

LIGHT SOURCE PROJECTS IN HUT

Eino TETRI

HUT – Helsinki University of Technology

Abstract

Lighting Laboratory of HUT is working in the field of lighting research and education. One of the main research areas are the characteristics and quality of light sources. In this article it is described how some of the light source projects were carried out and what were the results.

1 Projects

In the light source projects it is studied the photometric and electrical characteristics of lamps and how these characteristics change during burning hours. In some of the lamp life tests it is included the effect of various ambient circumstances on light output, reduction in lumens, lamp life and starting characteristics. The factors investigated can be for instance burning cycle, voltage level, burning position, ballast type and ambient temperature. The projects listed below are related to light sources. In the brackets is the year when the project was finished.

- Sculpture lighting (1987), demonstration and survey (1992)
- Quality and costs of fluorescent lamps (1988)
- Usability of discharge lamps used in street and road lighting (1992)
- Tungsten, halogen and fluorescent lamps (1992)
- Usability of compact fluorescent lamps in indoor and outdoor lighting (1993)
- High colour rendering and energy effective discharge lamps in area and indoor lighting (1994)
- Induction lamp in renovation of architecturally valuable building (1995)

- Profitability of switching off fluorescent lamps (1996)
- Effect of third harmonic filter on photometric and electrical characteristics of a 400 W high pressure sodium lamps (1997)
- Integrated daylighting system based on smart controls for user satisfaction (1999)

2 Compact fluorescent lamps

Measurements were made in accordance with IEC Publication 901. Each test group contained 10 lamps. In Figures 2 to 4, the curves are a combination of lamps from different manufacturers and each curve is an average of 20 to 40 lamps. The manufacturers were Philips, Osram, Sylvania and GE.

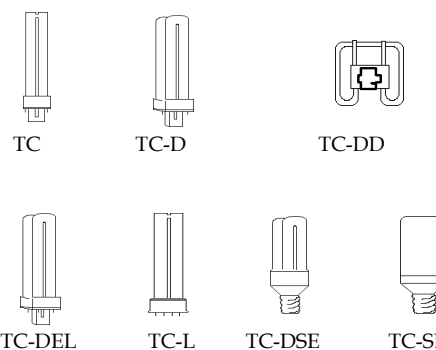


Fig. 1 Various lamp types used in research.

In Fig. 2 is the lamp life of different lamp types. The burning cycle was 3 hours, 2 h 45 minutes ON and 15 minutes OFF. The burning cycle was the factor that most affected reduction in lumens and lamp life. With magnetic ballast, the lamp life is 5000 h shorter with the 45 minutes(30 minutes ON and 15 minutes OFF) burning cycle than with the 3 h burning cycle – Fig.3.

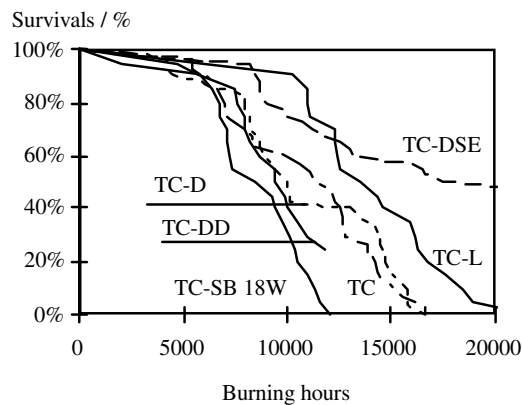


Fig. 2 Life expectancy of CFLs.

With the short burning cycle there would be twelve switches during the workingday (9 hours) and four switches with long burning cycle. With self-ballasted lamps (TC-DSE) the burning cycle had only a minor effect on the lamp life.

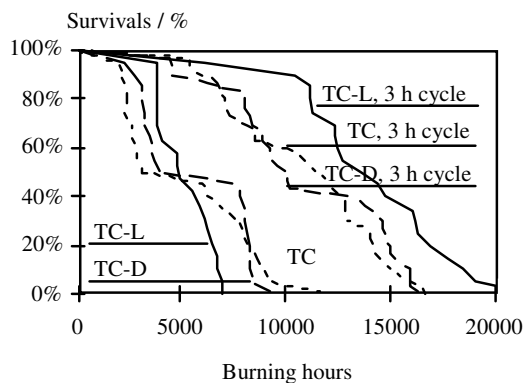


Fig. 3 Effect of burning cycle on lamp life. 3 h cycle is 2h 45 minutes ON and 15 minutes OFF and short burning cycle is 30 minutes ON and 15 minutes OFF.

