

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

Subcontractor: 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 4/2007

**Etapa 4 Exploatarea experimentală a sistemului**

**Activitate 4.1 Exploatarea experimentală a sistemului**

- *Prezentarea/Utilizarea Sistemului Informatic pe grupe de utilizatori cu pregătire tehnică – studenți, proiectanți, dealeri, antreprenori;*
- *Organizarea unor Seminarii de prezentare/utilizare a Sistemului Informatic pe grupe de utilizatori fără pregătire tehnică – asociații de locatari, grupuri de case individuale.*

## **Raport de experimentare**

### **1. Obiectul experimentării**

În conformitate cu Planul de activitate, în perioada mai - septembrie 2007 s-a desfășurat activitatea de exploatare experimentală a Sistemului informatic CREFEN. S-a urmărit în special partea referitoare la iluminatul locuințelor.

În acest scop s-au organizat o serie de întâlniri cu diferite grupuri de utilizatori având diferite vârste și calificări profesionale, întâlniri desfășurate ca Seminarii de prezentare și utilizare a Sistemului informatic CREFEN.

**2. Seminarii de prezentare și utilizare a Sistemului Informatic** pe grupe de utilizatori cu pregătire tehnică – studenți, proiectanți, dealeri - și pe grupe de utilizatori fără pregătire tehnică – asociații de locatari, grupuri de case individuale.

În perioada mai - august 2007 s-au organizat mai multe Seminarii de prezentare și utilizare a Sistemului Informatic pe grupe de utilizatori cu pregătire tehnică, respectiv fără pregătire tehnică.

**Universitatea tehnică din Cluj-Napoca**, Facultatea de Construcții și Instalații

Catedra Instalații pentru construcții

Str. 21 Decembrie 1989 Nr. 128-130, Cluj-Napoca

Prezentare: Prof.dr.ing. Florin POP

Data: 18 mai 2007

Participanți 75 studenți din anul IV Instalații

Data: 6 iunie 2007

Participanți 40 studenți din anul V Instalații

**Colegiul Tehnic de Construcții "Anghel Saligny"**

Str. 21 Decembrie 1989 Nr. 126, Cluj-Napoca

Comisia metodică "Tehnologii"

Prezentare: Prof.dr.ing. Florin POP și diriginții claselor participante

Data: 7 iunie 2007

Clasa XII A, profesor diriginte Claudia TOPAN, participanți 33 elevi

Clasa XII B, profesor diriginte ing. Cosina MOLDOVAN, participanți 28 elevi  
Clasa XII C, profesor diriginte ing. Violeta DRAGOȘ, participanți 30 elevi

***S.C. EnergoEco S.R.L.***

Str. Luncii Nr. 5A, Cluj Napoca

Data: 16 iulie 2007

Prezentare: Conf.dr.ing. Dorin BEU

Director ing. Florin POP, EnergoEco

Participanți 20 persoane din Grupul EnergoBit: proiectare, cercetare-dezvoltare, audit energetic

***S.C. PRAGMATIC COMPREST S.R.L.***

Str. Plevnei Nr. 18, Cluj-Napoca

Data: 17 iulie 2007

Prezentare: Prof.dr.ing. Florin POP

Director general ing. Vasile RUSU, PRAGMATIC COMPREST

Participanți 10 persoane din biroul Ofertare

***Asociații de locatari***

Aleea Băița Nr. 1 și 3, Cluj-Napoca

Data: 20 august 2007

Prezentare: Prof.dr.ing. Florin POP

Președinte asociație: Remus POP, Alexandru SOCACIU

Participanți 12 persoane

***Grup locuințe individuale***

Str. Trifoiului Nr. 11 și 13, Cluj-Napoca

Data: 21 august 2007

Prezentare: Conf.dr.ing. Dorin BEU

Participanți 5 persoane

Ansamblu rezidențial Bela Parc, Str. Bună Ziua f.n., Cluj-Napoca

Data: 22 august 2007

Prezentare: Conf.dr.ing. Dorin BEU

Participanți 7 persoane

**3. Condițiile desfășurării experimentării (durata, proceduri de testare)**

Durata fiecărui Seminar a fost de 2 ore.

Programul Seminarilor a fost următorul:

- a) Prezentare proiectului SISTEM INFORMATIC INTEGRAT PENTRU EFICIENȚĂ ENERGETICĂ ȘI ECONOMIE DE ENERGIE ELECTRICĂ ÎN SECTORUL REZIDENȚIAL – CREFEN.
- b) Prezentare Sistemului informatic
- c) Accesarea și testarea componentelor Sistemului informatic, prin parcurgerea modulelor din meniu și pătrunderea în ferestrele aferente fiecărui modul
- d) Analiza modului în care sunt prezentate elementele teoretice și practice legate de sursele de lumină - becurile cu incandescență și lămpile fluorescente - tubulare și compacte.

#### 4. Obiectivele urmărite prin experimentare

S-au urmărit funcționarea sistemului, gradul de dificultate al parcurgerii diferitelor module componente, testarea soluții tehnice oferite de Sistem și evaluarea performanțelor acestuia

#### 5. Rezultatele obținute, evaluări

Sistemul informatic este o realizare complexă. Este structurat judicios, urmărind prezentarea graduală a conceptului de eficiență energetică în sectorul rezidențial, cu prezentarea celor mai noi echipamente electrice de uz casnic.

Sunt de semnalat o serie de deficiențe, atât de terminologie incorectă cât și de funcționalitate a diferitelor module sau ferestre. În cele ce urmează sunt menționate câteva dintre aceste neajunsuri.

#### Modulul meniū Eticheta energetică și fișa aparatului

Fereastra ETICHETA ENERGETICA SI FISA APARATULUI

Comentariu - Este necesară prezentarea grafică a unei etichete uzuale, cu descrierea specifică a termenilor menționați

> Explicarea termenilor utilizați în eticheta energetică și în fișă

Comentariu - link-ul ne duce la Glosar. Ar fi de dorit să fie specificați termenii etichetei, care nu sunt în mod necesar aceiași cu termenii din glosar. Desigur că dacă se dorește, în Glosar pot fi incluși acești termeni specifici.

Comentariu. Etichetarea energetică a aparatelor casnice, inclusiv a lămpilor electrice a fost legiferată prin Directivele 97/75/CEE și 98/11/CE a Comisiei Europene.

Eticheta energetică și Fișa de informare asigură informații care permit caracterizarea unui anumit model de aparat și comparația cu alte modele.

Eticheta definită de aceste directive conține indicațiile de bază ale sursei de lumină:

- clasa de eficiență energetică – de la A la G, A fiind clasa cea mai performantă
- fluxul luminos, în lumeni
- puterea absorbită, în W
- durata de viață, în ore
- tensiunea nominală, în V

Sunt prezentate două etichete, pentru o lampă cu incandescență și o lampă fluorescentă compactă.



## **Modulul meni** Proiectarea locuinței cu consum redus de energie

Fereastra Proiectarea locuinței cu consum redus de energie (joc educațional)

Comentariu - Jocul educațional nu este operațional pentru partea de "becuri".

## **Modulul meni** Evaluarea energiei electrice consumate în locuință

### **Fereastra EVALUAREA CONSUMULUI SI A ECONOMISIRII DE ENERGIE ELECTRICA**

> "Evaluarea energiei electrice consumate - formular Excel utilizat"

Comentariu - termenul "formular Excel utilizat" nu sună bine, eventual "Formular energetic"

Întrebare - la rubrica "economii realizate" despre ce economii este vorba, care este nivelul de referință?

### **Fereastra BECURI**

> *Exista în prezent doua tipuri principale de becuri:*

Comentariu - se vorbește despre două tipuri principale de becuri și se enunță cinci poziții, din care doar primele două ar fi corespunzătoare celor două tipuri principale.

- *becuri compact fluorescente, care produc lumina într-un mod mult mai eficient, convertind până la 80% din electricitate în lumina și a caror durată de viață este de până la 15 ani;*

Comentariu - nu cunosc un producător care să aibă menționată în catalogul său o durată de viață atât de mare pentru lămpile fluorescente compacte.

- *calitatea luminii becurilor compact fluorescente a fost îmbunătățită considerabil, astfel încât culoarea luminii generate se apropie de lumina zilei; anumite becuri sunt disponibile cu culori diferite (de la lumina rece la lumina caldă).*

Întrebare - care este referința pentru "a fost îmbunătățită considerabil"?

Comentariu - culoarea radiației luminoase (a luminii) emise de lămpile fluorescente compacte este determinată de compoziția chimică a pulberii fluorescente depuse pe peretele interior al tubului de descărcare. Pe piață se găsesc lămpi cu diferite temperaturi de culoare, cu diferite culori aparente, de la lumina caldă ( $T_c=4000$  K) la lumina rece ( $T_c=6000$  K). Însăși lumina zilei este variabilă ca și culoare a radiației luminoase.

> *Costul becurilor cu consum redus de energie depinde în primul rând de durata lor de viață, cele mai ieftine fiind cele care durează 3 ani, costul tipic fiind între 10 lei și 15 lei, iar cele mai scumpe au o durată de funcționare de 15 ani și costa între 30 lei și 40 lei.*

Comentariu - costul lămpilor fluorescente compacte depinde de calitatea echipamentului electronic de alimentare și filtrare a armonicilor, calitatea pulberii fluorescente și, desigur, de durata de viață asigurată prin construcție.

> *Deoarece consumul acestor becuri are un cost mult mai scăzut (doar 20% din costul becurilor convenționale) se poate acoperi costul inițial în 3 - 12 luni, depinzând de durata de viață a becului și apoi economisi până la 300.000 lei pe bec pe an.*

Comentariu - Și aici și în multe alte locuri, prețurile sunt date în unități diferite - lei vechi, lei noi, euro.

