilor sau constructorilor, lipsa de

interes din partea specificatorilor sau furnizorilor, dificultatea procurării unor AI atractive la preț scăzut, lipsa unor informații privind aplicații model privind eficiența energetică în iluminat, dubii privind calitatea iluminatului fluorescent, rețineri privind interschimbabilitatea unor LFC de puteri diferite, îndoieli privind găsirea unor AI cu intensitatea luminoasă suficient de mare pentru realizarea unui iluminat de accent pentru aplicații decorative.

*Considerentele privind alegerea AI rezidențial* [11]. Proprietarii și constructorii au păreri diferite asupra aprecierii importanței caracteristicilor AI:

**Proprietarul** urmărește în primul rând stilul și estetica aparatelor:

- stilul;
- impresia vizuală;
- încadrarea în ambianța încăperii;
- fluxul luminos emis;
- funcționalitatea;
- securitatea personală;
- costul;
- controlul luminii emise;
- durabilitatea;
- eficiența energetică.

**Constructorul/Antreprenorul**

urmărește în primul rând costul de instalare, cunoscând faptul că utilizatorii au în vedere alți factori decât eficiența energetică (de exemplu, imaginea bucătăriei):

- costul;
- disponibilitatea de procurare;
- funcționalitatea;
- stilul;
- robustețea.

Se constată că eficiența energetică nu este o prioritate a utilizatorilor. Echipamente de iluminat eficiente energetic trebuie însă să fie produse pentru a răspunde cerințelor pieței privind economia de energie.

Proprietarii locuințelor conferă o atenție diferențiată diferitelor încăperi: bucătăria - 81%, dormitorul - 9%, holul de intrare - 4%, camera de zi - 4%, baia - 2%. [11] De acest fapt trebuie să țină seama producătorii în crearea ofertei de AI care să răspundă în primul rând cerințelor de echipare a bucătăriei și dormitorului.

Abordarea proiectării iluminatului sub aspectul eficienței energetice se poate face în două moduri:

- (1) analizarea fiecărui caz în parte prin alegerea unor AI din gama celor prevăzute cu etichete de eficiență energetică, în detrimentul unor AI existente pe piață dar cu performanțe energetice reduse;
- (2) considerarea iluminatului ca o componentă a relației *comunitate – mediu ambient*, în scopul maximizării performanțelor pentru fiecare aplicație:
  - Aparatul de iluminat – estetic, eficiență;
  - Lampa – aplicație, eficacitate;
  - Dispozitive de control – timp de utilizare, energie consumată;
  - Lumina zilei – zonă geografică, arhitectură.

Astfel, economia de energie în iluminatul rezidențial se obține prin utilizarea unor AI eficiente, prin selectarea lămpilor celor mai potrivite pentru aplicația dată, prin alegerea unor dispozitive de control care să reducă timpul de folosire a iluminatului electric și să adapteze nivelul de iluminare la nevoile curente și prin integrarea iluminatului natural în arhitectura locuinței pentru a reduce necesitatea iluminatului electric în timpul zilei.



## **Înlocuirea LIG cu LFC**

Ca regulă generală se recomandă utilizarea LFC cu indice de redare a culorilor mai mare de 80 și cele cu balast electronic încorporat. LFC cu balast magnetic sunt mult mai grele și prezintă riscul de a dezechilibra AI. De altfel, fabricanții importanți nu mai produc LFC cu balast convențional (magnetic). La ora actuală există LFC cu soclu E14 și E27 cu diferite forme, inclusiv apropiate de forma clasică de pară a LIG.

Ca dezavantaje la înlocuirea LIG cu LFC menționăm: timpul de aprindere, fluxul luminos scăzut la aprindere (ceea ce le face nerecomandabile pentru soluții de comandă cu senzori de prezență), precum și imposibilitatea de a fi utilizate în scheme cu variatoare de lumină prin reglarea tensiunii. În ultimii ani au fost prezentate cu diferite ocazii – cataloage, târguri, conferințe - și LFC cu posibilitatea de reglare a fluxului luminos, cu soclu E27, dar ele nu se găsesc uzual în magazine.

Trebuie așadar identificate locațiile unde lămpile funcționează un număr mare de ore pe zi sau echivalent, locațiile unde este necesară înlocuirea LIG la intervale mici de timp (nu datorită defecțiunilor datorate vibrațiilor sau conexiunilor proaste, ci funcționării prelungite și epuizării duratei de viață). Nu este profitabilă, spre exemplu, înlocuirea LIG din grupurile sanitare, unde acestea funcționează un număr relativ redus de ore. Trebuie să ne orientăm spre LFC care să se potrivească fizic, ca dimensiuni, în vechile aparate de iluminat, având totodată o temperatură a culorii satisfăcătoare destinației încăperii și activității ce urmează a se desfășura.

Există o diferență însemnată între balastul cu preț redus destinat integrării în cadrul LFC și cel cu cost mai ridicat destinat utilizării în cazul LFC fără balast integrat, care se conectează la acesta. Unul dintre motivele prețului mai ridicat în cazul balastului extern este și faptul că acesta își continuă funcționarea și după defectarea lămpii sau în lipsa acesteia.

### **Exemple de reabilitare a AI prin înlocuirea LIG cu LFC**



**Figura 2** AI de tip aplică la care LIG este înlocuită cu LFC

Unele AI nu se pretează la înlocuirea LIG, datorită formelor neadekvate atât ale aparatelor cât și ale LFC. Un caz aparte este cel al AI tip candelabru cu cristale, unde, din motive estetice ce vizează lipsa reflexiilor pe cristal, soluția de înlocuire a LIG cu LFC nu este recomandată sau al AI cu lămpi cu halogen la 230V cu soclu R7s sau GU 10, pentru care nu există LFC cu soclu sau dimensiuni comparabile.



**Figura 3** AI de tip candelabru cu cristale, la care nu se recomandă utilizarea LFC

### **Exemple de AI dedicate utilizării LFC**

În ceea ce privește noile aparate, recomandăm utilizarea LFC tip TC-D, TC-DE sau TC-TEL prevăzute cu soclurilor dedicate, care nu permit înlocuirea cu LIG. Balastul are o durată de viață mai mare decât lampa, ceea ce conduce la o soluție ecologică. În cazul LFC cu socluri E27, există posibilitatea/riscul de a se monta o LFC de putere mai mare decât cea specificată de producător sau de a se monta LIG. Din aceste motive, soluția cu lămpi TC este optimă din punct de vedere al eficienței energetice și pentru a evita erorile de întreținere.



**Figura 4** AI realizate special pentru echiparea cu LFC

În Anexa 2 este prezentată o selecție a unor AI dedicate echipării cu LFC a unor producători consacrați în realizarea unor AI destinate sectorului rezidențial.

