

# INGINERIA ILUMINATULUI

8

EDITURA MEDIAMIRA  
CLUJ-NAPOCA  
2001

# INGINERIA ILUMINATULUI

Anul III, Numărul 8 (Winter) - 2001

3	EDITORIAL	Florin POP
5	ENERGY MANAGEMENT IN LIGHTING SYSTEMS	Thomas D BAENZIGER
19	LIGHTING RESEARCH – CURRENT WORK IN THE U.S.A.	Terry K McGOWAN
25	RESEARCH NETWORKING for energy efficient building	J Owen LEWIS, John R GOULDING, Georges DESCHAMPS
37	REGLAREA NIVELULUI FLUXULUI LUMINOS AL LĂMPILOR - de ce? și ... cum?	Petru PERICLE-MICU
43	EFICIENTIZAREA ECONOMICĂ a instalațiilor de iluminat interior	Corina RAFIROIU, Virgil MAIER, Sorin PAVEL
49	CONTROL ME – LIGHTING EFFICIENCY IN MODERN OFFICES	Cristian ȘUVĂGĂU
63	EVALUATION OF POTENTIAL FOR REVERSE-RAY METHOD application in flashlight designing	Henryk WACHTA
72	COMPUTER VISUALISATION TECHNIQUES used in designing illumination of sacred objects	Henryk WACHTA

## Teze de doctorat

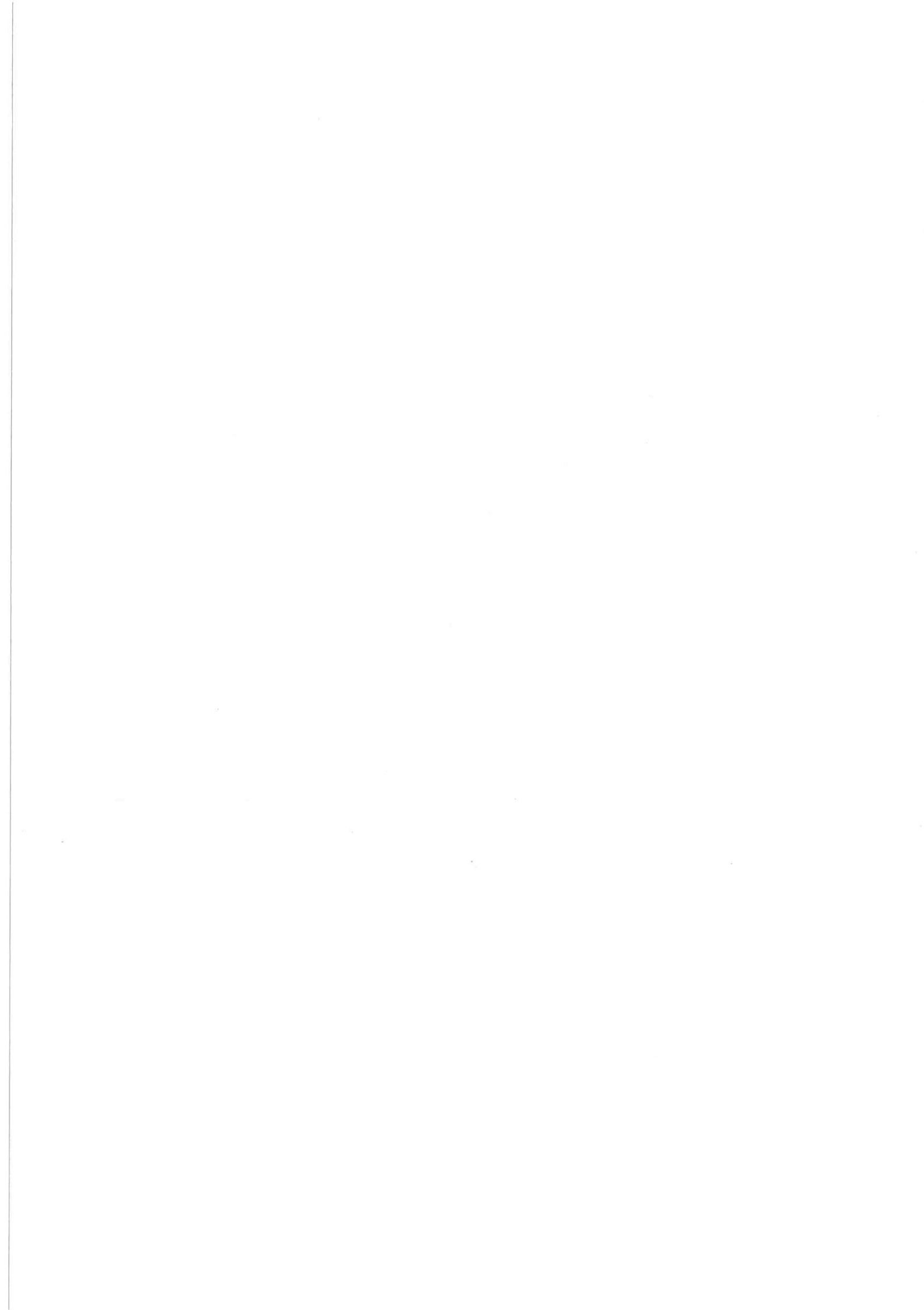
83	STUDY OF A METHODOLOGY FOR EVALUATING LIGHTING QUALITY service from urban lighting	Eduardo MANZANO
85	CONTRIBUȚII LA CONCEPȚIA SISTEMELOR DE ILUMINAT și electrice pentru camere albe	Ernest NICA
87	EFFECT OF DIMMING AND CATHODE HEATING ON LAMP LIFE of fluorescent lamps	Eino TETRI

## Conferințe și Simpozioane

91	Conferința internațională ILUMINAT 2001 Cluj-Napoca	Dorin BEU
----	---	-----------

## Informații

93	CENTRUL DE INGINERIA ILUMINATULUI – UTC-N Lighting Engineering Center – LEC	Florin POP
95	LIGHT & LIGHTING – curs european de vară în domeniul iluminatului	Dorin BEU
97	LIGHTING IN THE NEW WORLD - LightFair International 2001	Cristian ȘUVĂGĂU
101	CONTROLUL INDIVIDUAL POATE FI EFICIENT ENERGETIC	Jennifer VEITCH, Guy NEWSHAM





**Dr. Florin POP, Profesor**

*Effective lighting controls can have a big influence on building energy performance and user satisfaction, but recent post-occupancy studies show there is still much room for improvement ...*  
*[Ligth & Lighting, April 1999]*

Legea 10/1995 instituie sistemul calității în construcții în țara noastră. Una din cerințele fundamentale de realizat și menținut pe întreaga durată de existență a construcțiilor se referă la economia de energie, care trebuie să se afle în atenția factorilor implicați în conceperea, executarea și exploatarea construcțiilor – investitori, cercetători, proiectanți, verificatori de proiecte, fabricanți și furnizori de produse, executanți, proprietari, utilizatori, responsabili tehnici cu execuția, experți tehnici, autorități publice și asociații profesionale de profil. Câți dintre aceștia au avut în vedere în anii din urmă aspectele energetice ale iluminatului? Câți dintre proiectanți au introdus echipamente de iluminat performante și sisteme de control în proiectele lor? Câți dintre constructori au prevăzut cele mai eficiente surse de lumină sau au impus procurarea unor lămpi cu caracteristici colorimetrice corespunzătoare? Câți dintre utilizatorii construcțiilor au în vedere implementarea unui program de întreținere a sistemelor de iluminat?

Suntem obișnuiți cu imaginea falsă că cercetarea trebuie să se ocupe de probleme “serioase”, care să conducă la rezultate spectaculoase, cu un larg impact energetic. Un studiu recent efectuat de către un grup de cercetători de la Lawrence Berkeley Laboratory

asupra consumului de energie electrică la moteluri a evidențiat potențialul surprinzător de economisire a energiei electrice în încăperile de baie. Soluția, simplă, constă în utilizarea lămpilor fluorescente liniare eficiente și în controlul iluminatului cu senzori de prezență care să reducă fluxul luminos la jumătate, în cazul neocupării încăperii. Numeroase studii efectuate în cadrul unor centre de cercetare de prestigiu – LRC-Lighting Research Center (SUA), BRE-Building Research Establishment (Marea Britanie), NRC-National Research Council/Institute for Research in Construction (Canada) pentru a menționa doar trei dintre acestea – demonstrează legătura între calitatea iluminatului și productivitatea muncii utilizatorilor, necesitatea ca utilizatorii să aibă control direct al iluminatului mediului ambiant în care își desfășoară activitatea. Datorită diversității tipurilor sarcinilor vizuale de-a lungul unei zile de activitate, utilizatorii trebuie să poată alege diferite modalități de iluminat, conform opțiunilor individuale și momentului dat. Nu s-au obținut date care să cuantifice exact gradul de creștere a productivității determinat de confortul (vizual al) utilizatorului, dar cu siguranță că, dacă se va obține o economie de energie de doar un procent, utilizarea unui sistem de control al iluminatului se va dovedi justificată. Iar un calcul al ratei de revenire a investiției va fi suportul economic decizional.

Proiectarea iluminatului trebuie să asigure un compromis între metodele exacte de calcul și datele reale, ale unei încăperi ocupate cu mobilier și persoane și ale unor echipamente de iluminat în funcțiune, care sunt, de regulă, mult diferite de cele adoptate în calcul. Iluminatul, ca una dintre instalațiile pentru construcții, trebuie să permită flexibilitatea utilizării acestora, să asigure condiții de confort vizual pentru diverse sarcini și scenarii de lucru. Proiectarea iluminatului trebuie să aibă în vedere calitatea sistemului de iluminat, confortul utilizatorilor, productivitatea și

eficiența energetică, corelarea iluminatului electric cu cel natural și cu prezența, nevoile și

Studii făcute pe clădiri care utilizează sisteme de control al iluminatului au evidențiat că este posibilă o reducere a consumului de energie cu valori de până la 70%. Economii specifice sunt dependente de configurația clădirii, destinația ei, echipamentul de control utilizat și de strategiile de control alese. Reglarea după activitate poate reduce consumul de energie cu până la 50% în zonele de trecere sau alte spații unde se desfășoară activități fără sarcini vizuale deosebite. Controlul după program de timp poate reduce consumul de energie cu până la 40%. În cazul utilizării senzorilor de prezență economiile de energie sunt de până la 40%, în aplicații potrivite. Menținerea fluxului luminos constant și o întreținere corespunzătoare a lămpilor reduce consumul de energie cu până la 15%. Controlul funcție de lumina zilei, în spațiile cu multă lumină naturală, poate reduce consumul de energie cu până la 50%, cu deosebire dacă este aplicat noilor tipuri de clădiri construite astfel încât să permită pătrunderea masivă, dar controlată, a luminii naturale.

La proiectarea sistemului de control al iluminatului alegerea dimensiunii și distribuției zonelor de control are un efect important asupra prețului de cost și succesului în funcționare. Trebuie să se facă un compromis între cost și numărul zonelor de control. Cu cât zonele sunt mai mici, cresc costurile pentru echipament și instalare, dar se oferă o flexibilitate mărită și șansa unor costuri de exploatare mai reduse. Sistemele de control funcție de lumina naturală sau funcție de activitate sunt utilizate avantajos în cazul în care zonele de control sunt mici (10 – 40 m<sup>2</sup>), în timp ce controlul după un program de timp sau pentru menținerea iluminării constante poate fi folosit chiar dacă suprafețele vizate ating 100 – 400 m<sup>2</sup>. Forma și dimensiunile zonelor în cazul controlului funcție de lumina naturală sunt determinate de variația spațială puternică a componentei iluminării naturale interioare. Pentru încăperile cu ferestre amplasate pe o singură parte, zonele controlate se aleg paralel cu peretele cu ferestre. Rândul de corpuri situat lângă ferestre trebuie să fie pe un circuit diferit și separat

dorințele utilizatorilor.

controlabil față de corpurile așezate mai în interiorul încăperii. Dacă sunt utilizate dispozitive de umbrire comandate manual, zonele controlate vor fi mai mici. La controlul iluminatului pentru menținerea fluxului luminos constant, zonarea nu este condiționată deoarece, teoretic, deprecierea iluminatului electric este uniformă și previzibilă. Controlul este eficient chiar dacă zona de control afectată unui fototraductor este foarte mare. Tehnica de control pentru menținerea fluxului luminos constant utilizează un dispozitiv de reglare continuă a fluxului luminos emis de lămpi. Trebuie avut în vedere introducerea unor dispozitive de întârziere a răspunsului instalației de control a iluminatului pentru trecerea peste fluctuațiile iluminării naturale (înnourări temporare). Controlul iluminatului în funcție de activitatea desfășurată necesită zone foarte mici, de obicei un corp de iluminat sau grupuri mici de corpuri de iluminat. Din moment ce modificările se fac ocazional, determinate de amplasamentul mobilierului sau de schimbare a activității, reglarea se poate face manual cu potențiometrul, telecomandă sau prin modificarea obturatorului fototraductorului. În sistemele inteligente de control modificările se fac foarte simplu, prin introducerea unor noi parametri în programul microprocesorului.

Analizarea eficienței energetice a unor clădiri "inteligente" a relevat serioase probleme în exploatarea unor instalații prevăzute cu sisteme de control al iluminatului mai mult sau mai puțin sofisticate. Concluzia unui astfel de studiu (*Building intelligence in use: lessons from the PROBE project* – *Intelligent Building Conference at the BRE, Garston, October 1998*) combate mitul inteligenței după care un sistem de control "îl montezi și uiți de el", îl cumperi și electronica face restul. În realitate, sistemele de control al iluminatului vor funcționa optim în spațiile în care ocupanții vor dispune de un înalt nivel de decizie asupra controlului și al conducerii ingineresti a instalației de iluminat. Un studiu atent va conduce la obținerea rezultatelor dorite privind satisfacția ocupanților, eficiența energetică, productivitatea, întreținerea, costul scăzut.

# ENERGY MANAGEMENT IN LIGHTING SYSTEMS

Thomas D BAENZIGER

Merloni Progetti spa Energy Saving, Italy

## *Abstract*

As we move steadily into the new century it seems abundantly clear that the major issue confronting building designers, developers, owners and occupiers is energy efficiency. Although efficient energy usage has been a recurring theme throughout the past two decades we are now approaching the subject with greater rationale and maturity than perhaps we tended to in the past. Energy management must stand on its own, rather than appeal to the investors' sense of society; thus measures to improve energy efficiency must offer investors competitive returns on investment (ROI). Although energy conservation can take many forms the efficient use lighting in particular will save the community many millions of Dollars in electricity charges and reduced generating plant requirements, as well as many millions of tones of coal and CO<sub>2</sub> emission annually. And, all this is achievable without any requirement to work below current illuminance standards - *simply to utilise available daylight, compensate for over-design, compensate for lamp lumen depreciation and due to that save on air-conditioning costs.*

## I INTRODUCTION

### *A. General*

In the USA 7% of electrical energy consumed by the industrial sector is used for the lighting [1]. For the USA (1994) this is  $54,332 \cdot 10^6$  kWh [1]. With a suitable lighting control system some 20% to 50%, typically 30% of this energy can be saved. Daylight is not absolutely necessary to achieve good savings. Important is that a lighting control system is not disturbing the occupants, meaning a successful system is completely transparent to the „user“.

Systems can be installed in new installations as well as in retrofit situations. The proper

design and the commissioning are important to achieve good savings. Lighting Control Systems can be linked to a building control system. However, the experience shows that the simpler a system the easier it is to operate and the more reliable it operates. „*Everything has to be done as simple as possible but not simpler*“ (quote Albert Einstein).

### *B. Return on Investment (ROI)*

The current approach to energy conservation lies in the underlying requirement that any initiatives in respect be viewed in terms of 'reasonable return on investment'. That is the cost of saving €1000 per annum should not exceed a capital cost of €1000 - €3000 and ideally less than €2000 - a return on funds in less than two years, even allowing for the costs of funds, is in order. This however, represents only the quantifiable requirements, in addition solutions to energy conservation should blend in to improve the current work environment rather than impose restrictions or distractions on work practices.

### *C. The Requirements of a LCS*

Apart from saving energy a successful Lighting Control System (LCS) must meet the following requirements:

- A) must not disturb occupants
- B) must have a reasonable ROI
- C) must conform to the lighting standards
- D) must conform to electrical standards
- E) must be reliable

The five requirements above are most important to meet. Without a full compliance a LCS will not be acceptable.

### *D. Two Different Techniques*

A LCS can be based on at least one or both of the following techniques:

- step-less controls or dimming;
- switching controls.

Both techniques play an important role and both techniques do not necessarily comply with the five requirements when installed in different applications. It is important to find the right system or mix depending on the application.

## II WHERE DOES A LIGHTING CONTROL SYSTEM DERIVE IT'S SAVINGS?

### 1) Lumen Depreciation Compensation:

Due to the fact that all discharge lamps including fluorescent lamps "age" or reduce their luminous flux during their life a maintenance factor of 0.6 to 0.8 is applied to the lighting design. This means that with a maintenance factor of e.g. 0.7 the illuminance level is 30% higher with new lamps than it should. Once the lamps have reached the end of their economical life the illuminance level equals the target design, not taking into account any over design. With a closed loop, step-less system this ageing process can be compensated and the illuminance can be regulated and maintained on the target illuminance. With a suitable control system between 12% and 25% of energy can be saved. These savings are accurately predictable.

**2) Over Design Compensation:** At the time the design of the lighting is done, many parameters are unknown. Therefore assumptions have to be made. These assumptions are normally made on the conservative side. Building constraints, e.g. ceiling grids or design constraints such as the requirement of having a continuous band of luminaires do increase the illuminance level. Due to all these factors over design is a common feature. With a closed loop, stepless system in place the over design can be compensated. This leads to substantial energy savings between 0% and 50% (25% typically). Savings do depend much on the degree of over design and are accurately predictable as long as the exact lighting design parameters are known.

**3) Daylight Savings:** Savings due to daylight are far more difficult to predict. But as long as architectural details are known these savings can be predicted with a certain degree of accuracy because the daylight availability averaged over the year is very much predictable. In order to maximise these

savings it is important to control luminaires with similar "daylight exposure" the same way, meaning the circuits should run parallel to the windows or be exposed to the same amount of sky lights. With suitable circuiting and reasonable daylight penetration between 20% and 30% of the total lighting energy use can be saved in an industrial application. With good sky-lighting some 35% to 50% can be saved during daylight hours.

**4) Reduction of Illuminance Levels at Certain Hours:** During cleaning or non-occupancy hours the lighting can be reduced by dimming evenly to e.g. 50% control is achieved with timers or occupancy sensors. If time control is used the savings are accurately predictable. In case occupancy sensing is used the savings depend obviously on the occupancy pattern. These need to be analysed carefully in advance.

**5) Air Conditioning Savings:** In addition to the savings discussed above air conditioned applications will benefit from a lower A/C load. Depending on the A/C system and the location of the application the lighting savings can be multiplied by a factor of 1.1 to 1.8.

**6) Savings due to Switching Controls:** Quite obviously the most economical way of saving energy in lighting is not to use the lighting. This is a quite simple statement and considering our requirements in chapter I (C) it is very difficult to achieve. Due to the „visibility“ of light it is difficult to switch the light off without noticing it! Only in enclosed areas and only if it is certain that there is nobody in a room this can be done. One simple measure however could substantially reduce energy cost: **If there is nobody in a room or factory switch the lights off!** Again a simple statement difficult to achieve. Somebody needs to be responsible for this! Switching systems can be occupancy or time based as well as daylight linked. Switching systems do achieve good savings but depending on the application they may interfere with the occupants. I recommend careful consideration in the choice of a switching system. In many instances occupants were not satisfied or disturbed. Savings depend much on the occupancy and are therefore difficult to predict.

7) **Total Savings:** The total savings of a LCS range from 20% to 50%, typically 30%. Daylight is not absolutely necessary to achieve this savings.

### III FINANCIAL RATIONALE

Provision for lighting can be divided in two different cost components, initial investment and operational cost. Unfortunately the initial investment influences to a high degree the operational cost which are by far more substantial over the life span of a lighting installation.

Three cost components need to be considered:

- A) initial investment
- B) cost of energy
- C) cost of maintenance

A small example shall give you a better understanding of this: We take a high quality high-bay with glass refractor fitted with a high pressure sodium (HPS) lamp 400 W and a reactor ballast (losses 35 W).

**a) Initial investment:** The cost of the above luminaire is about €200.00.

**b) Cost of energy:** Operated for 4000 h per year at a cost of energy of 8.2 ct [2] the annual energy cost of this high-bay is:

$$€0.082 * 4000 \text{ h} * 435 \text{ W} = €142.68$$

or 71% of the initial investment. Assuming a 20 year live and a constant price of energy the energy cost over the life of the luminaire is:

$$€142.68 * 20 \text{ years} = €2,853.60$$

or 14 times the cost of the initial investment. In a „around the clock“ application this figures would more than double:

$$€0.082 * 8760 \text{ h} * 435 \text{ W} * 20 \text{ years} = €6,249.38$$

**c) Cost of maintenance:** Assuming a lamp life of 12,000 h the lamp needs to be changed about 7 times in case of 4000 h p.a. of operation. The cost for this would be about €20.00 for the lamp and about €25.00 for the labour and machinery. The total maintenance cost for 20 years with 4000 hrs p.a. is:

$$7 * €45.00 = €315.00$$

The following chart will illustrate the findings of this small calculation - Figure 1 shows the split-up of cost of the lighting

installation described above with 4000 h of operation p.a.

The decision to choose adequate lighting is many times left to the builder, who has in most cases no incentive to look at the overall efficiency and quality of such an installation. It is many times only after the construction phase when operational cost become apparent and ways are thought to reduce them.

The trend to design and construct facilities eliminates the expert advice specialised electrical engineers would be able to provide.

Occupiers put great emphasise in the provision of energy efficient lighting and lighting controls in order to minimise energy consumption and operating cost.