> *Grupuri de aparate electrocasnice [Becuri](#)*

Comentariu - alegerea unui anumit bec este relativ dificilă, întrucât din această fereastră nu se poate accesa direct baza de date. Consider că a fi utilă prezentarea grafică a tipurilor de lămpi ce formează Baza de date și afișarea distinctă a unui link către această Bază de date. Ca utilizator fără cunoștințe tehnice nu am cum să știu ce lampă vreau să aleg/cumpăr/montez dacă nu o văd și nu cunosc producătorul

### **Fereastra COSTURILE DE EXPLOATARE PE ÎNTREAGA DURATA DE VIAȚA A APARATULUI**

> *Când ați selectat modelul / modelele dorite / dorite pentru un grup particular de aparate, baza de date va fi utilizată pentru a face o comparație cu un model tipic de acum 10 ani. Se calculează apoi costurile curente ale electricității, apei și detergentului, economiile obținute, cât și emisiile de dioxid de carbon.*

Comentariu - de ce se face comparația cu un model vechi de 10 ani, care, oricum, nici nu se găsește pe piață, și nici nu ar trebui să mai fie în funcțiune în locuințe. Referința ar trebui să fie făcută între aparatele cele mai performante și cele, să zicem, "clasice" existente pe piață. Dar, care sunt acestea "clasice"???

Comentariu - și aici și în alte locuri se folosește punctul zecimal în loc de virgula zecimală. În tabelul referitor la "Costurile medii în România" se folosesc ambele notații!

### **Modulul meniu Material didactic pentru școli**

CARTEA ELECTRONICA: "ENERGIA SI MEDIUL"

Comentariu - materialul prezentat este structurat logic, dar are o serie de neajunsuri de limbaj și terminologie.

### **Fereastra GLOSAR**

Comentariu - este necesar să fie utilizată terminologia conform standardelor luminotehnice.

## **6. Concluzii, propuneri**

Urmare a activității de evaluare experimentală a Sistemului informatic CREFEN se desprind câteva concluzii și propuneri.

6.1 Sistemul informatic este funcțional și răspunde scopului pentru care a fost realizat.

6.2 Este accesibil unui spectru larg de utilizatori.

6.3 Este necesară revizuirea terminologiei folosite, prin utilizarea termenilor standardizați.

6.4 O serie de termeni sunt folosiți în limba engleză - de exemplu diagrama de la "sumar al locurilor în care se utilizează energia".

6.5 Baza de date privind lămpile trebuie să fie ușor accesibilă, direct și nu prin căutare sau găsire întâmplătoare și trebuie completată cu Durata de viață.

6.6 Cartea electronică și Jocul educațional trebuie revizuite prin funcțiune și terminologie.

6.7 Structura Sistemului informatic ar putea fi prezentată sub forma unei scheme bloc în meniul de deschidere, pentru a cunoaște ansamblul Sistemului și a ușura urmărirea diferitelor module și ferestre de lucru.

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 5/2007

***Etapa 5 Definitivarea sistemului și aplicații***

***Activitate 5.1 Elaborarea formei finale a aplicației web și demonstrarea funcționalității ei***

*Elaborarea documentației din cadrul modulului informatic pentru componenta Iluminat Electric și Natural*

## **Manual de prezentare**

### **1. Recomandări privind proiectarea și realizarea instalației de iluminat în clădirile de locuit**

Proiectarea și realizarea unui iluminat eficient din punct de vedere energetic trebuie să aibă în vedere următoarele aspecte:

- 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;
- cantitatea și calitatea luminii este determinată de destinația încăperii;
- iluminatul localizat se utilizează ori de câte ori este posibil, pentru a reduce energia consumată în iluminat
- folosirea tehnologiilor de iluminat moderne și a mijloacelor de control adecvate;
- lumina naturală este de preferat luminii electrice, atunci când este disponibilă în cantitate suficientă.

Câteva din metodele obținerii unui iluminat interior eficient energetic:

- instalarea aparatelor de iluminat 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 unor aparate de iluminat create special pentru lămpi fluorescente compacte; astfel se va încuraja folosirea lămpilor fluorescente compacte pe toată durata de viață a clădirii;
- folosirea lămpilor fluorescente compacte pentru aparatele de iluminat portabile (veioze de birou) cu o funcționare mai îndelungată de 2 ore pe zi;
- folosirea aparatelor de iluminat ce poartă etichetă energetică de tip A;
- utilizarea senzorilor de prezență pentru aprinderea, respectiv stingerea luminii electrice după nevoie;
- utilizarea unor culori deschise a pereților interiori, în scopul reducerii iluminatului electric;
- asigurarea mijloacelor de pătrundere a luminii naturale în încăperi.

## 2. Modulul ILUMINAT ELECTRIC

Orice persoană este interesată să creeze în locuința sa un mediu luminos modern, confortabil și economic. Aplicația propusă vizează Proiectarea iluminatului electric pe baza puterii instalate minime, accesibilă oricărei persoane cu cunoștințe minime de informatică care are acces la internet.

### Proiectarea iluminatului electric pe baza puterii instalate minime

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

În cazul realizării unui sistem de iluminat eficient energetic care utilizează lămpi fluorescente compacte în iluminatul încăperilor, fluxul luminos emis de aceste lămpi este de circa 5 ori mai mare decât al lămpilor cu incandescență. Astfel, puterea electrică instalată specifică pentru iluminatul locuințelor trebuie redusă de circa 5 ori, la o valoare de minimum  $4 \text{ W/m}^2$  de suprafață a pardoselii.

Cu aceste valori se obține nivelul de iluminare medie pe suprafața de lucru pentru iluminatul general al încăperii de circa 100 lx.

În Tabelul 2.1 sunt date valorile iluminărilor medii în încăperile unei locuințe, pentru un sistem de iluminat general, cu aparate de iluminat montate pe tavan sau pereți și pentru un sistem de iluminat local, cu veioze sau proiectoare montate lângă utilizator (pe masă, pe noptieră, lângă fotoliu, pe tabla din bucătărie).

**Tabelul 2.1**

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

Aplicația realizată permite alegerea oricărui tip de lampă dorită de utilizator - lampa cu incandescență sau lampa fluorescentă compactă, tubulară sau inelară. La alegerea lămpii cu incandescență pentru o anumită încăpere sau pentru întregul apartament, programul utilizează puterea instalată specifică de  $20 \text{ W/m}^2$ , iar la alegerea lămpii fluorescente, programul utilizează puterea instalată specifică de  $4 \text{ W/m}^2$ . Astfel, utilizatorul poate construi diferite variante de echipare a locuinței cu diferite lămpi, comparând la final consumul de energie electrică pe baza datelor din Raport - Puterea instalată totală și Energia consumată totală pe un an de zile.

Avem următoarea succesiune de calcul (prezentată în cazul opțiunii "lampă fluorescentă compactă"):

Pasul 1. Stabilim încăperea în care proiectăm iluminatul electric

Pasul 2. Determinăm aria încăperii/suprafeței iluminate Lungimea x lățimea

Pasul 3. Citim nivelul de iluminare recomandat din Tabelul 2.1

Pasul 4. Determinăm puterea electrică necesară pentru iluminatul general, în W (watt), numită *putere instalată*, cu relația:

$$P_{\text{instalată normată}} = (\text{Nivel de iluminare}/100) \times 4 \text{ W/m}^2 \times \text{Aria încăperii (suprafeței) m}^2, \text{ W}$$

Pasul 5. Alegem lampa fluorescentă compactă pe care dorim să o folosim și notăm puterea lămpii  $P_{\text{lampă}}$  în W; alegerea lămpii se face din baza de date.

Pasul 6. Determinăm numărul de lămpi fluorescente compacte, ca valoarea întregă, cu relația:

$$\text{Nr. lămpi} \geq P_{\text{instalată normată}} / P_{\text{lampă}}$$

Pasul 7. Calculăm puterea instalată reală pentru încăperea analizată

$$P_{\text{instalată reală}} = P_{\text{lampă}} \times \text{Nr. lămpi}$$

Pasul 8. Se repetă calculul pentru fiecare încăpere a apartamentului/casei

Pasul 9. Se calculează puterea instalată totală pentru apartament/casă prin însumarea puterilor instalate reale pentru fiecare încăpere.

Pasul 10. Se calculează energia totală consumată pe un an de zile - considerând timpul de funcționare de 1000 ore pe an (circa 3 ore pe zi ca valoare medie anuală), cu relația

$$\text{Energia}_{\text{totală}} = (P_{\text{instalată totală}} \text{ W} \times 1000 \text{ ore}) / 1000, \text{ kWh}$$

**Aplicația Proiectarea iluminatului electric pe baza puterii instalate minime** este integrată în cadrul sistemului CREFEN.

Aplicația descrisă este o aplicație web realizată folosind un limbaj de scripting orientat pe server, PHP. Este o aplicație simplă, posibil de accesat de către un utilizator cu un minim de cunoștințe de navigare pe Internet.

Pentru a porni aplicația, deschidem browserul de internet și mergem la adresa necesară: [http://atlas.ici.ro/crefen/proiectare\\_locuinta/htm](http://atlas.ici.ro/crefen/proiectare_locuinta/htm), selectăm "Proiectarea locuinței cu consum redus de energie". iar de aici un link ne trimite la locația aplicației: <http://www.cs.ubbcluj.ro/~hfpop/florin/putere>.

Aplicația este preconfigurată pentru cinci încăperi; putem adăuga sau șterge încăperi după necesitate. Putem edita, modifica și reedita încăperile după dorință. Putem chiar obține un raport parțial, prin ignorarea situației încăperilor pentru care încă nu am introdus informații.