Low ambient temperature affects both the starting characteristics and the light output of compact fluorescent lamps. Lamps which have electronic ballast built into the lamp cap (TC-DSE), start even at -25°C . Lamps with conventional ballast (external or built into the lamp cap) have difficulties with starting when the temperature is less than -15°C . At a temperature of 0°C , the luminous flux of compact fluorescent lamps is about 20 % of the value in $+25^{\circ}\text{C}$. In cold temperatures, lamps

should be used in closed luminaries. The optimal burning position in cold temperatures is base down.

The effect of electronic ballast on luminous efficacy was studied by measuring the luminous flux and power dissipation of 36 W (TIC-L) and 13 W (TC-D) lamps with different ballasts. The ballasts were reference ballasts, commercial ballasts and electronic ballasts. Luminous efficacy is about 25 % better with electronic ballasts and 5 % better with reference ballasts than with commercial ballasts.

In Fig. 4, there are mortality curves of lamp TC-L 36 W with conventional and electronic ballasts both with long (3 h) and short burning cycles (45 minutes). Electronic ballasts add over 2000 h of lamp life in a 3 hour burning cycle compared with conventional ballasts. In short burning cycles, the ballast type seems to have no effect on lamp life.

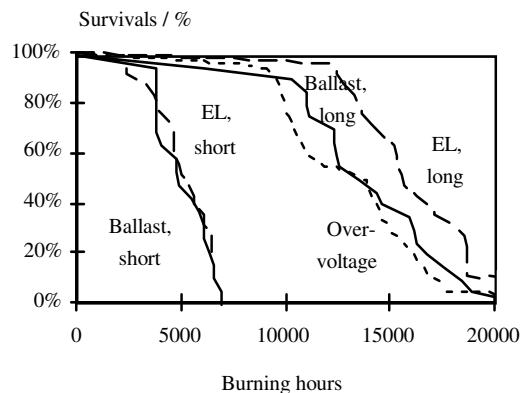


Fig. 4 Effect of ballast type on lamp life both in long and short burning cycles. EL is electronic and ballast conventional ballast.

The supply voltage was the rated voltage of the ballasts, that is 230 V. Overvoltage in Fig. 4 is 5 % or 242 V. The ballasts in that test group were conventional. Overvoltage had very little effect on lamp life.

3 Induction lighting

Lighting renovation was performed in the main auditorium of Helsinki University Of Technology. Arched structures, sector shaped

floor and indirect reflected light are the architecturally essential elements of the room. Surfaces are lightly coloured but not white. The auditorium varies in height from about 10 m to almost 20 m.

General lighting consisted of many 300 W tungsten filament lamps and some 36 W fluorescent lamps. The 300 W lamps are used in pendant luminaires, and the 36 W lamps in recessed luminaires (troffer) which give indirect light.

The pendant luminaires were changed in 1991 to two 24 W compact fluorescent lamps. With that construction, the illumination level was a little too low. So in 1994 the luminaires were replaced by 85W inductively coupled discharge lamps.

Previous lamp replacement was an annual event that was both difficult and expensive due to lamp accessibility. A longer lasting lamp needed to be installed using the original luminaires and with essentially the same characteristics.

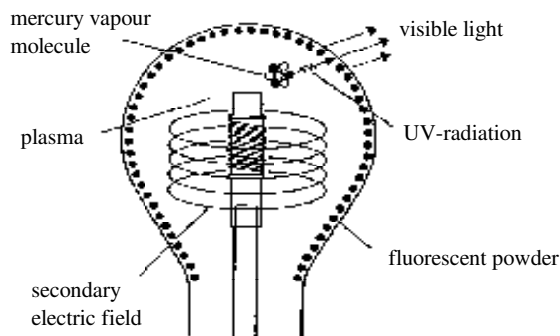


Fig. 5 Operation of gas discharge of induction lamp.

The rated power of the chosen induction lamp was 85 W, luminous flux was 6000 lm and system efficacy 70 lm/W. The correlated colour temperature was 3000 K and the colour rendering index was over 80. On the QL lamp system, the high frequency generator operates at 2,65 MHz. Due to this high frequency, the light is flicker-free. Rated lamp life of the induction lamp is 60 000 hours.

Table 1 shows the electrical and photometric characteristics of the luminaire with

incandescent lamp, compact fluorescent lamp and induction lamp.

