

EFICIENTIZAREA ECONOMICĂ PRIN PROIECTARE A INSTALAȚIILOR DE ILUMINAT PUBLIC

Virgil MAIER, Sorin PAVEL, Corina RAFIROIU, Constantin PICĂ

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, România

Rezumat

Eficiența economică și energetică a instalațiilor de iluminat public poate fi asigurată, în primul rând, prin crearea unei perspective tehnice asupra unei aplicații date și prin trierea soluțiilor tehnic valabile pe baza unui criteriu economic sau energetic. Asistarea proiectării cu programe performante (CALCULUX) face posibilă o rapidă evaluare a unei soluții tehnice, dar nu relevă multitudinea de soluții luminotehnice posibile. În lucrare se evidențiază modalitatea de stabilire a soluțiilor de start, care sunt selectate prin prisma condițiilor de calitate ale iluminatului, specifice aplicației. Soluțiile tehnic acceptabile sunt apoi examinate din perspectiva eficienței economice sau energetice, conturându-se soluțiile implementabile, în conformitate cu pozițiile utilizatorului sau beneficiarului. Algoritmul propus poate fi aplicat noilor instalații de iluminat public, precum și celor în curs de reabilitare.

1 Considerații generale

Existența unor programe performante de calcul al parametrilor unei instalații de iluminat exterior, dar care presupun alegerea, uneori arbitrară, de către operator a tipurilor de lămpi și corpuri, conduce la reducerea numărului de soluții tehnic posibile pentru o aplicație dată. Oricâtă experiență în domeniu ar poseda proiectantul, este greu de admis că acesta poate alege deliberat echipamentul electric care va optimiza sistemul de iluminat considerat. În plus, analiza economică se aplică adeseori numai soluției luminotehnice mai performante, ceea ce ar putea să nu fie relevant pentru aplicația studiată.

Abordarea corectă a unui proiect de iluminat public, cu valorificarea programelor de calcul disponibile și sub cerințele imperioase ca soluția propusă să satisfacă pe deplin luminotehnic, iar din punct de vedere economic să reprezinte optimul solicitat de beneficiar, presupune în opinia autorilor parcurgerea etapelor conform organigramei din figura 1.

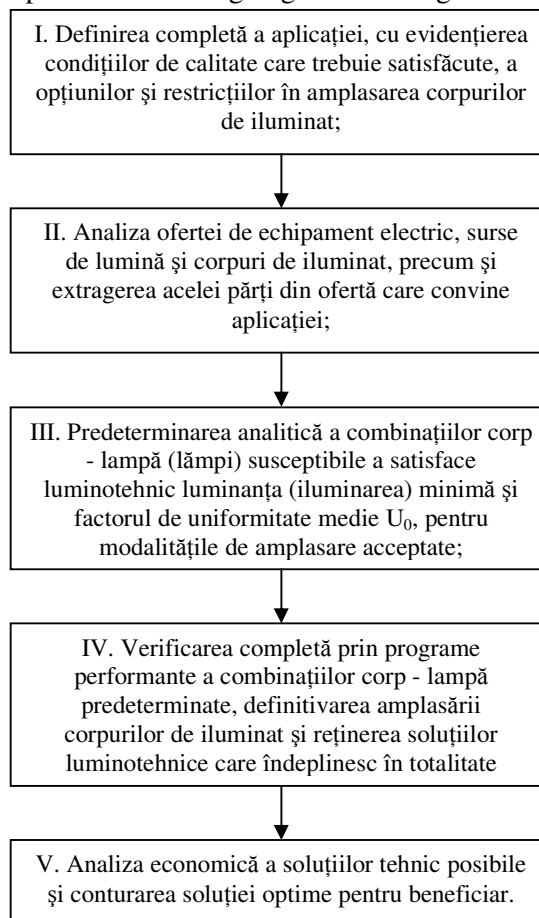


Figura 1 Organigrama metodei de proiectare pentru eficientizarea economică a instalațiilor de iluminat public

Admițând că etapa inițială, a definirii aplicației, este realizată, se detaliază în continuare celelalte etape.

2 Analiza ofertei de echipament electric

Deoarece în etapa a patra a metodei de proiectare propusă în această lucrare se folosește programul CALCULUX, în cadrul analizei ofertei de echipament electric se iau în considerare lămpile și corpurile de iluminat aflate în bazele de date ale acestui program.