The benefit resulting out of a higher investment in the first place can be paid back in many cases within a commercially viable period of time. The resulting benefit is not only to the occupier in form of reduced operational cost for the entire life span of the lighting installation but represents as well a major contribution to our environment.

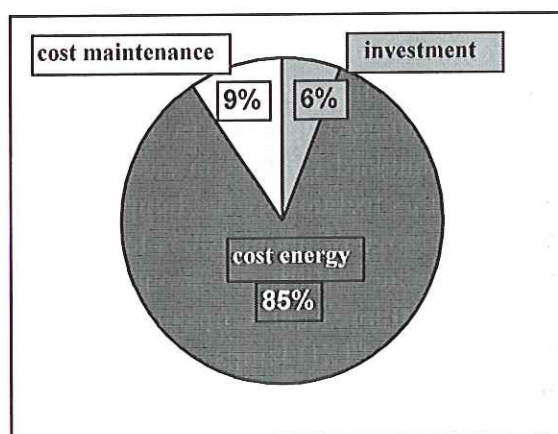


Figure 1

### IV HARDWARE CONFIGURATION

Two basic step-less (dimming) systems are available. The centralised control system, where a whole circuit of luminaries is controlled by a Source Controller (power module) or a decentralised system, where the controller is part of the luminaries (Unit Source Controller as case of high intensity discharge (HID) lamps



or high frequency (HF) ballast in case of fluorescent lighting). In order to conform with the need of a low ROI it is essential to keep the capital cost down. In many cases this leaves us with the first and far more economical option; the centralised system. Important here is that the system can handle standard control gear and even more important because of the number of luminaires controlled by one unit, the product must be reliable.

A basic LCS of the centralised approach can consist of three components only: The Source Controller, which is placed at the start of each circuit (normally the distribution board), a photoelectric cell, which is placed on the ceiling in the centre of that particular zone and a Central Control Unit (CCU) to connect the PE cell to the Source Controller(s).

The CCU is installed in the distribution board where the settings (target illuminance) can be changed easily. The CCU is calibrated on site in order to maintain a constant illuminance level. It is transmitting its signal to the Source Controller(s) which is now regulating the flow of power supplied to its circuit. All luminaires are equipped with standard iron core ballasts, standard starters and standard lamps in case of fluorescent luminaires or standard ignitors in fluorescent luminaires or standard ignitors in case of HID lighting. With this technology the lamps can be controlled in a range of about 100% to 50% of light, which equates 100% to about 45% of power in case of fluorescent lamps and 100% to about 65% in case of HID lamps.

Figure 2 is showing a typical schematic diagram of a 3-phase installation with three Source Controllers, one CCU and one photocell. Note the control gear of the lamps and the simple installation of the system.

## V KEMA TEST

In 1992 KEMA Transport & Distribution started to test 4 different dimming systems [3]. The four systems, two operating with electronic ballasts and two operating with magnetic low loss ballasts were installed in 4 identical rooms.

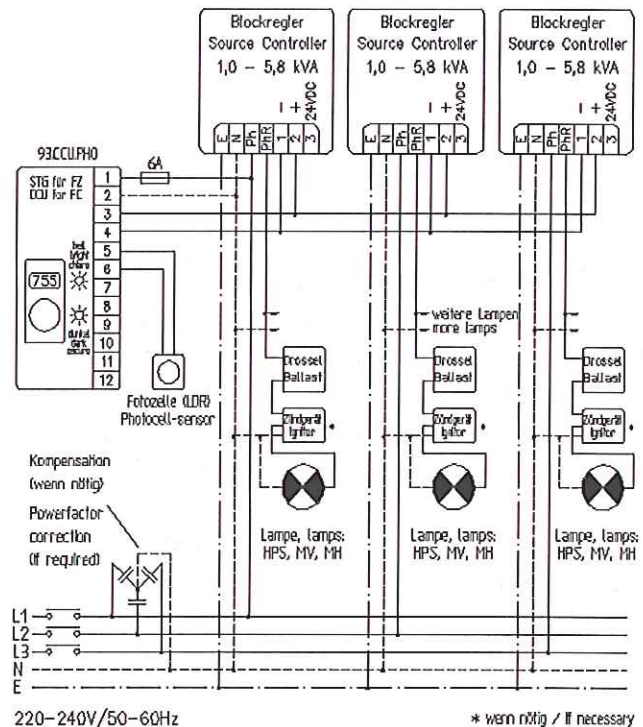


Figure 2

All systems were continuously dimming systems and calibrated to maintain an illuminance level (light level) of 500 Lux. One of the two systems operating on magnetic ballasts failed early in the test, the other three systems operated until the end of the test.

Similar test results can be expected for an industrial application. The reason for the good result of the magnetic ballast operated on NCWI\* is the increased efficacy of the luminaire when it is dimmed. At 50% light output the power consumption is about 45% only [4]. This is a 10% increase!

\* NCWI stands for „Non Critical Waveform Intersection“. This technology has been especially developed for the dimming of discharge lamps (see chapter VI).

## VI DIMMING OF DISCHARGE LAMPS

There are a number of different systems available:

- step dimming with taped ballast
- electronic ballast (HF)
- transformer based systems
- electronic transformer based systems
- NCWI (non critical wave form intersection technology)

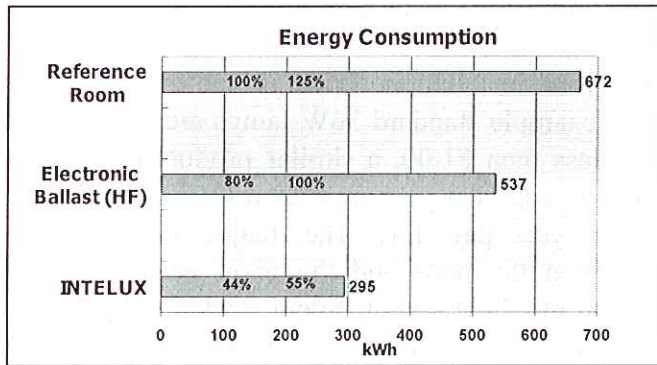


Figure 3

Figure 3 illustrates the test results [3] of the three operating systems. The reference room is equipped with magnetic low loss ballasts without any control (energy consumption 672 kWh). The result of the electronic ballasts is the average consumption of the two brands installed (energy consumption 537 kWh). The result of the dimmed system with magnetic ballasts is 295 kWh or 56% less than the reference office - a) and b) represent „distributed“ systems, all the others are centralised systems.

Any type of dimming of any kind of lamp will change the colour temperature and the colour rendering index of the light. This is as well the case with incandescent lamps. Some techniques, e.g. NCWI keep this change to a minimum they are normally not visible. The question has to be if such changes are acceptable for the type of installation. So for example in a boutique selling up-market clothes it can not be accepted, where in a factory where daylight is compensated and these parameters are improved by the daylight it is definitely acceptable.

It will give a short description of each of the systems:

**a) Step dimming with taped ballast:** The ballast is fitted with additional windings which are put in circuit by means of a relay. This will reduce the power and the lumen output. Obviously this is not a continuous system. As in all distributed systems additional wiring is necessary to control the device, e.g. a control cable to energise the relay.

**b) Electronic ballast:** Widely used in fluorescent lighting. Ballast operates tube on higher frequency (10-30 kHz). Some HF ballasts can be dimmed by e.g. a control voltage 0-10V.

This means additional wiring. The efficacy of the lamp drops dramatically when dimmed, e.g. at 50% light power consumption is 59% [4] this equates a loss of efficacy of 18%!

**c) Transformer based systems:** Transformers are a quite simple way of dimming the lighting. Two things have to be kept in mind. Firstly the transformer should not have any moving parts (brushes) because they need maintenance. If the maintenance is not performed transformers can be a fire hazard. So it is better to use brushless or step transformers. Secondly it is important to know that only HPS lamps are suitable for an acceptable dimming range (100% - 50% of luminous flux). Other than that transformers are well suited for larger retrofit installations because they can handle high power factor (HPF) luminaires fitted with magnetic ballasts.

**d) Electronic transformer based systems:** They are usually based on IGBT technology. The application is similar to c). Advantages compared to conventional transformers are: maintenance free, smaller units available, more cost effective, smaller in size and lighter in weight. Electronic transformers will eventually replace conventional transformers.

**e) NCWI technology:** This technology has been specially developed to dim discharge lamps. Any kind of discharge lamp can be dimmed provided that the lamp is operated by a magnetic reactor ballast and there is no power factor (PFC) capacitor in the luminaire. Power factor correction can be done centrally on the

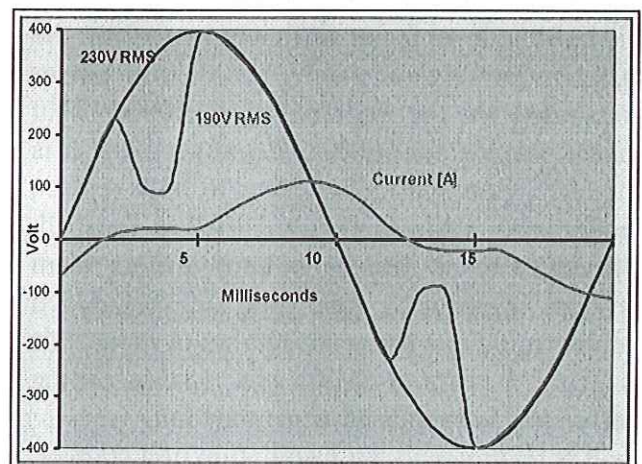


Figure 4

line side of the Source Controller. Depending on the type of lamp used a dimming range of 100% down to 20% can be achieved.

Figure 4 is showing the principle of NCWI. The „trick“ of NCWI is to supply the luminaire with the peak voltage of every half wave and to inject a current during the „low-state“ of each half wave.

## V LIGHTING MAINTENANCE

### A. General

Our experience shows that many commercial and industrial installations do not have a proper maintenance scheme in place nor a person responsible and educated to perform this important task.

Lamps are exchanged one by one or in small groups when they fail. The replacement lamps are bought in rather small quantities and the person in charge of buying the lamps has usually no knowledge of lighting and lamps. The cheapest lamps are bought.

This is often done because people in charge think that this is cheapest solution!

**This is by far the most expensive way to have a lighting installation which does not even fulfil the minimum recommendations and standards!**

### B. The Right Maintenance

Proper maintenance of a lighting installation is important. To exchange lamps when they fail is not good enough. The majority of older type lamps fail when their light output has depreciated by some 50% or more. That means the lighting level is not sufficient to perform the task comfortably and safely, but still, the power consumed by the lighting is at 100%. That means you pay for 100% and you get 50%! It is therefore essential and cheaper to bulk replace lamps when their economical life\* is finished. The economical life of a lamp differs from product to product. Ask your supplier. Good lamps would last some 12.000 hrs or more, this is about 3 years at 4000h p.a.. Lamps failing before that are replaced when they fail.

It is recommend the installation of a counter, counting the hours of operation of a representative circuit. The person in charge of buying lamps must have some knowledge about

lighting. If this is not possible talk to a lighting engineer, ask him what the best lamps would be for your installation. Price is not everything! For example standard 36W lamps are available for less then €1.00, a similar product of good quality can cost you more then €2.00. You get what you pay for! The major differences between the poor and the good product are: Lamp life, light output, colour rendering (quality of colour spectrum) and colour temperature (i.e. warm white, neutral white, cool white).

\* **Economical life:** This is the time, when the lumen output has dropped to around 80% of the initial output. At that stage the illuminance of the installation has dropped to the target illuminance, in other words the maintenance factor has been „used“. The other 10% (for a maintenance factor of 0.7) are a provision for the dirt depreciation of the luminaire.

### C. Choice of Replacement Lamps

In order to ensure an even and good light the replacement lamps should be bought in big quantities. This gives the added advantage of a better price.

## VI CONCLUSION

Lighting Control for Energy Management has become an important issue. Regardless of the system or technology used in a Lighting Control System, the five requirements of a LCS for Energy Management must be checked thoroughly in advance. Virtually every type of lamp HID and fluorescent is dimmable utilising standard magnetic (reactor) control gear. No modifications are necessary on inductive luminaires.

Technologies as described can be used not only in industrial sits but also in commercial buildings and external lighting.

Finally a successful application has not only something to do with energy savings and short pay-back periods, but with happy customers. Service, credibility and reliability add to the five requirements as they do in most of the cases, where new technologies are implemented.

## VII. CASE STUDY

**Summary:** A step-less Lighting Control System is installed in the tool hall of a car

manufacturer. The hall has a surface of 20,000 m<sup>2</sup> and a height of 16 m. The hall has even skylights (about 1% of roof surface). The lighting consists of 1100 metal halide lamps 400 W (plus 35 W for the ballast). That is a total lighting load of 479 kW. The cost of the LCS is:

LCS Hardware	€ 175,000.00
Installation	€ 43,000.00
<b>Total cost</b>	<b>€ 218,000.00</b>

The average energy savings were 30%. The energy and maintenance savings add up to USD 97,380.00 p.a. The ROI therefore is 2.2 years.

**Installation:** The 1100 lamps are supplied evenly from four lighting distribution boards (DB's). Each DB is supplying 275 lamps distributed over 8 three-phase circuits (3\*50 A). That is a total of 24 single-phase circuit. Each of the circuits is connected to one 50 A Source Controller (12 kVA). The 24 Source Controllers are controlled by one CCU Photocell installed in the same DB and one photo cell installed in the respective zone.

**Table 1** Return of Investment Calculation

Hours of operation p.a.	4,250	h
Cost of energy	0.06	€
Lamp power	400	W
Ballast loss	35	W
No. of lamps	1100	pcs
Usage without LCS	2,033	MWh
Usage with LCS	1,423	MWh
Energy savings p.a.	610	MWh
Average energy savings	30	%
This equates to about	600	t CO <sub>2</sub>
Energy cost savings p.a.	85,380	€
Maintenance cost savings p.a.	12,000	€
Total savings per year	97,380	€
Total investment	218,000	€
<b>Return on Investment</b>	<b>2.2</b>	<b>years</b>

**Energy Verification:** In order to verify the performance of the lighting control system recorders have been installed. The energy savings were measured over several months.

The over all cost of the system installed per m<sup>2</sup> is about € 11.00. The over all cost of the system installed per W is about € 0.46.

Table 1 illustrates the individual parameters of the ROI (return of investment) calculation. Notable is the low cost of energy of 6ct per kWh in this installation. Needless to mention that with energy costs of 10ct per kWh the ROI would be some 20 months! An increase of the operating hours would of course lower the ROI.

## REFERENCES

- [1] Energy Information Administration/ Manufacturing Consumption of Energy 1994 (Table A8, Page 89), USA
- [2] Energy Prices&Taxes - Quarterly Statistics (4/1998), Part II, Section D, Table 20, USA
- [3] KEMA is the official Dutch laboratory for testing. The test of different lighting control system was published in the NL lighting journal (Licht, October 1995), Autor is Piet Roelse.
- [4] INTELUX Manual Edition 9906D, Page 17
- [5] Internet page from GE Lighting  
[www.gespectrum.com/inet/vdc/wpapers.htm](http://www.gespectrum.com/inet/vdc/wpapers.htm)

### Thomas D BAENZIGER, BE Elec.

Merloni Progetti spa Energy Saving  
Viale Certosa 247  
20151 Milano/Italy  
Fax: +41796003788  
e-Mail: [tbaenziger@merloniprogetti.it](mailto:tbaenziger@merloniprogetti.it)  
[www.mpes.com](http://www.mpes.com)

1985 - Graduation as electrical engineer at "Higher Technical College of Winterthur" (Fachhochschule).  
1985-1988: R&D engineer for air defence systems. 1988-1994: Managing Director of Kelstrom Pty Ltd, Melbourne Australia (subsidiary of the Swiss based INTELUX Group). 1994-2000: Managing Director of INTELUX AG, Switzerland. 2000-...: Merloni Progetti spa Energy Saving, responsible for: Marketing & Sales, Export, R &D and Production.  
Participant at International Conferences with papers/ reports on Energy Efficiency/Control Systems in Lighting

*Paper presented at the International Conference ILLUMINAT 2001, June 28-30, 2001, Cluj-Napoca*

# MANAGEMENTUL ENERGETIC ÎN SISTEMELE DE ILUMINAT

## Rezumat

Pe măsură ce înaintăm în noul mileniu, eficiența energetică devine din ce în ce mai evident o problemă majoră cu care se confruntă proiectanții de clădiri, dezvoltatorii, proprietarii și ocupanții acestora. Deși utilizarea eficientă a energiei electrice a fost o temă des invocată în ultimele decenii, în prezent abordăm subiectul mai rațional și mai matur decât probabil s-a preconizat în trecut. Managementul energetic trebuie să rămână de sine stătător, mai precis nu la latitudinea atracției investitorilor societății; astfel măsurile de creștere a eficienței energetice trebuie să ofere investitorilor o recuperare a investiției (ROI – returns on investment). Deși conservarea energiei poate lua multe forme, utilizarea eficientă a iluminatului în particular va determina economisirea a multor milioane de dolari ai comunității la consumul de electricitate și cereri mai reduse de instalații de producere, la fel ca și economisirea a milioane de tone de cărbune și reducerea emisiilor anuale de CO<sub>2</sub>. Toate acestea pot fi realizate fără utilizarea sub standarde a iluminatului – *prin utilizarea luminii naturale disponibile, compensată pentru iluminatul artistic, compensată pentru deprecierea fluxului luminos și datorită acesteia, economii ale costurilor pentru aerul condiționat.*

## I Introducere

### A. Aspecte generale

În SUA, 7% din energia electrică consumată în sectorul industrial este utilizată pentru iluminat, reprezentând  $54,332 \cdot 10^6$  KWh (1994) [1]. Cu un sistem de control al iluminatului corespunzător poate fi economisit de la 20% la 50%, uzual 30%. Lumina naturală nu este absolut necesară pentru a obține economii importante. Important este ca sistemele de control al iluminatului să nu deranjeze ocupanții, înțelegând prin acesta un sistem reușit, complet transparent pentru utilizator.

Sistemele pot fi instalate în noile instalații cât și în cele existente. Proiectul corespunzător și instrucțiunile de utilizare sunt importante pentru a obține economii semnificative. Sistemele de control al iluminatului pot fi cuplate la sistemul de control al clădirii. Oricum, experiența arată că simplitatea sistemului duce la un mod mai facil și de încredere în operare. "*Totul trebuie realizat cât de simplu posibil, dar nu mai simplu de atât*" spunea Albert Einstein.

### B. Recuperarea investiției

Abordarea de față privind conservarea energiei constă în satisfacerea cerinței ca orice inițiativă în acest sens să fie văzută în termenii unei 'recuperări rezonabile a investiției'. costul economiei de €1000 pe an nu ar trebui să depășească un cost principal de €1000 - €3000 și ideal de mai puțin de €2000 – recuperarea în mai puțin de doi ani, chiar permițând ca costurile să fie în fondurile stabilite. Acestea oricum, reprezintă doar cerințe cuantificabile, soluții suplimentare pentru conservarea energiei ar trebui elaborate pentru îmbunătățirea mediului actual de lucru, mai degrabă decât impunerea de restricții sau condiții care distrag atenția în timpul lucrului.

### C. Cerințele unui sistem de control al iluminatului electric

Separat de economiile de energie, un sistem de control al iluminatului electric (SCIE) reușit trebuie să întrunească următoarele cerințe:

- A) să nu deranjeze ocupanții
- B) durata de recuperare a investiției rezonabilă
- C) trebuie să fie conform cu standardele de iluminat
- D) trebuie să respecte standardele electrice
- E) trebuie să fie sigur

Cele cinci cerințe de mai sus sunt cele mai importante care trebuie îndeplinite. Fără o completă conformare, SCIE nu vor fi acceptabile.

### D. Două tehnici diferite

Un SCIE poate fi bazat pe una ori pe ambele din următoarele metode:

- control continuu (step-less) sau variator;
- control de comutare (switching).

Amândouă metode joacă un rol important dar nu e necesar ca împreună să satisfacă cele cinci condiții, când sunt instalate în aplicații diferite. Este important să se găsească sistemul potrivit sau combinații în funcție de aplicație.

## II De unde provin economiile unui sistem de control al iluminatului?

1) *Compensarea deprecierei fluxului luminos*: datorită faptului că lămpile cu descărcări au o anumită durată de viață sau își reduc fluxul luminos în timpul vieții, la proiectare se ia în calcul un factor de menținere de 0,6-0,8. Aceasta înseamnă că pentru un factor de menținere de 0,7 nivelul iluminării este cu 30% mai mare decât ar trebui pentru lămpile noi. Odată ce lampa a atins sfârșitul vieții economice, nivelul de iluminare ajunge la nivelul proiectat, neluând în calcul nici o altă supradimensionare. Cu o buclă închisă, cu un sistem de reglare continuu (stepless), acest proces de îmbătrânire poate fi compensat, iluminarea putând fi reglată și menținută la valoare impusă. Cu un sistem de control corespunzător se poate economisi între 12% și 25% din energia electrică. Aceste economii pot fi estimate cu exactitate.

2) *Compensarea supradimensionării*: în timpul proiectării iluminatului, mulți parametri sunt necunoscuți. Așadar trebuie făcute niște presupuneri. Aceste presupuneri sunt făcute în mod obișnuit în cazurile comune. Constrângerile legate de clădire, ca de pildă textura tavanului sau constrângeri de proiectare ca necesitatea unei benzi continue de luminoare, va duce la creșterea nivelului de iluminare. Datorită acestor factori, supradimensionarea este o caracteristică obișnuită. Un sistem în buclă închisă, continuu, poate compensa efectele supradimensionării. Acesta conduce la economii substanțiale de energie, între 0% și 50% (tipic 25%). Economia depinde mult de gradul de supradimensionare, putând fi estimat cu exactitate cât timp se cunosc parametrii exacti ai proiectării.