Table 1 Luminaire with different light sources.

	I 300 W	CFL 2x 24W	QL 85 W
Total power / W	287	64	74
Luminous flux of a luminaire	2090	1440	2580
Luminaire efficacy lm/W	7	23	35
Luminous flux of a lamp / lm	4190	1670	5480
Light output ratio	0,5	0,43	0,47
CCT / K	2710	2670	2970
CRI	98	82	77

I = incandescent lamp

CFL = compact fluorescent lamp

QL = induction lamp

Conclusions of the project were:

- The luminaire fulfils the EMC requirements
- Luminances inside the room have almost doubled
- Good luminous efficacy
- Instant start and restart (as lights turned off occasionally)
- Colour rendering index good enough for a lecture hall
- No maintenance
- Lamp replacement every 24 years.

With the induction lamp the illuminance level of the auditorium was raised with an energy efficient light source without changing the appearance of the original luminaire. With inductive lamps the lighting best realises the original lighting plan of architect Alvar Aalto. To conclude the induction lamp can be used in an old luminaire of an architecturally valuable building.

4 Profitability of switching off fluorescent lamps

Illumination uses about 10 % of total electricity consumption in Finland. Switching off lights when leaving room, saves electricity, but shortens the lamp life. Shortened lamp life increases lamp and relamping costs. Also the decrease in lighting electricity can increase heating energy. Therefore it is difficult to give

exact answer to a question, should one switch off lighting during breaks.

Due to suggestion of MOTIVA or Information Center for Energy Efficiency in Finland, it was decided to do calculations of profitability of switching off fluorescent lamps. Because of many different input values the calculations were realised by a spreadsheet calculation program or Excel. With the excel-program the profitability was calculated in different cases.

The initial values that affect the profitability are the number of switching offs per day and the switch-off time. With conventional ballast the lamp life is shortened more than with electronic ballast, especially with short burning cycles. Lamp price, interest rate and relamping costs have effect on both lamp and relamping costs. In some cases the switching off increases the need for heating. In the spreadsheet it is possible to give different values for heat and electricity energy prices.

The calculated values are total power consumption of the installation and the annual burning time. Lamp life is given both in switching off use and without switching. Use of electricity and heat is given and the saved energy due switching off lamps. Also it is calculated the energy, lamp and relamping costs in switching use and without switching during one year.

Table 2 Example of the results of classroom

RESULTS, Classroom, calculation 1 year		
USAGE OF ENERGY	A	B
Electrical energy (kWh)	982	1250
Heating energy (kWh)	0	0
Total energy (kWh)	982	1250
Difference (kWh)	268	
Difference (%)	21	
COSTS	A	B
Electrical energy (\$)	87	110
Heating energy (\$)	0	0
Total energy (\$)	87	110
Lamp (\$)	14	12
One spot relamping (\$)	3	2
Bulk relamping (\$)	9	8
Total (\$)	113	133
Difference (\$)	20	
Difference (%)	15	

The input data will vary from case to case. Therefore the idea is that one should calculate the profitability of switching off fluorescent lamps by oneself. However some calculations are done with Finnish prices and circumstances.

In *Table2* there is one example of results achieved by TAKE-A-BREAK. There are six fifteen minutes break during workday. If the lamps are switched off during breaks, 21 % of annual energy consumption is saved and 15 % of costs. The lamp life is 76 % of rated lamp life and burning period is 0,79 h or 47 min, when lamps are switched off during breaks. When lamps are not switched off, lamp life is 116 % from rated lamp life and burning period is 7 hours.

When the switch-off time is rather long, for example 15 minutes, there can be many switch-offs during workday. With the used input data, energy costs reduced more than lamp costs were increased. Also, with many switch-offs the annual burning period will be shortened and therefore the bulk relamping period is still rather long. Excluding the replacement expenses, turning off fluorescent lamps becomes economically profitable even for a few minutes' break.

When the switch-off time is short, the savings are reduced. When the replacement expenses of lamps are included and assuming that the heat generated from the lamps can be utilised for heating, the break needs to exceed ten minutes in order to make turning off the lights profitable.

5 Effect of dimming on lamp life

A control system based on daylight makes great demands on lamps and ballasts. When an artificial lighting system is adjusted to keep the lighting level constant it has to dim the lamps continuously. Lamp life in dimming use was studied with a lamp life test. The main objectives were to establish proven relationships between lamp drive, dimming levels, dimming dynamics and lamp life. In group 1 there were magnetic ballasts, in other

groups the ballasts were electronic. Groups 6...8 were dimmed dynamically as Fig. 7 shows.