Caracteristicile generale ale încăperilor, precum și tipurile de lămpi disponibile în cadrul proiectării, se pot selecta prin câmpuri cu liste derulante. Informațiile care definesc tipurile de încăperi și tipurile de lămpi disponibile sunt citite dintr-un fișier de configurare PHP care poate fi modificat și ajustat după dorință.

Raportul final al aplicației este disponibil, evident, tot ca pagină web. În felul acesta, raportul poate fi salvat sau tipărit de către utilizator în același mod în care salvăm sau tipărim orice pagină web. Va trebui, totuși, să avem în vedere să salvăm frame-ul respectiv, nu toată pagina.



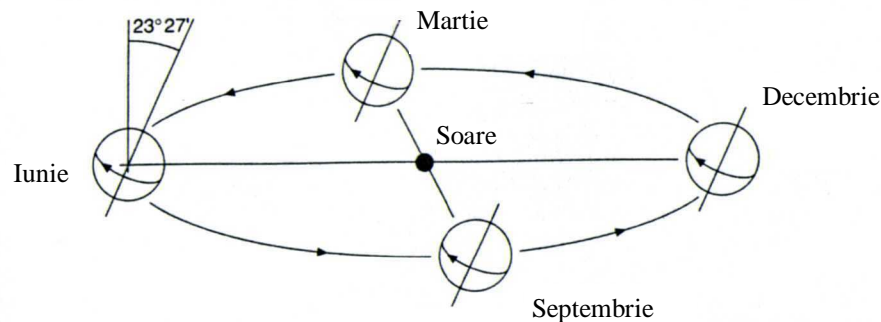
### 3. Modulul ILUMINAT NATURAL

Lumina naturală este dorită în interiorul încăperilor și benefică pentru sănătatea și confortul utilizatorilor. Proiectarea iluminatului natural al încăperilor, stabilirea formei și dimensiunilor ferestrelor, este realizată de arhitectul clădirii/locuinței. Cu toate acestea, este de dorit ca cei care trăiesc în aceste locuințe să aibă unele cunoștințe despre lumina naturală.

#### Lumina soarelui

Fluxul de lumină naturală variază în funcție de timp, iar luminanța bolții cerești nu este nici constantă nici uniformă, datorită schimbării poziției soarelui și variației plafonului de nori. La limita exterioară a atmosferei nivelul iluminării solare este de aproximativ 140.000 lx. După trecerea prin atmosferă, printr-un cer senin și la nivelul mării, nivelul iluminării poate depăși 100.000 lx.

Variațiile specifice ale luminii solare de-a lungul anului provin de la mișcarea Pământului în jurul soarelui și a rotației zilnice în jurul propriei axe. Succesiunea anotimpurilor provine de la unghiul de  $23^{\circ}27'$  dintre planul ecuatorului și planul orbitei.



**Figura 3.1** Orbita Pământului

#### Calitatea luminii naturale

Atât iluminatul natural, cât și cel electric, trebuie să fie considerate extensii naturale ale arhitecturii și nu doar sisteme instalate pentru a conferi oamenilor posibilitatea de a vedea sarcinile și, astfel, de a-și desfășura activitatea, chiar dacă aceste aspecte sunt esențiale. Există puține clădiri în care lumina naturală este suficientă pe toată durata utilizării acesteia, după cum, de asemenea, există foarte multe clădiri pentru care lumina naturală aduce o contribuție semnificativă.

Sinteza unui spațiu bine iluminat natural cu a unui sistem de control al iluminatului electric de calitate poate să conducă la obținerea unei economii de energie în iluminat de 30-70%. Mulți proiectanți de clădiri sunt astăzi conștienți de importanța deosebită a sistemului de vitrare pentru utilizarea luminii naturale și a ridicării calității iluminatului interior, cu considerarea sarcinilor aferente pentru încălzirea sau răcirea încăperii.

Aspectele naturale ale mediului ambiant, calitatea unică a luminii naturale conferă relevanță introducerii acesteia în clădiri:

- *Schimbară și Varietate* – natura soarelui și a cerului conferă luminii naturale o mișcare continuă, care produce lumină și umbră în interiorul încăperii;
- *Culoarea și Vederea* – contactul cu exteriorul determinat de vederea prin fereastră oferă percepția schimbării vremii și a lumii de afară, culoarea naturală asociată luminii naturale, aducerea realității în interior;
- *Modelarea și orientarea, Efectul solar* – starea sufletească creată de variația luminii, în fiecare moment, de la o zi la alta, este afectată de vreme și anotimp, de dinamica luminii.

### Iluminarea naturală exterioară

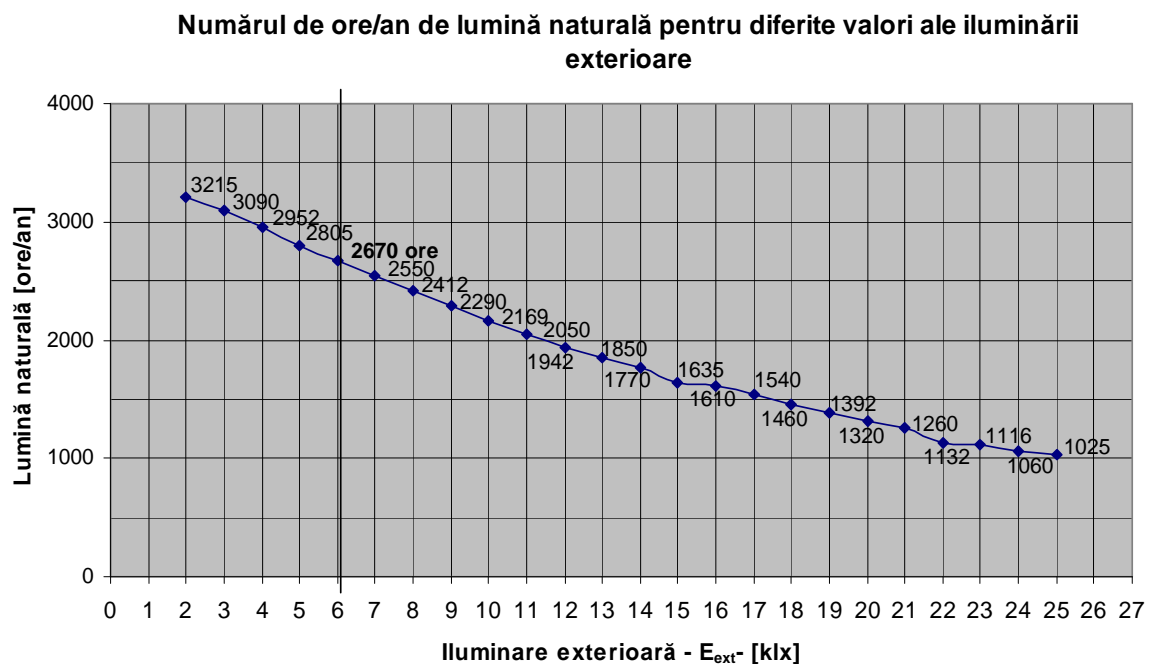
Iluminarea naturală exterioară este funcție de intensitatea luminoasă, care, la rândul ei, depinde de azimutul soarelui, latitudine, anotimp, ora din zi precum și starea de nebulozitate și durata de strălucire a soarelui.

Lumina naturală este determinată de lumina solară directă și de lumina boltei cerului. Adică, lumina zilei vine de la soare și de la cer. Calculul iluminatului natural în clădiri se face doar pe baza luminii primite de la bolta cerului, cu considerarea cazului în care cerul este acoperit de nori.

Astfel, principalul factor care caracterizează climatul luminos al unei regiuni geografice îl constituie lumina solară difuză, lumina primită de la bolta cerului acoperit de nori.

Prin strângerea și prelucrarea datelor geografice și meteorologice s-au stabilit valori medii ale iluminării naturale exterioare, pe luni zile și ore și pe baza lor s-au determinat valorile medii ale *iluminării exterioare critice* (momentul în care este necesar să se aprindă lumina electrică).

Valoarea iluminării exterioare critice în țara noastră este de 6.000 lx, stabilită de standarde. În funcție de valoarea iluminării exterioare critice, se determină durata de timp în ore/an, într-o anumită regiune geografică când iluminatul exterior este mai mare sau egal cu iluminatul exterior critic. În figura 3.2 este dat numărul anual de ore medii de lumină pentru diferitele valori ale niveluri de iluminare exterioare pentru latitudinea de 45° care străbate țara noastră.



**Figura 3.2** Numărul de ore/an de lumina naturală pentru diferite valori ale iluminării exterioare

### Factorul de lumină naturală

Pentru proiectarea sistemelor de iluminare naturală a încăperilor se definește un *factor de lumină naturală*, pe baza luminii difuze primite de la bolta cerului acoperit de nori. Acest factor este utilizat la proiectarea ferestrelor în țările cu climat temperat, cum este și România, din câteva motive:

- prudență: dacă fereastra permite pătrunderea luminii naturale în cazul unui cer acoperit, atunci va pătrunde și mai multă lumină în zilele însorite când iluminarea exterioară este mai mare;
- comoditate: luminanța (strălucirea) unui cer acoperit este aceeași indiferent de orientarea ferestrei spre sud, nord, est sau vest; altfel, ferestrele orientate spre sud primesc de la soare mai multă lumină decât celelalte;
- constanță: iluminarea într-un punct din interiorul încăperii este direct proporțională cu iluminarea exterioară; aceasta înseamnă că pentru un punct din interior, în cazul unui cer acoperit, raportul dintre iluminarea interioară și iluminarea exterioară este constant.