3) *Economiile datorate iluminatului natural*: economiile obținute ca urmare a utilizării luminii naturale sunt mult mai greu de estimat. Dar cât timp detaliile arhitecturale sunt cunoscute, aceste

economii pot fi estimate într-un anumit grad de precizie, deoarece media disponibilității luminii naturale de-a lungul anilor este predictibilă. În sensul de-a maximiza aceste economii, este important de-a controla corpurile de iluminat cu o aceeași expunere la lumina naturală, înțelegând prin aceasta că circuitele ar trebui să fie paralele cu ferestrele sau expuse la aceeași iluminare a cerului. Cu ajutorul unor circuite corespunzătoare și o pătrundere rezonabilă a luminii naturale, poate fi economisit între 20% ... 30% din totalul energiei utilizate pentru iluminat în aplicațiile industriale. Profitând de o bună iluminare a cerului pot fi economisite de la 35% la 50% în timpul zilei.

4) *Reducerea nivelului iluminării la anumite ore*: în timpul efectuării curățeniei sau în timpul orelor de inactivitate, iluminatul poate fi redus de exemplu la 50% cu ajutorul timerelor sau senzorilor de prezență. Dacă se utilizează un control orar economiile sunt estimate cu acuratețe. În cazul utilizării senzorilor de prezență, economiile depind în mod evident de ocupanți. Acest aspect trebuie analizat cu grijă din timp.

5) *Economiile în cazul sistemelor de aer condiționat*: ca urmare a celor discutate anterior aplicațiile cu aer condiționat vor beneficia de o încărcare mai mică. În funcție de sistemul de alimentare și amplasare, economiile înregistrate de pe urma sistemului de iluminat pot fi multiplicat cu un factor de la 1,1 la 1,8.

6) *Economia de energie prin utilizarea sistemelor cu comutare*: este cât se poate de evident că cel mai economic mod de a economisi energie în iluminat este de a nu folosi iluminatul. Aceasta este cât se poate de simplu, dar foarte greu de îndeplinit ținând seama de cerințele din capitolul I (c). Datorită caracterului de "vizibilitate" al luminii este extrem de greu de a opri iluminatul fără a se observa acest lucru! Ceea ce se poate face doar în spațiile închise și doar dacă este sigur că acolo nu se găsește nici o persoană. O măsură simplă, care poate reduce substanțial costurile pentru energie: *oprește iluminatul dacă nu este nici o persoană în încăperea vizată sau în fabrică!!* Din nou o problemă simplă, dar o

condiție dificilă de a fi obținută. O persoană trebuie să fie responsabilă cu această activitate! Sistemele cu comutare pot fi bazate pe controlul de prezență sau de timp, cuplat cu disponibilitatea luminii naturale. Sistemele cu comutare asigură economii considerabile, dar în funcție de aplicație pot să interfere cu utilizatorii. Recomand ca această alegere să se realizeze cu grijă. În multe cazuri, utilizatorii nu au fost satisfăcuți sau au fost deranjați. Economiiile depind în mare măsură de utilizatori și sunt greu de estimat.

7) **Economiile totale:** totalul economiilor SCIE poate fi cuprins într-un interval de la 20% la 50%, tipic 30%. Iluminatul natural nu este absolut necesar pentru a obține aceste economii.

### III Rațiuni financiare

Resursele pentru iluminat pot fi împărțite în două componente diferite: - de cost, investiția inițială și - costurile operaționale. Din nefericire, costurile inițiale influențează într-un grad sporit pe cele operaționale care sunt pe departe mai substanțiale de-a lungul vieții instalațiilor de iluminat.

Trei categorii de costuri trebuie luate în considerare:

- costul inițial
- costul energiei
- costul mentenanței

Un mic exemplu vă va face să înțelegeți acest aspect: să considerăm un corp de iluminat de calitate ridicată cu sticlă refractară dotată cu o lampă de sodiu la înaltă presiune (HPS) de 400 W și balast reactiv (cu pierderi de 35 W).

A) Investiția inițială: costul corpului de iluminat de mai sus este în jur de 200,00 €.

B) Costul energiei: pentru o funcționare de 4000 h pe an la un cost al energiei de 8,2 cenți [2], costul anual al energiei va fi:

$$0,082 \text{ €} * 4000 \text{ h} * 435 \text{ W} = 142,68 \text{ €},$$

sau 71% din investiția inițială. Presupunând durata de viață la 20 de ani și un preț constant al energiei, costul energiei pe durata de viață a corpului de iluminat este:

$$142,68 \text{ €} * 20 \text{ ani} = 2.853,60 \text{ €}$$

sau de 14 ori costul investiției inițiale. Iar pentru toată aplicația, costurile vor reprezenta mai mult decât dublul investiției:

$$0,082 \text{ €} * 8760 \text{ h} * 435 \text{ W} * 20 \text{ ani} = 6.249,38 \text{ €}$$

C) Costul mentenanței: presupunând că durata de viață a lămpii este de 12.000 h, lampa necesită a fi schimbată de aproape 7 ori dacă este operațională 4000 h/an. Costul se va cifra la 20,00 € pentru lămpi și 25,00 € cu manopera și aparatele. Costul total al mentenanței pentru 20 de ani cu o utilizare de 4000 h/an este:

$$7 * 45,00 \text{ €} = 315,00 \text{ €}.$$

Graficul următor ilustrează ceea ce s-a obținut în urma acestui mic calcul – figura 1 prezintă costul instalării sistemului de iluminat descris mai sus cu o perioadă de operare de 4000 h/an.

Decizia alegerii unui iluminat adecvat este lăsat de multe ori la latitudinea constructorului clădirii, care cele mai multe cazuri nu au nici un îndemn de a căuta instalații de calitate și eficiente. Sunt multe cazuri în care doar după faza de construcție, când costul operațional devine evident, se caută căi de a le reduce.

Orientarea de a proiecta și construi facilități s-a îndepărtat de sfatul experților specializați în inginerie electrică care au un cuvânt de spus în acest sens.

Ocupanții pun un mare accent pe sursele de iluminat eficiente energetic și control al iluminatului în scopul de a minimiza consumul de energie și costul operațional.

Beneficiul rezultat dintr-o investiție ridicată poate fi obținut în multe cazuri într-o perioadă viabilă de timp din punct de vedere comercial. Beneficiile rezultate nu sunt doar pentru ocupanți sub forma reducerii costurilor operaționale pentru întreaga perioadă de timp de funcționare a instalației de iluminat, ci reprezintă la fel de mult și o contribuție majoră la protejarea mediului înconjurător.

### IV Configurația echipamentelor

Sunt disponibile la ora actuală două sisteme de variere a fluxului luminos în mod continuu (dimming): sistemul de control centralizat, unde toate circuitele lumenatoarelor sunt controlate de un controler sursă, sau sistemul descentralizat,

Amândouă metode joacă un rol important dar nu e necesar ca împreună să satisfacă cele cinci condiții, când sunt instalate în aplicații diferite. Este important să se găsească sistemul potrivit sau combinații în funcție de aplicație.

## II De unde provin economiile unui sistem de control al iluminatului?

1) *Compensarea deprecierei fluxului luminos*: datorită faptului că lămpile cu descărcări au o anumită durată de viață sau își reduc fluxul luminos în timpul vieții, la proiectare se ia în calcul un factor de menținere de 0,6-0,8. Aceasta înseamnă că pentru un factor de menținere de 0,7 nivelul iluminării este cu 30% mai mare decât ar trebui pentru lămpile noi. Odată ce lampa a atins sfârșitul vieții economice, nivelul de iluminare ajunge la nivelul proiectat, neluând în calcul nici o altă supradimensionare. Cu o buclă închisă, cu un sistem de reglare continuu (stepless), acest proces de îmbătrânire poate fi compensat, iluminarea putând fi reglată și menținută la valoare impusă. Cu un sistem de control corespunzător se poate economisi între 12% și 25% din energia electrică. Aceste economii pot fi estimate cu exactitate.

2) *Compensarea supradimensionării*: în timpul proiectării iluminatului, mulți parametri sunt necunoscuți. Așadar trebuie făcute niște presupuneri. Aceste presupuneri sunt făcute în mod obișnuit în cazurile comune. Constrângerile legate de clădire, ca de pildă textura tavanului sau constrângeri de proiectare ca necesitatea unei benzi continue de luminoare, va duce la creșterea nivelului de iluminare. Datorită acestor factori, supradimensionarea este o caracteristică obișnuită. Un sistem în buclă închisă, continuu, poate compensa efectele supradimensionării. Acesta conduce la economii substanțiale de energie, între 0% și 50% (tipic 25%). Economia depinde mult de gradul de supradimensionare, putând fi estimat cu exactitate cât timp se cunosc parametrii exacti ai proiectării.

3) *Economiile datorate iluminatului natural*: economiile obținute ca urmare a utilizării luminii naturale sunt mult mai greu de estimat. Dar cât timp detaliile arhitecturale sunt cunoscute, aceste

economii pot fi estimate într-un anumit grad de precizie, deoarece media disponibilității luminii naturale de-a lungul anilor este predictibilă. În sensul de-a maximiza aceste economii, este important de-a controla corpurile de iluminat cu o aceeași expunere la lumina naturală, înțelegând prin aceasta că circuitele ar trebui să fie paralele cu ferestrele sau expuse la aceeași iluminare a cerului. Cu ajutorul unor circuite corespunzătoare și o pătrundere rezonabilă a luminii naturale, poate fi economisit între 20% ... 30% din totalul energiei utilizate pentru iluminat în aplicațiile industriale. Profitând de o bună iluminare a cerului pot fi economisite de la 35% la 50% în timpul zilei.

4) *Reducerea nivelului iluminării la anumite ore*: în timpul efectuării curățeniei sau în timpul orelor de inactivitate, iluminatul poate fi redus de exemplu la 50% cu ajutorul timer-elor sau senzorilor de prezență. Dacă se utilizează un control orar economiile sunt estimate cu acuratețe. În cazul utilizării senzorilor de prezență, economiile depind în mod evident de ocupații. Acest aspect trebuie analizat cu grijă din timp.

5) *Economiile în cazul sistemelor de aer condiționat*: ca urmare a celor discutate anterior aplicațiile cu aer condiționat vor beneficia de o încărcare mai mică. În funcție de sistemul de alimentare și amplasare, economiile înregistrate de pe urma sistemului de iluminat pot fi multiplicat cu un factor de la 1,1 la 1,8.

6) *Economia de energie prin utilizarea sistemelor cu comutare*: este cât se poate de evident că cel mai economic mod de a economisi energie în iluminat este de a nu folosi iluminatul. Aceasta este cât se poate de simplu, dar foarte greu de îndeplinit ținând seama de cerințele din capitolul I (c). Datorită caracterului de "vizibilitate" al luminii este extrem de greu de a opri iluminatul fără a se observa acest lucru! Ceea ce se poate face doar în spațiile închise și doar dacă este sigur că acolo nu se găsește nici o persoană. O măsură simplă, care poate reduce substanțial costurile pentru energie: *oprește iluminatul dacă nu este nici o persoană în încăperea vizată sau în fabrică!* Din nou o problemă simplă, dar o



condiție dificilă de a fi obținută. O persoană trebuie să fie responsabilă cu această activitate! Sistemele cu comutare pot fi bazate pe controlul de prezență sau de timp, cuplat cu disponibilitatea luminii naturale. Sistemele cu comutare asigură economii considerabile, dar în funcție de aplicație pot să interfere cu utilizatorii. Recomand ca această alegere să se realizeze cu grijă. În multe cazuri, utilizatorii nu au fost satisfăcuți sau au fost deranjați. Economiiile depind în mare măsură de utilizatori și sunt greu de estimat.

7) **Economiile totale:** totalul economiilor SCIE poate fi cuprins într-un interval de la 20% la 50%, tipic 30%. Iluminatul natural nu este absolut necesar pentru a obține aceste economii.

### III Rațiuni financiare

Resursele pentru iluminat pot fi împărțite în două componente diferite: - de cost, investiția inițială și - costurile operaționale. Din nefericire, costurile inițiale influențează într-un grad sporit pe cele operaționale care sunt pe departe mai substanțiale de-a lungul vieții instalațiilor de iluminat.

Trei categorii de costuri trebuie luate în considerare:

- costul inițial
- costul energiei
- costul mentenanței

Un mic exemplu vă va face să înțelegeți acest aspect: să considerăm un corp de iluminat de calitate ridicată cu sticlă refractară dotată cu o lampă de sodiu la înaltă presiune (HPS) de 400 W și balast reactiv (cu pierderi de 35 W).

- A) Investiția inițială: costul corpului de iluminat de mai sus este în jur de 200,00 €.
- B) Costul energiei: pentru o funcționare de 4000 h pe an la un cost al energiei de 8,2 cenți [2], costul anual al energiei va fi:

$$0,082 \text{ €} * 4000 \text{ h} * 435 \text{ W} = 142,68 \text{ €},$$

sau 71% din investiția inițială. Presupunând durata de viață la 20 de ani și un preț constant al energiei, costul energiei pe durata de viață a corpului de iluminat este:

$$142,68 \text{ €} * 20 \text{ ani} = 2.853,60 \text{ €}$$

sau de 14 ori costul investiției inițiale. Iar pentru toată aplicația, costurile vor reprezenta mai mult decât dublul investiției:

$$0,082 \text{ €} * 8760 \text{ h} * 435 \text{ W} * 20 \text{ ani} = 6.249,38 \text{ €}$$

C) Costul mentenanței: presupunând că durata de viață a lămpii este de 12.000 h, lampa necesită a fi schimbată de aproape 7 ori dacă este operațională 4000 h/an. Costul se va cifra la 20,00 € pentru lămpi și 25,00 € cu manopera și aparatele. Costul total al mentenanței pentru 20 de ani cu o utilizare de 4000 h/an este:

$$7 * 45,00 \text{ €} = 315,00 \text{ €}.$$

Graficul următor ilustrează ceea ce s-a obținut în urma acestui mic calcul – figura 1 prezintă costul instalării sistemului de iluminat descris mai sus cu o perioadă de operare de 4000 h/an.

Decizia alegerii unui iluminat adecvat este lăsat de multe ori la latitudinea constructorului clădirii, care cele mai multe cazuri nu au nici un îndemn de a căuta instalații de calitate și eficiente. Sunt multe cazuri în care doar după faza de construcție, când costul operațional devine evident, se caută căi de a le reduce.

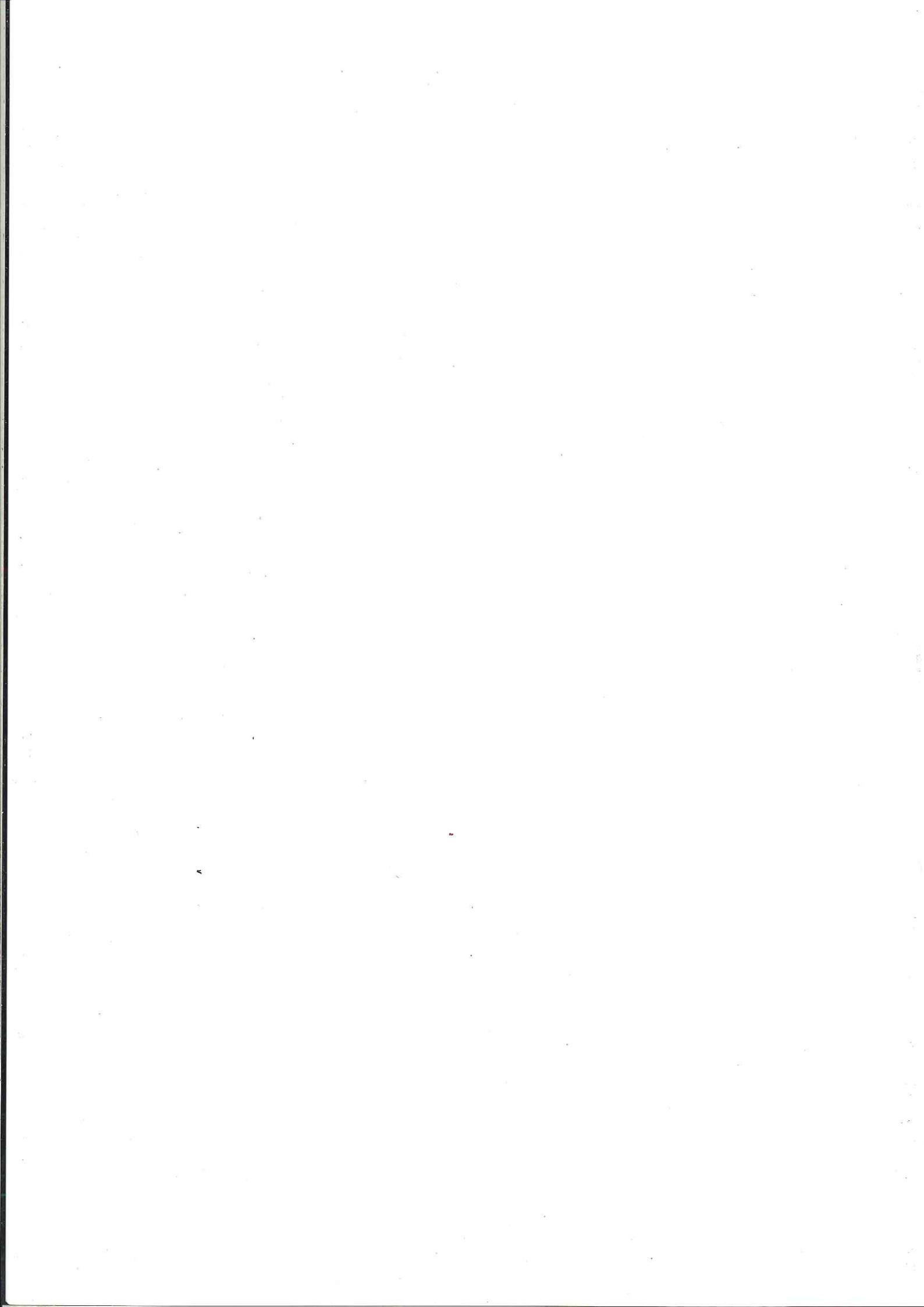
Orientarea de a proiecta și construi facilități s-a îndepărtat de sfatul experților specializați în inginerie electrică care au un cuvânt de spus în acest sens.

Ocupanții pun un mare accent pe sursele de iluminat eficiente energetic și control al iluminatului în scopul de a minimiza consumul de energie și costul operațional.

Beneficiul rezultat dintr-o investiție ridicată poate fi obținut în multe cazuri într-o perioadă viabilă de timp din punct de vedere comercial. Beneficiile rezultate nu sunt doar pentru ocupanți sub forma reducerii costurilor operaționale pentru întreaga perioadă de timp de funcționare a instalației de iluminat, ci reprezintă la fel de mult și o contribuție majoră la protejarea mediului înconjurător.

### IV Configurația echipamentelor

Sunt disponibile la ora actuală două sisteme de variere a fluxului luminos în mod continuu (dimming): sistemul de control centralizat, unde toate circuitele luminatoarelor sunt controlate de un controler sursă, sau sistemul descentralizat,



Rezultatul sistemului de diminuare cu balasturi magnetice este de 295 kWh sau cu 56% mai puțin ca în cazul biroului de referință. Cazurile a) și b) reprezintă sistemele "distribuite", toate celelalte fiind sisteme centralizate.

Orice tip de diminuare a oricărui tip de lampă va schimba temperatura de culoare precum și indicele de redare a culorii luminii. Este la fel ca și în cazul lămpilor incandescente. Unele tehnici, de exemplu NCWI, păstrează aceste schimbări la un minimum, care în mod normal nu este vizibil. Întrebarea este dacă astfel de schimbări sunt acceptabile pentru tipul respectiv de instalație. De exemplu, într-un magazin de haine, aceste schimbări nu sunt acceptate, pe când într-o fabrică, aceste schimbări sunt acceptate definitiv deoarece iluminarea naturală este compensată și acești parametri sunt îmbunătățiți de lumina naturală

În continuare va fi dată o scurtă descriere a fiecărui sistem:

**a) Diminuare în trepte cu balast (taped ballast):** balastul este montat cu bobine adiționale puse în circuit cu ajutorul unui releu. Aceasta va reduce consumul de putere și fluxul luminos. Evident acesta nu este un sistem continuu, ca și în sistemele distribuite. Cablare adițională este necesară pentru a controla dispozitivul, de exemplu un cablu pentru alimentarea releului.

**b) Balast electronic:** larg utilizat în iluminatul cu lămpi fluorescente. Sunt utilizate pentru lămpi cu frecvență ridicată (10 - 30 kHz). În acest caz diminuarea fluxului luminos se poate realiza printr-o variație de tensiune în intervalul 0 - 10 V. Aceasta înseamnă fire în plus. Eficacitatea lămpilor scade dramatic când este diminuată de exemplu puterea luminoasă cu 50%, consumul este de 59% din consumul inițial, aceasta ducând la o scădere a eficacității de 18%!

**c) Sisteme bazate pe transformator:** transformatoarele reprezintă calea cea mai simplă de diminuare a fluxului luminos. Trebuie să se țină cont de două aspecte. Primul aspect îl reprezintă faptul că transformatorul nu trebuie să aibă părți mobile deoarece acestea necesită operații de întreținere. Dacă operațiile

de întreținere nu sunt executate, transformatoarele pot să prezinte pericol de incendiu. De aceea este indicat a se utiliza transformatoare cu cursor. Al doilea aspect îl reprezintă faptul că numai lămpile de înaltă presiune sunt potrivite pentru o diminuare a fluxului luminos într-un domeniu acceptabil de 100% ... 50%. Pe de altă parte aceste transformatoare sunt adecvate pentru marile instalații existente, deoarece ele pot controla cu un factor de putere bun lămpile dotate cu balast magnetic.

**d) Sisteme bazate pe transformator electronic:** aceste sisteme se bazează pe tehnologia IGBT. Aplicația este similară cu cea de la punctul c). Avantajele față de transformatoarele clasice sunt: mult mai ieftine, mult mai mici în dimensiune și greutate. Transformatoarele electronice vor înlocui eventual transformatoarele clasice.