## Bibliografie

- [1] BEU, Dorin, POP, Florin, 2002, *Tehnica iluminatului în spații industriale, birouri și locuințe*, Editura Mediamira, Cluj-Napoca, ISBN 973-9358-93-4
- [2] Di FRAIA, Luciano, 2000, *Residential lighting: some quality and energy aspects*, Ingineria Iluminatului, nr. 5, 2000, pg. 19-30
- [3] LESLIE, Russell P., CONWAY, Kathryn M., 2000, *The Lighting Pattern Book for Homes*, Lighting Research Center, Reanșealer Polytechnic Institute
- [4] MIRCEA, Ion, POP, Florin, ș.a., 2000, *Managementul energiei în condițiile economiei de piață*, Editura SITECH, Craiova
- [5] ONAYGİL, Sermin, ERKIN, Emre, GÜLER, Önder, 2005, *Applicable light points in the residences for compact fluorescent lamps and potential energy saving*, Proceedings of the International conference ILUMINAT 2005 & BalkanLight 2005, June 2005, Cluj- Napoca, Romania
- [6] POP, Florin (coordonator și co-autor), 2000, *Ghidul Centrului de Ingineria Iluminatului – patru volume*, Editura Mediamira, Cluj-Napoca, ISBN 973-9358-29-2
- [7] POP, Florin (coordonator și co-autor), 1998, *Managementul instalațiilor de iluminat - curs postuniversitar*, Editura Mediamira, Cluj-Napoca, 1998, ISBN 973-9358-27-6
- [8] Studiu privind eficiența economică a echipamentului electric din clădiri - SEEC - Universitatea Tehnică Cluj-Napoca, Agenția Națională pentru Știință, Tehnologie și Inovare, grant Gr 6113/2000 – tema B24, coordonator Dr. Dorin BEU
- [9] Studiu DELight întocmit de Environmental Change Unit, University of Oxford for the European commission DG-XVII, Raport final, mai 1998.
- [10] *Formare Profesională în Monitorizarea și Întreținerea Clădirilor*, Proiect Pilot nr. HU 170003-2003, Program Leonardo, coordonator BRUMARU Mariana, iunie 2005, *Modul 7 Instalații Electrice*, POP Florin
- [11] *Market Research Report, Energy Efficient Lighting in New Construction - Residential New Construction Lighting Program*, Ecos Consulting, Benya Lighting Design, Rising Sun Enterprises, report #02-100, May, 2002, Portland, Oregon SUA
- [12] *A comparison of lamps for domestic lighting in developing countries, June 1988* Prepared by: Robert van der PLAS and A.B. de GRAAFF, The World Bank – Washington
- [13] *Sam's F-Lamp FAQ Fluorescent Lamps, Ballasts, and Fixtures, Principles of Operation, Circuits, Troubleshooting, Repair* Version 2.12 (1-Mar-06), Copyright © 1994-2006 Samuel M. GOLDWASSER
- [14] NAS-EnerBuild RTD, 2002, 'Newly Associated States for Proposal to Extend EnerBuild RTD, the Thematic Network for Energy Research in the Built Environment, coordinated by The Energy Research Group, University College Dublin, Contract No. ERK6-CT-1999-2001, Final Report, NNE-2001-00837, April 2003, participant POP Florin, Centrul de Ingineria Iluminatului UTC-N
- [15] Normativul pentru proiectarea clădirilor de locuit NP 057-02
- [16] Normativul privind cerințele de calitate pentru unități funcționale de cazare (camere, garsoniere și apartamente) în clădiri hoteliere NP 079-02
- [17] [http://www.energystar.gov/index.cfm?fuseaction=find\\_a\\_product](http://www.energystar.gov/index.cfm?fuseaction=find_a_product). – programul Energy Star
- [18] [EERE Consumer's Guide Compact Fluorescent Lamps.htm](#) – Energy Efficiency and Renewable Energy, U.S. DOE
- [19] Cataloage de firmă Elba, Fagerhult, Fontana, Philips, Rabalux, TLB, Zumtobel Staff

## Lămpi fluorescente compacte

Lămpile fluorescente compacte (LFC) operează pe același principiu ca și cel al LFT convenționale. LFC au dimensiuni reduse ca urmare a îndoirii sub formă de U a tubului de descărcare. Anumite substanțe au fost adăugate în cazul câtorva din lămpile mai noi. În acest sens, curba temperaturii fluxului luminos s-a schimbat în așa fel încât lămpile au un flux luminos de minimum 90% pentru o gamă variată de temperaturi. Aceste lămpi sunt potrivite utilizării în cadrul aparatelor de iluminat calde, verticale. Prin atașarea unui balast s-au obținut aplicații deosebit de eficiente din punct de vedere energetic, prin înlocuirea vechilor lămpi incandescente.

*Abrevieri:* TC, TC-D/DEL, TC-T/TEL, TC-L

*Tipuri:* În formă de U, cu una sau patru îndoiri ale tubului, cu sau fără balast atașat, 5-55 W.

*Lumina:* Fluxul luminos 250-4800 lm; eficacitatea luminoasă 60 lm/W; culoare caldă, intermediară și rece, clasă de redare a culorilor 1A-1B

*Producători:* Philips, Osram, GE, SLI (Sylvania) și alții

*Balast:* Balast magnetic cu starter sau balast electronic sau fără balast (considerate ca unități distincte)

*Soclu:* G24d, G24q, 2G7, 2G11 cu pini sau E14, E27 cu bază care se înșurubează.

*Istoric:* În 1982 a fost prezentat prima LFC, TC, în 1985 variantele TC-D și TC-L, 1986 lămpi eficiente energetic-cu balast electronic integrat, 1991 Osram DULUX F, 1993 TC-T/TEL (lămpi fluorescente compacte cu amalgam), 2000 Osram DULUX T/E 57W IN

*Proprietăți speciale:* Eficacitate luminoasă înaltă, un indice de redare a culorilor bun și foarte bun, gamă variată, reglabile



Tubul de descărcare este îndoit formând o coloană în formă de U

Nr.	Simbol	Putere, W	Dimensiuni, mm	Soclu	Flux luminos, lm	Culoarea luminii	Temperatura de culoare corelată, K	Redarea culorii	
								Clasa	Ra
1	TC- S	5	85	G 23	250	Cald, Int.	2700, 3000, 4000	1B	80...90
2	TC- S	7	115	G 23	400	Cald, Int.	2700, 3000, 3500, 4000	1B	80...90
3	TC- S	7	115	G 23	375	Rece	6000	1B	80...90
4	TC- S	9	145	G 23	600	Cald, Int.	2700, 3000, 3500, 4000	1B	80...90
5	TC- S	9	145	G 23	565	Rece	6000	1B	80...90
6	TC- S	11	215	G 23	900	Cald, Int.	2700, 3000, 3500, 4000	1B	80...90
7	TC- S	11	215	G 23	850	Rece	6000	1B	80...90
8	TC-SEL	5	85	2 G7	250	Cald, Int.	2700, 4000	1B	80...90
9	TC-SEL	7	115	2 G7	400	Cald, Int.	2700, 3000, 4000	1B	80...90
10	TC-SEL	9	145	2 G7	600	Cald, Int.	2700, 3000, 4000	1B	80...90
11	TC-SEL	11	215	2 G7	900	Cald, Int.	2700, 3000, 4000	1B	80...90

