

LSD – Lighting Systems Desing – un program pentru proiectarea sistemelor de iluminat

Horia F. POP

Univeristatea “Babes-Bolyai” Cluj-Napoca

Florin POP

Universitatea Tehnica Cluj-Napoca

Rezumat

Articolul prezintă un pachet de programe extrem de util în cadrul activității academice și de cercetare, atât pentru formarea studenților cât și pregătirea continuă a inginerilor care lucrează în domeniul Instalațiilor electrice și Iluminat. Sunt analizate modulele componente ale aplicației, care acoperă diferite aspecte ale proiectării sistemelor de iluminat. Sunt date și câteva detalii de implementare, interesante din punctul de vedere al inginerului de iluminat, care, astfel, va putea avea o motivație în a începe să își scrie propriile sale aplicații informatice, adaptate propriilor sale necesități.

1 Introducere

Obiectivul principal al programului LSD este de a instrui și de a informa, de a oferi un instrument simplu pentru studenții care se pregătesc în domeniul instalațiilor de iluminat. Baza de date a programului se referă la normele și echipamentele actuale și la recomandările CIE în vigoare.

Studenții au posibilitatea:

- (a) să proiecteze diferite sisteme de iluminat pentru activități desfășurate în interiorul clădirilor, pentru iluminatul nocturn de siguranță, pentru spații de lucru exterioare, pentru străzi cu trafic de autovehicule, pentru terenuri sportive, pentru monumente sau fațade ale clădirilor;
- (b) să verifice aspectele calitative ale unei instalații de iluminat interior conform metodei curbei de luminanță limită;
- (c) să vizualizeze o reprezentare bidimensională sau tridimensională a distribuției iluminării.

2 Prezentarea aplicației

Aplicația LSD are o concepție modulară (fig. 1). Fiecare modul constă dintr-unul sau mai mulți algoritmi independenți și comunică cu celelalte module prin intermediul programului principal. Aplicația este realizată vizual, și oferă o interfață vizuală plăcută și un meniu apelabil folosind mouse-ul sau tastatura. Fiecare modul este prezentat în meniurile aplicației împreună cu componentele sale.

Aplicația este structurată în jurul modulelor principale de calcul și a modulelor auxiliare, de vizualizare a datelor:

(1) Modulele de calcul

- **Interior** - proiectarea sistemelor de iluminat electric interior;
- **Emergency** - proiectarea sistemelor de iluminat de siguranță;
- **Exterior** - proiectarea sistemelor de iluminat exterior (platforme de lucru);
- **Daylight** - proiectarea iluminatului natural;
- **Road** - proiectarea sistemelor de iluminat rutier;
- **Sport** - proiectarea instalațiilor de iluminat ale arenelor sportive;
- **Buildings** - proiectarea instalațiilor de iluminat pentru monumente și fațadele clădirilor;
- **Costs** - calcularea costurilor unei instalații de iluminat.
- **Energy Management** – analiza parametrilor energetici ai instalației.

(2) Modulele de vizualizare a rezultatelor

- **Report** - vizualizarea fișierului ASCII ce conține raportul de execuție a modulului de calcul rulat;