**e) Tehnologia NCWI:** această tehnologie a fost dezvoltată în mod special pentru a diminua fluxul luminos al lămpilor cu descărcări. Orice tip de lampă cu descărcare poate fi supusă unui control de diminuare a fluxului luminos cu condiția folosirii unui balast magnetic (magnetic reactor ballast) și nu există starter în corpul de iluminat. Corecția factorului de putere poate fi făcută centralizat la nivelul sursei controller. În funcție de tipul lămpii folosite se pot obține diminuări de la 100% până la 20%.

Figura 4 arată principiul NCWI. Ideea tehnologiei NCWI este de a alimenta lampa cu vârful de tensiune a fiecărei jumătăți de undă și de a injecta un curent în punctul minim al jumătății de undă.

## V Mentenanța iluminatului

### A. Generalități

Experiența noastră arată că multe instalații comerciale și industriale nu au o schemă corespunzătoare de mentenanță și, de asemenea, nici o persoană responsabilă și pregătită să execute această importantă sarcină.

Lămpile sunt schimbate una câte una sau în grupuri mici atunci când ele se defectează. Lămpile ce înlocuiesc pe cele defecte sunt cumpărate mai degrabă în cantități mici și persoana însărcinată cu cumpărarea lor nu are

de obicei cunoaștințe de iluminat și despre lămpi. astfel sunt cumpărate lămpile ieftine. Aceasta se întâmplă de obicei deoarece persoanele însărcinate cu cumpărarea lămpilor consideră aceasta ca fiind o soluție ieftină.

Aceasta este de departe cea mai scumpă cale de a avea o instalație de iluminat care nu îndeplinește întocmai setul minim de recomandări și standarde!

### **B. Mentenanța corespunzătoare**

Mentenanța corespunzătoare a unui sistem de iluminat este importantă. Schimbarea lămpilor când ele s-au defectat nu este o măsură suficient de bună. Majoritatea lămpilor de tip vechi se defectează când fluxul lor emis s-a redus cu 50% sau mai mult. Aceasta înseamnă că nivelul luminii nu este corespunzător pentru a executa o sarcină în mod confortabil și sănătos și de asemenea puterea consumată este tot 100%. Aceasta înseamnă că veți plăti ca pentru o lampă nouă și obțineți de fapt 50% din fluxul luminos al unei lămpi noi. Deci este esențial și mai ieftin să fie înlocuite lămpile când durata de viață economică\* este atinsă. Durata de viață economică a unei lămpi diferă de la un produs la un altul. Întrebați furnizorul: lămpile bune vor putea funcționa în jur de 12.000 ore sau mai mult, ceea ce reprezintă 3 ani cu 4000 ore p.a.

Este recomandată instalarea unui contor, care să contorizeze orele de funcționare a unui circuit reprezentativ. persoana însărcinată cu cumpărarea lămpilor trebuie să aibă niște cunoaștințe despre iluminat. Dacă acest lucru nu este posibil, vorbiți cu un inginer în lumino-tehnică și întrebați-l care sunt cele mai bune lămpi pentru instalația dvs. Prețul nu este totul! De exemplu lămpile standard de 36 W sunt disponibile pentru mai puțin de 1,00 €, un produs similar de o calitate bună vă poate costa mai mult de 2,00 €. Veți avea ce veți plăti! Diferențele majore între un produs de calitate slabă și unul de bună calitate sunt: viața lămpii, fluxul luminos emis, redarea culorii (calitatea spectrului de culoare) și temperatura de culoare (de exemplu - alb cald, alb neutru, alb rece).

\* Durata de viață economică: aceasta reprezintă perioada în care fluxul luminos scade până la 80% din fluxul luminos inițial. La acest stadiu iluminarea instalației a scăzut la iluminarea stabilită, cu alte cuvinte

factorul de menținere a fost "folosit". Celelalte 10% (pentru un factor de menținere de 0,7) reprezintă deprecierea fluxului luminos datorită depunerilor de praf pe corpul de iluminat.

### **C. Alegerea înlocuirii lămpilor**

În vederea obținerii unei lumini bune și uniforme, lămpile de rezervă trebuie să fie cumpărate în cantități mari. Aceasta va oferi avantajul unui preț mai bun.

## **VI Concluzii**

Controlul iluminatului pentru managementul energetic a devenit o direcție importantă. Indiferent de tipul sistemului sau tehnologia utilizată pentru SCIE, trebuie verificate încă de la început cinci cerințe ale acestuia, pentru a putea vorbi de un management energetic. Teoretic fiecare tip de lampă HID și fluorescentă se pretează la un control al fluxului luminos folosind dispozitive de reglare standard magnetice. Nu sunt necesare modificări pentru lămpile inductive.

Tehnologiile descrise pot fi utilizate nu numai în domeniu industrial ci și în clădirile comerciale cât și în iluminatul exterior.

În sfârșit, succesul aplicării unei astfel de sistem constă nu numai în obținerea unei economii de energie și reducerea perioadei de recuperare a investiției ci și în obținerea satisfacției clienților. Întreținerea, credibilitatea și încrederea se adaugă celor cinci cerințe ce trebuie îndeplinite în majoritatea cazurilor unde noile tehnologii au fost implementate.

## **VII Studiu de caz**

Prezentare: sistemul de control al iluminatului este instalat în hala de unelte a unei fabrici de mașini. Hala are o suprafață de 20.000 m<sup>2</sup> și o înălțime de 16 m. Hala prezintă și luminatoare (în jur de 1% din suprafața acoperișului). Sistemul de iluminat este realizat cu 1100 de lămpi cu ioduri metalice de 400 W (plus 35 W pentru balast). Aceasta reprezintă o încărcare de 479 kW.

Costul SCIE este:

- echipamente SCIE	175.000 €
- instalare	43.000 €
- costul total	218.000 €

În medie, economiile de energie au fost de 30%. Economii de energie ajung până la 97.380 USD/an, astfel ROI este de 2,2 ani.

Instalare: cele 1100 de lămpi sunt alimentate echilibrat de la patru tablouri de distribuție (TD). Fiecare TD alimentează 275 de lămpi distribuite în 8 circuite trifazate (3\*50 A), deci sunt 24 de circuite monofazate. Fiecare circuit este conectat la o sursă controller de 50 A (12 kVA). Cele 24 de surse controller sunt controlate de o fotocelulă CCU instalată în același TD și o fotocelulă instalată în zona respectivă.

**Tabel 1** Calculul perioadei de recuperare a investiției

Orele de funcționare anual	4.250 h/an
Costul energiei	0,06 €
Puterea lămpii	400 W
Pierderi în balast	35 W
Număr de lămpi	1100 bucăți
Utilizare fără SCIE	2,033 MWh
Utilizare cu SCIE	1,423 MWh
Economia de energie anuală	610 MWh/an
Economia de energie	30%
Aceasta echivalează cu	600 t CO <sub>2</sub>
Economii financiare anuale	85.380 €
Economia prin mentenanță	12.000 €
Totalul economiilor anuale	97.380 €
Investiția totală	218.000 €
Recuperarea investiției	2,2 ani

Verificare energetică: pentru verificarea performanțelor SCIE au fost instalate înregistratoare. Economii de energie au fost măsurate de-a lungul câtorva luni.

Costul sistemului instalat per m<sup>2</sup> este 11,00 €. Costul sistemului instalat per W este de 0,46 €.

Tabelul 1 ilustrează parametrii individuali ai calculului perioadei de recuperare a investiției. Notabil în această instalație este costul scăzut al energiei de 6 sutimi per kWh (6 cenți per kWh). Este inutil să se mai menționeze faptul: cu pentru un cost al energiei de 10 sutimi per kWh recuperarea investiției va fi de numai 20 de luni! De asemenea, o creștere a numărului orelor de funcționare va duce, desigur, la scăderea ROI.

*Traducere realizată de Adrian GLIGOR și  
Horațiu GRIF*

# LIGHTING RESEARCH - CURRENT WORK IN THE U.S.A.

Terry K McGOWAN

Lighting Research Office, Electric Power Research Institute

## Abstract

Current U.S. lighting research is primarily involved in describing and defining the variety of ways that light affects people. An example is a new report that outlines the relationships between visual performance and human performance. Such research, while not specific as to product or market, has value in linking the lighting industry to the needs of society. One way of successfully transforming such research work into lighting practice is described.

## Research in progress

The electric lighting industry in the U.S. has now been providing products and services for more than 120 years. Research work carried out around the world as well as in the U.S. during this period has answered fundamental and applied questions about how the eye sees, the nature of light, how light can be generated and controlled and numerous application questions involving the complicated interaction between human beings and the lighted environment. Indeed, the so-called "human factors" aspect of lighting has dominated lighting research programs now for more than 40 years. But, this should not be a surprise. As with other branches of technology, when knowledge is gained, more questions are raised and there is always more to be discovered. There is also an element of timeliness. What subjects are of immediate interest to research planners and funders? In the U.S., during the 1970s and 80s, and in most other industrialized countries as well, energy conservation was at the top of the list. That is no longer the case although lighting energy use and efficiency remain a strong influence.

An important subject at the moment is how light affects human health. Interest in this subject intensified recently when two studies reported that female night-shift workers had increased chances of contracting breast cancer.

One study quantified the risk as "up to 60% higher" [1]. It is thought that the link to light is via the hormone melatonin. Obviously, more information is needed; but the potential effects involving how light is used in daily life in modern society may be significant and underscores how little is known in this area.

Some other important areas of lighting research (not a complete list) currently include:

- Mesopic vision – are there practical lighting applications where a mesopic lumen should be defined and used?
- Lighting for the elderly – the growing population of older people has raised issues of home and institutional facility design, health and quality of life.
- Germicidal UV applications for air, water and materials purification and decontamination – long-term research has confirmed the value of germicidal UV for the control of tuberculosis and other diseases. Recent events and concern about biological terrorism have renewed interest in this subject.
- Lighting quality – what factors significantly affect the quality of lighting, how important are they and how should they be defined and incorporated into lighting designs? One approach was developed for the latest edition of the **IESNA Lighting Handbook** [2]. See particularly Chapter 10. There is also work being done in the CIE especially through Division 3 and TC3-34.
- Light trespass/light pollution – originally brought to the attention of the public and the lighting industry by professional astronomers, light pollution is now of growing concern to those involved in other ecological and environmental issues because of light's effects on migrating birds, sea turtles and plants. Light trespass concerns have similarly become more important because of the growth of commercial outdoor, roadway and security lighting.

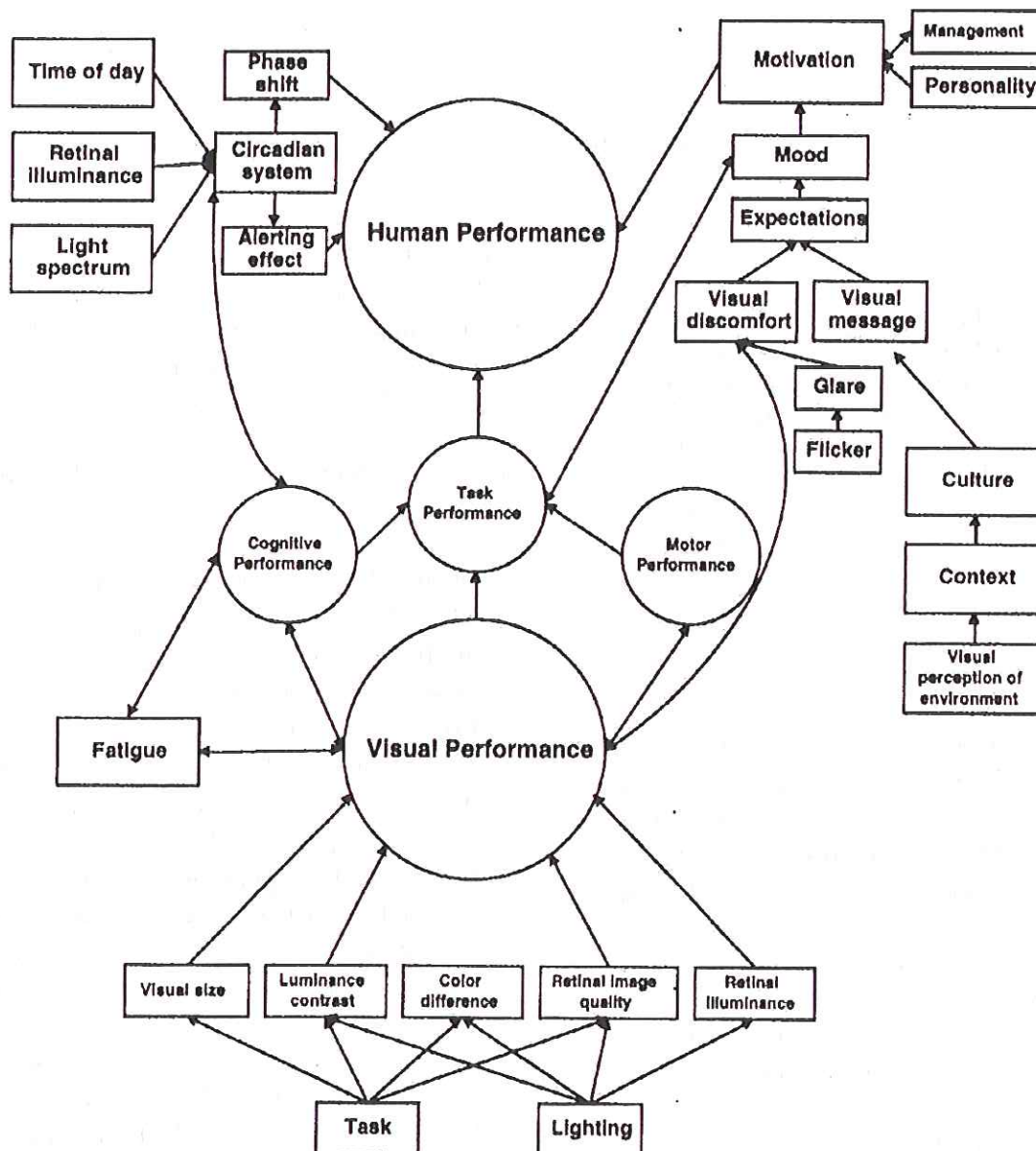


Figure 1 Three routes by which lighting can influence human performance. Visual performance is fairly well understood. How light affects the Circadian Systems and Motivation (with a few exceptions) is not.

An illustration of lighting research that has had long-term significance and remains of critical interest with visual, productivity, cost, energy and business implications is research involving lighting and visual performance. A new report, **Lighting and Human Performance II – Beyond Visibility Models Toward a Unified Human Factors Approach To Performance** by Dr. Peter Boyce and Dr. Mark Rea [3] suggests the history of the subject. The report updates and extends a previous report published in 1989, but the subject goes back to the early days of lighting. It deals with one of

the fundamental questions: how much light is required to visually perform specific visual tasks?

Early work resulted in illuminance values for tasks based primarily upon consensus judgement. But in 1959 the results of a major research effort were published indicating that visibility models could, with proper input values, determine the required illuminance for certain "visibility level" conditions. This was the so-called "Blackwell" work that became, for a time, the basis for lighting recommendations in North America and which was later adopted in part by the CIE as well.

Subsequent work, however, indicated that a comprehensive visibility model was more complicated than expected. Rea, Ouellette, Tiller and several others reported on attempts to refine and develop visibility models and the 1989 report mentioned above entitled, **Lighting and Human Performance: A Review** [4] documents the progress of that effort. But, as the title suggests, there was a growing realization that a model for visual performance was not enough to predict how light affects human performance leading to productivity. Other factors had to be included. The new report is therefore intended not only to update the earlier report, but also to indicate what these factors might be, what is currently known about them and their relationship to each other.

Figure 1 (taken from the new report) [3] suggests the conceptual framework. As indicated, lighting influences human performance directly via Task Performance and indirectly via Motivation (psychological factors) and the Circadian Systems (photobiology). The arrows in the diagram indicate the direction of the effects.

The risk with such definitive diagrams is that they suggest linkages and effects which are really not known or for which there may be very limited data. There is value, however, in using the ideas as a research "road map" that can be discussed, debated and eventually worked into research planning and funding cycles. This was done in the new report.

### **Transforming research into practice**

There is, of course, long-term intrinsic value to lighting research; but, according to current thinking, the time between the research and unlocking its value must be shortened. Founders are particularly interested in that aspect of research and often build "realization" or "market transformation" plans into research projects. In other cases, organizations, such as government bodies, concerned about overall

development or implementation may sponsor transformation efforts to educate, disseminate or speed the integration of research into practice. A good example of this kind of effort is the **Advanced Lighting Guidelines** [5] or ALG. It is not a research report, but rather seeks to encourage the use of leading-edge energy-effective lighting technologies by making available complete, high-quality data and information to lighting designers and specifiers. First developed in 1991 and then revised in 1993 and now again in 2001, the ALG is sponsored by a group of electrical utilities and federal and state energy organizations. While the earlier editions were printed and made widely available at low or no cost, a unique aspect of the current edition is that the whole document (about 400 pages) may be downloaded from the World Wide Web at no charge. During the first 6 months of availability, there have been over 26,000 viewers of the material and some 1,000 downloads with about 10% of those being non-U.S. Clearly, the information is of interest.

### **Summary**

This brief look at U.S. lighting research activities and issues has not included the major product research efforts of those companies directly involved in the lighting industry. Those efforts which result in new and improved lamps, luminaires and other lighting equipment are essential and focused on the sale of goods and services. However, the objective of this article is to emphasize the foundation of lighting - that broad research that deals with basic issues such as those described above. There is a need to understand these basic issues since they involve people and their relationship to light before companies can develop and market products needed to respond to that relationship.



## References

1. **Journal of the National Cancer Institute**, Vol. 93, No. 20, 1511, October 17, 2001  
<http://www.jnci.oupjournals.org/>
2. Rea, Mark S., Editor. **The IESNA Lighting Handbook**, 9<sup>th</sup>. Edition 2000. Illuminating Engineering Society of North American. New York. <http://www.iesna.org>
3. Boyce, P.R. and Rea, M.S., **Lighting and Human Performance II – Beyond Visibility Models Toward a Unified Human Factors Approach To Performance**. This research was managed by the Lighting Research Office of the Electric Power Research Institute (EPRI/LRO) and was published as EPRI Report 1006415, October, 2001. <http://www.lightingresearchoffice.org>
4. Boyce, P.R., Berman, S.M., Collins, B.L., Lewis, A.L., and Rea, M.S., **Lighting and Human Performance: A Review**, National Electrical Manufacturers Association (NEMA) and Lighting Research Institute, Washington D.C., 1989. <http://www.nema.org>
5. **Advanced Lighting Guidelines 2001**, EPRI Report 1005992. Palo Alto, California 2001. <http://www.epri.com> A project of the New Buildings Institute, White Salmon, WA. Electronic copies are also available for download via: <http://www.newbuildings.org>

## CERCETAREA ÎN ILUMINAT – SUBIECTE ACTUALE ÎN S.U.A.

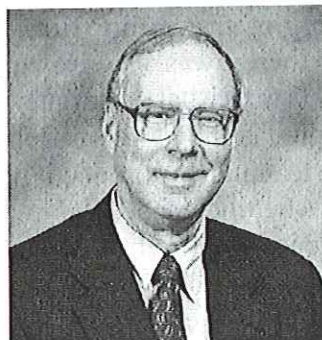
### Rezumat

Cercetarea în domeniul iluminatului din S.U.A. este, în prezent, orientată, în principal, spre descrierea și definirea diverselor moduri în care lumina influențează oamenii. Un exemplu în acest sens este un nou raport care prezintă relațiile dintre performanțele vizuale și performanța umană. Astfel de cercetări, care nu sunt specifice unui produs sau unei piețe, sunt valoroase prin legătura pe care o fac între industria de iluminat și necesitățile societății. În continuare este descrisă o modalitate de a transforma, cu succes, aceste cercetări în practică de iluminat.

### Cercetări în derulare

Industria de iluminat electric din S.U.A. oferă produse și servicii de mai mult de 120 de ani. Cercetările efectuate în această perioadă în întreaga lume, și în S.U.A. de asemenea, au

**Terry K McGOWAN**  
EPRI/LRO  
3574 Atherstone Rd.  
Cleveland Hts., OH 44121 USA  
Tel: +1-216-291-1884  
Fax: +1-216-382-6424  
e-Mail: [lighting@ieee.org](mailto:lighting@ieee.org)



**Terry K. McGOWAN**, FIES, LC is the Executive Director of the Lighting Research Office of the Electric Power Research Institute (EPRI). The Lighting Research Office (LRO) funds, manages and reports on significant lighting research work conducted in laboratories throughout the world.

*Received at 26.11.2001*

găsit răspunsuri la întrebări fundamentale și practice despre modul în care funcționează ochiul, natura luminii, modul în care lumina poate fi generată și controlată, și numeroase probleme aplicative care implică interacțiunea complicată dintre ființele umane și mediul luminos. Astfel, aspectul denumit “factorii umani” în iluminat a dominat programele de cercetare de mai mult de 40 de ani. Aceasta, însă, nu ar trebui să surprindă. Asemeni altor ramuri ale tehnologiei, descoperirile determină apariția unor noi întrebări, și întotdeauna este tot mai mult de descoperit. Mai este și elementul *timp*. Care sunt subiectele de interes imediat pentru cei care planifică, respectiv cei care finanțează cercetările? În S.U.A., în anii ’70 și ’80, și de asemenea în majoritatea țărilor industrializate, conservarea energiei s-a aflat în fruntea listei. Situația actuală este alta, dar utilizarea și randamentul energetic în iluminat își păstrează, totuși, un interes ridicat.

Un subiect important al momentului este modul în care lumina influențează sănătatea umană. Interesul asupra acestui subiect s-a intensificat

recent, când două studii au arătat faptul că femeile care lucrează în ture de noapte au mai multe șanse de a contracta cancer mamar. Unul dintre studii a cuantificat riscul ca fiind de "60% și mai mare" [1]. Se crede că legătura cu iluminatul se realizează prin hormonul melatonină. Este evident că sunt necesare mai multe informații, dar efectele potențiale ale iluminatului asupra vieții cotidiene din societatea modernă pot fi semnificative și evidențiază cunoștințele reduse din acest domeniu.