Fig. 6 Lamp life test. Lamps were burned in open test racks.

Table 3 Dimming levels in the lamp life test.

Group no	Dimming level		Burning cycle	Breaks
1	100%	static	3 h	15'
2	100%	static	3 h	15'
3	1%	static	3 h	15'
4	5%	static	3 h	15'
5	15%	static	3 h	15'
6	5...100 %	Dyn 1	2 h 55'	2x 10'
7	25...100 %	Dyn 2	4 h 10'	2x 20'
8	25...100 %	Dyn 3	4 h 10'	—

Photometric and electrical measurements were made after 100, 1 000, 2 000, 4 000, 8 000 and 12 000 burning hours. The measured quantities were supply voltage, current, lamp power and ballast losses, luminous flux measured with reference ballast, luminous efficacy, correlated colour temperature and general colour rendering index.

The initial luminous fluxes were measured after 100 h seasoning. Each per cent value in Table 4 is an average of three lamps.

The initial values are compared to the rated value of 3350 lm declared by manufacturers. The luminous fluxes of some lamps are little low and even fail to reach the 92 % value stated in IEC 81. Lumen reduction after specific burning hours was calculated from the measured value after 100 burning hours.

When lamps were burned dimmed the reductions were smaller than when lamps were burned undimmed.

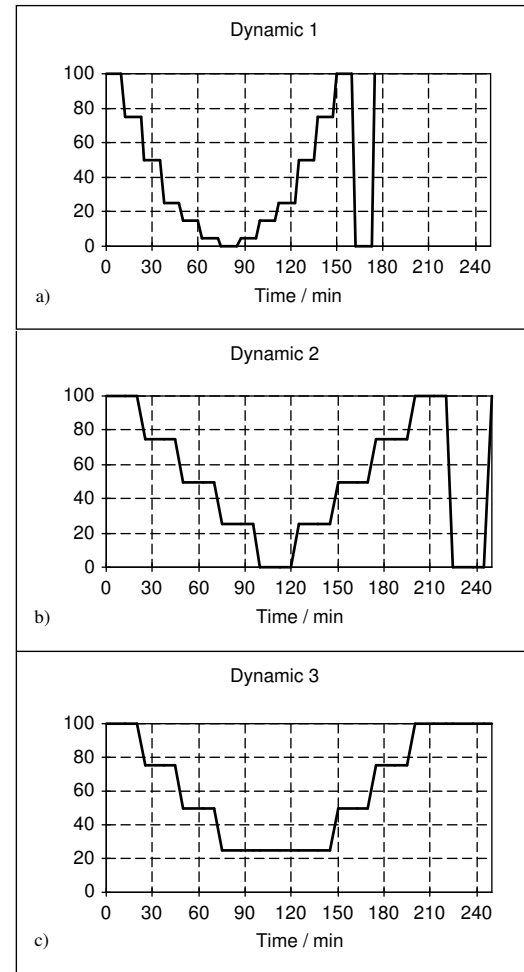


Fig. 7 Burning cycles in Dynamics 1, 2 and 3.

Table 4 Initial luminous fluxes. Values are calculated dividing the measured 100 h value by the rated value 3350 lm.

Lamp manuf.	Group number							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	%							
A	99	98	99	99	97	96	96	95
B	96	96	97	96	96	95	94	95
C	95	95	95	96	94	94	94	94
D	94	95	95	90	90	91	90	91
E	96	97	96	96	96	94	93	93
Ave.	96	96	96	95	95	94	94	94

In dynamic dimming reductions were 2,7 %, 3,0 % and 2,8 % and in static dimming 1,4 %, 1,8 % and 3,0 % after 4 000 burning hours. In group 2 where lamps were burned continuously undimmed, the reduction was 4,4 % after 4 000 hours. When a lamp is dimmed also the lamp

current is reduced. If the current on 100 % luminous flux is 100 %, on luminous flux *Table 5* Lumen reductions after 4000 and 12 000 hours.

Group no	Lumen reduction	
	4 000 h	12 000 h
1	4,6%	7,7%
2	4,4%	7,9%
3	1,4%	2,2%
4	1,8%	3,3%
5	3,0%	5,4%
6	2,7%	
7	3,0%	
8	2,8%	

electronic ballasts were about 41 %, 46 % and 51 % respectively. The smaller lumen reduction is therefore due to the smaller lamp current.