Nr.	Philips	OSRAM	Sylvania	GE
1	PL- S/2P 5 W/8..	Dulux S 5 W/1-8..	CF-S 5 W/8..	F5BX/8..
2	PL- S/2P 5 W/8..	Dulux S 7 W/1-8..	CF-S 7 W/8..	F7BX/8..
3	-	Dulux S 7 W/11-860	-	-
4	PL- S/2P 5 W/8..	Dulux S 9 W/1-8..	CF-S 9 W/8..	F9BX/8..
5	-	Dulux S 9 W/11-860	-	-
6	PL- S/2P 5 W/8..	Dulux S 11 W/1-8..	CF-S 11 W/8..	F11BX/8..
7	-	Dulux S 11 W/11-860	-	-
8	PL- S/4p 5 W/8..	Dulux S/E 5 W/1-8..	CF-SE 5 W/8..	F5BX/8../4p
9	PL- S/4p 7 W/8..	Dulux S/E 7 W/1-8..	CF-SE 7 W/8..	F7BX/8../4p
10	PL- S/4p 9 W/8..	Dulux S/E 9 W/1-8..	CF-SE 9 W/8..	F9BX/8../4p
11	PL- S/4p 11 W/8..	Dulux S/E 11 W/1-8..	CF-SE 11 W/8..	F11BX/8../4p



Tubul de descărcare este îndoit formând două coloane în formă de U

Nr.	Simbol	Putere, W	Dimensiuni, mm	Soclu	Flux luminos, lm	Culoarea luminii	Temperatura de culoare corelată, K	Redarea culorii Clasa	Ra
1	TC-D	10	95	G24 d-1	600	Cald, Int.	2700, 3000, 3500, 4000	1B	80...90
2	TC-D	10	95	G24 d-1	600	Rece	6500	1B	80...90
3	TC-D	13	130	G24 d-1	900	Cald, Int.	2700, 3000, 3500, 4000	1B	80...90
4	TC-D	13	130	G24 d-1	900	Rece	6500	1B	80...90
5	TC-D	18	150	G24 d-2	1200	Cald, Int.	2700, 3000, 3500, 4000	1B	80...90
6	TC-D	18	150	G24 d-2	1200	Rece	6500	1B	80...90
7	TC-D	26	170	G24 d-3	1800	Cald, Int.	2700, 3000, 3500, 4000	1B	80...90
8	TC-D	26	170	G24 d-3	1800	Rece	6500	1B	80...90
9	TC-DEL	10	95	G24 q-1	600	Cald, Int.	2700, 3000, 3500, 4000	1B	80...90
10	TC-DEL	13	130	G24 q-1	900	Cald, Int.	2700, 3000, 3500, 4000	1B	80...90
11	TC-DEL	18	150	G24 q-2	1200	Cald, Int.	2700, 3000, 3500, 4000	1B	80...90
12	TC-DEL	26	170	G24 q-3	1800	Cald, Int.	2700, 3000, 3500, 4000	1B	80...90

Nr.	Philips	OSRAM	Sylvania	GE
1	PL- C/2p 10 W/8..	Dulux D 10 W/1-8..	CF-D 10 W/8..	F10DBX/8..
2	-	-	-	F10DBX/865
3	PL- C/2p 13 W/8..	Dulux D 13 W/1-8..	CF-D 13 W/8..	F13DBX/8..
4	-	-	-	F13DBX/865
5	PL- C/2p 18 W/8..	Dulux D 18 W/1-8..	CF-D 18 W/8..	F18DBX/8..
6	-	-	-	F18DBX/865
7	PL- C/2p 26 W/8..	Dulux D 26 W/1-8..	CF-D 26 W/8..	F26DBX/8..
8	-	-	-	F26DBX/865
9	PL-C/4p 10 W/8..	Dulux D/E 10 W/1-8..	CF-DE 10 W/8..	F10DBX/8../4p
10	PL-C/4p 13 W/8..	Dulux D/E 13 W/1-8..	CF-DE 13 W/8..	F13DBX/8../4p
11	PL-C/4p 18 W/8..	Dulux D/E 18 W/1-8..	CF-DE 18 W/8..	F18DBX/8../4p
12	PL-C/4p 26 W/8..	Dulux D/E 26 W/1-8..	CF-DE 26 W/8..	F26DBX/8../4p



Tubul de descărcare este îndoit formând trei coloane în formă de U

Nr.	Simbol	Putere, W	Dimensiuni, mm	Soclu	Flux luminos, lm	Culoarea luminii	Temperatura de culoare corelată, K	Redarea culorii	
								Clasa	Ra
1	TC-T	13	90	GX 24 d-1	900	Cald, Int.	2700, 3000, 3500, 4000	1B	80...90
2	TC-T	13	90	GX 24 d-1	900	Rece	6500	1B	80...90
3	TC-T	18	105	GX 24 d-2	1200	Cald, Int.	2700, 3000, 3500, 4000	1B	80...90
4	TC-T	18	105	GX 24 d-2	1200	Rece	6500	1B	80...90
5	TC-TI (Amalgam)	18	105	GX 24d-2	1200	Cald, Int.	2750, 3000, 4000	1B	80...90
6	TC-T	26	125	GX 24 d-3	1800	Cald, Int.	2700, 3000, 3500, 4000	1B	80...90
7	TC-T	26	125	GX 24 d-3	1800	Rece	6500	1B	80...90
8	TC-TI (Amalgam)	26	125	GX 24 d-3	1800	Cald, Int.	2750, 3000, 4000	1B	80...90
9	TC-TEL	13	90	GX 24 q-1	900	Cald, Int.	2750, 3000, 4000	1B	80...90
10	TC-TELI (Amalgam)	13	90	GX 24 q-1	900	Cald, Int.	2700, 3000, 3500, 4000	1B	80...90
11	TC-TEL	18	105	GX 24 q-2	1200	Cald, Int.	2750, 3000, 4000	1B	80...90
12	TC-TELI (Amalgam)	18	105	GX 24 q-2	1200	Cald, Int.	2700, 3000, 3500, 4000	1B	80...90
13	TC-TEL	26	125	GX 24 q-3	1800	Cald, Int.	2750, 3000, 4000	1B	80...90
15	TC-TELI (Amalgam)	26	125	GX 24 q-3	1800	Cald, Int.	2700, 3000, 3500, 4000	1B	80...90
16	TC-TEL	32	140	GX 24 q-3	2400	Cald, Int.	2750, 3000, 4000	1B	80...90
17	TC-TELI(Amalgam)	32	140	GX 24 q-3	2200-2400	Cald, Int.	2700, 3000, 3500, 4000	1B	80...90
18	TC-TEL	42	155	GX 24 q-4	3200	Cald, Int.	2700, 3000, 4000	1B	80...90
19	TC-TELI (Amalgam)	42	155	GX 24 q-4	3200	Cald, Int.	2700, 3000, 4000	1B	80...90
20	TC-QELI (Amalgam)	42	155	GX 24 q-4	3200	Cald, Int.	3000, 3500, 4000	1B	80...90