Alte domenii importante ale cercetării în iluminat (fără a fi o listă completă) includ în prezent:

- Vederea mezopică – există aplicații practice de iluminat în care ar trebui definit și utilizat un flux mezopic?
- Iluminatul pentru persoanele în vârstă – creșterea ponderei persoanelor în vârstă în rândul populației a pus problema proiectării facilităților casnice și instituționale, a sănătății și calității vieții.
- Aplicațiile dezinfectante ale UV pentru purificarea și decontaminarea aerului, apei și materialelor – cercetarea pe termen lung a confirmat valoarea antimicrobiană a ultravioletelor pentru controlul tuberculozei și a altor maladii. Evenimentele recente și temerile față de terorismul biologic au readus interesul asupra acestui subiect.
- Calitatea iluminatului – care sunt factorii care afectează în mod semnificativ calitatea iluminatului, cât sunt de importanți, și care este modul în care trebuie definiți și încorporați în proiectarea iluminatului? Una din abordări a fost dezvoltată în ultima ediție a **IESNA Lighting Handbook**[2]. A se vedea în special Capitolul 10. Se lucrează, de asemenea, și în cadrul CIE, în special prin Divizia 3 și TC3-34.
- Poluarea luminoasă/lumina pierdută – inițial adusă în atenția publicului și a industriei iluminatului de către astronomii profesioniști, poluarea luminoasă este în prezent o preocupare tot mai intensă a celor implicați în alte probleme ecologice și de mediu, din cauza efectelor pe care lumina le are asupra păsărilor migratoare, a țestoaselor marine și a plantelor. Lumina pierdută ("Light trespass") a devenit importantă în mod similar datorită dezvoltării iluminatului comercial, rutier și de siguranță.

O ilustrare a cercetării în iluminat care a fost importantă timp îndelungat și care rămâne o problemă de interes, cu implicații vizuale, în productivitate, costuri, energie și comerciale sunt cercetările care implică iluminatul și performanțele vizuale. Un raport nou, **Iluminatul și performanțele umane II – după modelele de vizibilitate, spre o abordare unificată a factorilor umani ai performanței**, de Dr. Peter Boyce și Dr. Mark Rea [3] sugerează istoria acestui subiect. Raportul actualizează și extinde un raport anterior publicat în 1989, dar subiectul se întoarce până la începuturile iluminatului. Este abordată o chestiune fundamentală: câtă lumină este necesară pentru efectuarea unor acțiuni specifice vizuale? Primele cercetări au determinat valori ale iluminatului adoptate în primul rând prin consens. În 1959, însă, s-au publicat rezultatele unei cercetări ample, care indicau faptul că modelele de vizibilitate pot determina, cu ajutorul unor date de intrare corespunzătoare, iluminarea necesară pentru anumite condiții de "nivel de vizibilitate". Aceasta a fost cercetarea denumită "Blackwell" care, pentru o vreme, a fost baza de recomandare pentru iluminat în America de Nord și care a fost mai târziu adoptată și de CIE.

Lucrările ulterioare, însă, au indicat faptul că un model curpinzător de vizibilitate este mult mai complicat decât se preconiza. Rea, Ouellette, Tiller și alții au prezentat încercările lor de a rafina și dezvolta modelele de vizibilitate, iar raportul din 1989 menționat mai sus, cu titlul "Iluminatul și performanțele umane" [4] documentează progresele realizate. Dar, după cum sugerează titlul, s-a realizat faptul că un model pentru performanța vizuală nu este suficient pentru a prezice modul în care lumina afectează performanțele umane productive. Trebuie incluși și alți factori. Noul raport nu are numai intenția de a actualiza raportul anterior, dar arată și care ar putea fi acești noi factori, ce se cunoaște în prezent și care sunt relațiile între ei.

Figura 1 (preluată din raportul nou) [3] sugerează cadrul conceptual. După cum este prezentat, iluminatul influențează performanța umană în mod direct, prin Executarea activității și indirect, prin Motivație (factori psihologici)

și sistemele circadiene (fotobiologie). Săgețile din diagramă indică direcția efectelor. **Figura 1** Trei căi prin care lumina poate influența performanțele umane. Performanța vizuală este destul de bine înțeleasă. Modul în care lumina afectează sistemele circadiene și motivația (cu câteva excepții) nu este înțeles.

Riscul acestor diagrame definitorii este că sugerează legături și efecte care în realitate sunt cunoscute prea puțin sau chiar deloc. Ideile sunt, totuși, utile pe post de "ghid de cercetare" care poate fi discutat, dezbătut și apoi utilizat în planificarea și finanțarea cercetărilor, ceea ce s-a și realizat în acest raport nou.

### Aplicarea cercetărilor în practică

Cercetarea în iluminat are, desigur, o valoare intrinsecă pe termen lung; însă, conform concepției actuale, trebuie redus intervalul de timp dintre desfășurarea cercetării și aplicarea ei. Finanțatorii sunt în mod deosebit interesați de acest aspect al cercetării și deseori concep planuri de "realizare" sau de "transformare de piață" a proiectelor de cercetare. În alte cazuri, organizațiile, cum ar fi agențiile guvernamentale, preocupate de dezvoltarea sau implementarea generală, pot sponsoriza acțiunile de transformare pentru a educa, disemina sau accelera integrarea cercetării în practică. Un exemplu potrivit pentru aceasta este **Advanced Lighting Guidelines** [5] sau ALG. Acesta nu este un raport de cercetare ci, mai degrabă, încearcă să încurajeze utilizarea tehnologiilor de vârf în iluminat, eficiente

energetic, punând la dispoziția proiectanților de iluminat date complete, de calitate înaltă. Editat prima oară în 1991 și apoi revizuit în 1993 și respectiv 2001, ALG este sponsorizat de un grup de utilități electrice și organizații energetice federale și de stat. Primele ediții au fost tipărite și distribuite pe scară largă la un preț mic sau gratuit, un aspect special al ediției curente este faptul că întregul document (de circa 400 de pagini) poate fi descărcat de pe Internet în mod gratuit. În primele 6 luni de la publicare s-au înregistrat 26.000 de cititori ai materialelor și aproximativ 1000 de descărcări, din care 10% au fost din afara SUA. În mod evident, aceste informații sunt de mare interes.

### Sumar

Această scurtă trecere în revistă a activităților și problemelor din cercetarea și problemele de iluminat nu a inclus cercetările majore ale companiilor implicate direct în industria de iluminat. Acele eforturi care rezultă în echipamente noi și îmbunătățite de iluminat sunt orientate spre vânzarea bunurilor și serviciilor. Obiectivul acestui articol, în schimb, este de a evidenția bazele iluminatului – acele cercetări de larg interes care abordează elementele de bază, cum sunt cele enumerate mai sus. Este necesară înțelegerea acestor probleme de bază, deoarece acestea implică persoanele și relația lor cu lumina, înainte ca firmele producătoare să dezvolte și să vândă produsele necesare care să răspundă nevoilor acestei relații.

# RESEARCH NETWORKING FOR ENERGY EFFICIENT BUILDING

J Owen LEWIS<sup>1</sup>, John R GOULDING<sup>1</sup>, Georges DESCHAMPS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University College Dublin, <sup>2</sup> European Commission, Research Directorate General

## Abstract

The EnerBuild RTD Thematic Network aims to enhance co-operation and the exchange of knowledge between co-ordinators of building sector energy research and development projects supported in the European Commission's Fourth and Fifth Framework RTD programmes. With the overall objective of contributing to the reduction in fossil fuel derived energy use and consequent environmental emissions, EnerBuild RTD will deliver the results of past and current research in this area to potential users in the most important sectors with the greatest dissemination potential. State-of-the-art reviews will focus on enhancing the technical and industrial content and prioritisation of future European energy-related building research, and links with other R&D actions and Thematic Networks will be fostered to help optimise research effort and encourage synergies and collaboration at European and national levels. The effectiveness of different dissemination strategies and media will be evaluated. European Fifth Framework programme Thematic Networks bring together manufacturers, users, universities and research centres around a given scientific or technical objective, and include co-ordination networks between EC funded projects. This Network comprises about 50 current and recently-completed building-related renewable energy and energy saving R&D projects, and will include similar new projects from the Fifth Framework programme. Projects are grouped in carefully constructed dynamic Thematic Groups co-ordinated by internationally respected experts, and considerable emphasis will be accorded inter-cluster opportunities and horizontal dimensions such as socio-economic and other cross-cutting objectives at the European level.

## 1 Introduction

### 1.1 Background

The building sector represents about 11% of GNP in most Member States, and employs very large numbers. The sector accounts for some 35% of EU final energy consumption.

European citizens spend over 90% of their lives in buildings, so that the impact of the built environment is pervasive. The stock of existing buildings is enormous and the yearly replacement rate is 2% or even less. The building industry is characterised by an unusual degree of fragmentation among its principal actors, design/manufacture/supply assembly usually taking place within profoundly distinct organisations. Construction industry expenditure on RTD is proportionately very low; and major barriers to market diffusion of innovative energy-efficient products and services exist in many areas. Yet the potential for widespread application of new and improved energy technologies is enormous, and energy savings of 50% to 75% and more have been demonstrated in different buildings across the EU.

The characteristics of the European building industry and the energy market require that very deliberate emphasis must be given to technology transfer and dissemination if new and improved energy technologies are to have the appropriate impact.

EU energy RTD programmes during the past quarter century have made important contributions to advancing innovative technologies and concepts, including hundreds of projects on buildings. Developing on this important foundation, the EnerBuild RTD Thematic Network will provide a major impetus to the process of bringing about change in the energy efficiency of European buildings.

### 1.2 Objectives

To enhance co-operation among energy RTD projects addressing the built environment and supported in the EC's Fourth and Fifth Framework programmes, the EnerBuild RTD Thematic Network (which commenced in April 2000) has the following objectives:

- To deliver the results of past and current research to potential users in the most

important sectors with the greatest dissemination potential, with the overall objective of reducing emissions and improving the energy efficiency of the built environment in Europe

- To facilitate collaboration and exchange among EC-supported research projects
- To help maintain the technical and industrial content of future European energy-related building research and to help identify research priorities
- To form links with relevant targeted R&D actions and other Thematic Networks with a view to maximising the effectiveness of the problem-solving effort, and to minimise overlap and facilitate communications between national and EC-funded activities
- To encourage the formation of new RTD partnerships between stakeholders in construction
- To evaluate the effectiveness of different dissemination strategies and media.

The Network comprises primarily JOULE and CRAFT building-related energy R&D projects, and will include EC Fifth Framework Programme Key Action 6 projects. Projects are grouped in carefully-constructed dynamic thematic groups as shown in Figure 1, each coordinated by an distinguished expert.

Inter-group opportunities and horizontal dimensions such as socio-economic and other cross-cutting objectives at the European level will be emphasised. The entire process is guided by a formal Steering Committee deciding strategic matters and including senior representatives of European industrial, professional and research federations and associations and managed by a group with two decades of experience and achievements in the Network's topic.

A diverse but integrated series of measures aims to:

- Identify potential winning technologies
- Target markets and study their requirements
- Identify and implement coherent technology transfer and promotion strategies
- Evaluate the results.

The Network promotes close linkages between the key European market actors and the European Commission's building-related energy RTD activities, full use of the synergies between some of the objectives of industry associations and the Commission's objectives, and a wider and cost-effective dissemination of the best available energy technologies in the building sector. It thus seeks to advance Community social and environmental objectives

while delivering European added value to the work of the EU's leading building researchers, and contribute to economic development and the strengthening of competitiveness and the technological base of European construction.

## 2 Project work plan

"The building sector offers one of the largest single potentials for energy efficiency and should thus be a major focus for action"

*'Towards a strategy for the rational use of energy', EC COM(98)246 29 April 1998.*

There is enormous potential for reducing energy consumption in both new and existing buildings; for instance through the provision of tighter and better-insulated constructions, more efficient lighting heating and cooling systems, and waste heat recovery. Savings of upwards of 70% have been demonstrated, and autonomous (or 'zero energy') dwellings have been constructed. Given the scale of the challenge for Europe inherent in complying with legally binding international commitments to control greenhouse gases, new actions are required in order to harness the full capacity of the building sector to contribute in the medium to long term to limiting these emissions. Such a vast and disparate yet highly influential industry requires innovative and sensitive mechanisms and initiatives if the necessary change is to be accomplished. Furthermore, important opportunities arise for co-operation and exchange, and sometimes a sharing – whether of facilities, expertise, or insights – among separate research projects and researchers. Where a common commitment to the solution of shared problems is developed, the result for the participants can be thoroughly creative and stimulating. Experience indicates that, given the appropriate ambience and an emphasis on problem-solving, practical challenges which might otherwise appear severe (such as intellectual property rights, for instance) can be avoided.

The EnerBuild RTD Thematic Network aims at creating enhanced networking and co-operation among EC-supported energy RTD projects addressing the built environment to advance the objectives outlined above in a coherent manner focussed on societal needs and driven by sustainable development.

### 3 The Consortium

#### 3.1 Structure of the Network

The network organisation and structure is illustrated in the organisation chart above. The Energy Research Group, University College Dublin will act as Network Co-ordinator and Secretariat. It will be responsible for the day-to-day planning and management of the project, and for liaison between the contractors and the Commission. The Group will integrate the detailed project planning, progress reports, cost statements and the final report, incorporating information supplied by the other contractors.

Formally, the project will initially consist of a consortium comprising the Co-ordinator and six Principal Contractors (the Thematic Group Co-ordinators), together with 51 'Members'. The latter include the five Network Advisors and six Steering Committee members

representing some of the European industrial, professional and research federations, and the 40 RTD Project Co-ordinators who are at the heart of the Network as coordinators of Fourth Framework Programme JOULE and CRAFT projects.

The Thematic Group Co-ordinators will participate in the project as principal contractors and the research Project Co-ordinators, professional and industry representatives and Network Advisors will participate as Members.

The Network Advisors will provide cross-Thematic Group 'horizontal' specialist inputs in Economics, Social Science, Information Technology, Comfort and Technology Transfer, and will advise the Network primarily (though not exclusively) in relation to these areas.

# EnerBuild<sup>RTD</sup>

Energy Environment & Sustainable Development  
Thematic Network on Energy in the Built Environment

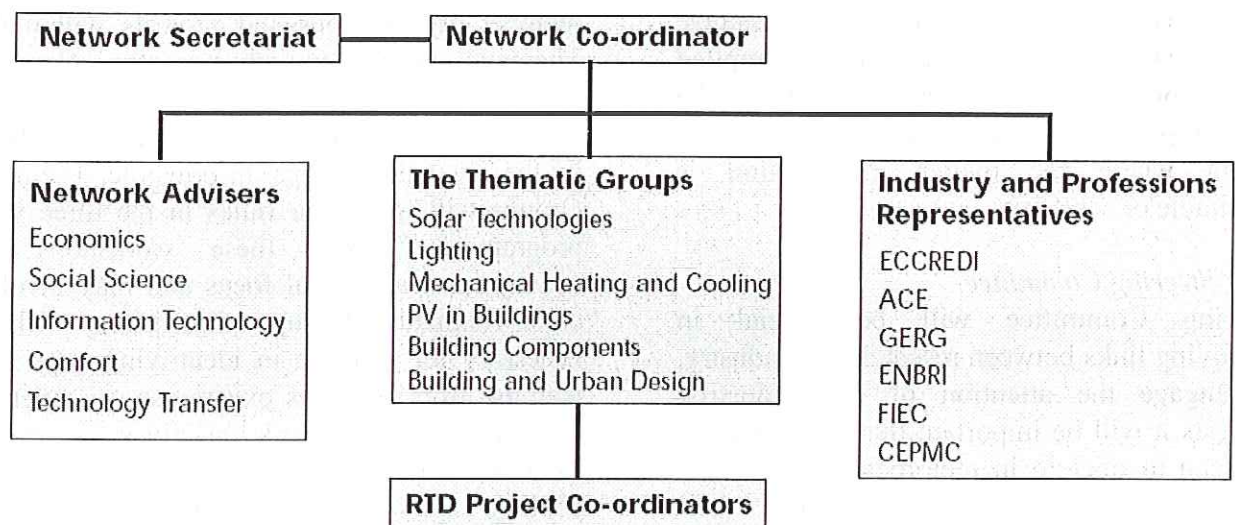


Figure 1 Network diagram

The Steering Committee has a crucial role in the Thematic Network in overseeing and advising on all Network policies and activities, and in formalising the interface between research and industry. Thus, it provides a forum where stakeholders and researchers can better appreciate each others' priorities and challenges, and which, it is anticipated, will provide a powerful impetus to ensuring access by interested parties to the results of EC-funded RTD. The Steering Committee comprises senior representatives of the key European industrial, professional and research federations, working in liaison with the Thematic Group Co-ordinators, Network Advisors, and the Co-ordinator.

## 4 Work packages

### 4.1 Network Management

The Network Co-ordinator will provide the organisational infrastructure and management necessary to operate the network and perform administrative and financial co-ordination tasks directly related to the co-ordination of the project. This will involve provision of a Network Secretariat, including Member and contract administration, compilation of periodic reports and cost statements, and organisation of meetings etc. This task will include network planning and progress control; an extensive annual review of Network activities will be undertaken and circulated, and individual task reports (including reports of missions, Thematic Group meetings etc) will be compiled and made available as appropriate to the content –usually being widely disseminated, except where the matter in question is unsuitable or sensitive.

#### 4.1.1 Steering Committee

Steering Committee will be crucial in improving links between research and industry. To engage the attention of key industrial interests it will be important that the processes are seen to operate in reciprocal modes, with participants being convinced of their opportunity to influence research directions. Tasks involve: determining Steering Committee meeting dates in consultation with the Commission and all interested parties, preparing and issuing the invitations and

agenda, liaising with the participants and local organisers, organising and chairing the meeting and preparing and circulating minutes.

#### 4.1.2 Network communications

To improve the effectiveness of the Network and to create a degree of continuity between meetings, it is proposed to provide an Intranet with discussion forums and electronic newsgroups limited to EnerBuild RTD participants and the Commission. The service will be hosted on the Network co-ordinator's computer server and will facilitate discussion within the Network, and allow the efficient transfer of project outputs and results etc to the members and associations; and permit access to the results of selected EC programmes through Internet linkages as well as to the Web services provided by the Network members. The Intranet, as with the Internet site, will be developed to reflect the structure of the Thematic Network to facilitate ease of use and navigation throughout the whole Internet site. The Network Coordinator will also promote sector liaison (liaison with other networks involved in energy in buildings research) in collaboration with the Thematic Group Co-ordinators.

#### 4.2 RTD Thematic Groups

The Network Co-ordinator will undertake day-to-day coordination of activities related to specific Thematic Groups of projects, aimed at facilitating continuing interactions between the member organisations and projects within the Thematic Group to advance the Network objectives. An RTD strategy will be prepared for the Commission based on input and analysis by the Thematic Groups. In principle, Thematic Groups will meet four times in the three year programme. However, these workshops will usually have a sectoral focus and may involve cross-Thematic Group dimensions where necessary for instance in identifying gaps and learning from previous experience, in order to best advance the Network objectives. The initial Thematic Groups are: Natural ventilation and cooling, Lighting (natural, artificial and hybrid), Mechanical heating and cooling (including heat pumps, active solar and electrical appliances), PV in buildings, Building components (inc. windows, facades), Building and urban design (inc. retrofitting)

#### *4.3 Dissemination*

An integrated series of summary leaflets, newsletters, conference posters and journal articles will be written, designed and implemented in printed or electronic form, and distributed directly to targeted mailing lists and selected journal editors or via the Web site, as appropriate. All material, together with EnerBuild RTD reports will also be made available on the web site, linked to and complementing commission sites. These measures will contribute to an overall dissemination strategy for the building sector, which will include the following: Identification of potential winning technologies or research advances, based on analysis of successful EC RTD projects and on techno- and socio-economic assessment. Targeting markets and study their requirements, to understand the 'engines of change' and the values and priorities of the specific target audiences. Identification of coherent technology transfer and promotion strategies, aimed at increasing awareness, and delivery of appropriate implementation support. Evaluation of the results, and measurement of the effectiveness of each action. Development of models to assist co-ordinators of future RTD actions in developing and implementing effective dissemination strategies whereby co-ordinators could select a dissemination strategy appropriate to their project and target audience(s) and be guided through a structured series of annotated stages and actions designed to help them address effectively all relevant aspects of a coherent dissemination strategy. Preparation of a Technology Implementation Plan (TIP). The TIP will indicate potential foreground rights and intentions for the use and dissemination of the results including a timetable.

An integrated series of summary leaflets, newsletters, conference posters and journal articles will be written, designed and implemented in printed or electronic form, and distributed directly to targeted mailing lists and selected journal editors or via the Web site, as appropriate. All material, together with EnerBuild RTD reports will also be made available on the web site, linked to and complementing Commission sites. Development and operation of a Web site and its population, inter alia, with electronic

versions of documents for dissemination (journal articles, newsletters, summary leaflets, conference posters, etc.)

#### *4.4 RTD Strategy*

A series of RTD strategies will be developed by each Thematic Group to continuously monitor and report on the international 'state-of-the-art' in its field of energy in the built environment. The individual Thematic Group strategies will make key inputs to the development of an overall RTD strategy for the Thematic Network. Industrial and institutional representatives will supply the Network Co-ordinator with their views on construction R&D issues and with relevant position papers of the associations they represent, as inputs for drafting the Network RTD Strategy Report. The members of the Steering Committee will review these submissions and drafts of the Thematic Group and Network Strategy Reports.

#### *4.5 Network Supporting Studies*

A series of short studies or investigations will be undertaken on several 'horizontal' aspects of the building energy market to inform and advance discussion. This mechanism can also provide a means of introducing necessary specialised expertise to the Network when appropriate. The topics, which will include emerging research areas and techno- and socio-economic issues, will be chosen in accordance with the advice of the Steering Committee. A system will be developed which will facilitate linking of related projects at proposal or contract stage, based on keyword association. Using this system, proposers and coordinators of RTD actions will have the opportunity of entering an on-line database and provide details of their proposal or contract including text descriptions, illustrations, key-words, project location, action type, sector, EC programme and relevant technologies, together with a short description of their institution, its activities, and contact details.