The blackening near the electrodes after 12 000 hours was evaluated by the tone value of the blackness, its width and also it was notified if there were layers.

The blackening was a little darker on the dimmed test group than in the undimmed test group. Still the lumen reduction was higher in the undimmed test group. It seems that the additional heating current causes the blackening.

However, because the lumen reduction is smaller in the dimmed test groups, it can be concluded that the blackening do not affect the characteristics or the functioning of the lamp.

PROIECTE PRIVIND SURSE DE LUMINĂ LA UNIVERSITATEA TEHNOLOGICĂ DIN HELSINKI

Rezumat

Lighting Laboratory din HUT activează în domeniul cercetării iluminatului și educației. Una dintre principalele arii de cercetare sunt caracteristicile și calitatea surselor de lumină. În acest articol este descris modul în care s-au realizat proiectele surselor de lumină și rezultatele acestora.

levels 1 %, 5 % and 15 %, the currents with the used

After 12 000 burning hours, there are only two dead lamps in groups 1...5. One died after 10 990 hours from group 4 and the other one from group 5 after 10 120 hours. In groups 6...8 there is one dead lamp after 6 000 burning hours. It died from group 6 after 5 560 hours.

The static dimming shows clearly that lamps can be burned on low dimming levels without affecting the lumen maintenance. The effect of dynamic dimming has to be verified later.

When lamps are dimmed regularly the ends of the lamps blacken a little more than when lamps are burned undimmed. This may irritate the end-user, but is harmless for the functioning of the lamp.

The effect of dimming on lamp life and lumen reduction is negligible.

Eino TETRI

Lich. Tech., Research Scientist
Electrical and Communications Engineering
Department, Lighting Laboratory
P.O. Box 3000, FIN-02015 HUT, Finland
E-mail: eino.tetri@hut.fi
web: www.hut.fi/Units/Lighting/

1 Proiecte

În proiectele surselor de lumină au fost studiate caracteristicile fotometrice și electrice ale lămpilor și modul în care se modifică aceste caracteristici pe parcursul orelor de funcționare. În studiul duratei de viață a unei lămpi este inclus efectul diferitelor circumstanțe ale mediului asupra fluxului luminos emis, scăderea de lumeni, durata de viață a lămpii și caracteristicile de pornire. Factorii investigați pot fi, de exemplu, ciclu de ardere

(funcționare), nivelul de tensiune, poziția de funcționare, tipul balastului și temperatura ambientală. Proiectele prezentate mai jos se referă la sursele de lumină. În paranteză este dat anul când proiectul a fost finalizat.

- Iluminatul sculpturilor (1987), demonstrație și sondaj (1992)
- Calitatea și costurile lămpilor fluorescente (1988)
- Utilizarea lămpilor cu descărcări în iluminatul stradal (1992)
- Lămpile cu tungsten, cu halogen și fluorescente (1992)
- Utilizarea lămpilor fluorescente compacte în iluminatul interior și exterior (1993)
- Lămpi cu redarea bună (ridicată) a culorilor și lămpi cu descărcare eficientă energetic în iluminatul local și interior (1994)
- Lămpi cu inducție utilizate în renovarea clădirilor arhitecturale valoroase (1995)
- Eficiența stingerii lămpilor fluorescente (1996)
- Efectul celui de-al treilea filtru armonic asupra caracteristicilor electrice și fotometrice a lămpii cu vapori de sodiu la înaltă presiune 400 W (1997)
- Integrarea sistemului de lumină naturală bazat pe control inteligent pentru satisfacția utilizatorului (1999)

2 Lămpi fluorescente compacte

Măsurătorile au fost făcute în concordanță cu Publicația IEC 901. Fiecare grup test a conținut 10 lămpi. În figurile 2-4, curbele reprezintă o combinație a lămpilor diferiților producători și fiecare curbă reprezintă o medie a 20–40 de lămpi. Producătorii au fost Philips, Osram, Sylvania and GE.