Nr.	Philips	OSRAM	Sylvania	GE
1	-	Dulux T 13 W/1-8..	-	F13TBX/8..
2	-	-	-	F13TBX/865
3	-	Dulux T 18 W/1-8..	CF-T 18 W/8..	F18TBX/8..
4	-	-	-	F18TBX/865
5	PL-T/2P 18 W/8..	Dulux T 18 W/1-8..IN	-	-
6	-	Dulux T 26 W/1-8..	CF-T 26 W/8..	F26TBX/8..
7	-	-	-	F26TBX/865
8	PL-T/2P 26 W/8..	Dulux T 26 W/1-8..IN	-	-
9	-	Dulux T/E 13W/1-8..	-	-
10	-	-	-	F13TBX/8../A/4P
11	-	Dulux T/E 18 W/1-8..	CF-TE 18 W/8..	-
12	PL-T/4p 18 W/8..	Dulux T/E 18 W/1-8..IN	-	F18TBX/8../A/4P
13	-	Dulux T/E 26 W/1-8..	CF-TE 26 W/8..	-
15	PL-T/4p 26 W/8..	Dulux T/E 26 W/1-8..IN	-	F26TBX/8../A/4P
16	-	Dulux T/E 32 W/1-8..	CF-TE 32 W/8..	-
17	PL-T/4p 32 W/8..	Dulux T/E 32 W/1-8..IN	-	F32TBX/8../A/4P
18	-	Dulux T/E 42 W/1-8..	-	-
19	PL-T/4p 42 W/8..	Dulux T/E 42 W/1-8..IN	-	-
20	-	-	-	F42QBX/8../A/4P





Soclul are patru pini

Nr.	Simbol	Putere W	Dimensiuni mm	Soclu	Flux luminos lm	Culoarea luminii	Temperatura de culoare corelată, K	Redarea culorii	
								Clasa	Ra
1	TC-L	18	225	2 G 11	750	Cald, Int.	3000, 3800, 5400	1A	90...100
2	TC-L	18	225	2 G 11	1200	Cald, Int.	2700, 3000, 3500, 4000	1B	80...90
3	TC-L	24	320	2 G 11	1200	Cald, Int.	3000, 3800, 5400	1A	90...100
4	TC-L	24	320	2 G 11	1800	Cald, Int.	2700, 3000, 3500, 4000	1B	80...90
5	TC-L	36	415	2 G 11	1900-2400	Cald, Int.	3000, 3800, 5000, 5400	1A	90...100
6	TC-L	36	415	2 G 11	2900	Cald, Int.	2700, 3000, 3500, 4000	1B	80...90
7	TC-L	36	415	2 G 11	2900	Rece	6000	1B	80...90
8	TC-L	40	535	2 G 11	2200	Rece	5400	1A	90...100
9	TC-L	40	535	2 G 11	3500	Cald, Int.	2700, 3000, 3500, 4000	1B	80...90
10	TC-L	55	535	2 G 11	3000	Cald, Int.	3000, 5400	1A	90...100
11	TC-L	55	535	2 G 11	4800	Cald, Int.	2700, 3000, 3500, 4000	1B	80...90
12	TC-F	18	122	3 G 10	1100	Cald, Int.	2700, 3000, 4000	1B	80...90
13	TC-F	24	165	3 G 10	1700	Cald, Int.	2700, 3000, 4000	1B	80...90
14	TC-F	36	217	3 G 10	2800	Cald, Int.	2700, 3000, 4000	1B	80...90

Nr.	Philips	OSRAM	Sylvania	GE
1	-	Dulux L 18 W/2-9..deLuxe	-	-
2	PL-L/4p 18 W/8..	Dulux L 18 W/1-8..	CF-L 18 W/8..	F18BX/8..
3	-	Dulux L 24 W/2-9..deLuxe	-	-
4	PL-L/4p 24 W/8..	Dulux L 24 W/1-8..	CF-L 24 W/8..	F24BX/8..
5	PL-L/4p 36 W/9..	Dulux L 36 W/2-9..deLuxe	-	-
6	PL-L/4p 36 W/8..	Dulux L 36 W/1-8..	CF-L 36 W/8..	F36BX/8..
7	-	Dulux L 36 W/1-860	-	-
8	-	Dulux L 40 W/12-940 deLuxe	-	-
9	PL-L/4p 40 W HF/8..	Dulux L 40 W/1-8..	CF-LE 40 W/8..	F40BX/8..
10	-	Dulux L 55 W/2-9..deLuxe	-	-
11	PL-L/4p 55 W HF/8..	Dulux L 55 W/1-8..	CF-LE 55 W/8..	F55BX/8..
12	-	Dulux F 18 W/8..	CF-F 18 W/8..	-
13	-	Dulux F 24 W/8..	CF-F 24 W/8..	-
14	-	Dulux F 36 W/8..	CF-F 36 W/8..	-



## Lampă fluorescentă circulară

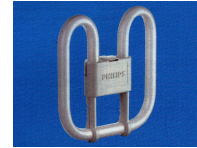
Nr.	Simbol	Putere, W	Diametru, mm	Soclu	Flux luminos, lm	Culoarea luminii	Temperatura de culoare corelată, K	Redarea culorii	
								Clasa	Ra
1	TL-E Pro Super 80 32W/840 1CT	16	307	G10q	2300	Cald	3000	-	85
2	TL-E Pro Super 80 32W/830 1CT	16	307	G10q	2300	Cald	4000	-	85
3	TL-E Pro Super 80 40W/830 1CT	16	409	G10q	3200	Cald	3000	-	85
4	TL-E Pro Super 80 40W/840 1CT	16	409	G10q	3200	Cald	4000	-	85
5	T 16-R	22	225	2 GX 13	1800	Cald, Int.	3000, 4000	1B	80...90
6	T 16-R	22	225	2 GX 13	1700	Rece	6000	1B	80...90
7	T 16-R	40	300	2 GX 13	3200	Cald, Int.	3000, 4000	1B	80...90
8	T 16-R	40	300	2 GX 13	3000	Rece	6000	1B	80...90
9	T 16-R	55	300	2 GX 13	4000	Cald, Int.	3000, 4000	1B	80...90
10	T 16-R	55	300	2 GX 13	3800	Rece	6000	1B	80...90
11	T 16-R	60	375	2 GX 13	5000	Cald, Int.	3000, 4000	1B	80...90