Această constantă, exprimată în procente, este definită ca *factor de lumină naturală*. Acest factor variază de la un punct la altul dintr-o încăpere iluminată natural dar nu este influențat variația nivelului de iluminare exterior:

$$\text{factor de lumină naturală} = (\text{iluminare interioară} / \text{iluminare exterioară}) \times 100 \text{ [\%]}$$

Factorul de lumină naturală se poate determina prin calcul sau se poate obține prin măsurarea iluminărilor interioare și exterioare cu un aparat de măsură numit luxmetru. Cu cât factorul de lumină naturală este mai mare într-un punct dintr-o încăpere, cu atât mai multă lumină naturală va ajunge în acel punct. Factorul de lumină naturală mediu dintr-o încăpere este un parametru important în caracterizarea luminii naturale dintr-o încăpere. Studiile au arătat că un factor mai mare 5% va face ca o încăpere să fie luminoasă pe timpul zilei. Dacă acest factor este mai mic de 2% iluminatul natural nu este suficient, încăperea este întunecată și oamenii care intră în încăpere vor aprinde iluminatul electric și îl vor uita aprins și după ce iasă din încăpere.

În cazul iluminatului natural al unei încăperi cu ferestre, confortul vizual al oamenilor este influențat atât de iluminarea din încăpere, cât și de vederea către exterior, de comparația dintre interior și exterior.

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 5/2007

**Etapa 5 Definitivarea sistemului și aplicații**

**Activitate 5.1 Elaborarea formei finale a aplicației web și demonstrarea funcționalității ei**

*Elaborarea documentației din cadrul modulului informatic pentru componenta Iluminat Electric și Natural*

## Manual de utilizare

### Aplicația Proiectarea iluminatului electric pe baza puterii instalate minime

Normativul pentru proiectarea clădirilor de locuit NP057-02 recomandă *puterea electrică instalată specifică* pentru iluminatul locuințelor la o valoare de minimum  $20 \text{ W/m}^2$  de suprafață a pardoselii. Cu această putere instalată specifică se obține nivelul de iluminare medie pe suprafața de lucru pentru iluminatul general al încăperii de circa 100 lx.

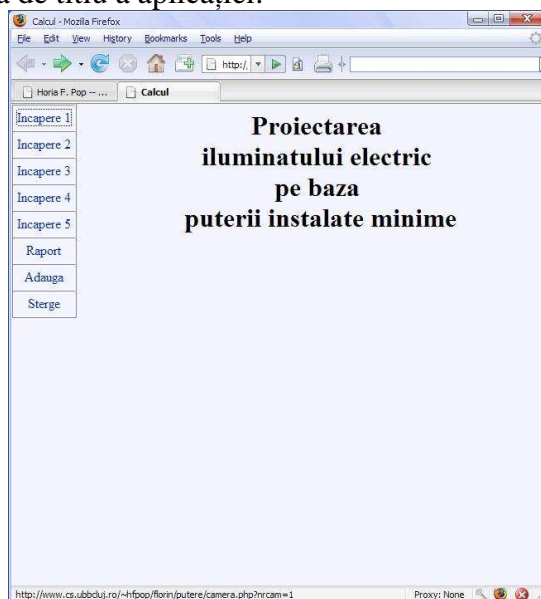
Puterea instalată specifică de  $20 \text{ W/m}^2$  este valabilă pentru utilizarea lămpilor cu incandescență în iluminatul încăperilor.

În cazul realizării unui sistem de iluminat eficient energetic care utilizează lămpi fluorescente compacte în iluminatul încăperilor, fluxul luminos emis de aceste lămpi este de circa 5 ori mai mare decât al lămpilor cu incandescență. Astfel, puterea electrică instalată specifică pentru iluminatul locuințelor trebuie redusă de circa 5 ori, **la o valoare de minimum  $4 \text{ W/m}^2$  de suprafață a pardoselii.**

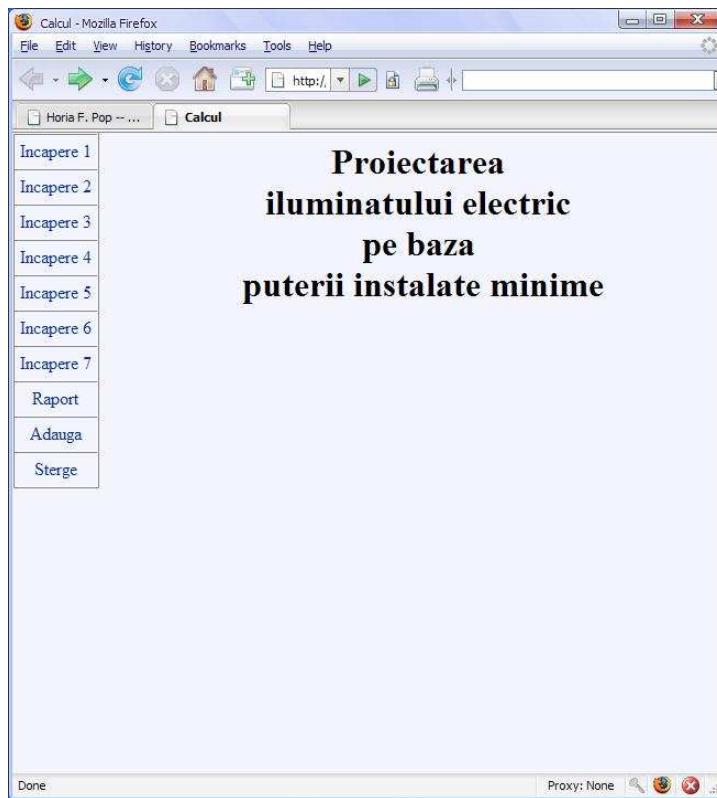
**Aplicația Proiectarea iluminatului electric pe baza puterii instalate minime** este integrată în cadrul sistemului CREFEN.

Pentru a porni aplicația, deschidem browserul de internet și mergem la adresa necesară: [http://atlas.ici.ro/crefen/proiectare\\_locuinta/htm](http://atlas.ici.ro/crefen/proiectare_locuinta/htm), selectăm "Proiectarea locuinței cu consum redus de energie". iar de aici un link ne trimite la locația aplicației: <http://www.cs.ubbcluj.ro/~hfpop/florin/putere>.

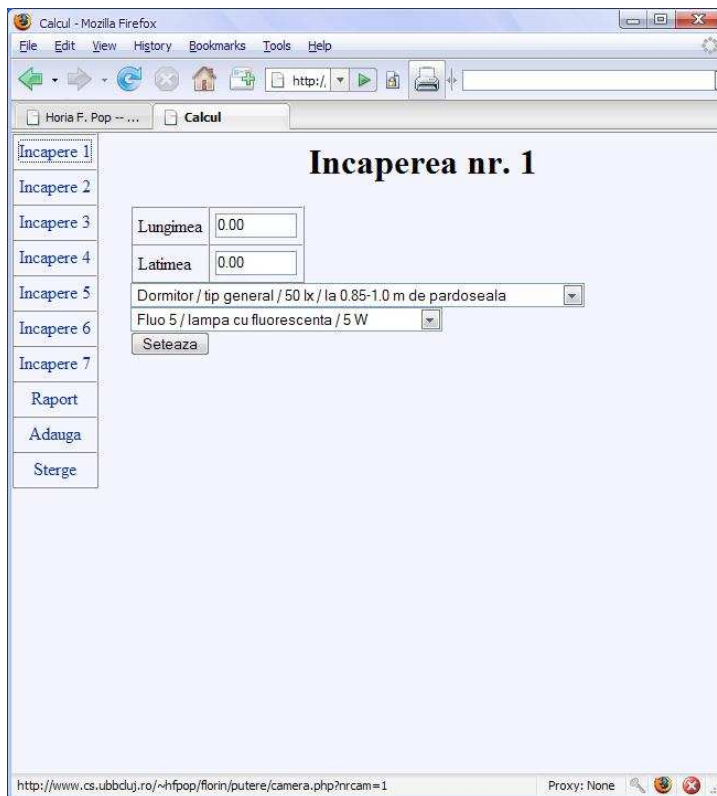
Vom vedea pagina de titlu a aplicației:



Aplicația este preconfigurată pentru cinci încăperi. Putem adăuga sau șterge încăperi folosind ultimele două butoane din meniul din stânga:



Acum suntem pregătiți să introducem informațiile de configurare ale încăperilor.



Să presupunem că ne interesează un apartament cu următoarele date:

- o cameră de zi, dimensiune 5,30 x 3,90, iluminată cu lămpi fluorescente de 28 W;
- o cameră de zi, dimensiune 3,60 x 2,80, iluminată cu lămpi fluorescente de 28 W;
- un dormitor, dimensiune 5,30 x 3,90, iluminat cu lămpi fluorescente de 16 W;
- un birou, dimensiune 4.80 x 2.40, iluminat cu lămpi fluorescente de 36 W;
- o bucătărie, dimensiune 3,40 x 2,50, iluminată cu lămpi fluorescente de 40 W;
- o baie, dimensiune 2,50 x 1,50, iluminată cu lămpi fluorescente de 11 W;
- un hol, dimensiune 4,20 x 1,30, iluminat cu lămpi fluorescente de 11 W.

Vom da click în celula corespunzătoare încăperii pe care dorim să o configurăm, apoi în partea centrală a ferestrei vom introduce informațiile: lungimea și lățimea, iar tipul încăperii și tipul lămpii le vom selecta din câmpurile derulante. După care apăsăm butonul “Setează”. În orice moment putem reveni și putem face modificări. De fiecare dată trebuie, însă, să apăsăm butonul “Setează”.