2.1 Lămpi electrice

La folosirea lămpilor electrice sunt definite și necesare un mare număr de caracteristici geometrice, electrice, fotometrice și de funcționare ale acestora [2]. În contextul îndeplinirii condițiilor de calitate, considerăm minimal necesare următoarele caracteristici tehnice ale lămpilor:

- puterea electrică nominală;
- fluxul luminos emis;
- eficacitatea luminoasă (globală);
- luminanța;
- temperatura de culoare;

- indicele de redare a culorilor;
- durata de viață.

În proiectarea sistemului de iluminat public se pot folosi mai multe tipuri de lămpi, specificate în [2] dar, pentru aplicația considerată, se folosesc lămpile cu descărcări în vapori de Na sau Hg la înaltă presiune, oferite de firma Philips și concentrate în tabelele 1÷4, împreună cu corpurile de iluminat în care se pot instala.

2.2 Corpuri de iluminat

La fel ca în cazul lămpilor, din totalitatea caracteristicilor fotometrice, electrice, mecanice și de protecție definite pentru corpurile de iluminat, la proiectare sunt necesare doar următoarele caracteristici tehnice ale acestora : distribuția fluxului luminos, randamentul, unghiul de protecție, luminanța, factorul de menținere [2]. Ținându-se cont de utilizarea programului CALCULUX, oferta corpurilor de iluminat este în conformitate cu tabelele 1÷4.

Tabelul 1 Fluxul luminos al lămpilor dintr-un corp TRAFFIC VISION

Echipare cu lămpi HPL-N			Echipare cu lămpi SON(-T)		
Codul corpului	P _i , W	Φ _{lc} , lm	Codul corpului	P _i , W	Φ _{lc} , lm
HGS 305 80	80	3.600	SGS 305 70	70	5.600 (6.000)
			SGS 305 100	100	10.000 (10.500)
HGS 305 125	125	6.200	SGS 305 150	150	14.500 (15.000)
			SGS 305 250	250	27.000 (28.000)
HGS 306 250	250	12.700	SGS 306 400	400	48.000 (48.000)

Tabelul 2 Fluxul luminos al lămpilor dintr-un corp tip MALAGA

Echipare cu lămpi HPL-N			Echipare cu lămpi SON(-T)		
Codul corpului	P _i , W	Φ _{lc} , lm	Codul corpului	P _i , W	Φ _{lc} , lm
HGS 101/80	80	3600	SGS 101/050	50	3.500(4.400)
			SGS 101/070	70	5.600(6.000)
HGS 101/125	125	6200	SGS 102/100	100	10.000(10.500)
			SGS 102/150	150	14.500(15.000)
HGS 102/250	250	12700	SGS 102/250	250	27.000(28.000)

Tabelul 3 Fluxul lămpilor dintr-un corp al gamei MARBELLA

Echipare cu lămpi HPL-N			Echipare cu lămpi SON(-T, PLUS)		
Codul corpului	P _i , W	Φ _{lc} , lm	Codul corpului	P _i , W	Φ _{lc} , lm
HGS 203/80	80	3600	SGS 203/070	70	5.600 (6.000, 6.600)
			SGS 203/100	100	10.000 (10.500, 10.500)
HGS 203/125	125	6200	SGS 203/150	150	14.500 (15.000, 16.500)
			SGS 203/250	250	27.000 (28.000, 32.000)

Tabelul 4 Fluxul lămpilor dintr-un corp al gamei CITADIN

Echipare cu lămpi HPL-N			Echipare cu lămpi SON(-T)		
Codul corpului	P _i , W	Φ _{lc} , lm	Codul corpului	P _i , W	Φ _{lc} , lm
PVB-9BM-180	80	3600	PVSB-9CM-170	70	5.600(6.000)
PVB-9CM-1125	125	6200	PVSB-12BM-1150	150	14.500(15.000)
PVB-12BM-1250	250	12700	PVSB-12BM-1250	250	27.000(28.000)
PVB-12BMR-1250	250	12700	PVSB-12BMR-1150	150	14.500(15.000)
			PVSB-12BMR -1250	250	27.000(28.000)

3 Predeterminarea tipului de corp și lampă

Cunoașterea coordonatelor punctului de iluminare minimă, a valorii iluminării minime și a amplasării corpurilor de iluminat în raport cu planul util permite predeterminarea echipamentului electric, susceptibil de a satisface luminotehnic aplicația dată.

a) Se consideră cazul **amplasării unilaterale** a corpurilor de iluminat pentru un spațiu exterior cu lățimea l_0 , ca în figura 2. Corpul fotometric al sursei de lumină montate în punctul S_1 este simetric în raport cu planul $S_1O_1O'_1$, astfel încât contribuțiile celor două surse S_1 și S_2 la iluminarea punctului P_m sunt identice.