*Descriere produs:* Lampă cu descărcare în vapori de mercur la joasă presiune, cu tub circular de 26 mm

*Caracteristici:* Disponibil de culoare standard și în tipul de culoare /80

*Beneficii:* /80 au un indice ridicat de redare a culorilor și o eficiență ridicată comparativ celor cu culori standard; distribuție a luminii simetrică și omnidirecțională; crează atmosferă de la alb cald la lumina zilei

*Aplicații:* Ideal pentru școli, birouri, magazine, case



## Lampă fluorescentă cuadrant

Nr.	Simbol	Putere, W	Lungime Lxl, mm	Soclu	Flux luminos, lm	Culoarea luminii	Temperatura de culoare corelată, K	Redarea culorii	
								Clasa	Ra
1	PL-Q Pro 16W/827/2P 1CT	16	141x138	GR 8	1050	Cald	2700	-	82
2	PL-Q Pro 16W/827/2P SLV	16	141x138	GR 8	1050	Cald	2700	-	82
3	PL-Q Pro 16W/830/2P 1CT	16	141x138	GR 8	1050	Cald	3000	-	82
4	PL-Q Pro 16W/830/2P SLV	16	141x138	GR 8	1050	Cald	3000	-	82
5	PL-Q Pro 16W/835/2P 1CT	16	141x138	GR 8	1050	Int.	3500	-	82
6	PL-Q Pro 16W/835/2P SLV	16	141x138	GR 8	1050	Int.	3500	-	82
7	PL-Q Pro 28W/827/2P 1CT	28	207x205	GR 8	2050	Cald	2700	-	82
8	PL-Q Pro 28W/830/2P 1CT	28	207x205	GR 8	2050	Cald	3000	-	82

*Descriere produs:* Lampă fluorescentă compactă cu formă de cuadrant

*Caracteristici:* Se potrivesc aparatelor de iluminat 2D deja instalate

*Beneficii:* Nivelul optim al fluxului luminos și nivelul înalt al calității luminii; economii de energie și un indice de redare a culorilor ridicat; durată de viață lungă

*Aplicații:* Coridoare, grupuri sanitare, casa scărilor, recepții

*Aparate de iluminat:* Se potrivesc atât aparatelor de iluminat rotunde cât și celor dreptunghiulare

## Lămpi fluorescente tubulare

Lămpile fluorescente tubulare (LFT) sunt lămpi cu descărcare de vapori de mercur la presiune joasă. Vaporii de mercur sunt excitați în interiorul unui tub de sticlă cu ajutorul unui câmp electric creat între electrozi, ce generează emisii de radiații invizibile ultraviolete. Numai cu ajutorul materialului fluorescent (fosfor), radiația ultravioletă poate fi convertită în radiație vizibilă (lumină). Există posibilitatea de a se modifica culoarea sau indicele de redare a culorilor pentru lampă prin modificarea materialului fluorescent. De-a lungul anilor au fost dezvoltate noi și noi tipuri de lămpi, având diametre din ce în ce mai reduse. Pentru noile lămpi T16/T5 cu diametru de 16 mm (5 x 1/8"), există două categorii, fiecare dintre acestea având patru trepte de putere. Prima, cea a lămpilor fluorescente de înaltă eficiență (14, 21, 28, 35 W) a fost optimizată în sensul producerii unei emisii luminoase cât mai ridicate. Pentru categoria lămpilor fluorescente de putere mare (24, 39, 54, 49/80 W), au fost obținute valori mai ridicate ale fluxului luminos, comparativ cu mărirea lungimii lămpii. Lămpile fluorescente T16/T5 emit un flux luminos maxim la o temperatură de 35 °C comparativ cu temperatura de 25 °C pentru lămpile fluorescente T26. "Punctul rece" caracteristic procesului generării luminii este localizat la capătul lămpii, spre deosebire de lămpile clasice la care acesta este situat la mijlocul lămpii.

*Abrevieri:* T38, T26, T16, T-RTR16, T7

*Tipuri constructive:* În formă de bară, de inel sau de "U", având diferite caracteristici luminotehnice și incluzând o gamă variată; principalele tipuri: T26 18-58W și T16 14-80W.

*Lumina:* Fluxul luminos 300-7000 lm; eficacitatea luminoasă 100 lm/W; culoare caldă, intermediară și rece, clasă de redare a culorilor 1A-3.

*Producători:* Philips, Osram, GE, SLI (Sylvania) și alții

*Balast:* Balast magnetic cu starter sau balast electronic

*Soclu:* G5 (T16) sau G13 (T26, T38) cu pini

*Istoric:* În 1939 a fost prezentat primul T38 la o expoziție internațională din New-York, în 1976 a apărut T26 utilizând material trifosforic, în 1982 - lămpile compact fluorescente, în 1995 - lămpile fluorescente de diametru redus T16 (de eficiență ridicată și de putere mare), iar în 1999 - lămpile fluorescente circulare T-R16.

*Proprietăți speciale:* Eficacitate luminoasă înaltă și foarte înaltă, un indice de redare a culorilor bun și foarte bun, gamă variată, reglabile.

