

ILUMINAT EFICIENT ENERGETIC ÎN LOCUINȚE

Florin Pop¹

Dorin Beu¹

Horia F. Pop²

Călin Ciugudeanu³

florin.pop@insta.utcluj.ro

dorin_beu@cluj.astral.ro

hfpop@cs.ubbcluj.ro

calin.ciugudeanu@rpe.ro

1. Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca; 2. Universitatea Babeș-Bolyai; 3. S.C. Romproiect Electro S.R.L.

Rezumat: Proiectarea și construirea unei locuințe eficiente din punct de vedere energetic, necesită o planificare atentă a detaliilor. O abordare globală a proiectării poate ajuta la obținerea unei strategii de succes în ceea ce privește încorporarea tehnologiilor eficiente energetic. Cantitatea și calitatea luminii din jurul nostru denotă cât de bine vedem, lucrăm sau ne jucăm. Lumina ne afectează sănătatea, siguranța, moralul, confortul și productivitatea. Prin proiectarea și alegerea adecvată a sistemului de iluminat, se pot realiza importante economii de energie electrică, păstrându-se, în același timp, un nivel calitativ și cantitativ ridicat al iluminării. Pentru clădirile rezidențiale, o inițiativă cu perspective largi privind realizarea unor economii de energie pe termen lung o constituie înlocuirea lămpilor cu incandescență cu lămpi fluorescente compacte.

Orice persoană este interesată să creeze în locuința sa un mediu luminos modern, confortabil și economic. Se propune o aplicație web pentru proiectarea iluminatului electric pe baza puterii instalate minime. Aplicația este dezvoltată într-un mod simplu, pentru a o face accesibilă utilizatorilor cu cunoștințe minime de informatică având acces la internet.

Cuvinte cheie: eficiență energetică, iluminat, lămpi fluorescente compacte, clădiri de locuit, aplicație web.

Abstract: The design and build of an energy efficient home requires a careful planning of details. A global approach of design may help creating a success strategy towards the use energetically efficient technologies. The light quantity and quality around us denotes how well we see, work or play. The light affects our health, safety, morale, confort and productivity. By adequate design and selection of the lighting system important energy savings may be realised, while maintaining a high qualitative and quantitative illumination level. For residential buildings an initiative with high perspective for the achievement of long run energy savings is the replacement of incandescent lamps with compact fluorescent lamps.

Any person is interested to create in his/her home a modern luminous environment, comfortable and economical in the same time. We propose a we application for the design of electric lighting based on the minimal installed power. The application is developed in a simple manner, to make it accessible to internet users with minimal knowledge of computer science.

Key Words: energy efficiency, lighting, compact fluorescent lamps, households, web application.

1. Introducere

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. 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). Printre factorii care caracterizează iluminatul într-o încăpere sunt și caracteristicile fotometrice ale aparatelor de iluminat (AI) și aranjamentul acestora. Studiul realizat de Centrul de Ingineria Iluminatului Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca în cadrul programului de cercetare de excelență CREFEN [5],[7] prezintă parametri de alegere a unui AI ce pot fi luați în considerare în sectorul rezidențial, barierele față de creșterea utilizării iluminatului eficient energetic în locuințele nou construite, cerințele privind integrarea Lămpilor Fluorescente Compacte (LFC) în designul AI rezidențial. În cazul proiectării instalațiilor de iluminat interior, trebuie avute în vedere și o serie de principii și metode ce țin de eficiența energetică. O aplicație informatică simplă permite oricărei persoane cu cunoștințe minime de informatică să-și proiecteze instalația de iluminat din locuință pe criterii de eficiență economică.

2. Aparat de iluminat pentru interior echipate cu LFC

LFC sunt promovate ca variante alternative la Lămpile cu Incandescență de uz General (LIG) datorită, în primul rând, eficienței energetice ridicate, de circa 4 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.

LFC au dimensiuni reduse ca urmare a îndoirii tubului de descărcare sub formă de U sau în formă circulară – figura 1 [9].

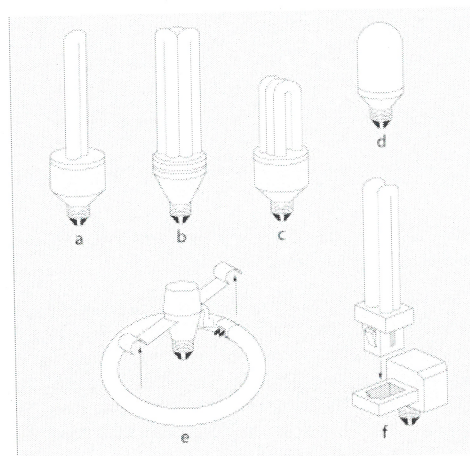


Figura 1. Tipuri constructive de LFC - sursă [9]. (a) un tub, cu balast încorporat, (b și c) trei tuburi, cu balast încorporat, (d) cu balon exterior de reducere a luminanței, cu balast încorporat, (e) modular circular cu balast încorporat, și (f) modular cu soclu dedicat. Tipurile (a) ... (e) au balastul încorporat; tipul (f) are balastul separat.