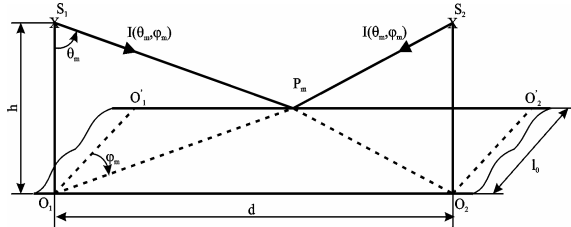


Figura 2 Coordonatele geometrice ale punctului P_m de iluminare minimă, în cazul amplasării unilaterale a corpurilor de iluminat.

Coordonatele unghiulare ale punctului de iluminare minimă sunt:

$$\varphi_m = \arctg \frac{d_*}{2(l_0/h)}; \quad (1)$$

$$\theta_m = \arctg \frac{\sqrt{d_*^2 + (2l_0/h)^2}}{2},$$

relații în care distanța relativă între corpuri este $d_* = d/h$.

Intensitatea luminoasă a corpului de iluminat pe direcția punctului de iluminare minimă poate fi dedusă din expresia iluminării orizontale, momentul predeterminării surselor de lumină bazându-se pe dubla inegalitate:

$$\frac{U_0 E_{med} h^2}{2k_M \cos^3 \theta_m} \leq I(\theta_m, \varphi_m) < \frac{U_0 E_{medM} h^2}{2k_M \cos^3 \theta_m}, \quad (2)$$

în care U_0 este factorul de uniformitate medie, k_M - factorul de menținere total și E_{medM} - valoarea maxim admisă pentru iluminarea medie. O relație similară relației (2) poate fi scrisă dacă se lucrează cu valori ale luminanțelor.

b) În cazul **amplasării axiale** a corpurilor de iluminat, dintre care două, S_1 și S_2 , sunt reprezentate în figura 3, problema este de

asemenea simetrică și contribuțiile celor două surse de lumină în punctul P_m sunt identice. Coordonatele unghiulare ale punctului P_m de iluminare minimă în raport cu sursa S_1 sunt date de relațiile:

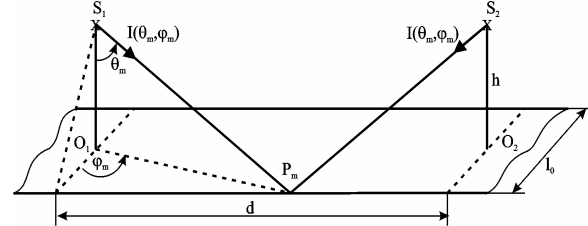


Figura 3 Coordonatele geometrice ale punctului P_m de iluminare minimă, în cazul amplasării axiale a corpurilor de iluminat.

$$\varphi_m = \arctg \frac{d_*}{(l_0/h)}; \quad (3)$$

$$\theta_m = \arctg \frac{\sqrt{d_*^2 + (l_0/h)^2}}{2},$$

cu aceleași semnificații ale mărimilor ca la punctul "a". Determinarea combinațiilor corp - lampă - înălțime de suspendare se face tot cu relația (2), dar pentru unghiurile date de relația (3). Deschiderea perspectivei tehnice asupra aplicației implică luarea în considerare a tuturor tipurilor de corpuri de iluminat utilizabile, cu toate echipările posibile și cu baleierea întregului domeniu al înălțimilor de suspendare.

