

CONSIDERAȚII PRIVIND EVALUAREA MANAGEMENTULUI ILUMINATULUI URBAN

Rezumat

Se descrie o procedură bazată pe relația beneficiu/cost de funcționare pentru a evalua managementul iluminatului urban. Pentru a corela costul și beneficiile, s-au făcut evaluări ce iau în considerare câteva tipuri de facilități, sub diferite politici de management și întreținere. Pentru a formula și testa procedura propusă au fost analizate datele colectate, precum și datele istorice aparținând companiilor de întreținere ale iluminatului. Se propune o cuantificare a beneficiului bazată pe factori ca nivelul de iluminare, rata de deteriorare permanentă, timpul de funcționare a sistemului de iluminat etc. Planificarea managementului, având la bază o procedură simplă, permite aplicarea unei politici de întreținere care poate fi ulterior ajustată cu datele de control. În final sunt descrise rezultatele aplicației în cazul unei instalații existente.

1. Introducere

Scopul iluminatului urban este asigurarea unui serviciu cetățenilor. Acest serviciu este limitat, pe de o parte, prin caracteristicile performanței instalației (proiect și echipament) și, pe altă parte, prin modul de utilizare. În timp ce caracteristicile performanței sunt determinate în faza de proiect, utilizarea este stabilită în timpul managementului, ceea ce înseamnă control, întreținere etc.

În practică se poate observa că condițiile variază în conformitate cu diferitele politici de management adoptate, situație ce conduce deseori la reducerea condițiilor serviciului, costuri înalte sau la un profit scăzut a resurselor investite, când toate aceste condiții nu apar simultan.

Originea acestor situații poate fi datorată:

- lipsei de preocupare privind condițiile reale ale instalațiilor serviciului;

- limitării resurselor economice necesare investite, în faza de proiect sau în fazele operaționale;
- dificultăți în definirea criteriilor și politicilor corespunzătoare.

Ultimele două sunt puternic legate de lipsa nivelului de cuantificare a serviciului, având în vedere că ele fac ca decizia să depindă exclusiv de factorii de cost și împiedică motivațiile pozitive ce au la bază îmbunătățirea serviciului.

Obiectivul lucrării este de a stabili bazele deciziei și procedura de control pentru a garanta un nivel de serviciu adecvat și, în același timp, de a face ca resursele economice investite să fie probabile. Procedura se bazează în aplicația criteriului beneficiu/cost pentru optimizarea deciziilor și ca o cale de control a rezultatelor.

2. Starea Managementului Iluminatului

Pentru a evalua starea actuală a managementului iluminatului și relația cu condițiile serviciului au fost efectuate o serie de studii și experiențe: a) compilarea și analizarea datelor în evaluarea efectului lipsei managementului asupra costurilor energetice; b) evaluări efectuate managerilor în iluminat pentru a determina caracteristicile instalațiilor (tipul lămpii, corpuri de iluminat, vârstă, număr), politică de întreținere, buget, tipuri de tarife contractate etc.; c) evaluarea stării de fapt a funcționării instalațiilor; d) analiza bazelor de date privind înregistrările istorice ale operațiilor de întreținere a instalațiilor de iluminat.

Rezultatele de mai mare interes pentru acest studiu sunt:

a) Costurile energetice prezintă variații în raport cu valorile normale datorită lipsei managementului și întreținerii. Creșterea consumului de energie activă datorită supratensiunii și întreținerii necorespunzătoare a dispozitivelor de control, a consumului de energie reactivă și a contractele tarifare necorespunzătoare duc la creșteri ale costului

iluminatului urban. Acești factori și efectele lor sunt analizați într-o lucrare anterioară [1].

b) Politicile de întreținere aplicate frecvent sunt: corective: repararea defectelor la nivelul unității luminoase, panoului de control, liniei electrice etc., imediat după ce au fost detectate prin inspectare etc. Această politică este, în general, completată cu acțiuni preventive cum ar fi: înlocuirea programată a grupurilor de lămpi și curățirea programată a corpurilor de iluminat. Perioada de înlocuire variază între 2 și 4 ani, depinzând de decizia municipalității sau de tipul de contract. Corelarea operațiilor de curățire și de înlocuire conduce la reducerea costurilor. Costurile de operare pot fi estimate ușor dacă se lucrează pe bază de contract cu o companie de întreținere. Aceste costuri variază între 5000 și 7000 Pta. (pesetas) pe corp de iluminat și pe an. Reparațiile speciale (de ex. la liniile subterane) sunt tratate separat [1].

c) În vederea evaluării condițiilor de funcționare a instalațiilor de iluminat corespunzător politicii managementului s-au studiat patru orașe cu politici de întreținere diferite.

Măsurătorile iluminării au fost efectuate înainte și după curățirea corpurilor de iluminat și înlocuirea lămpilor. Pentru măsurători s-au ales străzi reprezentative. Capul senzorului de iluminare a fost localizat sub corpurile de iluminat, fiind ecranat cu ajutorul unei conducte scurte pentru a le izola de alte surse de lumină. Deprecierea medie totală observată este indicată în tabelul 1.