Vom vedea următoarele:

The screenshot shows the 'Incaperea nr. 1' configuration screen. The left sidebar lists rooms 1 through 7, with room 1 selected. The main area contains input fields for length (5.30) and width (3.90), a dropdown menu for room type ('Camera de zi / tip general / 75 lx'), and another dropdown for lamp type ('Fluo 28 / lampa cu fluorescenta / 28 W'). A 'Seteaza' button is at the bottom. Below these is a table with room details:

Camera de zi	
<b>Lampa Fluo 28</b>	
Aria incaperii	20.67 mp
Nivelul de iluminare	75 lx
Numar lampi instalate	3
Puterea instalata	84 W

The screenshot shows the 'Incaperea nr. 2' configuration screen. The left sidebar lists rooms 1 through 7, with room 2 selected. The main area contains input fields for length (3.60) and width (2.80), a dropdown menu for room type ('Camera de zi / tip general / 75 lx'), and another dropdown for lamp type ('Fluo 28 / lampa cu fluorescenta / 28 W'). A 'Seteaza' button is at the bottom. Below these is a table with room details:

Camera de zi	
<b>Lampa Fluo 28</b>	
Aria incaperii	10.08 mp
Nivelul de iluminare	75 lx
Numar lampi instalate	2
Puterea instalata	56 W

The screenshot shows the 'Incaperea nr. 3' configuration screen. The left sidebar lists rooms 1 through 7, with room 3 selected. The main area contains input fields for length (4.70) and width (2.60), a dropdown menu for room type ('Dormitor / tip general / 50 lx / la 0.85-1.0 m de pardoseala'), and another dropdown for lamp type ('Fluo 16 / lampa cu fluorescenta / 16 W'). A 'Seteaza' button is at the bottom. Below these is a table with room details:

Dormitor	
<b>Lampa Fluo 16</b>	
Aria incaperii	12.22 mp
Nivelul de iluminare	50 lx
Numar lampi instalate	2
Puterea instalata	32 W

The screenshot shows the 'Incaperea nr. 4' configuration screen. The left sidebar lists rooms 1 through 7, with room 4 selected. The main area contains input fields for length (4.80) and width (2.40), a dropdown menu for room type ('Camera de zi / tip local-citit / 300 lx / pe suprafata mesei'), and another dropdown for lamp type ('Fluo 36 / lampa cu fluorescenta / 36 W'). A 'Seteaza' button is at the bottom. Below these is a table with room details:

Camera de zi	
<b>Lampa Fluo 36</b>	
Aria incaperii	11.52 mp
Nivelul de iluminare	300 lx
Numar lampi instalate	4
Puterea instalata	144 W

Calcul - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

http://

Horia F. Pop ... Calcul

Incapere 1

Incapere 2

Incapere 3

Incapere 4

Incapere 5

Incapere 6

Incapere 7

Raport

Adauga

Sterge

## Incaperea nr. 5

Lungimea

Latimea

Bucatarie / tip general / 100 lx / la 0.85-1.0 m de pardoseala

Fluo 40 / lampa cu fluorescenta / 40 W

Seteaza

Bucatarie	
<b>Lampa Fluo 40</b>	
Aria incaperii	8.50 mp
Nivelul de iluminare	100 lx
Numar lampi instalate	1
Puterea instalata	40 W

Done Proxy: None

Calcul - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

http://

Horia F. Pop ... Calcul

Incapere 1

Incapere 2

Incapere 3

Incapere 4

Incapere 5

Incapere 6

Incapere 7

Raport

Adauga

Sterge

## Incaperea nr. 6

Lungimea

Latimea

Camera de baie / tip general / 70 lx / la 0.85-1.0 m de pardoseala

Fluo 11 / lampa cu fluorescenta / 11 W

Seteaza

Camera de baie	
<b>Lampa Fluo 11</b>	
Aria incaperii	3.75 mp
Nivelul de iluminare	70 lx
Numar lampi instalate	1
Puterea instalata	11 W

Done Proxy: None

Calcul - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

http://

Horia F. Pop ... Calcul

Incapere 1

Incapere 2

Incapere 3

Incapere 4

Incapere 5

Incapere 6

Incapere 7

Raport

Adauga

Sterge

## Incaperea nr. 7

Lungimea

Latimea

Hol, coridor / tip general / 85 lx / pe suprafata pardoselii

Fluo 11 / lampa cu fluorescenta / 11 W

Seteaza

Hol, coridor	
<b>Lampa Fluo 11</b>	
Aria incaperii	5.46 mp
Nivelul de iluminare	85 lx
Numar lampi instalate	2
Puterea instalata	22 W

Done Proxy: None



**Raport**

Camera de zi	
Lampa Fluo 28	
Aria incaperii	20.67 mp
Nivelul de iluminare	75 lx
Numar lampi instalate	3
Puterea instalata	84 W

Camera de zi	
Lampa Fluo 28	
Aria incaperii	10.08 mp
Nivelul de iluminare	75 lx
Numar lampi instalate	2
Puterea instalata	56 W

Dormitor	
Lampa Fluo 16	
Aria incaperii	12.22 mp

Suntem gata să vedem raportul final. Pentru asta vom face click în celula “Raport” din bara din stânga ferestrei. Vom vedea următoarele:

Puterea instalata	40 W
-------------------	------

Camera de baie	
Lampa Fluo 11	
Aria incaperii	3.75 mp
Nivelul de iluminare	70 lx
Numar lampi instalate	1
Puterea instalata	11 W

Hol, coridor	
Lampa Fluo 11	
Aria incaperii	5.46 mp
Nivelul de iluminare	85 lx
Numar lampi instalate	2
Puterea instalata	22 W

Total locuinta	
Puterea instalata totala	389 W
Energia totala anuala	389 kWh

Fiind vorba despre o aplicație web, raportul final îl vom salva în același mod în care salvăm orice pagină web. Va trebui, totuși, să avem în vedere să salvăm frame-ul respectiv, nu toată pagina.



## Raport

<b>Camera de zi</b>	
<b>Lampa Fluo 28</b>	
Aria incaperii	20.67 mp
Nivelul de iluminare	75 lx
Numar lampi instalate	3
Puterea instalata	84 W
<b>Camera de zi</b>	
<b>Lampa Fluo 28</b>	
Aria incaperii	10.08 mp
Nivelul de iluminare	75 lx
Numar lampi instalate	2
Puterea instalata	56 W
<b>Dormitor</b>	
<b>Lampa Fluo 16</b>	
Aria incaperii	12.22 mp
Nivelul de iluminare	50 lx
Numar lampi instalate	2
Puterea instalata	32 W
<b>Camera de zi</b>	
<b>Lampa Fluo 36</b>	
Aria incaperii	11.52 mp
Nivelul de iluminare	300 lx
Numar lampi instalate	4
Puterea instalata	144 W
<b>Bucatarie</b>	
<b>Lampa Fluo 40</b>	
Aria incaperii	8.50 mp
Nivelul de iluminare	100 lx

Numar lampi instalate	1
Puterea instalata	40 W
<b>Camera de baie</b>	
<b>Lampa Fluo 11</b>	
Aria incaperii	3.75 mp
Nivelul de iluminare	70 lx
Numar lampi instalate	1
Puterea instalata	11 W
<b>Hol, coridor</b>	
<b>Lampa Fluo 11</b>	
Aria incaperii	5.46 mp
Nivelul de iluminare	85 lx
Numar lampi instalate	2
Puterea instalata	22 W
<b>Total locuinta</b>	
Puterea instalata totala	389 W
Energia totala anuala	389 kWh

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  
Subcontractor: 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 5/2007

#### ***Etapa 5 Definitivarea sistemului și aplicații***

#### ***Activitatea 5.3 Aplicații de evaluare și scenarii de evoluție a consumului***

Analiza beneficiilor energetice directe și educaționale

## **Introducere**

Proiectarea 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, utilizarea Lămpilor Fluorescente Compacte - LFC - în locul Lămpilor cu Incandescență de uz General - LIG - 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 puțini, în iluminatul eficient energetic.

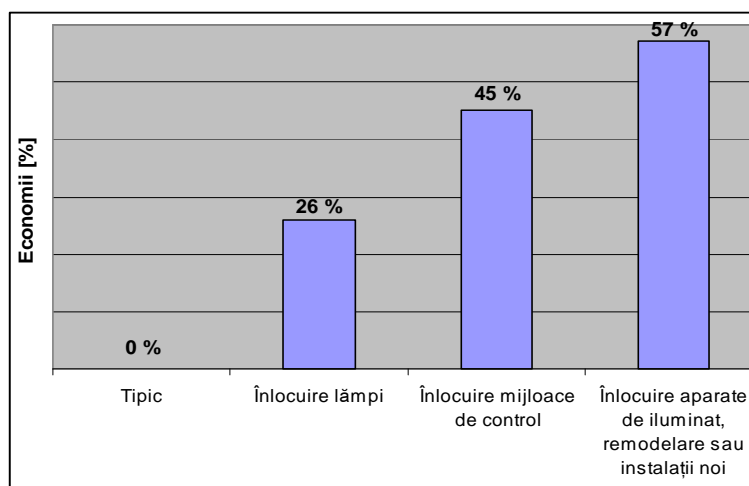
Referitor la tipul lămpii, se recomandă utilizarea LFC cu balast electronic, de preferință separat sau încorporat, cu indice de redare a culorilor mai mare de 80. LFC cu balast magnetic încorporat sunt masive, au o greutate semnificativă și prezintă riscul de a dezechilibra aparatele de iluminat - AI. De altfel, fabricanții importanți nu mai produc LFC cu balast magnetic (convențional). La ora actuală există LFC cu balast electronic încorporat, cu soclu E14 și E27 cu diferite forme, inclusiv apropiate de forma clasică de pară a LIG.

Ca dezavantaje legate de utilizarea LFC se menționează: timpul de aprindere relativ mare, fluxul luminos scăzut la aprindere - ceea ce le face nerecomandabile pentru soluții de comandă cu senzori de prezență - 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 identificate locațiile din clădirile rezidențiale unde lămpile funcționează un număr mare de ore pe zi sau locațiile unde este necesară înlocuirea LIG la intervale relativ mici de timp, datorită funcționării prelungite și epuizării duratei de viață. De exemplu, nu este eficientă utilizarea LFC în grupurile sanitare, unde acestea funcționează un număr relativ redus de ore.