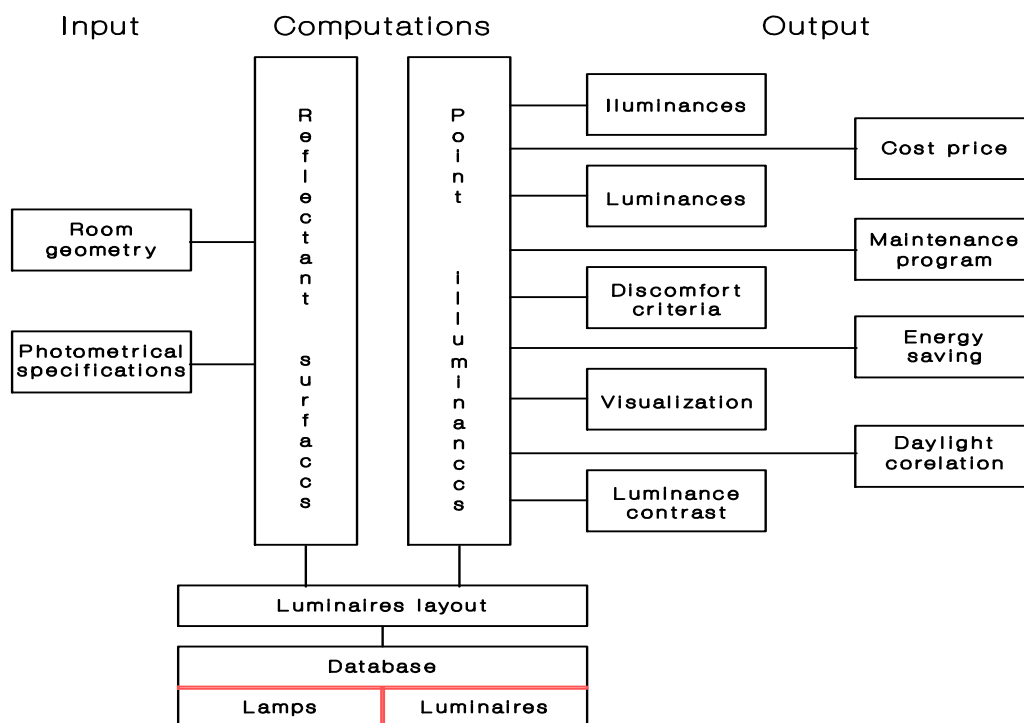


Fig. 1 Privire asupra relațiilor dintre diferitele componente ale aplicației

- **Luminance** - permite verificarea luminanței limită a unei instalații de iluminat;
- **Hash** - permite vizualizarea grafică a suprafeței fotometrice folosind hașuri;
- **Izolux** - permite vizualizarea grafică a suprafeței fotometrice folosind curbe izolux;
- **Projections** - permite vizualizarea grafică a suprafeței fotometrice folosind proiecții tridimensionale.

Aplicația a fost realizată în așa fel încât să asiste utilizatorul în situația în care acesta introduce valori ilegale sau încearcă să execute anumite submodule fără a fi introdus toate datele de intrare necesare.

După ce utilizatorul a introdus datele de intrare necesare, poate trece la optimizarea instalației de iluminat dorite și apoi poate vizualiza rezultatele în diferite moduri. În situația în care utilizatorul va dori să repete execuția modulului respectiv pentru o variantă ușor modificată a datelor de intrare, acesta nu va trebui să introducă din nou toate datele, ci va putea doar

să opereze modificările necesare, datele anterioare fiind disponibile.

Rezultatele produse includ o documentație completă a datelor de intrare și a mărimilor determinate de modulul de calcul pentru diferite aspecte ale iluminării, precum și informații variate care au scopul de a-l informa pe utilizator în mod neechivoc dacă proiectarea instalației s-a realizat cu succes.

3 Modulele de calcul

3.1 Modulul Interior – Proiectarea sistemelor de iluminat interior

Acest modul permite verificarea unei instalații de iluminat interior existente sau ajută la proiectarea unei instalații noi.

Încăperea se definește prin cele trei dimensiuni și reflectanța tavanului și pereților. Corpurile de iluminat sunt montate pe un plan orizontal sub tavan, orientate de-a lungul uneia din axe. Distribuția corpurilor este fie ordonată uniform, având distanțe egale între ele, fie ordonată

neuniform, având distanțe diferite între rânduri și/sau coloane de corpuri.

Modulul realizează optimizarea simultană a următorilor parametri: numărul de corpuri; aranjamentul corpurilor; combinația lămpi/corp de iluminat; costuri de capital. Procesul de proiectare se poate descrie pe scurt în felul următor: după ce datele necesare au fost introduse, programul selectează în mod corespunzător o configurație inițială și verifică dacă condițiile de calitate sunt satisfăcute. În caz afirmativ, procesul se încheie. În caz contrar, oferă utilizatorului câteva alternative de continuare în vederea ajustării parametrilor instalației. Aceste alternative tin seama de rezultatele analizei din etapa precedentă și sunt construite pentru a permite obținerea rapidă a soluției fotometrice optime. Ciclul continuă până la obținerea unei instalații care verifică condițiile de calitate cerute sau până când utilizatorul este satisfăcut de o anumită instalație.

Acest modul are o componentă didactică extrem de importantă. Astfel, studentul poate:

(a) să observe interacțiunile complexe dintre parametrii unui sistem de parametri fotometrici; de exemplu, creșterea înălțimii de montare îmbunătățește uniformitatea, dar reduce iluminarea medie, asemănător cazului instalațiilor de iluminat exterior, sau variația raportului dintre componentele directă și reflectată ale iluminării pe planul de lucru, în raport cu curba distribuției intensității;

(b) să determine un raport de spațiere/montare a corpurilor de iluminat pentru a obține un anumit grad de uniformitate a iluminării pe planul de lucru;

(c) să coreleze necesarul de energie electrică în funcție de lumina naturală disponibilă în încăpere.