În acest fel, pe baza relației de forma (2) se pot selecționa toate combinațiile corp - lampă - înălțime de suspendare care se prezintă ca soluții tehnice acceptabile, pentru a fi analizate în continuare, mai amănunțit, din punct de vedere luminotehnic și apoi economic. Este cunoscut faptul că majoritatea programelor de firmă pentru proiectarea instalațiilor de iluminat invită mai întâi programatorul să aleagă un tip de corp și o lampă. Predeterminarea surselor de lumină adecvate pentru o aplicație dată, cu relații de forma (2) asigură o cale mai sistematică de asistare a proiectării cu calculatorul.

c) **Amplasarea bilaterală, față în față** a corpurilor de iluminat, redată în figura 4, evidențiază două puncte de iluminare minimă, P_{m1} și P_{m2} , simetrice față de axa drumului. Corpurile de pe aceeași parte a planului util au contribuții identice în iluminarea oricăruia din aceste puncte. Se consideră punctul P_{m1} pentru efectuarea calculului.

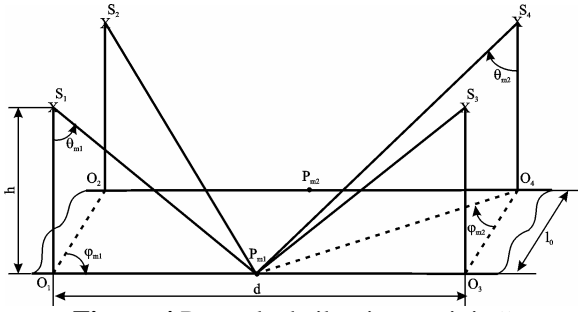


Figura 4 Punctele de iluminare minimă de pe planul util în sistemul de iluminat bilateral, față în față.

Pentru corpurile S_1 și S_3 , punctul de iluminare minimă (P_{m1}) este situat la coordonatele sferice:

$$\varphi_{m1} = \frac{\pi}{2}; \quad \theta_{m1} = \arctg \frac{d_*}{2}, \quad (4)$$

iar pentru corpurile S_2 și S_4 , același punct se află la coordonatele:

$$\begin{aligned} \varphi_{m2} &= \arctg \frac{d_*}{2(l_0/h)}; \\ \theta_{m2} &= \arctg \frac{\sqrt{d_*^2 + (2l_0/h)^2}}{2}. \end{aligned} \quad (5)$$

Dubla inegalitate care permite selectarea combinațiilor corp-lampă, posibil potrivite pentru soluția luminotehnică a aplicației în condițiile geometrice date, are în acest caz forma:

$$\begin{aligned} \frac{U_0 E_{med} h^2}{2k_M \cos^3 \theta_{m1}} &\leq I(\theta_{m1}, \varphi_{m1}) + \\ &+ I(\theta_{m2}, \varphi_{m2}) \cdot \left(\frac{\cos \theta_{m2}}{\cos \theta_{m1}} \right)^3 < \frac{U_0 E_{medM} h^2}{2k_M \cos^3 \theta_{m1}}, \end{aligned} \quad (6)$$

semnificațiile mărimilor fiind explicitate la relația (2).

Amplasarea corpurilor de iluminat conform figurii 4 poate fi întâlnită atât la căi de circulație, spații industriale cât și la terenuri sportive.

d) **Amplasarea bilaterală, alternativă** (în zig-zag), ilustrată în figura 5, pune în evidență poziția punctului de iluminare minimă la mijlocul distanței O_1O_3 dintre două corpuri consecutive, aflate de aceeași parte a planului util.

Pentru corpurile S_1 și S_3 , punctul de iluminare minimă P_m este situat la coordonatele sferice:

$$\varphi_{m1} = \frac{\pi}{2}; \quad \theta_{m1} = \arctg \frac{d_*}{2}, \quad (7)$$

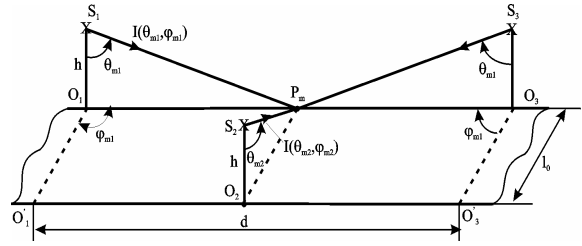


Figura 5 Punctul de iluminare minimă de pe planul util în sistemul de iluminat bilateral, alternativ (zig-zag).