Există o diferență însemnată între balastul cu preț redus destinat integrării în soclul 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.

Simpla înlocuire a AI/LIG 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 1. [9]



**Figura 1** Economii realizate de sistemele de iluminat alternative, comparate cu costurile anuale operaționale ale sistemelor tipice – sursă [9]

### Analiza costurilor LFC

Datorită scăderii continue a prețurilor acestor lămpi, costul unei LFC de calitate medie, care să înlocuiască mulțumitor o LIG cu puterea de 100 W (în termeni de culoare, flux luminos și compatibilitate cu vechile AI), este situat în jurul valorii de cca 15 lei, care este de 1,5 – 2,5 ori mai mare decât cel al lămpilor convenționale – LIG. 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 una-două 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 le mări durata de viață, perioada de returnare a investiției va fi din ce în ce mai mică.

Trebuie să ne orientăm spre LFC care să se potrivească fizic, ca dimensiuni, în AI existente, având totodată o temperatură de culoare satisfăcătoare destinației încăperii și activității ce urmează a se desfășura.

Dar, soluția eficientă energetic este aceea a proiectării unui sistem de iluminat orientat spre folosirea LFC și a unor AI dedicate utilizării LFC, proiectate și executate în concordanță cu formele și dimensiunile acestor lămpi, în locul adoptării metodei simpliste de a schimba LIG cu LFC. Urmare a acestei proceduri de lucru, prin proiectare se reduce numărul de AI și, implicit, se reduce numărul de LFC necesar, deci puterea electrică instalată în locuință și, astfel, energia electrică consumată.

O analiză a costurilor LFC existente pe piață (în câteva magazine de profil din municipiul Cluj-Napoca - 2006-2007) evidențiază costuri de ordinul a 2,9 - 4,3 Euro pentru LFC cu durată de viață scăzută, de până la 3 ani, respectiv de ordinul a 8,6 - 11,4 Euro pentru LFC cu durată de viață mare, de până la 8-10 ani. Cu costul actual al energiei electrice, costul investiției inițiale în LFC poate fi recuperat în 3-12 luni (firește, în raport cu costul unei unități de LFC), după care se obține o economie de până la 8 - 9 Euro per lampă/an.

## **Analiza consumului de energie electrică în iluminat în clădirile rezidențiale**

Analiza consumului de energie electrică în locuințe, respectiv, în iluminat, prezentată în rapoartele preliminare 2006-2006 și în [3, 13, 14], evidențiază un nivel de consum de ordinul a 255 kWh/locuință/an, cu un procent de circa 25% pentru iluminat. Puterea instalată în iluminat este de circa 0,835 kW/locuință, cu un număr mediu de 9 lămpi pe locuință.

Analiza CREFEN 2006 evidențiază un consum în iluminatul casnic de ordinul a 20% din energia consumată într-o locuință. Peste 70% dintre persoanele chestionate sunt interesate de aspectul eficienței energetice în cumpărarea unor echipamente casnice, implicit al celor de iluminat - LFC.

Trei campanii de chestionare desfășurate în cadrul unui program EnERLin de promovare a LFC în locuințe [13, 19] noiembrie 2005 - mai 2007, 520 chestionare - persoane/locuințe -, 1381 LFC utilizate, au condus la cunoașterea numărului mediu al LFC existente într-o locuință, de ordinul a 2,66 unități LFC.

Programul european SAVE menționează o limită superioară rezonabilă de 8 unități LFC pe locuință [1, 2].

Introducerea unei singure unități LFC în fiecare locuință din România ar avea un efect energetic substanțial, marcat prin reducerea energiei electrice consumate cu circa 45.000 MWh/an (un calcul teoretic, bazat pe consumul mediu în iluminat în locuințe în 2004 de cca 2.000.000 MWh/an împărțit la 9 - numărul mediu de lămpi pe locuință și, apoi, la 5 - raportul între puterea electrică a unei LIG și LFC cu același flux luminos emis) [14].

Pe lângă reducerea consumului de energie electrică și diminuarea corespunzătoare a emisiilor poluante în atmosferă, introducerea tehnologiilor eficiente energetic în iluminatul rezidențial - LFC - prezintă un avantaj important și prin reducerea vârfurilor de putere de dimineață și seară absorbite din sistemul energetic național.

Impactul economic subliniat de acest studiu va putea fi obținut doar în urma adoptării unor politici orientate către reducerea consumului de energie electrică, la nivel local și național. Este esențial să fie promovată cunoașterea acestor aspecte de eficiență energetică în iluminat atât de către utilizatorii casnici, cât și de către furnizorii de energie electrică, în scopul reducerii consumului de energie electrică și, implicit, al facturii de energie electrică ale fiecărei familii.

## **Analiza costurilor și beneficiilor managementului instalațiilor de iluminat rezidențial**

În opinia noastră, problematica promovării iluminatului rezidențial cu LFC trebuie abordată sub trei aspecte: global, economic și specific domeniului social și educațional.

În contextul creșterii previzionate a populației Terrei, de până la 8 miliarde în anii 2080, al dezvoltării industriale și al diversificării activității economico-sociale, se apreciază că cererea de energie va crește cu peste 50% față de acest început de secol. Acoperirea acestei cereri poate fi satisfăcută pe două căi: *extensivă* și *intensivă*.

Calea extensivă este bazată, în special, pe sporirea capacităților de producție existente pe combustibili fosili (care, însă, este în dezacord cu cerințele protejării mediului înconjurător) și crearea de noi capacități de producție și modernizarea celor existente bazate pe surse regenerabile, în majoritatea lor nepoluante. Sursele regenerabile de energie reprezintă o soluție viabilă pentru suplimentarea ofertei energetice. Hidroenergetica, centralele solare sau cele eoliene au atins deja o maturitate tehnologică deplină, participând activ la acoperirea curbei de sarcină în multe țări ale lumii sau chiar se constituie doar pentru surse unice de energie - cazul Norvegiei, unde întreaga producție a energiei electrice se bazează pe energia apei. Utilizarea surselor regenerative conferă sistemului de producție o serie de avantaje, cum ar fi: - nu sunt poluante; - cheltueli mici cu mentenanța; - nu pun probleme legate de combustibili; - reprezintă soluții de lungă durată.

Cea de-a doua cale, cea intensivă, presupune, cu prioritate, sporirea randamentelor de producere, transport și utilizare a capacităților existente. Analiza periodică, prin prisma noilor tehnologii și materiale cu performanțele fiecărui inel din lanțul producție, transport, distribuție și utilizare poate scoate la lumină și elimina, cu eforturi financiare minime, cauzele unor consumuri exagerate. În această grupă de acțiuni vedem încadrată problema aportului iluminatului rezidențial cu LFC.

De o deosebită importanță în acțiunea de economisire a energiei la nivelul organizației o are implementarea unui management energetic eficient.

Prin **management energetic** se va înțelege partea managementului general al firmei/societății care, prin conducerea rațională a procesului de schimbări tehnologice și organizatorice, asigură îmbunătățirea eficienței energetice, respectiv reducerea consumurilor energetice pe unitatea de produs sau serviciu, cu menținerea condițiilor de confort solicitate.

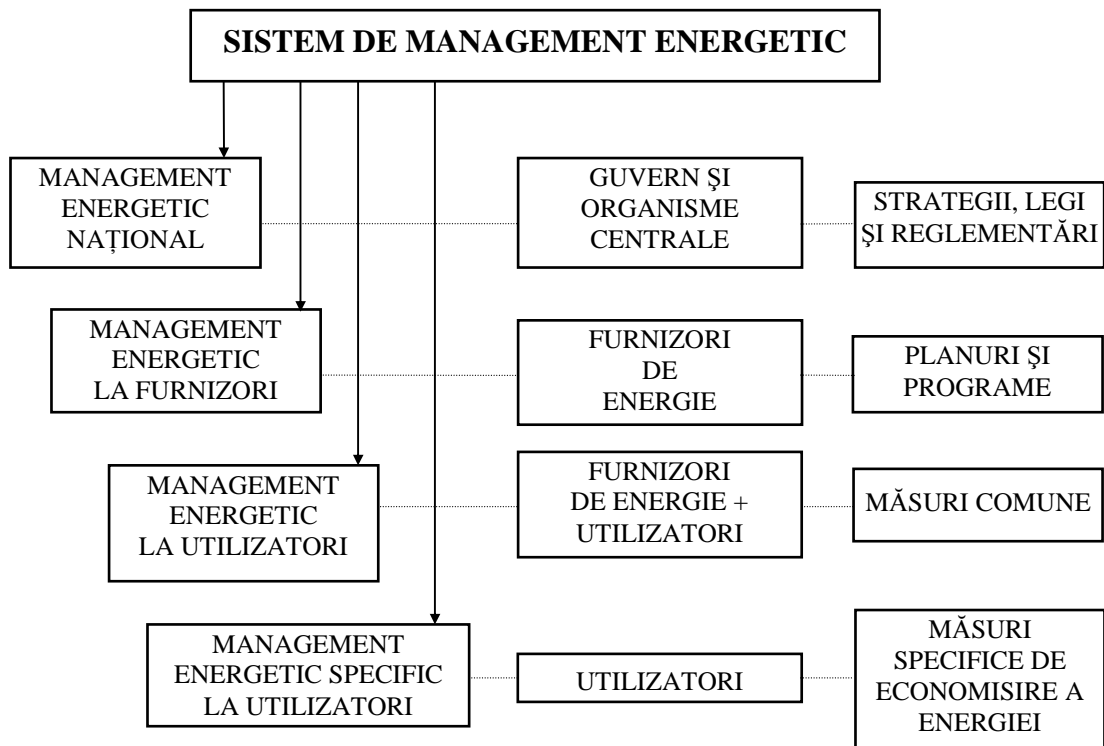
Procesul schimbării tehnologice, ca principal instrument al managementului energetic, poate fi declanșat prin patru acțiuni diferite, însă, toate, având ca element comun gândirea creatoare: - inovarea; - cercetarea programată; - proiectarea experimentală; - proiectarea inginerească de rutină.