3.2 Modulul Emergency – Proiectarea sistemelor de iluminat interior de siguranță

Acest modul, realizat ca o extensie a modulului de iluminat interior, permite proiectarea unei instalații de iluminat interior de siguranță.

3.3 Modulul Exterior– Proiectarea sistemelor de iluminat exterior

Acest modul permite analizarea unei instalații de iluminat pentru platformele de lucru exterioare ale unei societăți comerciale. După introducerea datelor de intrare, aplicația determină distanța necesară dintre două corpuri de iluminat vecine, pentru a obține iluminarea minimă dorită la nivelul solului, după care determină datele fotometrice ale instalației astfel proiectate.

3.4 Modulul Daylight – Proiectarea iluminatului natural

Acest modul permite determinarea efectelor iluminatului natural asupra unei încăperi. Modulul ia în considerare prezența unui număr oarecare de ferestre, fiecare putând avea propria sa obstrucție exterioară. Este determinată iluminarea pe planul de lucru considerând efectul cumulat al tuturor acestor ferestre. Calculul factorului de lumină naturală se face folosind mai multe metode (relații) utilizate în literatură.

De remarcat că, datorită faptului că informațiile referitoare la ferestre nu sunt memorate în structurile de date interne ale aplicației, nu apare nici o restricție referitoare la numărul maxim de ferestre utilizat. Totuși, există o restricție inerentă: numărul de ferestre dorit trebuie să se încadreze în spațiul alocat unui întreg, în implementarea de față valoarea maximă admisă fiind de 32767. Din punct de vedere practic, nici măcar nu se pune problema atingerii acestei limite.

3.5 Modulul Road - Proiectarea sistemelor de iluminat rutier

Acest modul permite proiectarea instalațiilor de iluminat rutier (stradal). Amplasamentul corpurilor de iluminat este caracterizat de înălțimea sursei de iluminat, distanța dintre corpuri, lățimea străzii, modul de orientare a corpului față de marginea străzii.

Aplicația permite două tipuri de amplasamente ale corpurilor de iluminat: așezare pe o singură parte a străzii și așezare pe rânduri față în față,

de ambele părți ale străzii. Utilizatorul poate analiza o instalație existentă sau poate obține o soluție optimă pentru un drum de lățime dată.

Din punct de vedere al implementării, modulul se bazează pe metoda distribuției iluminării, din cauza dificultății de a determina și verifica distribuția luminanței.

3.6 Modulul Sport - Proiectarea instalațiilor de iluminat pentru arene sportive

Acesta este un modul simplu care calculează iluminările orizontale și verticale în aranjamentul cu turnuri în patru colțuri, cu respectarea recomandărilor CIE nr. 57.

Fișierul ce conține raportul de execuție al aplicației menționează atât poziția unghiulară a proiecteurului, cât și valorile iluminării la sol (orizontale), pentru fiecare proiector și pentru întreaga instalație. O dezvoltare ulterioară va introduce calculul iluminărilor sferice, cilindrice și semicilindrice.

3.7 Modulul Buildings – Proiectarea instalațiilor de iluminat pentru monumente și fațadele clădirilor

Fațadele clădirilor și suprafețele monumentelor sunt considerate de formă dreptunghiulară. Proiectorul este localizat prin poziția sa față de colțul din stânga jos și prin punctul de pe suprafața iluminată către care corpul este efectiv orientat.

În vederea proiectării instalației dorite, utilizatorul poate preciza mai multe proiectoare, de tipuri diferite și/sau aflate în poziții variate.

3.8 Modulul Costs - Determinarea costurilor unei instalații de iluminat

Acest modul permite determinarea costurilor unei instalații de iluminat: costurile de investiție (costul investiției inițiale și costurile reinvestiției) și costurile de operare (costul electricității, costurile întreținerii și costurile curățării instalației).

Raportul produs conține o statistică detaliată a tuturor caracteristicilor instalației, parametrilor de funcționare, parametrilor economici și energetici, precum și valorile determinate ale costurilor instalației de iluminat.

3.9 Modulul Energy Management – Analiza parametrilor energetici ai unei instalații de iluminat

Acest modul permite cunoașterea parametrilor energetici (putere instalată, putere instalată specifică $W/(m^2 \cdot 100 \text{ lx})$ ai unei instalații de iluminat, consumul energetic anual și determinarea posibilelor economii de energie prin introducerea sistemelor de control al iluminatului cu fotocelule (corelat cu lumina zilei) și senzori de prezență (corelat cu prezența utilizatorilor în încăpere). Este un modul util în elaborarea unor proiecte de reabilitare a instalațiilor de iluminat existente și de proiectare optimizată a unor instalații noi.