iar pentru corpul S_2

$$\varphi_{m2} = 0; \quad \theta_{m1} = \arctg \frac{l_0}{h}. \quad (8)$$

Relația de selectare a combinațiilor corp – lampă pentru fiecare ipoteză geometrică particulară de amplasare bilaterală, alternativă a corpurilor de iluminat este în acest caz următoarea:

$$\begin{aligned} \frac{U_0 E_{med} h^2}{2k_M \cos^3 \theta_{m1}} &\leq I(\theta_{m1}, \varphi_{m1}) + \\ &+ I(\theta_{m2}, \varphi_{m2}) \cdot \frac{\cos^3 \theta_{m2}}{2 \cos^3 \theta_{m1}} < \frac{U_0 E_{medM} h^2}{2k_M \cos^3 \theta_{m1}}, \end{aligned} \quad (9)$$

În lipsa altor convenții, pentru E_{medM} se consideră valoarea din scara iluminărilor, imediat superioară valorii E_{med} . Dacă intensitățile luminoase ale corpului dau o valoare mai mică decât limita minimă definită prin inegalitatea (9), atunci corpul de iluminat nu corespunde cu echiparea respectivă și se caută altă soluție. În schimb, dacă intensitățile luminoase depășesc limita maximă din inegalitate, atunci se pot relua calculele pentru înălțimi de suspendare și/sau distanțe dintre corpuri mai mari.

4 Identificarea soluțiilor luminotehnice cu programul CALCULUX

4.1 Structură și caracteristici

Philips Calculux Line este un pachet de programe de proiectare și calcul de aplicații de iluminat care cuprinde:

- Calculux Road: proiectarea instalațiilor de iluminat pentru aplicații stradale;
- Calculux Area: proiectarea instalațiilor de iluminat pentru suprafețe sportive și intersecții;
- Calculux Indoor: proiectarea instalațiilor de iluminat interior.

Programul Calculux Road, utilizat pentru tema abordată în lucrare, are următoarele facilități:

- simulează situații reale de iluminat al căilor de circulație rutieră, permite analiza diferitelor tipuri de amplasări oferind posibilitatea alegerii soluției optime din punct de vedere tehnico-economic;
- ține cont de toate recomandările naționale și internaționale referitoare la condițiile de calitate a iluminatului;
- definește o grilă de calcul;
- optimizează parametrii de montare ai corpului de iluminat: distanța între stâlpi, înălțimea de montare, lungimea și înclinarea brațului;
- permite selectarea corpurilor de iluminat din baza de date proprie sau din fișiere special formate;
- prezintă rezultatele calculelor sub formă de text, tabele comparative, reprezentări bidimensionale și tridimensionale;
- calculează costurile investiției inițiale și cele de întreținere.

4.2 Date inițiale

În derularea programului Calculux Road, datele inițiale solicitate sunt următoarele:

- factorul de menținere;
- caracteristicile arterei de circulație: numărul benzilor de circulație, partea pe care se circulă, rezerva centrală, lățimea drumului (L), tipul materialului (asfalt, beton etc);
- definirea grilei de lucru;
- stabilirea poziției observatorului;
- alegerea tipului de corp de iluminat și echiparea sa cu numărul și tipul de lămpi corespunzătoare;
- alegerea modului de amplasare a corpurilor de iluminat;
- stabilirea parametrilor de montare pentru corpul de iluminat: distanța dintre stâlpi, înălțimea de montare, lungimea și înclinarea brațului.

Aspectul ecranului pentru introducerea datelor inițiale și stabilirea mărimilor de calcul este redat parțial în figura 6.

Profil

Optiuni Cerinte

Nume: *predetbi

Metoda Grila: Metoda1 de Grila Metoda Observator: Mijlocul Benzilor

	Calculare	Restricție	Operator	Nivel
L med	☒	☒	>=	1.00
L min	☒	☒	>=	0.40
L max	☒	☐		
L min/max	☒	☐		
L min/med	☒	☒	>=	0.40
UI cea mai slaba	☐			
UI generala	☒	☒	>=	0.50
TI (%)	☒	☒	<=	10.0
G	☒	☐		
Eh med	☒	☒	>=	15.00
Eh min	☒	☐		
Eh max	☒	☐		
Eh min/max	☒	☐		

Deschidere... Salvare Ca...

OK Anulare

Figura 6 Ecran pentru introducerea datelor inițiale și setarea mărimilor de calcul.