Numărul lămpilor defecte raportat la cele instalate într-un număr aleatoriu de străzi a fost utilizat pentru estimarea procentajului lămpilor defecte permanent (PFL). Valoarea medie a PFL în 21 de localități din Catalonia, Spania a fost de 2,9%. În cazul unei întrețineri corespunzătoare, valoarea PFL este sub 1%.

d) S-au analizat datele pe o perioadă de 6 ani ('92-'98), într-un oraș în care o companie de întreținere dezvoltă o politică cu SR, GR la fiecare 3 ani și GC la fiecare 2 ani.

În tabelul 2 este prezentată distribuția diferitelor operații de întreținere. 72% din operațiile de menținere de corecție au loc la nivelul unității luminoase (corpuri de iluminat + panou de control + borne + siguranță etc), din care 54% corespund defectării lămpilor, ceea ce

indică importanța acestei componente în evaluarea costului și siguranței utilizării.

Analizând timpul parcurs de la GR până la prima schimbare a lămpii (defectări între GR, excluzând vandalism și contacte false), s-a obținut curbele de supraviețuire în condiții de ardere actuale. Rezultatele obținute sunt indicate în Fig. 1 pentru o lampă cu mercur C.C. și în Fig. 2 pentru o lampă cu vapori de sodiu la înaltă presiune (HPS). Privind comportamentul indicat în timpul testelor de fabricație, s-au putut observa diferențe notabile datorită faptului că condițiile de ardere diferă de acelea utilizate în cadrul testelor de laborator.

Din rezultatele obținute se poate deduce că în practică apare o mare variabilitate a condițiilor, acest fapt ducând la o deviere a comportamentului teoretic. Un indicator care să cuantifice nivelul de serviciu ar putea permite o evaluare care, dacă se consideră necesar, poate fi suplimentată cu un studiu al fiecărui factor particular.

3. Raportul beneficiu-cost

Pentru planificarea și controlul managementului iluminatului, o procedură bazată pe determinarea ratei beneficii/costuri de funcționare anuale trebuie să stabilească care sunt beneficiile și costurile și să le cuantifice.

Beneficiul pentru cetățeni și conducătorii auto în cadrul iluminatului urban îl constituie obținerea unei vizibilități pentru siguranță, crearea unei ambianțe de securitate și confort. Cuantificarea acestor aspecte prezintă dificultăți certe, de aceea este convenabil să căutăm un indicator mai operativ care să pună în relație nivelul de iluminare ($K(E)$), timpul necesar de funcționare ($K(T_O)$), durata de siguranță și de defectare ($K(PFL)$) și alte aspecte, cum ar fi siguranța electrică și mecanică a sistemului, aspectul instalației (estetică, culoare etc.). Beneficiul poate fi definit ca și o multiplicare a acestor factori, unde importanța relativă a fiecăruia este considerată aceeași.

Beneficiul poate fi cunțificat astfel:

$$B = K(E) \cdot K(T_O) \cdot K(PFL) \quad (1)$$

$K(E)$ depinde de iluminarea medie a străzii (E), care în ciuda limitărilor cunoscute este aleasă ca mărime reprezentativă pentru nivelul iluminării datorită ușurinței măsurării, costului scăzut al aparaturii de măsură, obișnuinței utilizării și faptului că poate fi comparată cu o valoare de

referință stabilită convenabil. Valorile minime ale iluminării întreținute sunt folosite ca și referință (E_m).

Pornind de la valoarea inițială a iluminării când instalația este nouă (E_{in}), aceasta descrește în timp datorită deprecierei cauzate de reducerea fluxului luminos al lămpii (factorul de menținere a fluxului luminos LLMF), de defectarea lămpilor (factor de viață al lămpii, LSF) și de reducerea fluxului luminos al corpului de iluminat prin îmbătrânire și acumulare de murdărie (factor de întreținere al corpului de iluminat LMF). Multiplicarea acestor factori conduce la factorul de întreținere (MF), LSF nefiind luat în considerare. Pentru o distribuție uniformă a corpurilor de iluminat, cum este cazul iluminatului interior, defecțiunile aleatorii ale lămpilor afectează iluminarea medie. În iluminatul stradal se folosește o distribuție în șiruri a corpurilor de iluminat, unde o defecțiune la o singură lampă produce o arie întunecată și nu o reducere a iluminării medii, de aceea LSF nu este considerat în MF. După o anumită perioadă de timp:

$$E = E_{in} \cdot MF \quad (2)$$

Întreținerea împiedică deprecierea, de aceea E va depinde de politica adoptată. Cu scopul de a face o analiză generală, în tabelul 4 sunt prezentați factorii MF pentru diferite strategii de întreținere posibile. Curbele LMF pentru diferite grade de protecție IP și poluare sunt folosite din BS 5489 [3] și curbele LLMF sunt luate din datele prezentate de fabricant.