Figura 2 prezintă durata de viață a diferitelor tipuri de lămpi. Ciclul de funcționare a fost de 3 ore, 2 ore 45 de minute ON și 15 minute OFF. Ciclul de funcționare a fost factorul ce a afectat cel mai mult reducerea fluxului luminos și durata de viață a lămpii. Prin utilizarea unui

balast magnetic, durata de viață a lămpii este cu 5000 de ore mai mică cu un ciclu de funcționare de 45 de minute (30 minute ON și 15 minute OFF) față de unul de 3 ore, fig. 3. Pentru un ciclu de funcționare scurt vor fi 12 comutări ale întrerupătorului într-o zi de lucru (9 ore), iar pentru un ciclu de funcționare lung vor fi patru comutări. În cazul utilizării lămpilor cu balast (TS-DSE), ciclul de funcționare are un efect minor asupra duratei de viață a lămpii.

Temperatura ambientală joasă afectează atât caracteristicile de pornire ale lămpilor fluorescente, cât și fluxul luminos emis a acestora. Lămpile cu balast electronic înglobat în corpul lămpii (TC-DSE) funcționează chiar și la temperaturi de -25°C . Lămpile cu balast convențional (extern sau contruit în capacul lămpii) prezintă dificultăți la punerea în funcțiune dacă temperatura este mai joasă de -15°C . La o temperatură de 0°C , fluxul luminos al lămpilor fluorescente compacte este 20% din valoarea acestuia la o temperatură de $+25^{\circ}\text{C}$.

La temperaturi scăzute, lămpile pot fi utilizate în corpuri de iluminat închise. Poziția optimă de funcționare la temperaturi scăzute este cu orientare în jos.

Efectul balastului electronic asupra eficacității luminoase a fost studiat prin măsurarea fluxului luminos și a puterii de disipare a lămpilor de 36 W (TIC-L) și 13 W (TC-D) cu balasturi diferite. Balasturile sunt de referință, comerciale și electronice. Eficacitatea luminoasă este cu 25% mai bună în cazul balastului electronic și cu 5% mai bună în cazul balastului de referință decât în cazul balastului convențional.

În figura 4 sunt prezentate curbele de îmbătrânire a lămpii TC-L 36 W, cu balast convențional și electronic pentru un ciclu lung (3 ore) și unul scurt (45 minute). Balastul electronic prelungește durata de viață a lămpii cu 2000 ore pentru un ciclu de funcționare lung (3 ore) față de balastul convențional. În ciclurile de funcționare scurte, tipul balastului

ales pare să nu aibă efect asupra duratei de viață a lămpii.

Tensiunea furnizată este tensiunea nominală a balastrelor care este de 230 V. Supratensiunea din figura 4 este de 5% sau 242 V. Balasturile în acest grup test sunt convenționale. Supratensiunea are un efect foarte mic asupra duratei de viață a lămpii.

3 Iluminat prin inducție

Reabilitarea iluminatului a fost realizată în amfiteatrul Universității Tehnologice din Helsinki. Structurile arcuite, podeaua în sectoare și lumina reflectată indirect sunt elementele arhitecturale esențiale ale încăperii. Suprafețele sunt colorate deschis, dar nu în alb. Amfiteatrul variază în înălțime de la 10 m la 20 m. Iluminatul general constă în lămpi cu filament tungsten de 300 W și câteva lămpi fluorescente de 36W. Lămpile de 300 W sunt utilizate în corpuri de iluminat suspendate, iar lămpile de 36 W sunt folosite în corpuri de iluminat îngropate care emite lumina indirect.

Corpurile de iluminat suspendate au fost schimbate în 1991 cu două lămpi fluorescente compacte de 24 W. Prin această construcție, nivelul de iluminare a fost puțin prea scăzut. Astfel, și acestea au fost înlocuite în 1994 cu lămpi cu inducție de 85 W.

Înlocuirea anterioară a lămpii a fost realizată anual, ceea ce este dificil și scump datorită accesibilității lămpii. Este necesar să fie instalată o lampă cu durată mare de viață, utilizând corpuri de iluminat originale și cu aceleași caracteristici.

Puterea nominală a lămpii cu inducție aleasă a fost de 85 W, fluxul luminos de 6000 lm și eficacitatea sistemului de 70 lm/W. Temperatura de culoare corelată a fost de 3000 K și indicele de redare a culorii de 80. Într-un sistem de lămpi QL, generatorul de frecvență înaltă operează la 2,65 MHz. Datorită frecvenței înalte, lumina nu prezintă efectul de flicker. Durata de viață nominală a lămpii cu inducție este de 60.000 ore.

Tabelul 1 arată caracteristicile electrice și fotometrice ale corpurilor de iluminat cu lămpi cu incandescență, lămpi fluorescente compacte și lămpi cu inducție.