## Lămpi fluorescente tubulare



Nr.	Simbol	Putere, W	Lungime, mm	Soclu	Flux luminos, lm	Culoarea luminii	Temperatura de culoare corelată, K	Redarea culorii	
								Clasa	Ra
1	T 16	14	549	G 5	1270	Cald, Int.	2700, 3000, 3500, 4000	1 B	80...90
2	T 16	14	549	G 5	1220	Rece	6000, 6500	1 B	80...90
3	T 16	21	849	G 5	1970	Cald, Int.	2700, 3000, 3500, 4000	1 B	80...90
4	T 16	21	849	G 5	1880	Rece	6000, 6500	1 B	80...90
5	T 16	28	1149	G 5	2730	Cald, Int.	2700, 3000, 3500, 4000	1 B	80...90
6	T 16	28	1149	G 5	2580	Rece	6000, 6500	1 B	80...90
7	T 16	35	1449	G 5	3430	Cald, Int.	2700, 3000, 3500, 4000	1 B	80...90
8	T 16	35	1449	G 5	3185	Rece	5000	1 B	80...90
9	T 16	35	1449	G 5	3290	Rece	6000, 6500	1 B	80...90
10	T 16	24	549	G 5	1860	Cald, Int.	2700, 3000, 4000	1 B	80...90
11	T 16	24	549	G 5	1770	Rece	6000	1 B	80...90
12	T 16	39	849	G 5	3250	Cald, Int.	2700, 3000, 4000	1 B	80...90
13	T 16	39	849	G 5	3090	Rece	6000	1 B	80...90
14	T 16	49	1449	G 5	4165	Cald, Int.	2700, 3000, 4000	1 B	80...90
15	T 16	54	1149	G 5	4650	Cald, Int.	2700, 3000, 4000	1 B	80...90
16	T 16	54	1149	G 5	4315	Rece	5000	1 B	80...90
17	T 16	54	1149	G 5	4420	Rece	6000	1 B	80...90
18	T 16	80	1449	G 5	6510	Cald, Int.	3000, 4000	1 B	80...90
19	T 16	80	1449	G 5	6180	Rece	6000, 6500	1 B	80...90
20	T 26	18	590	G 13	940-1000	Cald,Int.,Rece	3000, 3800, 4000, 5000, 5400	1 A	90...100
21	T 26	18	590	G 13	1050-1100	Rece	6500	1 A	90...100
22	T 26	18	590	G 13	1350	Cald, Int.	2700, 2950, 3000, 3400, 3500, 4000	1 B	80...90
23	T 26	18	590	G 13	1300	Int., Rece	5000, 6000, 6300, 6500	1 B	80...90
24	T 26	18	590	G 13	1100	Int.	4000, 4050	2 A	70...80
25	T 26	18	590	G 13	950-1050	Rece	6500	2 A	70...80
26	T 26	18	590	G 13	1150	Int.	4000, 4300	2 B	60...70
27	T 26	18	590	G 13	1150	Cald, Int.	2950, 3000, 3450, 3500, 4000	3	40...60
28	T 26	30	895	G 13	1600-1750	Cald, Int.	3000, 4000	1 A	90...100
29	T 26	30	895	G 13	1600-1700	Rece	6500	1 A	90...100
30	T 26	30	895	G 13	2350-2450	Cald, Int.	2700, 2950, 3000, 3400, 4000	1B	80...90
31	T 26	30	895	G 13	2250-2300	Rece	6000, 6500	1B	80...90
32	T 26	30	895	G 13	1800-2000	Int.	4000	2A	70...80
33	T 26	30	895	G 13	1800-2000	Rece	6500	2A	70...80
34	T 26	30	895	G 13	2200-2300	Int.	4000-4300	2B	60...70
35	T 26	30	895	G 13	2200-2350	Cald, Int.	2950, 3000, 3450, 3500, 4000	3	40...60
36	T 26-1m	36	970	G 13	2100	Int.	5000	1A	90...100
37	T 26-1m	36	970	G 13	3000-3100	Cald, Int.	2700, 3000, 4000	1B	80...90
38	T 26-1m	36	970	G 13	2300-2600	Int.	4000, 4050	2A	70...80
39	T 26-1m	36	970	G 13	1900-2350	Rece	6500	2A	70...80
40	T 26-1m	36	970	G 13	2800	Int.	cca.4000	2B	60...70

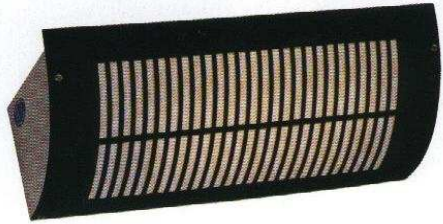


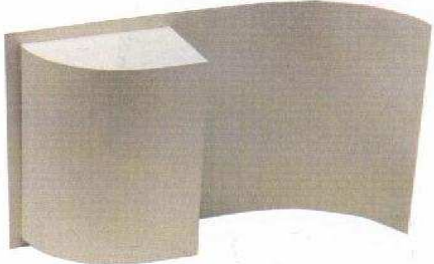
41	T 26-1m	36	970	G 13	2600-2800	Int.	4000	3	40...60
42	T 26	36	1200	G 13	2250-2400	Cald, Int., Rece	3000, 3800, 4000, 5000, 5400	1A	90...100
43	T 26	36	1200	G 13	2300	Rece	6500	1A	90...100
44	T 26	36	1200	G 13	3350	Cald, Int.	2700, 2950, 3000, 3400, 3500, 4000	1B	80...90
45	T 26	36	1200	G 13	3250	Int., Rece	5000, 6000, 6300, 6500	1B	80...90
46	T 26	36	1200	G 13	2600	Int.	4000, 4050	2A	70...80
47	T 26	36	1200	G 13	2350-2500	Rece	6500	2A	70...80
48	T 26	36	1200	G 13	2850	Int.	4000, 4300	2B	60...70
49	T 26	36	1200	G 13	2850	Cald, Int.	2950, 3000, 3450, 3500, 4000	3	40...60
50	T 26	58	1500	G 13	3650-3850	Cald, Int., Rece	3000, 3800, 4000, 5000, 5400	1A	90...100
51	T 26	58	1500	G 13	3700	Rece	6500	1A	90...100
52	T 26	58	1500	G 13	5200	Cald, Int.	2700, 2950, 3000, 3400, 3500, 4000	1B	80...90
53	T 26	58	1500	G 13	5000	Int., Rece	5000, 6000, 6300, 6500	1B	80...90
54	T 26	58	1500	G 13	4100	Int.	4000, 4050	2A	40...57
55	T 26	58	1500	G 13	3750-4000	Rece	6500	2A	40...58
56	T 26	58	1500	G 13	4600	Int.	4000, 4300	2B	40...59
57	T 26	58	1500	G 13	4600	Cald, Int.	2950, 3000, 3450, 3500, 4000	3	40...60

Nr.	Philips	OSRAM	Sylvania	GE
1	TL'5 14 W HE/8..	FH 14 W/8..	-	-
2	TL'5 14 W HE/865	FH 14 W/860	-	-
3	TL'5 21 W HE/8..	FH 21 W/8..	-	-
4	TL'5 21 W HE/865	FH 21 W/860	-	-
5	TL'5 28 W HE/8..	FH 28 W/8..	-	-
6	TL'5 28 W HE/865	FH 28 W/860	-	-
7	TL'5 35 W HE/8..	FH 35 W/8..	-	-
8	TL'5 35 W HE/850	-	-	-
9	TL'5 35 W HE/865	FH 35 W/860	-	-
10	TL'5 24 W HO/8..	FQ 24 W/8..	-	-
11	-	FQ 24 W/860	-	-
12	TL'5 39 W HO/8..	FQ 39 W/8..	-	-
13	-	FQ 39 W/860	-	-
14	TL'5 49 W HO/8..	-	-	-
15	TL'5 54 W HO/8..	FQ 54 W/8..	-	-
16	TL'5 54 W HO/850	-	-	-
17	-	FQ 54 W/860	-	-
18	-	FQ 80 W/8..	-	-
19	-	FQ 80 W/860	-	-
20	TL'D 18W/9.. de Luxe	L18 W/.2-9..Lumilux de luxe	-	F18 W/9..Polilux Deluxe
21	TL'D 18W/965 de Luxe	L18 W/72-965 Biolux	-	-
22	TL'D 18W/8..New Generation	L18 W/.1-8..Lumilux plus eco	F18 W/8.. Luxline plus	F18 W/8..Polilux XL
23	TL'D 18W/8..New Generation	L18 W/11-860Lumilux plus eco	F18 W/860 Luxline plus	F18 W/860Polilux XL
24	TL'D 18W/25	L18 W/25	F18 W/125-ST	F18 W/25
25	TL'D 18W/54	-	F18 W/154-ST	F18 W/54
26	TL'D 18W/33	L18 W/20	F18 W/133-ST	-
27	TL'D 18W/..	L18 W/30	F18 W/129-ST	F18 W/..