### **5 Conclusions**

"It is pointless blaming individuals for not buying and using the most energy efficient technology, if it is not available on the market, if the intermediaries (architects, planners, surveyors,



engineers and shop assistants) have not heard of it, if it is uneconomic to install against a background of static or falling energy prices, and if the individuals in question do not have the discretionary income to afford it in the first place" *Bell and Lowe, Energy Efficiency in Housing. Ashgate Publishing (1996).*

Linear models of technical change and research diffusion have been subjected to concerted criticism over recent years. In their place, researchers and research programme managers have been working with new concepts of networks and niche management strategies in order to understand and influence the social dynamics of innovation. Taking the more positive route of creating contexts in which new practice makes sense, rather than merely overcoming barriers, the challenge is to identify where points of innovation lie and the interdependencies involved, for instance between clients, suppliers, manufacturers and designers. Recognising that the building industry is not one but many constitutes the first step in working with (rather than against) this diversity and spotting the distinctive opportunities generated as a result. Ideas and experiences of this kind of innovation management will be drawn into the EnerBuild RTD Network.

A related theme concerns the tension between generic or universal knowledge which is codified, and which can circulate widely (in the form of best practice studies, research data, or new products) and that which is generated through localised or specific experience. Global knowledge is only effective when it is put into practice and that typically involves some form of adaptation or translation to meet the needs of a specific situation.

Equally, the lessons of experience are only really useful when abstracted and captured in a form from which others can benefit.

Again this typically involves a process of adaptation and translation. In the case of energy and buildings, these processes of abstraction and reversal between local and global knowledge production are critical. The sociologies of science, technology and knowledge can make a useful contribution in this area.

There is a considerable literature to support the proposition that, in the short to medium term, measures to reduce energy demand in buildings

(and particularly in the housing sector) will play a more important role in reducing energy use and carbon emissions than supply-side solutions. The application of new and renewable energy technologies can make a significant contribution (which is understated in most official projections) to meeting the sector's demand, while at the same time providing better buildings with more comfortable living and working conditions for their users.

The energetic balance and cost-effectiveness of design-based strategies can be very favourable, and continuing improvement in design awareness and support, and technological advances, are greatly enhancing opportunities for renewable energy utilisation in buildings.

The design and construction of a building which takes optimal advantage of its environment need not impose any significant additional cost, and compared to more highly-serviced 'conventional' building it may be significantly cheaper to operate.

However, many of the opportunities will not be exploited (especially in existing buildings) if market forces alone are relied upon to determine the optimal investment in energy saving. The scale and pervasiveness of building is such that its economic impact is very extensive. Reference is made above to the individual building, and to opportunities for cost-effective improvement. On the other hand, as a key part of Europe's infrastructure, an inefficient building stock impairs the competitiveness of a region's commercial and industrial activities. The main sectors which stand to benefit from the results are represented on this Network's Steering Committee, usually through European associations and federations.

The EnerBuild RTD network will work to provide a bridge between the R&D communities and those who make and use European buildings.

## Bibliography

- Alcock, R., King, C., and Lewis, J. O. (1998). Solar Thermal Systems in Europe, European Solar Industry Federation for EC DGXVII.
- Allard, F. (ed) (1998). Natural Ventilation in Buildings – a Design Handbook. James and James (Science Publishers), London
- Brophy, V., Goulding, J., and Lewis, J. O. (1998). Tomorrow's Homes Today. ERG UCD for European

Commission DGXVII European Commission (1997). Energy for the Future: Renewable Sources of Energy. White paper for a Community Strategy and Action Plan COM(97)599 final.

ECD Partnership. (1990). Passive Solar Energy as a Fuel 1990-2010. EC DG XII.

Ehrlich, M. and Bailey, B. (Eds.) (1993). Evaluation of Community Energy Technology Support Programmes. Final Report. GOPA/March Consultants for EC.

Fontoynt, M. (ed), (1999) Daylight Performance of Buildings. James and James (Science Publishers), London

Fitzgerald E. & Lewis J. O. (eds.) (1996). European Solar Architecture : Proceedings of the Solar House Contactors' Meeting in Barcelona Sept. 1995, published by ERG UCD for the EC.

Friedemann & Johnson Consultants (1994). Insulation Measures for Retrofitting of Residential Buildings, Maxibrochure prepared by Friedemann & Johnson Consultants GmbH - OPET, Berlin for EC DG XVII

Goulding, J., Lewis, J.O., & Steemers, T.C. (Eds) (1992). Energy Conscious Design - A Primer for European Architects; and Energy in Architecture -The European Passive Solar Handbook, Batsford for EC.

Lewis, J.O. and Goulding, J. (Eds) (1998) European Directory Of Sustainable, Energy-Efficient Building: Components, Services, Products James and James (Science Publishers), London.

O'Cofaigh, E., Fitzgerald, E., and Lewis, J. O. (1999). A Green Vitruvius: Sustainable Architectural Design. James and James (Science Publishers), London.

O'Cofaigh, E., Olley, J. and Lewis, J. O. (1996). The Climatic Dwelling. James and James (Science Publishers).

Santamouris, M. and Asimakopoulous, D. (1996). Passive Cooling of Buildings. James and James (Science Publishers), London.

## REȚEA DE CERCETARE PENTRU CONSTRUCȚII EFICIENTE ENERGETIC

### Rezumat

Rețeaua tematică **EnerBuild RTD** are scopul de a îmbunătăți cooperarea și schimbul de experiență între coordonatorii cercetărilor energetice din sectorul construcțiilor și proiectele de dezvoltare susținute de Programele Cadru RTD 4 și 5 ale Comisiei Europene. Cu obiectivul general de a contribui la reducerea consumului energetic bazat pe combustibil fosil și a emisiilor rezultate din acesta, EnerBuild RTD va pune rezultatele cercetărilor anterioare și prezente din acest domeniu la dispoziția utilizatorilor potențiali din cele mai importante sectoare, cu cel mai ridicat potențial de diseminare.

Publicațiile de specialitate se vor orienta spre îmbunătățirea conținutului tehnic și industrial și spre prioritizarea cercetărilor europene viitoare din

### J Owen LEWIS

Energy Research Group, School of Architecture,  
University College Dublin,  
Richview, Clonskeagh, Dublin 14, Ireland.  
Tel: +353.1-269 2750, Fax: +353.1-283 8908  
e-Mail: lewis@erg.ucd.ie



### John R GOULDING

Energy Research Group, School of Architecture,  
University College Dublin,  
Richview, Clonskeagh, Dublin 14, Ireland.

### Georges DESCHAMPS

European Commission,  
Research Directorate General,  
Rue de la Loi 200, 1049 Brussels, Belgium.

*Paper presented at the Eurosun 2000  
Conference, Copenhagen, 19-22 June 2000.*

domeniul construcțiilor referitoare la energie, și se vor promova legăturile cu alte acțiuni de cercetare și dezvoltare, respectiv cu Rețelele Tematice, pentru a optimiza eforturile de cercetare și de a încuraja colaborările la nivel european și național. Se va evalua eficiența diverselor strategii și mijloace de diseminare.

Programul Cadru 5 european Rețele Tematice grupează producători, utilizatori, universități și centre de cercetare în jurul unui obiectiv științific sau tehnic, și include rețele de coordonare între proiectele cu finanțare din partea CE. Această rețea cuprinde circa 50 de proiecte de cercetare și dezvoltare, curente sau recent finalizate, din domeniul economiilor de energie și al energiei reutilizabile în construcții, și va include proiecte noi, similare, din Programul Cadru 5. Proiectele sunt distribuite în Grupuri tematice dinamice, coordonate de experți internaționali, accentuându-se considerabil pe posibilitățile inter-cluster și pe dimensiunile orizontale, cum ar fi obiectivele socio-economice și alte obiective interdisciplinare la nivel european.

## 1 Introducere

### 1.1 Situație

Sectorul construcțiilor reprezintă aproximativ 11% din PIB în majoritatea Statelor membre, implicând valori foarte mari. Acestui sector îi revin aproximativ 35% din consumul final de energie al UE. Cetățenii europeni petrec mai mult de 90% din viață în clădiri, astfel că impactul mediului construit este semnificativ. Stocul clădirilor existente este enorm, iar rata de înlocuire anuală este de 2% sau mai puțin. Industria de construcții este caracterizată printr-un grad de fragmentare neobișnuit între actorii săi principali, proiectarea/producția/furnizarea/asamblarea având loc în organizații complet diferite. Cheltuielile pentru RTD din industria de construcții sunt foarte scăzute și, în multe domenii, există obstacole majore în calea distribuirii pe piață a produselor și serviciilor inovatoare eficiente din punct de vedere energetic. Cu toate acestea, potențialul de aplicare pe scară largă a tehnologiilor energetice noi, îmbunătățite, este enorm, demonstrându-se economii la energie de 50% până la 75% în diverse construcții din cadrul UE.

Caracteristicile industriei de construcții europene și ale pieței energiei implică acordarea unei atenții speciale transferului și diseminării tehnologiilor, pentru ca tehnologiile energetice noi și îmbunătățite să aibă impactul necesar. Programele RTD energetice ale UE din ultimii 25 de ani au avut contribuții importante în avansarea tehnologiilor și conceptelor inovatoare, incluzând sute de proiecte de construcții. Dezvoltat pe această fundație puternică, Rețeaua tematică EnerBuild RTD va aduce un impuls major procesului de schimbare în eficiența energetică a clădirilor europene.

### 1.2 Obiective

Pentru a îmbunătăți cooperarea între proiectele energetice RTD care abordează construcțiile, și care sunt susținute de Programele Cadru 4 și 5 ale Comisiei Europene, Rețeaua tematică EnerBuild RTD (care a debutat în aprilie 2000) are următoarele obiective:

- Să pună rezultatele cercetărilor anterioare și prezente din acest domeniu la dispoziția utilizatorilor potențiali din cele mai

importante sectoare, cu cel mai ridicat potențial de diseminare, cu obiectivul general de a reduce emisiile și de a îmbunătăți eficiența energetică a construcțiilor din Europa;

- Să faciliteze colaborarea și schimburile între proiectele de cercetare susținute de CE;
- Să contribuie la menținerea conținutului tehnic și industrial al cercetărilor europene viitoare legate de energie în construcții și să contribuie la identificarea priorităților;
- Să creeze legături cu acțiunile relevante de cercetare și dezvoltare și cu alte Rețele tematice, având în vedere o eficiență maximă în rezolvarea problemelor, reducerea suprapunerilor și facilitarea comunicării între activitățile finanțate de CE și cele la nivel național;
- Să încurajeze formarea noilor parteneriate RTD între factorii implicați în industria de construcții;
- Să evalueze eficiența diverselor strategii și mijloace de diseminare.

Rețeaua cuprinde în primul rând proiectele energetice de cercetare și dezvoltare referitoare la construcții JOULE și CRAFT, și va include cele șase proiecte de acțiune esențiale ale Programului Cadru 5 al CE. Aceste proiecte sunt reunite în grupuri tematice dinamice, prezentate în figura 1, fiecare fiind coordonat de către un expert. Vor fi accentuate oportunitățile inter-grup și dimensiunile orizontale, cum ar fi obiectivele socio-economice și alte obiective la nivel european. Întregul proces este condus de către un Comitet de Organizare, care stabilește problemele de strategie și care include reprezentanți ai federațiilor și asociațiilor industriale, profesionale și de cercetare europene, și administrat de un grup cu două decenii de experiență și realizări în domeniul Rețelei.

O serie de măsuri diverse, dar integrate, sunt orientate spre:

- Identificarea tehnologiilor de succes potențiale
- Identificarea piețelor și studierea cerințelor lor
- Identificarea și implementarea transferului de tehnologii și a strategiilor de promovare
- Evaluarea rezultatelor

Rețeaua promovează legăturile strânse între actorii principali ai pieței europene și activitățile RTD energetice din construcții ale Comisiei Europene, utilizarea maximă a

similarităților dintre unele obiective ale asociațiilor industriale și obiectivele Comisiei, și o diseminare pe scară largă, cu costuri eficiente, a celor mai bune tehnologii energetice disponibile în sectorul construcțiilor. Astfel, se promovează obiectivele sociale și ecologice comunitare, adăugând un plus de valoare europeană cercetărilor din construcții din UE, și se contribuie la dezvoltarea economică, la sporirea competitivității și bazei tehnologice a construcției europene.

## 2 Planul proiectului

“Sectorul construcțiilor oferă unul din cele mai mari potențiale pentru eficiența energetică și, în consecință, ar trebui să constituie un obiectiv major de acțiune” *‘Towards a strategy for the rational use of energy’ (Despre o strategie de utilizare rațională a energiei), EC COM (98)246 29 Aprilie 1998.*

Există un potențial enorm de reducere a consumului de energie atât în construcțiile noi, cât și în cele existente, de exemplu prin izolarea mai bună a construcțiilor, prin sisteme mai eficiente de iluminat și termice, și prin recuperarea căldurii pierdute. S-au demonstrat economii de până la 70%, și au fost construite adăposturi autonome (cu ‘energie zero’). Având în vedere necesitatea impusă Europei de a respecta acordurile internaționale de control al gazelor cu efect de seră, sunt necesare acțiuni noi, care să dezvolte capacitatea sectorului construcțiilor de a contribui pe termen mediu și lung la limitarea acestor emisii.

O astfel de industrie, vastă, dispartă și foarte influentă, în același timp, necesită mecanisme și inițiative inovatoare și sensibile pentru realizarea schimbărilor necesare. Mai mult, apar oportunități importante de cooperare și schimburi – de facilități, experiență sau informații specifice – între diverse proiecte de cercetare și cercetători. Dacă soluția pentru problemele comune se caută împreună, participanții pot obține rezultate creatoare și stimulative. Experiența arată faptul că, având un mediu propice și accentuându-se pe rezolvarea problemei, divergențele practice care altfel ar părea majore (drepturile intelectuale, de exemplu) pot fi evitate.

Rețeaua tematică EnerBuild RTD are ca scop crearea rețelelor de comunicare și

cooperare între proiectele energetice RTD susținute de CE în domeniul construcțiilor pentru a îndeplini obiectivele menționate anterior într-un mod coerent orientat spre nevoile societății și susținut corespunzător.

## 3 Consorțiul

### 3.1 Structura rețelei

Organizarea și structura rețelei sunt ilustrate în diagrama de mai sus. Grupul de cercetare energetică, de la University College din Dublin, va acționa în postura de Coordonator de Rețea și de Secretariat. Va fi responsabil pentru planificarea și administrarea cotidiană a proiectului, și pentru legătura între contractanți și Comisie. Grupul va integra planificarea de execuție a proiectului, rapoartele de situație, declarațiile de costuri și raportul final, incluzând și informațiile furnizate de ceilalți contractanți.

În mod oficial, proiectul va consta inițial dintr-un consorțiu format din Coordonator și șase Contractanți Principali (Coordonatorii Grupurilor Tematice), împreună cu 51 de Membri. Aceștia din urmă includ cei cinci Consultanți ai Rețelei și șase membri ai Comitetului de Organizare ce reprezintă unele federații și asociații industriale, profesionale și de cercetare europene, și 40 de Coordonatori de Proiect RTD care formează nucleul Rețelei pe post de coordonatori ai proiectelor JOULE și CRAFT din Programul Cadru 4.

Coordonatorii Grupurilor Tematice vor participa la proiect pe postul de contractanți principali, iar Coordonatorii Proiectelor de Cercetare, Reprezentanții asociațiilor profesionale și industriale și Consultanții rețelei vor fi Membri.

Consultanții de Rețea vor asigura date de specialitate “orizontale”, între Grupurile Tematice, din domeniile economic, sociologic, tehnologia informației, confort și transfer de tehnologie, și vor oferi consultanță rețelei (dar nu în mod exclusiv) în aceste domenii.

Comitetul de Organizare are un rol crucial în Rețeaua Tematică, în supraveghere și consultanță referitoare la politicile și activitățile rețelei și în formalizarea interfeței dintre cercetare și industrie. Astfel, acest Comitet va constitui un forum în care factorii interesați și cercetătorii vor putea aprecia mai bine

prioritățile și dificultățile celorlalți, și care se preconizează că va stimula accesul părților interesate la rezultatele proiectelor RTD finanțate de către Comisie. Comitetul de Organizare cuprinde reprezentanți ai federațiilor și asociațiilor europene industriale, profesionale și de cercetare, lucrând în cooperare cu Coordonatorii de Grupuri Tematice, Consultanții de Rețea și cu Coordonatorul.

## 4 Pachete de lucru

### 4.1 Managementul Rețelei

Coordonatorul Rețelei va asigura managementul și infrastructura organizațională necesară pentru operarea rețelei și acoperirea activităților de coordonare financiară și administrativă legate direct de coordonarea proiectului. Aceasta va implica prevederea unui Secretariat al Rețelei care administrează contractul., compilează rapoartele periodice și declarațiile de cost și organizează întâlniri etc. Această activitate va include controlul procesului și de planificare a Rețelei; va fi întreprinsă și rulată o revizuire extinsă anuală a activităților Rețelei și vor fi adunate rapoarte ale sarcinilor individuale (inclusiv rapoarte de activitate și a întâlnirilor Grupului Tematic) și vor fi puse la dispoziția participanților ca fiind corespunzătoare ca conținut, de obicei fiind necorespunzătoare și sensibile.

#### 4.1.1 Comitetul de Organizare

Comitetul de Organizare va fi crucial în îmbunătățirea legăturilor dintre cercetare și industrie. Pentru a atrage atenția celor interesați din industrie, va fi important să se observe că procesul operează în mod reciproc, participanții să fie convinși de oportunitatea lor de a influența direcțiile de cercetare. Activitățile implică: stabilirea datelor de întâlnire dintre Comitetul de Organizare cu Comisia și toate părțile interesate, pregătirea și emiterea de invitații și programe de activitate, stabilirea legăturilor între participanții și organizatorii locali, organizarea de întâlniri și pregătirea proceselor verbale.

#### 4.1.2 Comunicațiile Rețelei

Pentru a îmbunătăți eficacitatea Rețelei și pentru a crea un grad de continuitate între întâlniri, se propune să se asigure o rețea

internă (Intranet) cu forumurile de discuții și cu noile grupuri electronice limitate la participanții EnerBuild RTD și Comisie. Serviciul va fi instalat pe serverul Coordonatorului Rețelei, va facilita discuția cu Rețeaua și va permite transferul eficient al rezultatelor proiectului către membri și asociații, accesul la rezultatele programelor selectate de CE prin intermediul Internetului precum și accesul la serviciile Web asigurate de membrii Rețelei. Rețeaua Intranet, la fel ca și site-ul de Internet, va fi dezvoltată pentru a reflecta structura Rețelei Tematice pentru a facilita utilizarea și navigarea fără dificultate pe întregul site de Internet. Coordonatorul Rețelei, de asemenea, va promova o legătură de sector (legătură cu alte rețele implicate în activitatea de cercetare a energiei în clădiri) în colaborare cu Coordonatorii Grupului Tematic.

### 4.2 Grupuri Tematice RTD

Coordonatorul Rețelei va coordona zilnic activitățile legate de Grupuri Tematice de proiecte, în scopul de a facilita continuitatea interacțiunilor dintre organizațiile membre și proiectele din cadrul Grupului Tematic pentru a atinge obiectivele Rețelei. Pentru Comisie se va pregăti o strategie RTD, bazată pe datele de intrare și analiza Grupurilor Tematice.

În principiu, Grupurile Tematice se vor întâlni de patru ori în cadrul programului de trei ani. Totuși, aceste seminarii vor avea, de obicei, o orientare către sector și pot implica interacțiuni între Grupurile Tematice, dacă este necesar, de exemplu în identificarea golurilor și învățarea din experiența anterioară, pentru îndeplinirea optimă a obiectivelor Rețelei. Grupurile Tematice inițiale sunt:

- Ventilarea și răcirea naturală
- Iluminatul (natural, artificial și hibrid)
- Încălzirea și răcirea mecanică (inclusiv pompe de căldură, dispozitive electrice și solare)
- Echipamente fotovoltaice în clădiri
- Componentele clădirii (inclusiv ferestre, fațade)
- Proiectare urbană și clădiri (inclusiv modernizarea)

### 4.3 Diseminarea

Se va redacta, proiecta și implementa o serie integrată de circulare, buletine distribuite prin abonament, postere pentru conferințe și articole de publicat în format imprimat sau electronic și distribuite direct listei de adrese și editorilor

selectați de reviste sau pe site-ul Web. Toate materialele, împreună cu rapoartele EnerBuild RTD vor fi disponibile pe site-ul Web, conectat la site-urile Comisiei de Complementare. Aceste măsuri vor contribui la o strategie globală de diseminare pentru sectorul de construcții, care vor include următoarele:

- Identificarea tehnologiilor potențiale de succes sau a progreselor cercetării, bazată pe analiza cu succes a proiectelor RTD a CE și pe evaluarea tehnică și socio-economică.
- Identificarea piețelor și studiul cerințelor acestora pentru a înțelege “mecanismul de schimbare” și valorile și prioritățile audienței țintă specifice.
- Identificarea transferului coerent al tehnologiei și a strategiilor de promovare în scopul creșterii informării, și asigurarea suportului corespunzător de implementare.
- Evaluarea rezultatelor și măsurarea eficienței fiecărei acțiuni.
- Dezvoltarea modelelor pentru a asista coordonatorii viitoarelor acțiuni RTD privind dezvoltarea și implementarea strategiilor eficiente de diseminare prin care coordonatorii ar putea selecta o strategie de diseminare corespunzătoare proiectului și audienței țintă și vor putea fi ghidați printr-o serie structurată de acțiuni și etape adnotate care să îi ajute în abordarea eficientă a tuturor aspectelor relevante ale unei strategii coerente de diseminare.
- Pregătirea unui Plan de Implementare a Tehnologiei (TIP). TIP va indica drepturile și intențiile potențiale pentru utilizarea și diseminarea rezultatelor, incluzând un orar de lucru.
- Dezvoltarea și operarea unui site Web și completarea sa, printre altele, cu versiuni electronice ale documentelor pentru diseminare (articole publicate, buletine cu abonament, circulare, postere de conferință).