Adoptarea LFC într-o clădire nouă sau aflată în exploatare se încadrează în proiectarea inginerească de rutină. Singura condiție pe care trebuie să o îndeplinească inginerul proiectant este aceea de a cunoaște performanțele lămpilor în discuție.

Odată cu creșterea cerințelor de confort ale consumatorilor, specialistul în management energetic trebuie să asigure realizarea dezideratului confort ridicat cu investiții reduse și consum energetic cât mai mic.

Schimbările apărute în sfera echipamentelor de comandă, a lămpilor fabricate, dar și în cerințele consumatorilor, fac ca managementul energetic să fie un proces continuu, după cum continue sunt și schimbările tehnico-științifice.

Pentru creșterea eficienței globale a măsurilor de economisire a energiei, managementul energetic trebuie să se constituie ca un sistem complex, structural pe diferite niveluri, cu atribuții și obiective specifice.



**Figura 2** Structura sistemului de management energetic [8, 11]

*Managementul energetic național*, de care se face responsabil în principal guvernul țării. Gradul de implicare în problema energetică este diferit de la o etapă istorică la alta și depinde de o multitudine de factori. Legislația energetică conține o legislație de tip primar, care legiferează în primul rând principii, și o legislație de tip secundar, respectiv hotărâri și reglementări care precizează modul în care principiile legiferate vor fi interpretate și aplicate.

*Managementul energetic la furnizori* - furnizorii de energie, consumatorii, organismele de reglementare și autoritățile au conceput noi metode de planificare care iau în considerare impactul economic regional sau global, incertitudinile, relația dintre preț și volumul vânzărilor de energie, eficiența energetică și impactul asupra mediului înconjurător. Astfel, se urmărește satisfacerea necesităților de servicii energetice ale consumatorilor la nivelul optimului economic, prin evaluarea opțiunilor de producere și consum. La baza acestui concept stă un proces de analiză multicriterială a variantelor de opțiuni și consecințe privind tehnologiile de producere și de consum, ambele privite ca un tot unitar, ca un sistem complex ce intră în relație cu mediului înconjurător, cu restricțiile și oportunitățile acestuia. De aici rezultă o bună planificare a resurselor - energii primare, tehnologii și forme de energie - care să aibă în vedere criterii ca: preț, calitate, disponibilitate, dorințele consumatorilor, impact asupra mediului.

*Managementul energetic la utilizatori*, care include ansamblul inițiativelor, de orice natură, întreprinse de furnizorul de energie electrică, cu cooperarea sau consimțământul utilizatorului, care să asigure reducerea costului total de energie la un volum echivalent de servicii. Aceste inițiative sunt de ordin tehnic, economic și de marketing și ele au efect asupra:

- \* eficienței economice a activității furnizorilor - prin scăderea volumului de resurse primare necesare unei unități de energie electrică produsă și, implicit, asupra nivelului investițiilor destinate dezvoltării capacităților de producere a energiei electrice;
- \* consumatorilor, prin reducerea costului facturii;
- \* mediului înconjurător, prin reducerea gradului de poluare;
- \* relației dintre furnizori și consumatori care devine de parteneriat;

Promovarea LFC în iluminatul rezidențial este o posibilă inițiativă ce ar putea fi implementată de furnizorul de energie electrică, prin:

- \* conștientizarea consumatorilor asupra importanței și efectelor economice pe care le implică o astfel de promoție, prin informarea și educarea acestora;
- \* acordarea unor avantaje financiare, cum ar fi reducerile la achiziționarea unor LFC eficiente, în colaborare cu producători sau dealeri locali sau naționali.

Pentru a exista, însă, certitudinea că o astfel de inițiativă programată va da rezultatele scontate, înainte de implementarea acesteia se va testa în cadrul unei aplicații pilot sau prin studiu de caz. Rezultatele implementării unei măsuri de promovare a LFC în iluminatul rezidențial vor fi cu atât mai satisfăcătoare, cu cât consumatorii casnici vor participa mai substanțial sub aspect financiar, dar și prin înțelegerea beneficiilor obținute. Eficiența economică a unei astfel de inițiative se va determina prin relația efort/efect, respectiv costuri implicate/beneficii realizate.

*Management energetic specific la utilizatori* poate fi definit ca parte a managementului general al utilizatorului care, prin conducerea rațională a procesului de schimbări tehnologice și organizatorice, asigură îmbunătățirea eficienței energetice, respectiv reducerea consumurilor energetice pe unitatea de produs sau serviciu.

## **Elemente de referință ale managementului energetic al iluminatului în clădiri**

Iluminatul trebuie să fie dimensionat astfel încât să creeze o ambianță cât mai plăcută pentru muncă sau odihnă, asigurând în același timp un consum de energie cât mai rezonabil. Este important ca aspectele vizuale ale unei instalații de iluminat să nu fie compromise prin simpla reducere a energiei consumate. Costul iluminatului, chiar dacă este substanțial, nu reprezintă decât o mică parte din costurile totale aferente desfășurării activității umane într-un anumit spațiu. Impactul negativ al condițiilor vizuale proaste asupra costurilor asociate calității muncii și vieții este de câteva ori mai mare decât cel al iluminatului, astfel încât este o eroare să se economisească energia pe seama eficacității umane și confortului vizual. Pentru proiectarea unei instalații de iluminat este necesar să fie cunoscute standardele în vigoare, caracteristicile și restricțiile spațiului și modalitatea optimă de transpunere în practică a proiectului respectiv.

Sarcina vizuală într-un spațiu rezidențial este foarte diferită în raport cu tipul activității desfășurate, de la citirea unei cărți la pregătirea hranei sau activități de recreere. Caracteristicile sarcinii vizuale determină condițiile cerute unui sistem de iluminat. O proiectare și o execuție îngrijite sunt cerințe apriorice pentru un iluminat electric de bună calitate.

Criteriile principale în proiectarea iluminatului pentru o aplicație dată sunt: - vizibilitatea (funcția vizuală); - *satisfacția vizuală* (funcția ambientală); - *costurile de instalare și funcționare*; - *integrarea în arhitectura clădirii/spațiului interior*; - *întreținerea instalației*; - *eficiența energetică*.

Gradul de importanță al managementului energetic a crescut începând cu anii '70, odată cu escaladarea prețurilor ce energia, deprecierea anumitor surse de energie și cu preocuparea pentru protecția mediului înconjurător. Ca rezultat, o mai mare importanță acordată modului în care clădirile se construiesc, se încălzesc și se iluminează. Criteriile clasice ale arhitecturii au trebuit să fie reconsiderate, astfel încât clădirea să asigure premisele unei folosiri eficiente și economice a energiei. În acest context se înscrie și iluminatul electric, care deține între 25 și 30% din totalul consumului energetic al unei clădiri rezidențiale.

Desfășurarea unui management energetic al iluminatului de înaltă eficiență depinde, în principal, de existența și respectarea, pe de o parte, a normelor și standardelor specifice

iluminatului și, pe de altă parte, a unor programe de management riguros și științific întocmite pentru clădirea în cauză.

Normele și standardele energetice se elaborează la nivel național cu scopul reducerii pierderilor de energie, asigurării unei utilizări eficiente a sistemelor de iluminat, concomitent cu realizarea parametrilor de confort ceruți sau impuși de activitățile ce se desfășoară în clădire.

Programele de management energetic al iluminatului se întocmesc, în special, pentru clădirile social-administrative existente, dar ele pot fi prefigurate și pentru clădiri rezidențiale noi. Aceste programe urmăresc îmbunătățirea eficienței funcționării unui echipament electric prin adoptarea unor soluții energetice eficiente.

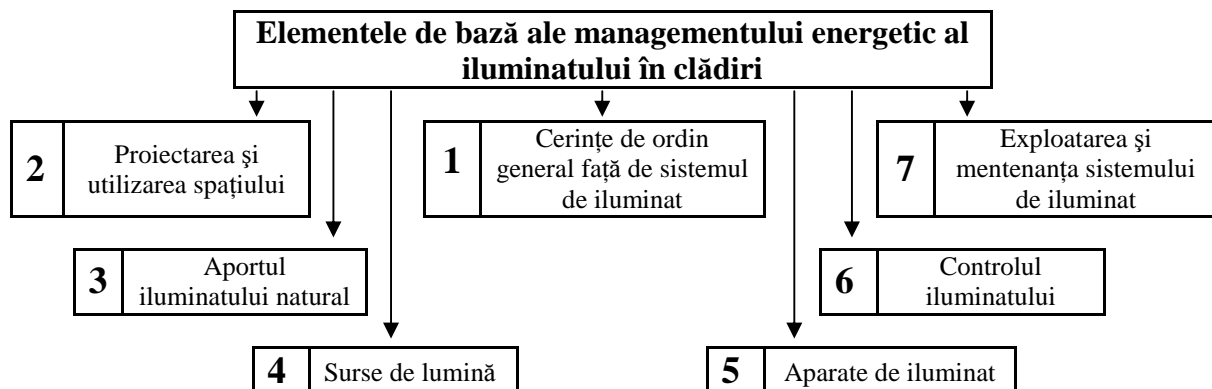
Economia de energie poate fi realizată prin reducerea puterii sistemului de iluminat sau a timpului de utilizare al acestuia. Această economie trebuie obținută fără compromiterea parametrilor calitativi ai iluminatului.