Concluziile proiectului sunt:

- Corpurile de iluminat îndeplinesc cerințele EMS
- Luminanța din interiorul încăperii practic s-a dublat
- Eficacitate luminoasă bună
- Pornire și repornire instantanee (lumina se închide ocazional)
- Indicele de redare a culorii este suficient de bun pentru o sală de lectură
- Fără întreținere
- Înlocuirea lămpilor la fiecare 24 de ani.

Utilizând lămpi cu inducție nivelul de iluminare al amfiteatrului a crescut prin introducerea unei surse de lumină eficiente, fără modificarea aspectului corpului de iluminat original. Prin lămpile cu inducție iluminatul îndeplinește planurile de iluminat originale ale arhitectului Alvar Alto. În concluzie, lampa cu inducție poate fi utilizată în corpuri de iluminat vechi în clădiri de valoare arhitectonică.

4. Profitabilitatea stingerii lămpilor fluorescente

În Finlanda iluminatul reprezintă doar 10% din consumul energetic total. Deconectarea iluminatului la părăsirea încăperii duce la economisirea energiei, dar scurtează durata de viață a lămpii. Durata de viață mică duce la creșterea costurilor lămpilor și la înlocuirea acestora. De asemenea, scăderea consumului electric în iluminat poate duce la creșterea consumului de energie în instalația de încălzire. De aceea este dificil să se dea un raspuns exact la întrebarea: “ar trebui deconectate lămpile pe perioada pauzelor?”.

Pe baza sugestiei lansate de MOTIVA sau Centru de Informații pentru Eficiență Energetică în Finlanda, s-a decis să se facă calcule de profitabilitate a întreruperii iluminatului lămpilor fluorescente. Datorită valorilor diferite de intrare, calculele se realizează cu ajutorul unui program de calcul

tabelar sau Excel. Utilizând acest program s-au calculat avantajele obținute în diferite cazuri.

Valorile inițiale ce afectează profitabilitatea sunt numărul de conectări a întrerupătoarelor și timpul în care acestea sunt în poziția de închis. Utilizând balasturi convenționale, durata de viață a lămpii se va micșora mai mult decât utilizând balasturi electronice, mai ales pentru un ciclu de funcționare scurt. Prețul lămpii, rata dobânzii și costurile de înlocuire a lămpilor afectează costurile lămpilor și înlocuirii acestora. În unele cazuri, deconectarea iluminatului duce la creșterea necesității pentru căldură. În tabelul de calcul se pot introduce valori diferite pentru căldură și pentru prețul energiei electrice.

Valorile calculate sunt puterea totală consumată a instalației și timpul anual de funcționare. Durata de viață a lămpii este dată atât în cazul utilizării comutatoarelor pentru întrerupere cât și în cazul neutilizării acestora. Este dat consumul de electricitate și căldură și energia economisită prin conectarea întrerupătoarelor. De asemenea, sunt calculate costurile energiei, lămpii și înlocuirii acesteia în cazul folosirii și nefolosirii întrerupătoarelor, pe parcursul unui an.

Datele de intrare vor varia de la caz la caz. De aceea trebuie calculată profitabilitatea stingerii lămpilor fluorescente pentru fiecare caz individual. S-au făcut unele calcule folosind prețurile din Finlanda și situațiile corespunzătoare acestei țări.

În tabelul 2 este prezentat un exemplu de rezultate obținute prin programul TAKE –A-BREAK. Există șase pauze de câte 15 minute într-o zi de lucru. Dacă lămpile sunt stinse în cursul acestor pauze se economisește 21% din consumul anual de energie și 15% din costuri. Durata de viață a lămpii este 76% din durata standard și perioada de funcționare este 0,79 ore sau 47 minute, dacă lămpile sunt stinse în timpul pauzelor. Dacă lămpile nu sunt stinse, durata de viață este 116% din cea standard, iar timpul de funcționare este de 7 ore.

Când timpul de stingere este mai lung, 15 minute, pot fi mai multe conectări/deconectări într-o zi de lucru. Reducerea costurilor energetice este mai mare decât creșterea costurilor lămpilor în cazul dat. De asemenea, dacă sunt mai multe deconectări, perioada anuală de funcționare va fi mai scurtă și astfel perioada de înlocuire a lămpilor va fi mai lungă. Excluzând costurile de înlocuire a lămpilor, stingerea lămpilor fluorescente devine profitabilă economic chiar și pentru pauze de câteva minute.