Considerații similare asupra $K(E)$ sunt folosite pentru factorul $K(T_0)$, timpul de funcționare. Timpul de referință programat folosit este T_{OR} , timpul de funcționare anual necesar, care depinde de situarea geografică (vezi tabel 5).

Factorul de siguranță al sistemului este descris de procentajul defecțiunilor permanente ale corpurilor de iluminat observate, $K(PFL)$ acceptând o prima limită (PFL_{min}) de la care factorul descrește liniar până la o a doua limită inacceptabilă, unde beneficiul este nul (PFL_{max}) (vezi tabel 6).

Restul factorilor implicați vor fi subiectul unei discuții viitoare.

Se consideră ca reglementările iluminatului cu scopul economisirii energiei la anumite ore din noapte, când traficul sau prezența pietonilor este redusă, nu afectează beneficiul dacă decizia a fost luată corect, de ex.

dacă nu afectează securitatea personală etc. Costul echipamentului suplimentar trebuie să fie compensat de reducerea costurilor energetice.

Costurile operaționale anuale (AOC) ale instalațiilor de iluminat pot fi grupate în:

- Capital: costul anual de amortizare din capitalul investit;
- Energie: consumul energiei active și reactive;
- Management: operații de întreținere, control, inspecții, administrative etc.

Deoarece lampa este componenta care necesită mai multă grijă, costurile operaționale de corecție adiționale pot fi asociate lămpii. Costurile de înlocuire sunt estimate cu ajutorul curbelor LSF de la producător și din datele prezentate în Figurile 1 și 2.

4. Aplicație

Prin utilizarea unui program, costurile și beneficiile în instalațiile de iluminat existente pot fi evaluate sub diferite politici sau strategii de întreținere, pentru diferite perioade de înlocuire a grupului de lămpi și de frecvențe de curățire a grupului corpurilor de iluminat.

Datele de instalare (tabel 7) sunt analizate având în vedere două criterii, (a) AOC minim pentru $FM \geq 0,7$ și (b) raport Beneficiu/AOC maxim. Rezultatele obținute utilizând curbele LSF de la producători sunt comparate cu cele aflate în înregistrări (fig. 1 și 2). Raportul Beneficiu/AOC este modificat printr-o constantă pentru a putea varia între 0 și 1.

Rezultatele criteriului (a) sunt rezumate în tabelul 8, iar cele ale criteriului (b), în tabelul 9. Mai întâi se poate observa că politica GR+GC duce la costuri minore prin aplicarea criteriului AOC minim, ceea ce vrea să însemne că cu cât întreținerea este întârziată, cu atât rezultatul obținut este mai economic. Totuși raportul B/AOC este nul datorită faptului că PFL este foarte scăzut în acest caz.

Cu toate acestea, în cazul criteriului B/AOC maxim, curba prezintă un punct de inflexiune pentru o perioadă de înlocuire a lămpilor și de curățare a corpurilor de iluminat de 14 luni (fig. 3), dar sub acest criteriu politicile de întreținere prezintă un raport B/AOC mai mare, SR+GR fiind cel mai convenabil, din acest punct de vedere. Este interesant de subliniat că aplicând această ultimă politică va exista o coexistență a

lămpilor noi cu unele lămpi vechi depreciate aflate încă în funcțiune, dar cu un FM mediu acceptabil teoretic. Rezultate similare pot fi obținute, dar cu AOC mai mare și cu o perioadă de înlocuire și curățire mai scurtă, prin utilizarea curbelor de viață și datelor istorice (vezi tabel 10).

În figura 4 este prezentat cazul SM+LM+SC, în care înlocuirea și curățirea sunt aceleași pentru ambele criterii.

Dacă sunt utilizate corpurile de iluminat IP2 (cost/unitate lumină 163.000 Pta), politicile SR+GC și SR+SC nu sunt cele mai indicate, pentru că $FM < 0,7$ conduce la valori ale iluminării inacceptabile. În schimb, cea mai convenabilă politică pentru criteriul B/AOC maxim este SR+GR+GC (tabel 11 și 12).

5. Concluzii

Relația beneficiu-cost anual de funcționare poate fi folosită ca și criteriu final pentru a stabili politica de întreținere, perioada de înlocuire a lămpilor și frecvența curăților.

Chiar dacă cuantificarea beneficiului poate fi discutată, totuși, utilizarea sa permite o judecare mai completă a situației.

Procedura de optimizare privind criteriile max. B/AOC și min. AOC diferă în unele cazuri numai cantitativ, dar în altele poate conduce la concluzii diferite.

Includerea parametrilor de control poate afecta rezultatele, permițând un proces de evaluare continuă care poate fi folosit ca și mijloc de stimulare a utilizării sociale eficiente. Studiul continuă în prezent în această direcție.

6. Mulțumiri

Autorii doresc să mulțumească companiilor de întreținere a iluminatului S.E.C.E. și M.O.S.E.C.A. din Barcelona, studenților de la cursul Proyectos de la UPC și conducerii municipalității în iluminat pentru participarea lor în sondaje de iluminat și colectare a datelor.