Fără a lua în discuție avantajele LFC, trebuie avute în vedere și câteva dezavantaje [8]:

1. LFC sunt de multe ori mai mari decât LIG, de aceea nu se potrivesc în multe cazuri la AI 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 creează 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 (dimerele) 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 lămpă; 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; 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, ceea ce duce la o funcționare necorespunzătoare a acestora;
11. funcționarea în AI 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 redusă, la fel ca și în cazul LIG.

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 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 10 lei (3 euro). 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 [11]. LFC cu factor de putere ridicat necesită un număr crescut de componente (deci costuri mai ridicate), așadar, pe piață vor exista mai multe LFC cu factor de putere redus. Utilizarea LFC 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 frecvențe cuprinse între 75-105 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.

AI distribuie lumina spre suprafața de lucru astfel încât activitatea vizuală să poată fi desfășurată cu un înalt grad de confort vizual, asigurând în același timp o ambianță plăcută și o eficiență energetică ridicată. Se montează în tavan fals, pe tavan, atârnate 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 LFC cu eficiență energetică mărită. În cadrul programului EIE-EnERLIn [1] s-a făcut o selecție dintre cele mai reprezentative AI dedicate utilizării LFC – figura 2.

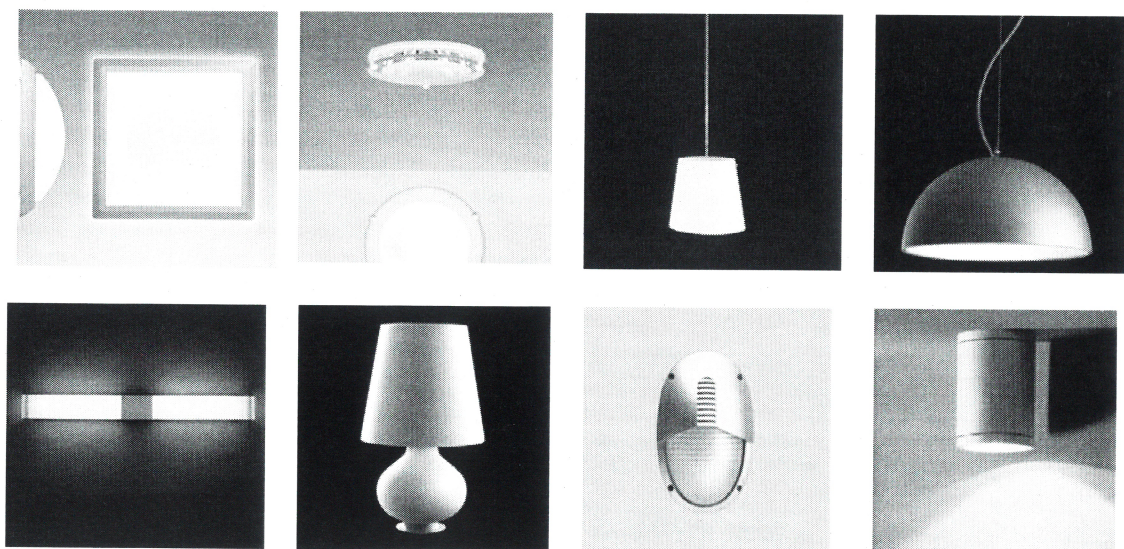


Figura 2. AI cu LFC pentru utilizare în locuințe – sursă EnERLIn [1]

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.

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 5-30°. Ele sunt echipate cu LIG, lămpi cu incandescentă cu halogeni, LFC sau lămpi cu vapori de mercur de înaltă presiune cu halogenuri metalice și au o mare varietate a modalităților de fixare și a dispozitivelor auxiliare de direcționare a fluxului luminos.

Un studiu relativ recent [10] 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. Aproximativ 20% din energie este consumată de AI portabile, alimentate prin prize. LIG sunt majoritare în iluminatul tuturor încăperilor. Lămpile fluorescente sunt folosite doar în bucătărie și garaj.