28	TL'D 30W/9.. de Luxe	L30 W/32-930 Lumilux de luxe	-	-
29	TL'D 30W/965 de Luxe	L30 W/72-965 Biolux	-	-
30	TL'D 30 W/8..	L 30 W/.1-8..LUMILUX PLUS ECO	F 30 W/8..LUXLINE plus	F 30 W/8..Polylux XL
31	TL'D 30 W/865	L 30 W/11-860 LUMILUX PLUS ECO	F 30 W/860LUXLINE plus	-
32	TL'D 30 W/25	L 30 W/25	-	-
33	TL'D 30 W/54	-	F 30 W/D/154	F 30 W/54
34	TL'D 30 W/33	-	F 30 W/CW/133	-
35	TL'D 30 W/..	-	F 30 W/T8/WW/129	F 30 W/..
36	-	L 36 W/12-950 LUMILUX DE LUXE	-	-
37	TL'D 36 W-1/8	L 36 W/.1-8..-1 LUMILUX PLUS ECO	-	-
38	TL'D 30 W/25	L 36 W/25-1	-	F 36 WM/25
39	TL'D 30 W/54	-	-	F 36 WM/54
40	TL'D 30 W/33	-	-	-
41	TL'D 30 W/29	-	-	F 36 WM/33
42	TL'D 36 W/9..de Luxe	L 36 W/.2-9.. LUMILUX DE LUXE	-	F 36 W/9.. Polylux Deluxe
43	TL'D 36 W/965 de Luxe	L 36 W/72-965 BIOLUX	-	-
44	TL'D 36 W/8..New Generation	L 36 W/.1-8..LUMILUX PLUS ECO	F 36 W/8.. Luxline plus	F 36 W/8..Polylux XL
45	TL'D 36 W/8..New Generation	L 36 W/11-860 LUMILUX PLUS ECO	F 36 W/860 Luxline plus	F 36 W/860 Polylux XL
46	TL'D 36 W/25	L 36 W/25	F 36 W/125-ST	F 36 W/25
47	TL'D 36 W/54	-	F 36 W/154-ST	F 36 W/54
48	TL'D 36 W/33	L 36 W/20	F 36 W/133-ST	-
49	TL'D 36 W/..	L 36 W/30	F 36 W/129-ST	F 36 W/..
50	TL'D 58 W/9..de Luxe	L 58 W/.2-9.. LUMILUX DE LUXE	-	F 58 W/9.. Polylux Deluxe
51	TL'D 58 W/965 de Luxe	L 58 W/72-965 BIOLUX	-	-
52	TL'D 58 W/8..New Generation	L 58 W/.1-8..LUMILUX PLUS ECO	F 58 W/8.. Luxline plus	F 58 W/8..Polylux XL
53	TL'D 58 W/8..New Generation	L 58 W/11-860 LUMILUX PLUS ECO	F 58 W/860 Luxline plus	F 58 W/860 Polylux XL
54	TL'D 58 W/25	L 58 W/25	F 58 W/125-ST	F 58 W/25
55	TL'D 58 W/54	-	F 58 W/154-ST	F 58 W/54
56	TL'D 58 W/33	L 58 W/20	F 58 W/133-ST	-
57	TL'D 58 W/..	L 58 W/30	F 58 W/129-ST	F 58 W/..

Nr. crt.	Tip aparat		Caracteristici	Denumire	Furnizor
1	PSFL-01		15/20 W	Galaxia	ELBA
2	PSFL-02 PSFL-04		18/26 W	Galaxia	ELBA
3	PA-180R PA-233R		9 W G23	Ronda	ELBA
4	APL-01		18/26 W G24d2/d3	Eclipsa	ELBA

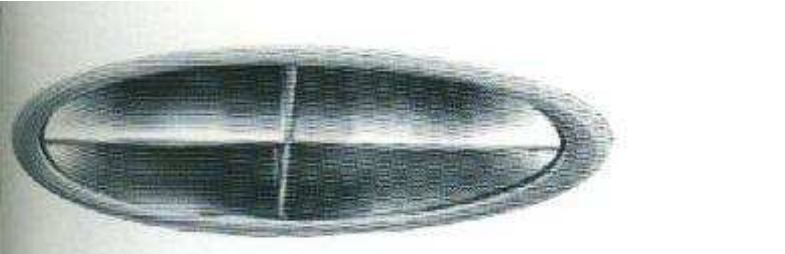
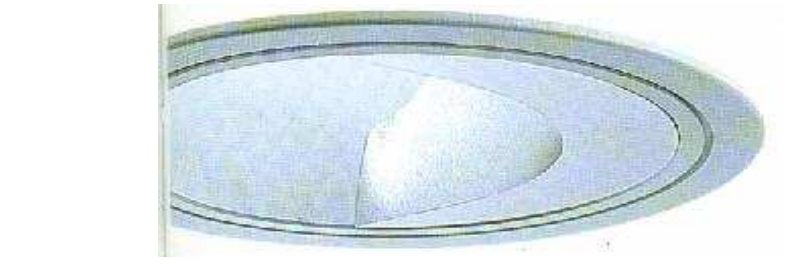
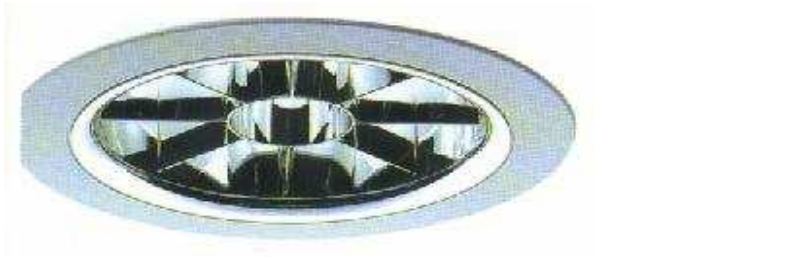