#### 4.4 Strategia RTD

Fiecare Raport Tematic va dezvolta a succesiune a strategiilor RTD asupra cunoașterii/situației actuale (state of the art) internaționale în domeniul eficienței energetice în clădiri. Strategiile individuale ale Grupului Tematic vor introduce elemente esențiale

pentru dezvoltarea unei strategii globale RTD pentru Rețeaua Tematică.

Reprezentanții asociațiilor industriale și instituționale vor furniza Coordonatorului Rețelei opiniile lor asupra problemelor R&D în construcții și acte relevante privind poziția lor în asociația pe care o reprezintă, ca date de intrare pentru întocmirea Raportului Strategiei Rețelei RTD. Membrii Comitetului de Organizare vor revizui aceste documente și proiecte ale Rapoartelor privind strategia Rețelei și a Grupului Tematic.

#### 4.5 Studii de susținere a Rețelei

O clasificare a studiilor și investigațiilor rapide va fi întreprinsă asupra câtorva aspecte “orizontale” ale pieței energiei în clădiri pentru a informa și avansa discuția. Acest mecanism poate, de asemenea, să asigure un mijloc de introducere a expertizei specializate necesare Rețelei, dacă este cazul. Subiectele care vor include arii de cercetare de urgență și probleme tehnice și socio-economice vor fi alese la propunerea Comitetului de Organizare.

Se va dezvolta un sistem care va facilita legătura cu proiectele din domeniu în faza de propunere sau de contractare, bazate pe asociații de cuvinte-cheie. Utilizând acest sistem, coordonatorii acțiunilor RTD vor avea oportunitatea de introducere a unei baze de date și asigurarea detaliilor propunerilor sau contractului, incluzând descrierea textelor, imaginilor, cuvintelor cheie, amplasarea proiectului, tipul de acțiune, sectorul, programul CE și tehnologii relevante, împreună cu o scurtă descriere a instituției, activitatea sa și detalii privind contractul.

## 5 Concluzii

“Nu are relevanță criticarea persoanelor individuale care nu cumpără sau nu utilizează tehnologia cea mai eficientă energetic, dacă aceasta nu este disponibilă pe piață, dacă intermediarii (arhitecți, planificatori, realizatori de studii, ingineri and asistenți) nu au auzit de aceasta, dacă nu este economic să se instaleze în contextul unor prețuri ale energiei stabile sau în scădere, și dacă persoanele în discuție nu au un venit suficient pentru a-și permite tehnologia ca o prioritate” *Bell and Lowe, Energy Efficiency in Housing, Ashgate Publishing (1996).*

În ultimii ani, modelele liniare ale modificării tehnice și răspândirii cercetării au fost supuse criticilor unanime. În locul acestora, cercetătorii și administratorii programelor de cercetare lucrează cu noi concepte de rețele și strategii de management pentru a înțelege și influența dinamica socială de inovare. Considerând o cale pozitivă de creare a conținuturilor în care noua practică are sens, decât să depășească numai barierele, provocarea este de a identifica unde se poziționează punctele de inovare și interdependența acestora, de exemplu între clienți, furnizori, producători și proiectanți. Ideile și experiențele acestui tip de management de inovare vor fi utilizate în cadrul Rețelei EnerBuild RTD.

O temă tratează tensiunea dintre cunoștința universală sau generică care este codificată și aceasta poate circula pe larg (în forma celor mai bune studii practice, date de cercetare sau noi produse) și care este generată de experiența specifică. Experiență globală este efectivă numai dacă este pusă în practică și, în mod obișnuit, implică unele forme de adaptare și traducere pentru a îndeplini cerințele unei situații specifice. În mod egal, lecțiile de experiență sunt într-adevăr utile când sunt sumarizate și compactate într-o formă din care alții pot beneficia. Aceasta, din nou implică un proces de adaptare și traducere. În cazul energiei și clădirilor, aceste procese de abstractizare și revers sunt critice. Sociologiile științei, tehnologiei și cunoașterii pot aduce o contribuție folositoare în acest domeniu.

Există o literatură considerabilă pentru a susține afirmația că, pe termen scurt și mediu, măsurile de a reduce consumul de energie în clădiri (și, în particular, în sectorul locuințelor) vor juca un rol mai important în micșorarea

cererii de energiei și al emisiilor de carbon decât soluțiile pe partea de alimentare. Aplicarea tehnologiilor noi și moderne privind energia poate avea o contribuție semnificativă (care este exprimată vag în majoritatea pozițiilor oficiale) în satisfacerea cererii din sector, asigurând în același timp condiții de muncă și de trai mai bune pentru utilizatorii clădirilor. Balanța energetică și eficacitatea din punct de vedere al costurilor a strategiilor de bază proiectate poate fi foarte favorabilă și îmbunătățirea continuă sub aspect informațional și de suport al proiectului și progresele tehnologice dezvoltă puternic oportunitățile pentru utilizarea energiei recuperabile în clădiri.

Proiectarea și construirea unei clădiri nu necesită nici un cost semnificativ suplimentar și în comparație cu o clădire convențională cu servicii înalte, necesită un cost de operare mult mai scăzut. Totuși, multe dintre oportunități nu vor fi exploatare (în special în clădirile existente) dacă forța pieții este singura care susține determinarea investiției optime în economisirea energiei.

Mărimea și influența unei clădiri determină un impactul economic foarte extins. Sunt analizate clădirea individuală și oportunitățile pentru îmbunătățire a eficienței costurilor. Pe de altă parte, ca un element cheie al infrastructurii Europei, un stoc de clădiri ineficiente reduce competitivitatea activităților industriale și comerciale din regiune. Principalele sectoare care beneficiază de aceste rezultate sunt reprezentate în acest Comitet de Organizare al Rețelei, de obicei prin asociațiile și federațiile europene.

Rețeaua EnerBuild va asigura o legătură între comunitățile R&D și cele care construiesc și utilizează clădirile europene.

# REGLAREA NIVELULUI FLUXULUI LUMINOS AL LĂMPILOR – DE CE? ȘI ... CUM?

Petru PERICLE-MICU  
Legrand România

## Rezumat

Prezentul articol își propune să prezinte câteva aspecte de bază privind funcționarea dispozitivelor de reglare a nivelului fluxului luminos, cunoscute sub numele de variatoare de tensiune sau «dimmere» prin preluarea directă a termenului din limba engleză. Sunt amintite în mod succint câteva avantaje ale folosirii variatoarelor, principiile de funcționare, tipurile de surse de lumină care pot fi reglate, precum și aspectele ce stau la baza dimensionării sistemelor.

## 1 Pe scurt – De ce?

În ultimii 20 de ani, computerele și electronica au devenit o prezență din ce în ce mai importantă în viața noastră, influențând de o manieră radicală majoritatea domeniilor de activitate. Evoluția societății a dus la creșterea exigențelor în ceea ce privește asigurarea unui climat de trai și de lucru cât mai sigur și confortabil în condițiile unui consum energetic rațional. Astfel au apărut noi materiale și metode de lucru și a fost posibilă realizarea «clădirilor inteligente» în care controlul sistemelor de iluminat (și nu numai) se realizează în mod automat în funcție de o multitudine de parametri (destinația spațiului, gradul de ocupare, programul de funcționare, ambianța dorită, aportul de lumină naturală).

Asigurarea unei ambianțe cât mai speciale este o cerință din ce în ce mai des întâlnită, în tot mai multe programe de arhitectură. Dacă acum câțiva ani acest lucru era valabil doar pentru aplicații de tipul studiourilor de televiziune sau sălilor de spectacol, în prezent spațiile multifuncționale ale clădirilor de birouri, galeriile comerciale, restaurantele sau locuințele de un anumit standard sunt în mod curent dotate cu dispozitive (dimmere sau variatoare de tensiune) care să permită reglarea nivelului fluxului luminos al lămpilor.

Pe lângă crearea unei ambianțe intime, utilizarea variatoarelor asigură și alte avantaje. Unul dintre acestea - deloc neglijabil - este prelungirea duratei de funcționare a surselor de iluminat. S-a demonstrat în mod experimental că pentru o diminuare cu numai 5% a valorii tensiunii de alimentare se obține dublarea duratei de viață a surselor de tipul celor cu incandescență clasice sau cu halogen, alimentate la 220 V sau la foarte joasă tensiune - [1]

Tipurile avansate de variatoare asigură în mod suplimentar și funcțiunea generic numită «soft start». La acționarea variatorului, amorsarea lămpii se realizează în mod progresiv până la atingerea nivelului maxim (sau a unuia prestabilit) al tensiunii. Această funcțiune este deosebit de importantă, mai ales în cazul surselor cu incandescență. În cazul unui întreruptor obișnuit, la amorsarea lămpii, filamentul este parcurs brusc de curentul electric, fiind astfel supus unui șoc termic ce poate duce la defectarea sa. O amorsare progresivă - «soft start» - reduce acest risc și, implicit, prelungeste durata de exploatare a sursei.

Un alt avantaj important este și economisirea energiei electrice. Percepția luminii de către ochiul uman nu se realizează în mod linear. Cercetările au demonstrat că este nevoie de o reducere cu cel puțin 10% a nivelului fluxului luminos pentru ca aceasta să poată fi observată și conștientizată. Acestei reduceri a nivelului fluxului luminos îi corespunde o economie de energie de aproape 10%. Pentru o scădere cu 50% a nivelului fluxului lămpii se realizează o economie de energie de aproximativ 40% - [2]

## 2 Principiul de funcționare al variatoarelor

Reglarea nivelului fluxului luminos se realizează prin alimentarea cu energie a surselor de iluminat pentru un timp mai mic sau egal cu cel corespunzător unei semiperioade a ciclului alternativ sinusoidal de generare a curentului electric.



Tipul «standard» de variator existent în prezent realizează acest lucru cu ajutorul tiristorului (sau triacului) care intră în componența sa - Figura 1.

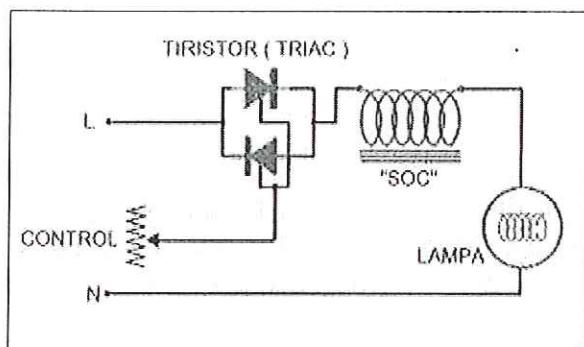


Figura 1 Schema de principiu a unui variator

Tiristorul (triacul) întrerupe trecerea curentului electric de fiecare dată când acesta își schimbă polaritatea [3] (de 100 de ori pe secundă în cazul unei frecvențe de 50 Hz). Deblocarea circuitului se realizează numai după ce semiconductorul este «deschis» cu ajutorul unui semnal de control. Valoarea curentului crește brusc de la zero la cea instantanee corespunzătoare aceluia moment - Figura 2.

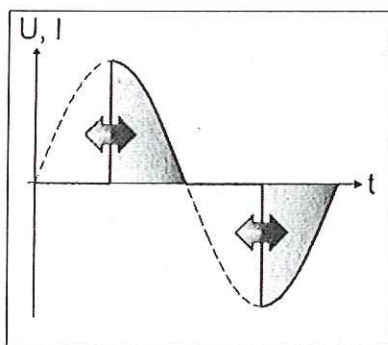


Figura 2 Modificarea ciclului sinusoidal - tip «ascendent»

Momentul «deschiderii» tiristorului este reglat (prin acționarea dimmerului) în funcție de efectul dorit: înainte, după sau chiar în momentul de maxim al sinusoidei.

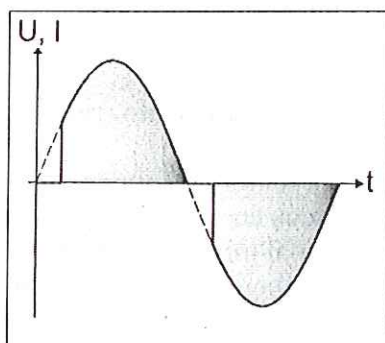


Figura 3 Nivel crescut al fluxului luminos

Nivelul fluxului luminos este direct proporțional cu timpul cât sursa de lumină este parcursă de curent - Figurile 3 și 4.

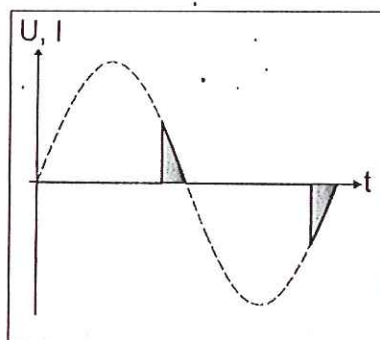


Figura 4 Nivel redus al fluxului luminos

Cel de-al doilea mod de reglare este specific variatoarelor echipate cu tranzistori, modificarea sinusoidei realizându-se în mod «descendent», adică de la o valoare instantanee oarecare a intensității curentului către valoarea zero - Figura 5.

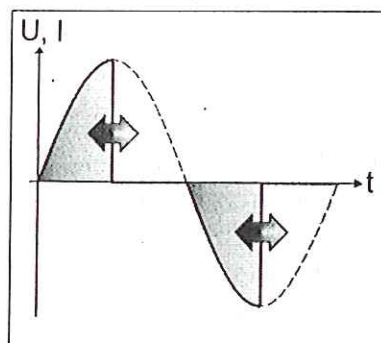


Figura 5 Modificarea ciclului sinusoidal - tip «descendent»

Tranzistorul oferă (asemeni tiristorului) posibilitatea întreruperii, respectiv deblocării circuitului, permițând de asemenea și controlul gradual al descreșterii curentului prin circuit. În acest mod este eliminată apariția vârfurilor de curent ce pot apărea la deblocarea circuitelor, în cazul variatoarelor cu tiristor - Figura 6.

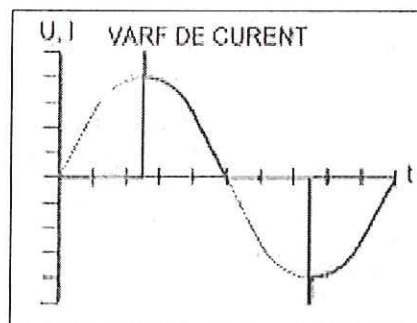


Figura 6 Vârfurile de curent în cazul variatoarelor cu tiristor

În al doilea rând este înlăturat și efectul perturbațiilor electrice - ce pot afecta atât sursele de lumină cât și circuitele de alimentare ale acestora - produse de tiristor la deschiderea circuitului, în timpul fiecărei semiperioade a sinusoidelor (deci de 100 de ori pe secundă). Sarcinile inductive (așa numitele «șocuri») ce intră în construcția variatoarelor «standard» în scopul atenuării acestor perturbații și disipării

energiei sunt cunoscute pentru dimensiunile mari, căldura și mai ales zgomotul inevitabil pe care îl produc - [4].

### 3 Câteva cuvinte despre sursele de lumină

Este important de menționat că nu toate sursele de lumină sunt reglabile. În tabelul 1 sunt prezentate situațiile întâlnite în mod curent în practică.

**Tabelul 1** Tipuri de surse de lumină reglabile - [1]

TIPUL SURSEI	REGLABILĂ	TIPUL VARIATORULUI
Incandescentă clasică	Da	Orice tip
Incandescentă cu halogen 220 V	Da	Orice tip
Incandescentă cu halogen foarte joasă tensiune, cu transformator feromagnetic	Da	Variator cu modificare ascendentă a fazei (cu tiristor/triac)
Incandescentă cu halogen foarte joasă tensiune, cu «transformator» electronic	Da	Variator cu modificare descendentă a fazei (cu tranzistor)
Lămpi fluorescente cu balast convențional	Da, pentru anumite tipuri de balast; între anumite limite (aprox. 50%)	Variator cu modificare ascendentă a fazei (cu tiristor/triac)
Lămpi fluorescente (tubulare și compacte) cu balast electronic	Da, în funcție de tipul balastului; între anumite limite (aprox. 50%)	Variator cu modificare ascendentă sau descendentă a fazei
Lămpi fluorescente compacte soclu E27	Da, între anumite limite (aprox. 50%)	Variator cu modificare ascendentă sau descendentă a fazei

### 4 Aspecte privind dimensionarea sistemelor

Odată stabilit tipul sursei de lumină, ca prim pas în alegerea tipului de variator, este necesar și un calcul sumar de dimensionare a sistemului. Pentru circuite cu puteri mici (sub 1000 W) sunt, în general, suficiente variatoare de dimensiuni reduse, ce se pot monta similar cu un întreruptor obișnuit. La valori mai mari ale puterii consumate sunt necesare variatoare speciale, cu montaj în tabloul electric și comandă de la distanță prin dispozitive auxiliare.

În continuare sunt prezentate schematic etapele calculului de dimensionare și principalele categorii de pierderi de care este recomandabil să se țină seama - [1]:

- Stabilirea numărului de surse ( $N_s$ ) de lumină de pe circuitul comandat.
- Stabilirea puterii electrice nominale a fiecărei surse ( $P_{ns}$ ): conform indicațiilor producătorului.

- Stabilirea pierderilor de putere ( $\Delta p$ ): în funcție de tipul sursei de lumină. În tabelul 2 sunt exemplificate câteva cifre orientative. Aceste valori trebuie indicate de producătorul surselor de lumină în cauză. Pentru asigurarea bunei funcționări, anumite tipuri de variatoare (în special cele pentru sursele fluorescente) necesită montarea în circuit a unei sarcini cu caracter rezistiv. Valoarea pierderilor de putere produse de această sarcină este specificată de producătorul variatorului

- Puterea totală ( $P_T$ ) necesară reprezintă suma dintre puterea nominală a tuturor surselor și pierderile de putere

$$P_T = P_{ns} \cdot N_s + \Delta p$$

- Puterea necesară a variatorului ( $P_{nd}$ ): trebuie să acopere valoarea puterii totale necesare, majorată cu un coeficient de siguranță de minim 10% ( $K_{sig}$ )

$$P_{nd} = P_T \cdot K_{sig}$$

- *Puterea reală a variatorului ( $P_{rd}$ ):* reprezintă valoarea corectată a puterii nominale a aparatului ( $P_{nom}$ ), comunicată de producător. Corecția ține cont de condițiile efective de montaj ale variatorului ( $F_c\%$ ).

$$P_{rd} = P_{nom} \cdot (1 - F_c\%)$$

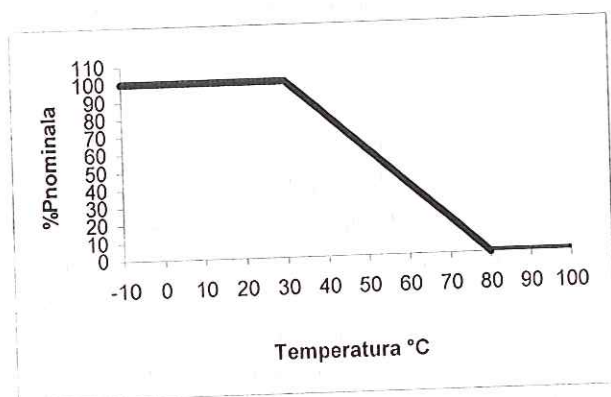
Spre exemplu, pentru un montaj în perete de ghips carton, valoarea puterii

reale este cu 15% mai mică decât cea a puterii nominale.

- În cazul în care temperatura mediului ambiant depășește valoarea pentru care a fost proiectat aparatul pot apărea diminuări semnificative ale puterii nominale, diminuări de care trebuie să se țină cont. Figura 7 prezintă variația puterii nominale în funcție de temperatură, pentru variatoarele Legrand.

**Tabelul 2** Valori orientative ale pierderilor de putere

TIPUL SURSEI	PIERDERI DE PUTERE
Incandescentă clasică	Nu sunt pierderi suplimentare
Incandescentă cu halogen 220 V	Nu sunt pierderi suplimentare
Incandescentă cu halogen foarte joasă tensiune, cu transformator feromagnetic	15 – 25% din valoarea puterii nominale a transformatorului
Incandescentă cu halogen foarte joasă tensiune, cu «transformator» electronic	Aproximativ 5% din puterea nominală a transformatorului
Lămpi fluorescente cu balast convențional	În funcție de tipul balastului
Lămpi fluorescente cu balast electronic	Între 5 și 10% din puterea nominală a balastului
Lămpi fluorescente compacte cu balast electronic	Între 5 și 10% din puterea nominală a balastului



**Figura 7** Variația puterii nominale în funcție de temperatură - [1]

### Bibliografia

1. Legrand Ostereich G.m.b.h. "Die Neue Welt – Schalterkatalog 2001"
2. [www.futronix-info.com](http://www.futronix-info.com), Robino Otto – Article on "Intelligent lighting control systems"
3. [www.ubasics.com/adam/electronics/doc/phasecontrol.shtml](http://www.ubasics.com/adam/electronics/doc/phasecontrol.shtml), Adam Davis – Article on Dimming
4. [www.ies.nl/info%20IGBT.htm](http://www.ies.nl/info%20IGBT.htm), "An introduction to the benefits of low noise I-TEC dimming technology"

## THE DIMMING OF THE LIGHT – WHY? AND ... HOW?

### Abstract

The above article is presenting some aspects regarding the dimmers – the electrical devices used to adjust the level of the luminous flux. The main subjects, approached by the article are the following: the benefits of light dimming, how do dimmers work, the main types of dimmable lamps, how do we chose a dimmer.

### 1 Briefly – Why ?

In the last 20 years electronics and computers have profoundly influenced the development of most areas of peoples lives. As society has changed, buildings have evolved in their design to provide a more comfortable, secure and energy conscious environment. The "intelligent buildings" are equipped with evolved controls, which are operating lighting automatically according to the function of an area, the time of day, ambient light levels, or occupancy.