3. Proiectarea instalațiilor de iluminat interior

3.1 Principiile proiectării unui iluminat eficient din punct de vedere energetic

Proiectarea unui iluminat eficient din punct de vedere energetic are în vedere îndeplinirea câtorva cerințe de bază:

- considerarea faptului că mai multă lumină nu este neapărat un element pozitiv; performanțele vizuale ale individului depind atât de cantitatea de lumină, cât și de calitatea acesteia;
- alegerea unui sistem de iluminat 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 două ore - bucătărie sau camera de zi, băi, holuri sau dormitoare;
- utilizarea LFC în AI dedicate, 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 două ore pe zi;
- folosirea AI ce poartă eticheta energetică de tipul A - 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.

3.2 Alternativa proiectării eficiente energetic a iluminatului în încăperile din locuințe

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. Diferite soluții de iluminat energetic eficient sunt aplicabile pentru încăperi specifice 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. 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.

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. [2], [3], [4], [5], [9].

3.3 Înlocuirea LIG cu LFC

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.

Ca dezavantaje la înlocuirea LIG cu LFC se menționează timpul de aprindere mai lung, 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.

Simpla înlocuire a AI/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. [4]

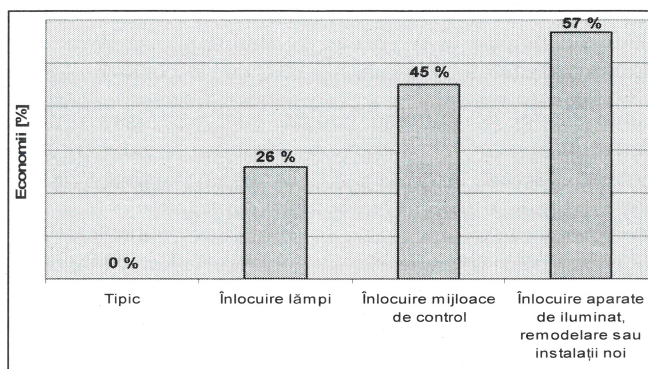


Figura 3. Economii realizate de sistemele de iluminat alternative, comparate cu costurile anuale operaționale ale sistemelor tipice – sursă [4]

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. 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 diferite forme, inclusiv apropiate de forma clasică de pară a LIG. Trebuie 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 înlocuirea LIG din spațiile interioare 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.

Analiza chestionarelor programului CREFEN (noiembrie 2005) pe un lot de 290 locuințe a evidențiat că puterea instalată pentru iluminat în locuințele analizate are o valoare medie de 853 W - Figura 4. Cu valoarea medie a suprafeței unei locuințe de 37,39 m², (CREFEN - raport de fază 2005) se obține puterea instalată specifică medie de 22,81 W/m², iluminatul fiind preponderent incandescent - [8]

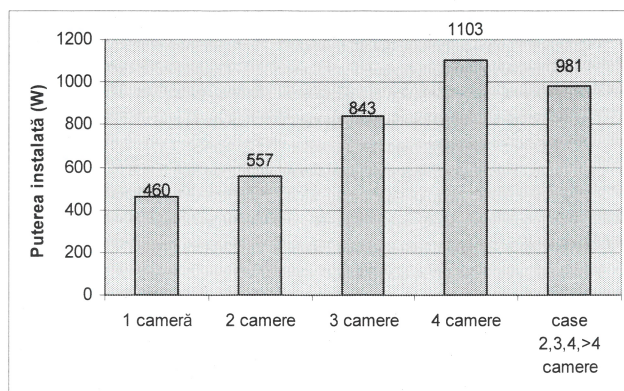


Figura 4. Puterea instalată medie pentru iluminatul rezidențial - sursă CREFEN [8]

4. Aplicație web pentru modulul informatic 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. Aplicația este dezvoltată într-un mod simplu, pentru a o face accesibilă oricărei persoane cu cunoștințe minime de informatică, având acces la internet.

4.1. 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 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 LFC în iluminatul încăperilor, fluxul luminos emis de aceste lămpi este de circa 4 ori mai mare decât al lămpilor cu incandescență. Astfel, puterea electrică instalată specifică pentru iluminatul locuințelor trebuie redusă de circa 4 ori, la o valoare de minimum 5 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 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 1. Valori normate ale iluminărilor medii în încăperile unei locuințe [NP057-02]

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 W/m^2 , iar la alegerea lămpii fluorescente, programul utilizează puterea instalată specifică de 5 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 1.