4.3 Rezultate

În urma efectuării calculelor, rezultatele sunt prezentate sub formă de tabele și grafice, reprezentări bidimensionale și tridimensionale pentru iluminări și luminanțe. Se prezintă de asemenea valorile factorilor de uniformitate mediu și general pentru iluminări respectiv luminanțe, valorile indicelui de orbire de disconfort TI și a indicelui global de orbire G și valorile raporturilor de zonă alăturată, stângă respectiv dreaptă. Rezultatele sunt organizate într-un tabel conform figurii 7.

Calculux Road oferă detalii privind echiparea corpurilor de iluminat legate de tipul carcasi, tipul și numărul lămpilor, fluxul lămpii, dimensiunile și geometria lămpii, valorile parametrilor calitativi precum și diagramele izocandelă, carteziană și polară.

4.4 Calculul economic

Programul Calculux calculează investiția totală și costurile totale anuale pentru evaluarea economică a fiecărei soluții luminotehnice.

Investiția totală INV include costurile corpurilor de iluminat, ale lămpilor și costul montării corpurilor de iluminat.

Costurile totale anuale TC cuprind costul de energie al investiției anuale, al înlocuirii lămpilor și al lucrărilor de întreținere.

Datele inițiale necesare în vederea evaluării economice sunt prețul unității de energie, durata de amortizare, unitatea monetară, numărul de ore de funcționare, prețul corpului și al lămpii, prețul stâlpului și costul instalării corpului.

5 APLICAȚIE

Pentru o mai bună percepere a metodologiei propuse s-a ales o aplicație cu următoarele date inițiale:

- cale de circulație urbană, cu două sensuri și două benzi pe fiecare sens, lățimea drumului $l_0=16\text{m}$, asfalt CIE C2, clasa sistemului M3;
- luminanța medie minimă $L_{\text{med}}=1 \text{ cd/m}^2$, factorul de uniformitate longitudinală $U_l \geq 0,5$ (valoarea minimă), factorul de uniformitate general $U_g \geq 0,4$, $TI \leq 10\%$, $SR \geq 0,5$.

Configurația străzii a condus la luarea în considerare a trei variante de amplasare a corpurilor - unilateral, bilateral față în față și bilateral alternativ - fiind exclusă amplasarea axială.

Editor de Scheme			
		Nivel	Schema1
Artera			Artera Singulara
Rezerva Centrala			1.00
Latime Drum			16.00
Numar de Benzi			4
Tabel Reflectante			Asphalt CIE C2
Q0 din Tabel			0.07
Tip Corp de Iluminat			HGS 306/250 B POS.3
Instalare			Opus
Inaltime	✓	Setare...	8.50
Distanța	✓	Setare...	38.00
Proiecție C.d.i.	✓	Setare...	1.50
Tilt90	✓	Setare...	10.0
L med		≥ 1.00	1.00
L min		≥ 0.40	0.41
L max			1.51
L min/max			0.27
L min/med		≥ 0.40	0.40
UI-1		≥ 0.50	0.52
UI-2		≥ 0.50	0.50
UI-3		≥ 0.50	0.50
UI-4		≥ 0.50	0.52
TI (%)		≤ 10.0	9.3
G			6.3
Eh med		≥ 15.00	16.9
Eh min/max			0.15
Eh min/med			0.29
SR-stanga		≥ 0.50	0.51
SR-dreapta		≥ 0.50	0.51
Imax70			202.19
Imax80			91.96
Imax90			13.93
Pret kWh			0.60
Perioada Amortizare			10.0
Rata Dobanzii (%)			0.0
Ore Fct./An			3650
Pret Corp de Iluminat			275.00
Pret Lampa			6.14
Per.Schimb.Lampa			5.00
Cost Mentenanta			147.00
Pret Stalp			306.00
Cost Instalare Stalp			294.00
Cost Cablare/km			1000.00
Cost Energie/km/an			31005.79
Cost Investitie/km/an			4805.26
Cost Lampi/km/an			64.63
Cost Ment./km/an			1547.37
Cost Total/km/an			37423.05
Total Investitie/km			48375.79

Figura 7 Ecran cu rezultate

Ca ofertă de echipament electric se consideră corpurile de iluminat echipate cu lămpile recomandate de firma producătoare, Philips & Elba Street Lighting, existente în baza de date a programului CALCULUX. În consecință variantele de echipament electric inițial sunt în număr de 27 (tab. 1...4).