Principalele aspecte pe care le vor avea în vedere consumatorul casnic sau arhitectul clădirii / proiectantul instalației de iluminat sunt:

- componentele instalației de iluminat: aparate de iluminat, lămpi și performanțele tehnico-economice ale lor;
- parametrii specifici încăperilor iluminate: suprafețe, contribuția iluminatului natural, destinația încăperii și mobilarea ei;
- funcționarea și întreținerea instalației de iluminat.

În clădirile existente este de dorit ca iluminatul să fie conform acelorași standarde energetice ca și pentru clădirile noi.

Întrucât standardele și normele energetice referitoare la iluminat sunt cunoscute și, în general, aplicate în practică, ne vom opri, în cele ce urmează, asupra programelor de management energetic al iluminatului - Figura 3 [17].



**Figura 3** Elementele componente ale managementului energetic al iluminatului [17]

*Cerințele de ordin general față de sistemul de iluminat al clădirii* se referă în principal la:

- enumerarea sarcinilor vizuale specifice și localizarea lor pentru determinarea iluminării recomandate;
- gruparea sarcinilor vizuale similare;
- identificarea în spațiile existente a zonelor suprailuminate;
- siguranța în funcționare a sistemului de iluminat;
- cerințe de natură estetică față de sistemul de iluminat;
- enumerarea locurilor de muncă unde se poate aplica/se cere iluminatul local.



**Proiectarea și utilizarea spațiului** se referă la caracteristici ale spațiului care sunt, de cele mai multe ori, determinante în proiectarea sistemului de iluminat, în asigurarea eficienței sale tehnico-economice. Pentru spațiile interioare, în particular acelea cu dimensiuni mari, reflectanțele suprafețelor încăperii trebuie să fie ridicate, ceea ce conduce la creșterea strălucirii ei și, implicit, va reduce sarcina electrică necesară producerii unei iluminări date. Proiectarea și utilizarea unui spațiu poate, de asemenea, avea în vedere iluminatul natural. Finisajele interioare cu mare reflectanță pot spori efectul luminii naturale și compensa, astfel, iluminatul electric.

În general, problematica proiectării și utilizării spațiului urmărește:

- amenajarea planului încăperii, creându-se posibilitatea proiectării unui sistem de iluminat flexibil, selectiv;
- suprafețele încăperii (pereți, tavan, pardoseală și mobilier) vor avea culori deschise pentru utilizarea judicioasă a luminii și reducerea puterii pentru iluminat;
- utilizarea circuitelor modulate sau alimentării prin prize, pentru a putea permite flexibilitatea în amplasarea AI imediat după schimbarea configurației spațiului.

**Aportul iluminatului natural.** Lumina naturală este o excelentă sursă de lumină ambientală. Aportul luminii naturale poate fi, cu suficientă precizie, evaluat de către arhitectul clădirii, dacă se au în vedere modul în care lumina naturală este distribuită în spațiul interior, al încăperilor.

Sporirea aportului luminii naturale poate fi realizată prin maximizarea eficacității suprafețelor vitrate existente (curățirea lor), controlul umbrelor interioare și exterioare, montarea unor dispozitive de control al iluminatului electric funcție de dorința utilizatorilor, de prezența persoanelor în diferitele spații ale unei locuințe sau de nivelul luminii naturale disponibile.

**Surse de lumină.** Producătorii de lămpi publică date informative referitoare la putere, eficacitate, durată de viață, întreținere și costuri, date care se regăsesc pe eticheta energetică a lămpilor. Ca urmare, sursele electrice de lumină pot fi selectate astfel încât să asigure o înaltă eficiență cu respectarea calităților de redare a culorilor, mărimilor fizice și optice, durata de viață. În domeniul rezidențial avem la dispoziție LIG, lămpi cu halogeni, LFC, lămpi fluorescente tubulare, circulare sau quadrant și cele mai recente surse de lumină - LED.

## Analiza beneficiilor educaționale

Beneficiile ce decurg dintr-un program de calcul "joc interactiv pentru educarea utilizatorilor în folosirea unor echipamente din locuințe eficiente energetic", prin schimbarea iluminatului incandescent cu un iluminat fluorescent eficient, respectiv înlocuirea LIG cu LFC, pot fi apreciate prin:

- educație - informare cu privire la conceptele fundamentale;
- experimentare virtuală - verificare și testare fără teama că greșeala ar putea avea urmări de vreun fel;
- realitate virtuală - efecte vizuale de lumină și culoare, pentru încercarea diferitelor lămpi;
- proiectare de instalații de iluminat pe baza unui buget disponibil.

Beneficiile educaționale prin utilizarea programului de către elevi, studenți, pensionari și cum ar putea fi ele cuantificate/analizate, trebuie să aibă în vedere și unele date statistice privind structura activă a populației din România [7]:

- numărul mediu de persoane dintr-o locuință: 2,672
  - = 1,146 sunt persoane active (42,9%)
  - = 1,526 sunt persoane inactice (57,1%), din care:
    - 0,784 pensionari (29,3%)
    - 0,454 studenți și elevi (17%)
    - 0,114 casnice (4,3%)
    - 0,174 alte persoane (6,5%)

Cuantificarea beneficiilor educaționale ar putea să se bazeze pe trei elemente de analiză:

- se poate urmări frecvența preluării programelor și/sau a vizualizării paginii cu jocul interactiv;
- dar ar trebui un feedback form ca parte din program;
- sau, și mai bine, testare înainte și după utilizarea programului, de exemplu la un laborator organizat.

După părerea noastră, pentru promovarea unui iluminat eficient către populație, ar fi util un sistem de fluturași și pliante informative care să completeze informația electronică. Am luat în considerare faptul că nu avem încă un sistem informatic bine răspândit, iar utilizatorii de internet sunt încă foarte puțini.

Sistemul informatic se poate accesa la nivelurile de școală - elevi - și universitate - studenți. Un program interactiv pe calculator pentru elevii începând cu clasa a 5-a, de exemplu, un basic care să facă o comparație între un bec de "modă veche" LIG și o lampă eficient energetică LFC, este mai mult decât binevenit. Puse "în oglindă", având becul normal - LIG - ca referință. Prin schimbarea mai multor tipuri de lămpi eficiente - LFC -, se pot urmări consumuri de energie electrică și costuri comparative, pe un contor tip ceas. Astfel, o parte din timpul acordat unei ore de fizică sau informatică (10 - 15 min) poate fi folosit pentru "jocul" cu un astfel de program.

## Bibliografie

- [1] Atanasiu B. and Bertoldi P., 2005, *Report on Electricity End Use Consumption in New MS and CC in Tertiary and Residential Sectors*, July 2005, JRC - Ispra.
- [2] Berrutto V. and Bertoldi P., 2003, *European Commission energy-efficient lighting initiatives*. Proceedings of the 25th Session of the CIE, San Diego, USA, 2003.
- [3] Beu D., coordonator, 2000, *Studiu privind eficiența energetică a echipamentelor electrice din locuințe – SEEC – Universitatea Tehnica Cluj-Napoca (RO)*, grant Gr 6113/2000.
- [4] Clanton & Associates, 2003, *Residential Lighting Guidelines for Energy Efficiency*, June 2003, Boulder, Colorado, USA
- [5] Environmental Change Unit, 1998, *Domestic Efficient Lighting (DELIGHT)*, University of Oxford (UK), 1998.
- [6] European Commission. Commission Directive 98/11/EC of 27 January 1998 implementing Council Directive 92/75/EEC with regard to energy labelling of household lamps, Official Journal L71, 10.03.1998, pp. 01-08.
- [7] Institutul Român de statistică, Date statistice 2003
- [8] Leca L., Mihăilean C., 1997, *Energia și activitatea umană*, în vol. Principii de management energetic, Editura tehnică, București 1997
- [9] Leslie R.P., Conway Kathryn M., 2000, *The Lighting Pattern Book for Homes*, Lighting Research Center, Reansealer Polytechnic Institute
- [10] Lewis J.O., coordonator, 2003, *EnerBuild RTD Network - FP5 programme, 2001-2003*.
- [11] Mircea, I., Pop, F., ș.a., 2000, *Managementul energiei în condițiile economiei de piață*, Editura SITECH, Craiova
- [12] Onaygil Sermin, Erkin E., Güler Ö., 2005, *Applicable light points in the residences for compact fluorescent lamps and potential energy saving*, Proceedings of the International conference ILLUMINAT 2005 & BalkanLight 2005, June 2005, Cluj- Napoca, Romania
- [13] Pop F., Beu D., 2007, *Residential energy efficient lighting, promoting actions under the frame of national and European projects*, Proceedings of the CIE 26th Session, Beijing 2007, pp. D3-53 - D3-56
- [14] Pop F., Beu D., Ciugudeanu C., 2006, *Promoting actions for lighting energy efficiency and saving in residential buildings in Romania*, International Conference on Energy Efficiency in Domestic Appliances and Lighting – EEDAL'06, London, June 2006
- [15] Pop F., 2003, *Energy efficiency in lighting between regulations and reality*, Proceedings of Workshops Budapest, Prague, Warsaw, Newly Associated States EnerBuild RTD, 2003, ISBN 80-239-0742-5, pp. 38-42
- [16] Pop, F. (coordonator și co-autor), 2000, *Ghidul Centrului de Ingineria Iluminatului – patru volume*, Editura Mediamira, Cluj-Napoca
- [17] Pop, F. (coordonator și co-autor), 1998, *Managementul instalațiilor de iluminat - curs postuniversitar*, Editura Mediamira, Cluj-Napoca, 1998
- [18] U.S. Department of Energy, 2005, *EERE Consumer's Guide Compact Fluorescent Lamps*, Energy Efficiency and Renewable Energy
- [19] Zissis G., 2006, *Progress accomplished in the frame of EnERLIn project during the first 6-month operation*, Ingineria Iluminatului, vol. 8, No. 17 - Summer, 2006