4 Modulele de vizualizare a rezultatelor

Acestea sunt module auxiliare ale aplicației și permit diferite vizualizări ale informației obținute de către modulele de calcul.

4.1 Modulul Report – Vizualizarea raportului generat

Acesta este un modul simplu, care permite vizualizarea fișierului ASCII ce conține raportul de execuție generat de modulul de calcul utilizat.

Sunt prezentate într-o formă coerentă toate datele instalației de iluminat optimizate.

4.2 Modulul Luminance – Verificarea luminanței limită a unei instalații

Acest modul permite verificarea calitativă a unor sisteme de iluminat interior conform metodei curbelor de luminanță limită – CIE.

Sunt utilizate datele modulului de iluminat interior și sunt afișate atât curba luminanței determinate de corpurile de iluminat existente în instalație cât și curba limită.

4.3 Modulul Hash - Vizualizarea grafică folosind regiuni hașurate

Acest modul permite realizarea unei reprezentări grafice bidimensionale a suprafeței fotometrice. Reprezentarea se face sub forma unor pătrate cu hașuri diferite, fiecare tip de hașură fiind asociat unui interval de valori bine precizat. Selectarea limitelor acestor intervale s-a făcut cu respectarea scalei de valori standard a CIE.

4.4 Modulul Izolux - Vizualizarea grafică folosind curbe izolux

Acest modul permite realizarea unei reprezentări grafice bidimensionale a suprafeței fotometrice folosind curbe izolux. Curbele sunt reprezentate folosind culori diferite și corespund unor valori ale iluminării care se conformează scalei de valori standard a CIE.

Din punct de vedere al implementării, în vederea reprezentării în bune condiții a suprafeței, s-a folosit metoda de interpolare Spline, aplicată de două ori.

4.5 Modulul Projections – Vizualizarea grafică folosind proiecții în spațiul 3D

Acest modul permite vizualizarea în planul bidimensional a suprafeței fotometrice tridimensionale. Reprezentarea se face prin proiecția suprafeței tridimensionale pe un plan bidimensional, plecând de la existența unui punct central de observare.

S-au realizat trei reprezentări, pentru care s-au ales diferite poziții ale punctului central de observare. Aceste trei poziții au fost determinate experimental și au fost alese pentru a oferi imagini variate și efective ale suprafeței.

Pentru buna observare a suprafeței fotometrice, acea parte care se vede 'de dedesubt' a fost reprezentată cu o altă culoare decât partea care se vede 'de deasupra'.

5 Concluzii

În cadrul programului de studii de la Universitatea Tehnică, viitorii ingineri sunt

pregătiți în iluminat electric printr-un curs de Instalații Electrice cu aproximativ 30% destinat iluminatului electric. Proiectarea instalațiilor de iluminat ține seama de faptul că sistemul de iluminat realizat trebuie să confere atât cantitatea optimă de lumină cât și calitatea necesară desfășurării activității vizuale și confortului uman. Aplicațiile de optimizare a instalațiilor de iluminat scrise de noi au fost bine primite de către studenți și alți utilizatori. Aceste aplicații au îmbunătățit activitatea didactică și gradul de înțelegere a problemelor specifice din domeniul iluminatului.

Pe de altă parte, aceste aplicații se încadrează în efortul mai larg de diversificare a tehnicilor de educație a studenților, în sensul dinamizării procesului educativ și a măririi gradului de participare a studentului în procesul de acumulare a cunoștințelor. Studenții vor putea să verifice singuri anumite cunoștințe fundamentale din domeniul instalațiilor electrice de iluminat, vor putea să insiste pe acele module pe care ei le consideră necesare. În felul acesta, aplicațiile informatice contribuie la individualizarea modului de pregătire al studentului.

Eforturile noastre de a crea un pachet de programe pentru optimizarea instalațiilor de iluminat datează de aproximativ 10 ani [4-10]. Până în acest moment, preocuparea noastră principală a fost realizarea unui sistem de programe stabil și suficient de flexibil din punctul de vedere al utilizatorului.

Cum apreciem că în prezent aceste condiții sunt îndeplinite, eforturile viitoare vor fi dedicate elaborării unei aplicații vizuale independente de platformă. Aceasta aplicație va fi realizată în C++ și va folosi biblioteca de interfețe vizuale wxWindows [5], disponibilă sub mai multe versiuni ale sistemelor de operare Windows, Unix/Linux și MacOS.