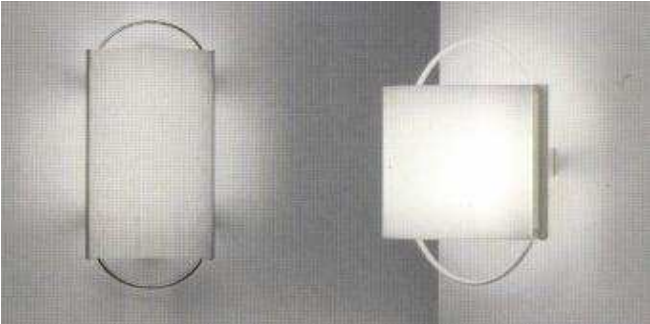

5	APL-02		18 W G24d2	Scala	ELBA
6	AE-03		9 W G23	Gala	ELBA
7	AMY		26 W	AMY	ELBA
8	CRISTINA		26 W	CRISTINA	ELBA

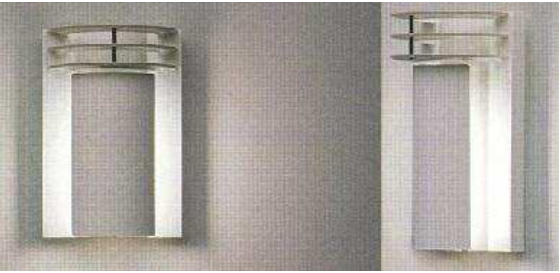

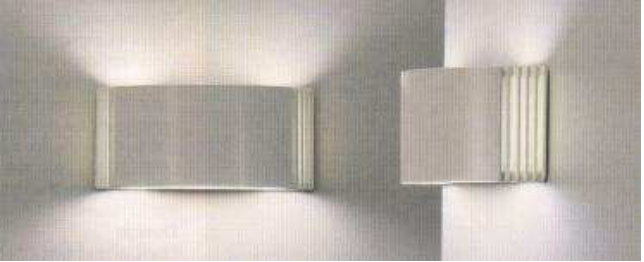
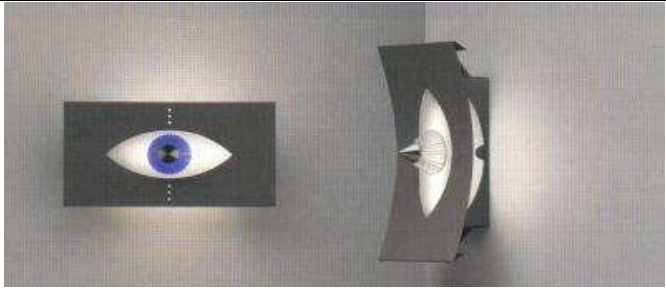
9	IRIS		26 W	IRIS	ELBA
10	SFLA-01 SFLA-02		18/26 W G24d2/d3	Orizont	ELBA
11	APD-01		2x9 W G23	Prisma	ELBA
12	S.4819 S.4829 S.4839		18 W G24d2	Minispark	SIMES

13	S.4928.19		18 W G24d2	Ring	SIMES
14	S.4449		18 W G24d2	Prado	SIMES
15	S.6769 S.6869		36 W 2G10	Vedo	SIMES
16	FD 1000/E 160 TC-D		2X13 W		ZUMTOBEL

17	FD 2000/E 160/200/240				ZUMTOBEL
18	DL 4000/E 200 TC-DEL		2x26 W		ZUMTOBEL
19	DL 4000/E 250 TC-D		2x13 W		ZUMTOBEL
20	DL 4000W/E 200 2xTC-D		2x18 W		ZUMTOBEL

21	DL-KSR/E 240		2x26 W		ZUMTOBEL
22	CHW-L/CHW-F 190		18 W	Optos-CHW	ZUMTOBEL
23	CLR 177		18 W	Optos-CLR	ZUMTOBEL
24	RHAPSODY		2x26 W		ZUMTOBEL



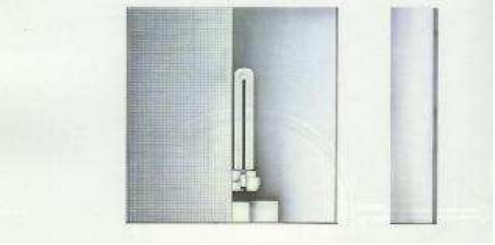
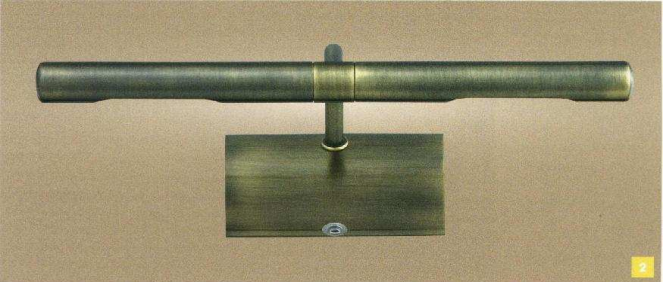
25	PLEIAD BASIC		10 W G24d-1		FAGERHULT
26	CELLO		24/28/38 W		FAGERHULT
27	DISCOVERY		13/18/26 W		FAGERHULT

28	SILUETT		2x18 W		FAGERHULT
29	APOSTROPH		2x18 W		FAGERHULT
30	PEGASUS		36 W		FAGERHULT
31	PELAID MURALO		13 W		FAGERHULT

32	TINARA		10/13/18 W		FAGERHULT
33	ZINTRA		18/24/36/55 W		FAGERHULT
34	ACACIA		18 W		FAGERHULT
35	TERES		18/24/36/55 W		FAGERHULT



36	ANIARA		16/28/38 W		FAGERHULT
37	GLORIA		9/18/24 W		FAGERHULT
38	PAELLA		3X36 W 2G10		FONTANA
39	QUADRA		24 W 2G10		FONTANA

40	GOA		2x20W E27		FONTANA
41	ANANAS		10 W G24d-1		FONTANA
42	SIMPLE WHITE		36 W 2G10		FONTANA
43	3644		2x20 W G9	Picture Light	RABALUX

44	2311		2x9 W G23	Compact	RABALUX
45	5800		20 W G9	Periodic	RABALUX
46	5809		3x20 W G9	Periodic	RABALUX
47	SL-26CJS		26 W G24d2	Mini-Flat	TLB

48	TF8005E/NK		2x26/32/42 W	Circle	TLB
49	TF9009/18		18 W G24d2	Cilindro	TLB
50	POLLOCK-BI		42 W	Pollock	TLB
51	FCG620		2x26 W	Adante	PHILIPS

52	FWG200		2x18 W	Gondola	PHILIPS
53	FBS261		2x26 W	Fugato	PHILIPS
54	FBR600		26 W	Odyssey	PHILIPS
55	FBH147		2x18 W	FBH147	PHILIPS