Predeterminarea tipurilor de corp și lampă a indicat faptul că, pentru înălțimile normale de suspendare a corpurilor de iluminat nu se obțin soluții acceptabile luminotehnic în cazul amplasării unilaterale. Acest fapt a fost verificat și prin rularea programului Calculux.

Faza de determinare a pus în evidență posibilitatea existenței a 16 soluții tehnice după cum urmează:

- 10 soluții pentru cazul amplasării bilaterale, față în față;
- 6 soluții pentru cazul amplasării bilaterale, alternative.

Fiecare soluție luminotehnic acceptabilă corespunde unei combinații distincte corp-lampă, având determinate toate dimensiunile sistemului și parametrii fotometrici. Prin optimizarea amplasării corpurilor de iluminat, posibilă la utilizarea programului Calculux, s-au identificat soluțiile luminotehnice care satisfac totalitatea condițiilor, conform datelor prezentate succint în tabelul 5.

Analizând aceste soluții, găsite anterior, din punct de vedere economic, în funcție de costul total al investiției (în USD/km), se obțin rezultatele prezentate în tabelul 6.

Prin analiza economică a soluțiilor se alege cea variantă care satisface optim aceste

cerințe. Analizând tabelele cu rezultate se observă că soluția optimă care satisface atât condițiile luminotehnice cât și economice este aceea a amplasării corpurilor de iluminat bilateral alternativ, folosind corpuri de iluminat tip SGS 203/150T B POS.1, amplasate la o distanță de 50 între 2 stâlpi consecutivi de aceeași parte, la o înălțime de suspendare de 10,5m și o înclinare a brațului stâlpului de 0°.

6 CONCLUZII

Analiza ofertei de echipament electric pentru iluminatul stradal și chiar a serviciilor execuție-montaj, precum și predeterminarea combinațiilor corp-lampă sunt etape necesare și importante pentru a găsi soluții optime pentru sistemele de iluminat exterior.

Numărul de soluții se restrânge treptat pornind de la multitudinea de combinații corp-lampă-amplasare din etapa de analiză a ofertei, prin trecerea la etapa de determinare, validare și definitivare prin optimizare cu programul Calculux, pentru a se obține soluția de implementat prin aplicarea în final a criteriului economic.

Etapa de determinare, neglijată de elaboratorii de programe pe calculator este însă destul de laborioasă și ar trebui susținută cu mai multe date fotometrice despre corpurile de iluminat (corp fotometric, matricea intensităților luminoase) și mai ales cu un program de calcul fundamentat pe metoda prezentată la punctul 3.

Tabelul 5 Soluții luminotehnic acceptabile pentru aplicația considerată.

Echipamentul electric	Amplasare					
	Bilateral față în față			Bilateral alternativ		
	d, m	h, m	înclinare, (°)	d, m	h, m	înclinare, (°)
SGS 102/100	30	8	5	-	-	-
SGS 203/100 B POS.1	30	8	0	-	-	-
SGS 203/100T B POS.1	37	8	5	-	-	-
SGS 203/100T B POS.3	39	9.5	5	-	-	-
SGS 305/100T B POS.1	-	-	-	22	11.5;12	20
SGS 102/150	42	11	10	21;22	10.5;10	15
SGS 203/150 B POS.1	44	10	10	-	-	-
SGS 203/150T B POS.1	48	10	0	25	10.5	0
SGS 305/150T B POS.1	-	-	-	30	12	20
HGS 102/250	34	9.5	5	-	-	-
HGS 204/250	43	9.5	5	-	-	-
HGS 306/250 B POS.3	38	8.5	10	-	-	-

Tabelul 6 Soluția economică.