6 Mulțumiri

Modulele Daylight, Costs și Energy Management au fost dezvoltate în cadrul proiectului Tempus-Phare CME-03551-97. Cunoașterea celor mai noi programe de calcul luminotehnice în momentul de început a

activității noastre în această direcție ne-a fost facilitată de bunăvoința Domnului Janos SCHANDA, secretar al CIE în anul 1992, care ne-a invitat la CIE Seminar '92 on Computer Programs for Light and Lighting, Austria.

Bibliografie

1. Bjorn BREKKE, A new generation computer program system for lighting planning, CIE Seminar, '92, September 1992
2. Luciano Di FRAIA, Automatic optimization of interior lighting systems. Automatic design of optimized road lighting systems, CIE Seminar '92, September 1992
3. Jens Jorgen JENSEN, Kai SORENSEN, Computer program for interior lighting, CIE Seminar '92, September 1992
4. Florin POP, Horia F. POP, Software pentru instalații electrice ale clădirilor, Instalații pentru construcții, 3-5, 1990, pg.64-67
5. Florin POP, D. BEU, V. GHERMAN, Sorina GHERMAN, Proiectarea optimizată a instalațiilor de iluminat interior, Conferința a XXV-a de Instalații, Sinaia, 10-12 oct. 1991, pag. 319-324
6. Florin POP, Horia F. POP, LID - Lighting installations design, computer programs for calculus and graphical representations, CIE Proceedings of the CIE Seminar '92 on Computer Programs for Light and Lighting, Austria, Publ. No CIE *005, pp. 80
7. Florin POP, D. BEU, Horia F. POP, Interior Lighting Design - Computers Programs for Calculus and Graphic Representations, Acta Technica Napocensis, sect. Civil Engineering - Architecture, nr. 35, 1992, pg.99-10912.
8. Florin POP, Interactive parameters of a lighting installation, Proceedings of The 7th European Lighting Conference LUX-EUROPA, Edinburgh, U.K., Apr 4-7, 1993, vol.II, pg.760-763
9. Florin POP, Horia F. POP, IELD - interior and exterior lighting design, computer programme for didactic activities, Proceedings of The 2nd European Conference on Energy-Efficient Lighting RIGHT LIGHT, Arnhem, Netherlands, Sep 26-29, 1993, pg.666-673

10. Florin POP, Mihaela POP, Lighting Quality Evaluation, Balkanlight '99, Vama, 6-8 Oct, 1999
11. wxWindows, the cross-platform GUI solution, <http://www.wxwindows.org>

LSD – Lighting Systems Design a computer program for the optimum design of lighting systems

Abstract

The paper presents a computer program package extremely useful în the academic and research activity, both for the formation of the students from the department of electrical installations în lighting, and for the lighting engineers. There are analysed the component modules of the application, which cover many areas of designing lighting installations. There are also given some implementation details, interesting from the point of view of the lighting installations engineer, which will thus be have a motivation for starting to write his/her own computer applications.

Dr. Horia F. POP, Conferențiar, Catedra de Limbaje și Metode de Programare, Facultatea de Matematică și Informatică, Universitatea “Babeș-Bolyai” Cluj-Napoca.

E-mail: hfpop@cs.ubbcluj.ro

Web: <http://www.cs.ubbcluj.ro/~hfpop>

Dr. Florin POP, Profesor, Catedra de Instalații pentru Construcții, Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca.

E-mail: florin.pop@insta.utcluj.ro

Web: <http://bavaria.utcluj.ro/~florin>



Dr. Horia F. POP a absolvit facultatea de Matematică și Informatică a Universității “Babeș-Bolyai” în anul 1991. După obținerea, în anul 1995, a titlului de Doctor în Științe Matematice, specializarea Informatică, în 1997

devine conferențiar la aceeași facultate. Domeniile de interes cuprind Inteligența Artificială, Fuzzy Logic, elemente teoretice și aplicative ale Teoriei Clasificării folosind mulțimi nuanțate, studiul diferitelor clase de limbaje și metode de programare. Între anii 1991 și 2000 a desfășurat mai multe vizite profesionale în Geneva (Elveția), Liverpool (Marea Britanie), Barcelona (Spania), Viena (Austria), Arnhem (Olanda), Berkeley (Statele Unite), Helsinki (Finlanda), Hamburg (Germania).