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

$$P_{\text{instalată normată}} = (\text{Nivel de iluminare}/100) \times 5 \text{ W/m}^2 \times \text{Aria încăperii (suprafeței) m}^2, \text{ W}$$

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 întreagă, 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:

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

4.2. Aplicația Proiectarea iluminatului electric pe baza puterii instalate minime

Aplicația propusă 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 browser-ul de internet și mergem la adresa necesară: 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>.

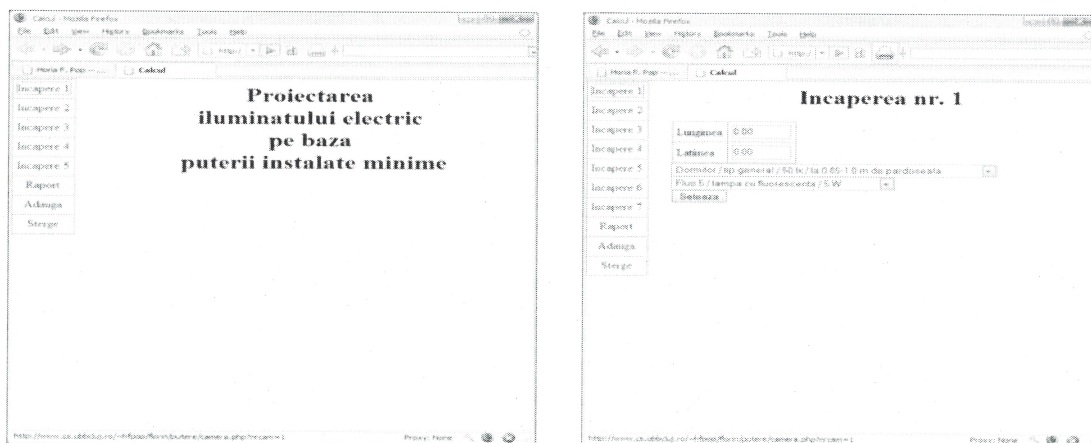


Figura 5. Fereastra de deschidere a aplicației și o fereastră de lucru

Aplicația este preconfigurată pentru cinci încăperi; dar 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.

Cameră de zi	
Lampă Fluo 28	
Aria încăperii	20.67 mp
Nivelul de iluminare	75 lx
Număr lămpi instalate	3
Puterea instalată	84 W

Cameră de zi	
Lampă Fluo 28	
Aria încăperii	20.67 mp
Nivelul de iluminare	75 lx
Număr lămpi instalate	3
Puterea instalată	84 W

Cameră de zi	
Lampă Fluo 28	
Aria încăperii	10.08 mp
Nivelul de iluminare	75 lx
Număr lămpi instalate	2
Puterea instalată	56 W

Dormitor	
Lampă Fluo 16	
Aria încăperii	12.22 mp
Nivelul de iluminare	50 lx
Număr lămpi instalate	2
Puterea instalată	32 W

Cameră de zi	
Lampă Fluo 36	
Aria încăperii	11.52 mp
Nivelul de iluminare	300 lx
Număr lămpi instalate	4
Puterea instalată	144 W

Bucătărie	
Lampă Fluo 40	
Aria încăperii	8.50 mp
Nivelul de iluminare	100 lx
Număr lămpi instalate	1
Puterea instalată	40 W

Bucătărie	
Lampă Fluo 40	
Aria încăperii	8.50 mp
Nivelul de iluminare	100 lx
Număr lămpi instalate	1
Puterea instalată	40 W

Cameră de baie	
Lampă Fluo 11	
Aria încăperii	3.75 mp
Nivelul de iluminare	70 lx
Număr lămpi instalate	1
Puterea instalată	11 W

Hol, coridor	
Lampă Fluo 11	
Aria încăperii	5.46 mp
Nivelul de iluminare	85 lx
Număr lămpi instalate	2
Puterea instalată	22 W