Când timpul de deconectare este scurt, reducerile sunt mici. Dacă sunt incluse și costurile pentru înlocuirea lămpilor și presupunând că se poate utiliza căldura generată de lămpi pentru încălzire pauza trebuie să fie mai mare de 10 minute pentru a face profitabilă stingerea lămpii.

5 Efectul reglajului (dimming) asupra duratei de viață a lămpii

Un sistem de control bazat pe lumina zilei duce la o cerere mare de lămpi și balasturi. Când se modifică un sistem de iluminat artificial pentru a menține un nivel constant al iluminării, intensitatea luminii trebuie ajustată în mod continuu.

S-a studiat durata de viață a lămpilor în cazul utilizării în sistemul de reglare a fluxului luminos emis. Obiectivele principale au fost stabilirea unei relații între nivelurile de reducere a intensității luminii, dinamica reducerii intensității luminii și durata de viață a lămpii. Balastul a fost magnetic în grupul 1, iar în celelalte grupuri a fost electronic. În grupurile 6-8 a fost redusă dinamic iluminarea așa cum arată figura 7.

S-au făcut măsurători fotometrice și electrice după 100, 1000, 2000, 4000, 8000 și 12.000 de ore de funcționare. S-au măsurat tensiunea furnizată, intensitatea, puterea lămpii și pierderile balastului, fluxul luminos măsurat cu balastul de referință, eficacitatea luminoasă, temperatura de culoare corelată și indicii de redare a culorii.

Fluxurile luminoase inițiale au fost măsurate după 100 de ore de rodaj. Fiecare valoare procentuală din tabelul 4 reprezintă media a trei lămpi.

Valorile inițiale sunt comparate cu valorile nominale de 3350 lm, declarate de producători, pornind de la valoarea măsurată după 100 de ore de funcționare.

Dacă lămpile au fost folosite în regim de reglaj (dimming), reducerile au fost mai mici decât în regim de funcționare normală.

În regim de reglaj dinamic reducerile au fost de 2,7%, 3,0% și 2,8%, iar în regim de reglaj static reducerile au fost de 1,4%, 1,8% și 3,0% după 4000 de ore de funcționare. În grupul 2, în care lămpile au funcționat continuu fără reglaj, reducerile au fost de 4,4% după 4000 de ore de funcționare.

Când o lampă funcționează în regim de reglaj și intensitatea curentului lămpii este redusă. Dacă curentul în cazul unui flux luminos de 100% este 100%, în cazul unui flux de 1%, 5% și 15%, curentul va fi 41%, 46% și respectiv 51%, utilizând balast electronic. Reducerea lumenilor este datorată reducerii curentului lămpii.

Înnegrirea în zona electrozilor după 12.000 de ore a fost evaluată prin valoarea tonurilor de negru, lățimea înnegririi și existența straturilor. Înnegrirea a fost puțin mai închisă în cazul grupului de test cu reglaj față de grupul de testare fără reglaj.

Fluxurile luminoase ale câtorva lămpi sunt mici și unele nici nu depășesc 92% din valorile cerute în IEC 81.

Reducerea fluxului luminos după orele de funcționare specifică a fost calculată

Și reducerea fluxului luminos a fost mai mare în grupul fără reglaj. Se pare că curentul adițional de încălzire determină înnegrirea. În orice caz, deoarece reducerea fluxului luminos este mai mică în grupul cu reglaj, se poate concluziona că înnegrirea nu afectează caracteristicile sau funcționarea lămpii.

După 12.000 de ore de funcționare au fost doar două lămpi arse în grupurile 1-5. Una s-a ars după 10.990 ore în grupul 4 și alta din grupul 5 după 10.120 ore. În grupurile 6-8 după 6000 de ore a fost doar o singură lampă arsă, aceasta fiind din grupul 6, arsă după 5560 ore.

Reglajul static arată clar că lămpile pot funcționa în niveluri joase de reglaj fără afectarea fluxului luminos. Efectul reglajului dinamic trebuie verificat ulterior.

Când lămpile sunt utilizate în regim de reglaj în mod regulat capetele lămpii se înnegresc mai mult decât dacă lămpile sunt utilizate normal. Acest lucru poate nemulțumi utilizatorul, dar este fără efect asupra funcționării lămpii.

Efectul reglajului asupra vieții lămpii și asupra reducerii fluxului este neglijabil.