Arteră	Arteră singulară
Lățime drum	16 m
Număr de benzi	4
Carosabil	Asfalt CIE C2
Tip corp de iluminat	SGS 203/150T B POS.1
Instalare	Bilateral alternant
Înălțime de suspendare	10,5 m
Distanța dintre stâlpi (d)	50 m
Înclinare braț	0°
L _{med}	1,01 nt
Indicele orbirii de inconfort	4,2 %
Indicele global de orbire	7,3
E _{h med}	17 lx
Preț kWh	0,6 USD
Ore de funcționare/an	3650 h/an
Preț corp de iluminat	112 USD
Preț lampă	11,54 USD
Cost mentenanță	147 USD
Preț stâlp	306 USD
Cost instalare stâlp	294 USD
Cost cablare / km	1.000 USD
Cost energie/km/an	14.716 USD
Cost investiție/km/an	3.048 USD
Cost mentenanță/km/an	1.176 USD
Cost total/km/an	19.033 USD
Total investiție/km	30941 USD

Bibliografie

1. Bianchi, C. Luminotehnica, Aspecte fundamentale și aplicative, vol. II, Iluminatul exterior și anexe. București, Editura Tehnică, 1990.

Adresa de contact:



dr.ing. Virgil MAIER, Profesor
UTCN - Universitatea Tehnică
Str. C. Daicoviciu Nr. 15, 3400-Cluj-Napoca
Fax: 064.192055; Tel.: 064.195699
E-mail: Virgil.Maier@eps.utcluj.ro

Absolvent al Facultății de Electrotehnică, Cluj-Napoca, promoția 1969. Doctorat în mașini electrice la I.P. Timișoara, 1987. Predă cursuri de Instalații electrice industriale, Calitatea energiei electrice și Tehnologii Neconvenționale la UTC-N



dr.ing. Sorin PAVEL, șef lucrări
UTCN - Universitatea Tehnică
Str. C. Daicoviciu Nr. 15, 3400-Cluj-Napoca
Fax: 064.192055; Tel.: 064.195699
E-mail: Sorin.Gheorghe.Pavel@eps.utcluj.ro

Absolvent al Facultății de Electrotehnică, Cluj-Napoca, Secția Electrotehnică, promoția 1984; doctorat în măsurări electrice la UTC-N, 2000. Susține cursuri și lucrări aplicative la disciplinele Tehnologie electrică, Instalații electrice industriale și Modelarea și simularea sistemelor energetice.

2. Maier, V., Pavel, S. ș.a. Ghidul Centrului de Ingineria Iluminatului, vol. 3, Iluminatul exterior. Ed. Mediamira, Cluj-Napoca, 2000.
3. Moylan, W.I. a.o. IEEE Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants. New York, The IEEE Inc, 1994.
4. Calculux for Windows
5. *** Corpuri de iluminat stradal. Philips and Elba Street Lighting SRL, Timișoara.
6. *** Tehnică de iluminat stradal. Philips and Elba Street Lighting SRL, Timișoara

ECONOMICAL EFFICIENT PUBLIC LIGHTING BY DESIGN

Abstract The economic and energy efficiency of the public lighting system can be performed by providing firstly a general technical view on the considered application and then by sorting the valid technical solutions using an economical or energetical criteria. CAD with performant software offers the possibility to have a complete and fast evaluation of each technical solution, but doesn't emphasize all the lighting valid solutions in the frame of the offered equipment. As the first step of the proposed design in this work, the establishing way of the possible technical solutions is presented.. These ones are then optimized and selected using the CALCULUX programme. The technical acceptable solutions are finally analysed from the economical point of view so that the convenient solution for the user will result. The proposed design method can be applied to both the new public lighting system and the rehabilitated one.



ing. Corina RAFIROIU, asistent
UTCN - Universitatea Tehnică
Str. C. Daicoviciu Nr. 15, 3400 - Cluj-Napoca
Fax: 064.192055; Tel.: 064.195699
E-mail: Corina.Rafiroiu@eps.utcluj.ro

Absolventă a Facultății de Electrotehnică, secția Electrotehnică, promoția 1985. Asistentă; Susține lucrări aplicative la disciplina Instalații electrice industriale și Tehnologie electrică.



ing. Constantin PICĂ, asistent
UTCN - Universitatea Tehnică
Str. C. Daicoviciu Nr. 15, 3400 - Cluj-Napoca
Fax: 064.192055; Tel.: 064.195699
E-mail: Sorin.Pica@eps.utcluj.ro

Absolvent al Facultății de Electrotehnică, secția Electrotehnică, promoția 1994. Susține cursul de Grafică pe calculator și lucrări aplicative la disciplinele Grafică pe calculator, Informatică Tehnică, Ingineria proiectării cu calculatoare numerice, Tehnologie electrică.