Total locuință	
Puterea instalată totală	389 W
Energia totală anuală	389 kWh

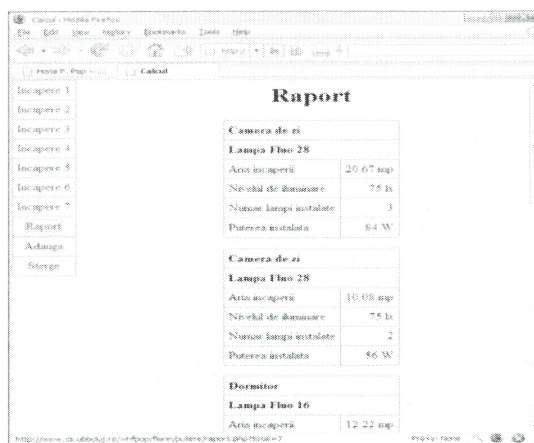


Figura 6. Fereastra de raport

5. Concluzii

Pe lângă realizarea unor importante economii de energie electrică și reducerea costurilor, respectiv a emisiilor poluante, introducerea tehnologiilor de iluminat eficiente în cazul consumatorilor casnici prezintă un alt avantaj important, acela al reducerii puterii maxim absorbite în vârfurile de sarcină de dimineața și seara. Impactul economic previzibil al acestui studiu vizează adoptarea unor politici de reducere a consumului de energie electrică pe plan local și național. Este necesară o creștere a conștientizării problemei eficienței energetice atât de către utilizatori, cât și de furnizorii de energie electrică pentru reducerea vârfurilor de sarcină datorate iluminatului.

Uniunea Europeană a inițiat numeroase campanii de promovare a lămpilor compact fluorescente cu scopul de a ridica la 15% procentul lămpilor fluorescente compacte de pe piață în următorii ani. În acest caz, câștigul estimativ de energie ar fi de 15 TWh pe an. Această economie de energie corespunde unei reduceri a emisiilor anuale de CO₂ de aproximativ 800 kTone de CO₂. Chiar și în cazul în care, în fiecare locuință a Uniunii Europene, inclusiv în România, se înlocuiește o singură lampă cu incandescență de 75 W cu o lampă compact fluorescentă de 15 W, economiile de electricitate sunt considerabile: diferența de putere între cele două lămpi este de 60 W, o lampă funcționează în cadrul unei locuințe în medie 2.500 h pe an (depinde de zona geografică și de felul camerei unde funcționează lampa), ceea ce înseamnă economii de energie la nivelul fiecărei locuințe de aproximativ 150 kWh anual.

Mulțumiri

Lucrarea a fost pregătită în cadrul programului de cercetare Sistem informatic integrat pentru eficiență energetică și economie de energie electrică în sectorul rezidențial – CREFEN – Program de cercetare de excelență CEEEX, Contractor titular: Institutul Național de Cercetare Dezvoltare în Informatică – ICI București, Contract de finanțare nr. 608/3.10.2005.

Bibliografie

1. **BEU, D., F. POP.:** Lighting Energy Efficiency in Residential Buildings, BalkanLight 2008 - The 4th Balkan Conference on Lighting, SDR Lighting 2008 - the 17th Conference of Slovenia Lighting Society, October 8-10, 2008, Ljubljana.
2. **BEU, D., F. POP.:** Tehnica iluminatului în spații industriale, birouri și locuințe, Editura Mediamira, Cluj-Napoca, 2002, ISBN 973-9358-93-4.
3. **Di FRAIA, L. :** Residential Lighting: Some Quality and Energy Aspects, Ingineria Iluminatului, nr. 5, 2000, pp. 19-30.
4. **LESLIE, RP., K. M. CONWAY:** The Lighting Pattern Book for Homes, Lighting Research Center, 2000, Reanșealer Polytechnic Institute.
5. **ONAYGİL, S., E. ERKİN, Ö. GÜLER:** Applicable Light Points in the Residences for Compact Fluorescent Lamps and Potential Energy Saving. Proc. of the International conference ILUMINAT 2005 & BalkanLight 2005, June 2005, Cluj-Napoca, România.

6. **POP, F., D. BEU:** Modulul informatic pentru componenta Iluminat Electric și Natural Raport de fază 2007, Sistem informatic integrat pentru eficiență energetică și economie de energie electrică în sectorul rezidențial – CREFEN, Contract de finanțare nr. 608/3.10.2005.
7. **POP, F., D. BEU, C. CIUGUDEANU:** Utilizarea lămpilor fluorescente compacte în iluminatul interior rezidențial, oportunități și implicații, Conferința tehnico-științifică "Instalații pentru construcții și economia de energie", Iași, iulie, 2006.
8. * * *: Sistem informatic integrat pentru eficiență energetică și economie de energie electrică în sectorul rezidențial – CREFEN – Program de cercetare de excelență CEEEX, 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
9. **POP, F.:** Formare Profesională în Monitorizarea și Întreținerea Clădirilor, Proiect Pilot nr. HU 170003-2003, Program Leonardo, coordonator BRUMARU Mariana, iunie 2005, Modul 7 Instalații Electrice.
10. * * *: 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.
11. * * *: 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.
12. * * *: Programul Energy Star, http://www.energystar.gov/index.cfm?fuseaction=find_a_product
13. * * *: U.S. Department of Energy, EERE Consumer's Guide Compact Fluorescent Lamps, Energy Efficiency and Renewable Energy.