Creating an appropriate ambience has become a "standard" requirement not only for television studios or theatre halls. The office buildings, the commercial galleries, the restaurants or even the habitation of high and medium level are currently equipped with dimmers.

The reduced lamp replacement cost is an important advantage. It has been experimentally shown that the life of the incandescent lamps (classic or halogen lamps) is two times longer than normal for just 5% reduction of the voltage - [1].

The "soft start" function (ramp or fade the lamp gradually, to a preset level), available on more evolved systems is also extending the life of the lamps.

Another benefit that occurs from the use of the light dimming is the energy saving. Because the human eye perceives light non-linearly, it is possible to reduce light levels by over 10% before the reduction in brightness is noticed. This would lead to a near 10% saving in energy consumption. A 50% reduction in dimming levels would save around 40% of the energy - [2].

## 2 How do dimmers work ?

The adjustment of the level of the luminous flux refers to allowing only portions of alternative current cycle to go through the lamp.

The standard power device in use today is the thyristor, or its derivative, the triac - Figure 1. Both these devices operate by blocking power to the lamp until they are switched on by a control signal, at which time (the trigger point) current flows almost instantaneously to the lamp, and continues to flow until the end of the half cycle of the mains waveform - [3]. At the "zero crossing point" the device turns off and passes no more current until being triggered again at a point in the next half cycle - Figure 2. This repetitive effect of turning on and off power averages out, creating a constant intensity level, and by altering the precise trigger point over a period of time, the intensity of the lamp may be varied from no power (no trigger signal), to low intensity (late trigger point), to high intensity (earlier trigger point) - Figures 3 and 4.

A more recent type of dimmer is equipped with transistors. The alternative current cycle is modified descendent, from an instantaneous value to zero - Figure 5. Compared with a thyristor, a transistor is not limited to operating as switching device, but can control current gradually. This is a good way to eliminate high peak currents created in the process by the thyristors - Figure 6.

It is well known that the switching-on process of a thyristor device causes the harmonic currents and noise experienced with dimmers due to the rate of change of current (100 times every second). With no step change in power to contend with, the dimmer needs no choke - [4].

## 3 Some words about the lamps

It is important to know that not all types of lamps are dimmable. The Table 1 is presenting the situations that are currently experienced in practice.

## 4 How do we choose a dimmer

There are some basic rules to be taken into consideration when choosing a dimmer. The main steps of the process are listed below - [1]:

- Establishing the *number of lamps* ( $N$ ) from the circuit.
- Establishing the *rated power of each lamp* ( $P_{ns}$ )
- Establishing the *power loss* ( $\Delta p$ ) - according to the type of the lamp. The Table 2 is indicating some estimative values. Those values are usually prescribed by the lamps' manufacturer. Some dimmer types (especially for fluorescent lamps) are requiring a resistive charge to be included on the circuit. The power loss produced by this charge is indicated by the manufacturer.
- The *total required power* ( $P_T$ ) - is the sum between the total rated power of the lamps and the power loss.
- The *required power* of the dimmer ( $P_{nd}$ ) - it is usually at least 10% bigger than the total power. A correction factor ( $K_s$ ) is to be used.

- The *rectified power of the dimmer* ( $P_{rd}$ ) is taking into consideration the external conditions that can influence the dimmer. The correction factor ( $F_c\%$ ) to apply to the rated power of the dimmer ( $P_{nom}$ ) is usually indicated by the manufacturer of the dimmer.

For example: the environment temperature (when bigger than the rated one) is influencing the power of the dimmer - Figure 7.

**Petru PERICLE-MICU**

Legrand România  
Str. Ion Neculce Nr. 14, Sector 1, București  
Tel./Fax: + 401 222 79 01  
Tel./Fax: + 401 222 42 80  
e-Mail: legrand@fx.ro



Absolvent al Facultății de Instalații din cadrul U.T.C.B, promoția 1995 și al Institutului de Arhitectură Ion Mincu București, promoția 1996.

În prezent – inginer soluții tehnice în cadrul biroului de reprezentare Legrand România.

*Primit în redacție - 9.11.2001*

*Referenți:*

*Dr. Cornel BIANCHI, Dr. Florin POP*

# EFICIENTIZAREA ECONOMICĂ A INSTALAȚIILOR DE ILUMINAT INTERIOR

Corina RAFIROIU, Virgil MAIER, Sorin PAVEL  
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

## Rezumat

Eficientizarea economică a instalațiilor de iluminat interior se rezolvă substanțial în faza de proiectare, pentru instalații noi, sau prin reproiectare, pentru instalații existente, dacă se urmează algoritmul propus în lucrare.

Analiza cât mai extinsă a ofertei de echipament electric, susceptibil să corespundă aplicației, reprezintă o primă etapă, prin care proiectantul definește perspectiva asupra ansamblului soluțiilor posibile. În continuare, prin respectarea recomandărilor de amplasare, se determină intervalul de variație a înălțimii de suspendare și mulțimea de valori care poate fi atribuită numărului de corpuri.

Metoda factorului de utilizare este prezentată într-o viziune matricială, originală, pentru a permite selectarea tuturor soluțiilor tehnic posibile. Predeterminarea echipamentului electric se realizează în acest stadiu al proiectării pe baza fluxului luminos al lămpilor dintr-un corp. Cu seturile de corp-lampă determinate, se validează din punct de vedere luminotehnic toate soluțiile care satisfac aplicația considerată, urmărind realizarea tuturor condițiilor de calitate corespunzătoare aplicației.

În final, din ansamblul soluțiilor viabile se alege varianta optimă din punct de vedere economic și energetic, activând componenta economică a programului de calcul.

## 1 Obiective

Asistarea sistematică cu programe performante a proiectării instalațiilor de iluminat interior necesită parcurgerea unor etape suplimentare, neacoperite prin programe, astfel încât alegerea soluției finale, optime din punct de vedere economic să se facă din ansamblul soluțiilor tehnic acceptabile pentru o ofertă dată.

## 2 Algoritmul optimizării economice

Abordarea corectă a unui proiect de iluminat interior, cu utilizarea programelor de calcul

disponibile și cu respectarea condițiilor luminotehnice, iar din punct de vedere economic să reprezinte optimul dorit de beneficiar, presupune parcurgerea etapelor conform organigramei din figura 1

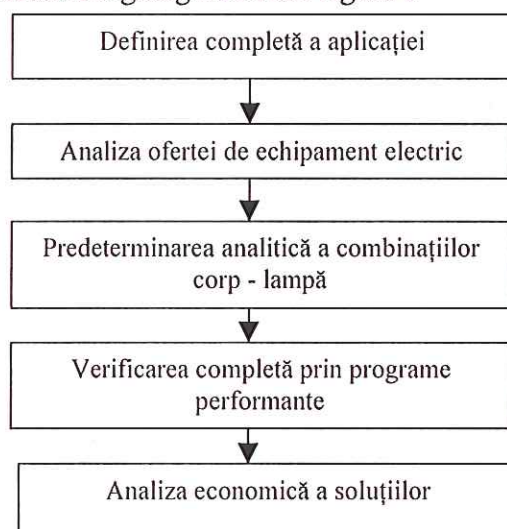


Figura 1 Organigrama metodologiei de proiectare

Etapele relevate în organigramă conduc la construcția **piramidei soluțiilor**, ilustrată în figura 2 și care cuprinde următoarele niveluri de soluții:

- soluții în ofertă (SO)**, reprezentând partea din ofertă care corespunde aplicației;
- soluțiile tehnic posibile (STP)**, selectate în urma parcurgerii etapei de predeterminare a echipamentului electric;
- soluțiile tehnic acceptabile (STA)** reprezintă variantele selectate dintre STP, care îndeplinesc în totalitate condițiile luminotehnice;
- **soluția economică (SE)**, de fapt optimul economic dintre soluțiile tehnic acceptabile.



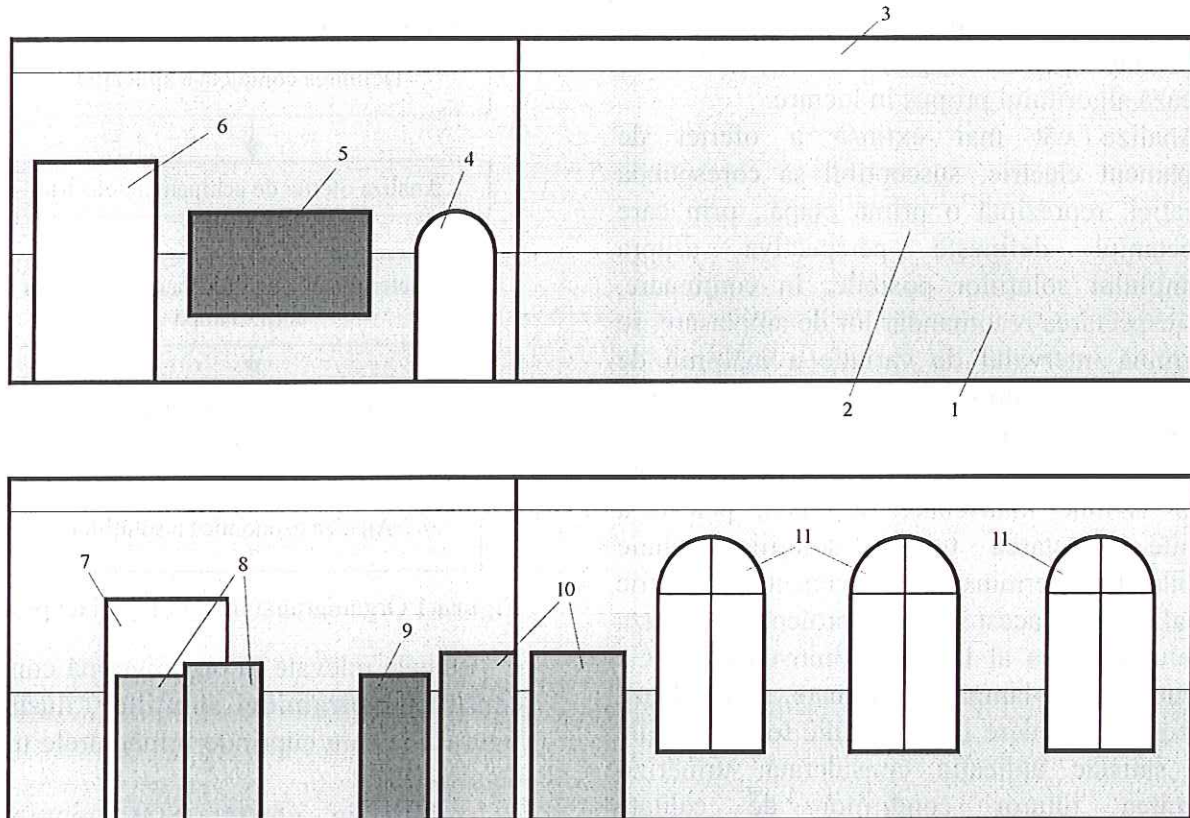
Figura 2 Piramida soluțiilor la proiectarea instalațiilor de iluminat electric

## 2.1 Caracterizarea aplicației

Încăperea pentru care se reprojecțează instalația de iluminat interior este un laborator de specialitate, electrotehnic, având dimensiunile:  $L_1 = 8,95\text{m}$ ,  $L_2 = 6,70\text{m}$ ,  $H = 4,24\text{m}$ . Înălțimea planului de utilizare s-a considerat  $h_u = 0,8\text{m}$ .

Având în vedere destinația și felul activităților din încăperea, se preconizează proiectarea unei instalații de iluminat general, care să satisfacă următoarele condiții:

- iluminarea medie, minimă  $E_{med} = 300\text{lx}$ ;
- uniformitatea iluminării să satisfacă atât factorul de uniformitate medie  $U_0$  cât și factorul de uniformitate minim/maxim  $U_{mM}$ .
- temperatura de culoare să fie cuprinsă în intervalul  $T_c \in [2800, 4200]\text{K}$  sau indicele de redare al culorilor  $R_a \in [60, 90]$ .
- aspectul pereților, cu evidențierea tuturor elementelor care concurează la caracteristicile fotometrice ale acestora, este redat în figura 3.



**Figura 3** Aspectul încăperii și elementele componente: 1 - perete vopsit în ulei, culoare ocru; 2 - perete zugrăvit, culoare bej; 3 - perete alb; 4 - ușă vopsită în alb; 5 - tablă neagră; 6, 7 - uși vopsite în crem; 8 - dulapuri vopsite, culoare maro; 9 - dulap metalic; 10 - tablou de distribuție metalic, culoare albastră; 11 - ferestre

## 2.2 Analiza ofertei

Oferta de corpuri de iluminat și de lămpi poate fi extinsă oricât de mult; având în vedere că în etapele de asistare cu calculator se va folosi programul CALCULUX, s-au reținut în ofertă numai corpurile de iluminat Philips. În tabelul 1 se prezintă variantele de echipament electric corp-lampă (doar pentru corpul TMS 022).

Pentru un tip de corp, fluxul lămpilor dintr-un corp  $\Phi_{lc}$  este funcție de trei mărimi independente: puterea lămpilor  $P_l$ , numărul

lămpilor dintr-un corp  $n_{lc}$  și temperatura de culoare  $T_c$ . Prin urmare, se poate avea în vedere următoarea formă de matrice tridimensională pentru fluxul lămpilor dintr-un corp:

$$[\Phi_{lc}]_{(3)} = \begin{bmatrix} P_l \\ n_{lc} \\ T_c \end{bmatrix} \quad (1)$$

Dacă pentru înălțimea de suspendare se adoptă un interval de variație cu un increment dat, numărul de soluții luminotehnice în ofertă este destul de mare (140).

**Tabelul 1** Variantele de echipament electric corp TMS 022-lămpi

Tipul corpului de iluminat	Fluxul lămpilor dintr-un corp $\Phi_{lc}$ , lm								Nr. variante în ofertă
TMS 022	$T_c=2900$				$T_c=4100$				16 (10-distincte valoric)
	$P_l = 18 \quad 36-1 \quad 36 \quad 58 \text{ W}$				$18 \quad 36-1 \quad 36 \quad 58 \text{ W}$				
	$n_{lc}$	1	[1150 2700 2850 4600]			1	[1150 2700 2850 4600]		
	↓	2	[2300 5400 5700 9200]			2	[2300 5400 5700 9200]		

### 2.3 Predeterminarea echipamentului electric

Mărimea fotometrică pe baza căreia se sortează SO pentru a obține STP este fluxul lămpilor dintr-un corp. Recurgându-se la metoda factorului de utilizare, se parcurg următoarele subetape: determinarea înălțimii de suspendare; calculul factorilor de utilizare; amplasarea în plan a corpurilor de iluminat; calculul fluxului lămpilor dintr-un corp.

#### 2.3.1 Înălțimea de suspendare

Amplasarea pe verticală a corpurilor de iluminat se exprimă analitic în raport cu mărimile geometrice ale încăperii. Valoarea minimă a înălțimii de suspendare se determină din condițiile de limitare a fenomenului de orbire sub forma corelațiilor admise dintre înălțimea de montare de la nivelul ochilor  $H_o$  și dimensiunile încăperii ( $L_1, L_2$ ), în funcție de luminanța corpurilor de iluminat [3].

Pentru corpuri cu luminanțe  $L_c < 5000$  nt, se determină condițiile pentru înălțimea minimă de suspendare  $h_{min}$  sub forma:

$$h_{min} = \frac{L_1}{6} + h_{om} - h_u;$$

$$h_{min} = \frac{L_1}{4} + h_{om} - h_u. \quad (2)$$

Înălțimea de suspendare maximă rezultă din condiția de lungime minimă a pendulului:

$$h_{Max} = H - h_u - h_{cmin}. \quad (3)$$

Pentru cazul în studiu, se obține astfel domeniul de valori ale înălțimii de suspendare  $h \in [2,5; 3,3]$  m, care poate fi incrementat cu pasul dorit (de ex. 0,2 m).

Se va determina în continuare indicele încăperii  $i$ , și valorile factorului mediu de reflexie a pereților pentru fiecare valoare a înălțimii de suspendare. Corespondențele dintre valoarea înălțimii de suspendare și valorile

factorului mediu de reflexie a pereților  $\rho_p$  și a indicelui încăperii  $i$  sunt redată în tabelul 2.

**Tabelul 2** Factorii de reflexie medii ai pereților și indicii încăperii

Înălțimea de suspendare h, m	Factorul de reflexie $\rho_p$	Indicele încăperii $i$
2,5	0,308	1,53
2,9	0,312	1,32
3,3	0,316	1,16

#### 2.3.2. Factorii de utilizare

Cunoscând felul distribuției fluxului luminos pentru fiecare tip de corp selectat, factorii de reflexie ai tavanului și pereților, precum și indicele încăperii, se poate determina [4] factorul de utilizare  $u$ . Factorii de utilizare corespunzători unui tip de corp pot fi organizați într-o matrice tridimensională de forma (3), a treia variabilă fiind înălțimea de suspendare  $h$ .

În tabelul 3 este indicată matricea completă  $[u^{-1}]_{(3)}$  pentru unul dintre tipurile de corpuri din ofertă, matrici similare fiind calculate și pentru celelalte tipuri de corpuri din oferta selectată. Matricile bidimensionale, corespunzătoare unei anumite înălțimi de suspendare, sunt prezentate succesiv, prin aducerea lor în același plan.

**Tabelul 3** Matrici ale valorilor  $u^{-1}$  pentru corpul tip TMS 022

$h$ , m	$n_{lc}$ $P_l$	18	36-1	36	58 W
2,5	1	[1,855 1,855 1,855 1,876]			
	2	[1,897 1,897 1,897 1,897]			
2,9	1	[2,145 2,145 2,145 2,169]			
	2	[2,188 2,188 2,188 2,188]			
3,3	1	[2,169 2,169 2,169 2,192]			
	2	[2,217 2,217 2,217 2,217]			



### 2.3.3 Numărul de corpuri

Amplasarea în plan a corpurilor de iluminat se soluționează pe baza distanței relative dintre două corpuri  $d^*$  [3]. Astfel, pentru numărul  $N_1$  al numărului de corpuri pe o bandă se utilizează dubla inegalitate:

$$\frac{L_1}{h \cdot d_{1^*M}} + (1 - 2k_{p1}) \leq N_1 < \frac{L_1}{L_C} - 2k_{p1}, \quad (4)$$

în care  $d_{1^*M}$  este valoarea maximă recomandată pentru distanța relativă dintre corpurile de iluminat din cadrul aceleiași benzi [3];

$L_C$  - lungimea corpului de iluminat, echipat cu surse liniare;  $k_{p1}$  - coeficient ținând seama de distanța la perete a corpurilor de iluminat și utilitatea dată spațiilor de la perete.

Numărul de benzi, notat  $N_2$  pentru modalitatea de dispunere a benzilor, este limitat numai inferior, conform relației:

$$N_2 \geq \frac{L_2}{h \cdot d_{2^*M}} + (1 - 2k_{p2}), \quad (5)$$

în care  $d_{2^*M}$  este valoarea maximă recomandată pentru distanța relativă dintre două benzi învecinate;  $k_{p2}$  - coeficient similar cu  $k_{p1}$ , dar corespunzător distanțelor la perete după dimensiunea  $L_2$ .

În tabelul 4 sunt indicate domeniile de valori ale numărului de corpuri  $N_1$  pe o bandă și numărul minim de benzi  $N_{2min}$  pentru toate tipurile de corpuri din ofertă, în funcție de valorile considerate ale înălțimii de suspendare.

**Tabelul 4**  $N_{2min}$  și domeniul de valori pentru  $N_{1min}$

h, m	$N_{2min}$	Tipul corpului de iluminat															
		TMS 022						TCS 097				TMX 400		TCS 058			
		$L_C=0,615$		$L_C=1,22$		$L_C=1,525$		$L_C=1,256$		$L_C=1,556$		$L_C=1,528$		$L_C=1,253$		$L_C=1,55$	
$N_{1m}$	$N_{1M}$	$N_{1m}$	$N_{1M}$	$N_{1m}$	$N_{1M}$	$N_{1m}$	$N_{1M}$	$N_{1m}$	$N_{1M}$	$N_{1m}$	$N_{1M}$	$N_{1m}$	$N_{1M}$	$N_{1m}$	$N_{1M}$		
2,5	5	5	14	5	7	5	5	5	7	5	5	5	5	5	7	5	5
2,9	4	5	14	4	7	4	5	4	7	4	5	4	5	4	7	4	5
3,3	4	4	14	4	7	4	5	4	7	4	5	4	5	4	7	4	5

Calculule încep considerându-se numărul minim de corpuri:

$$N_{cmin} = N_{1min} \cdot N_{2min}, \quad (6)$$

urmând ca incrementarea numărului de corpuri să se facă din aproape în aproape, până la epuizarea tuturor soluțiilor tehnic posibile.

### 2.3.4 Fluxul lămpilor dintr-un corp

Predeterminarea echipamentului electric corp-lămpi se încheie cu calculul fluxului lămpilor dintr-un corp. Devin STP acele instalații de iluminat, caracterizate prin combinația corp-lămpi, înălțime de suspendare și număr de corpuri, care îndeplinesc dubla inegalitate scrisă în formă matricială:

**Tabelul 5** Soluțiile tehnic posibile pentru corpul TMS 022

Tip corp	h, m	Tipul lămpii	Fluxul lămpilor dintr-un corp, lm	$N_c(N_1 \times N_2)$
TMS 022	2,5	TLD1x18W	1150	40(8x5)
		TLD1x18W	1150	42(7x6)
	2,9	TLD1x18W	1150	42(7x6)
		TLD1x36-1W	2800	21(7x3)
	3,3	TLD1x18W	1150	45(9x5)
		TLD1x36-1W	2800	21(7x3)
TLD2x18W		2300	25(5x5)	

$$\frac{E_{med} \cdot A}{k_{Mt} \cdot N_c} [u^{-1}]_{(2)} \leq [\Phi_{lc}]_{(2)} < \frac{E_{medM} \cdot A}{k_{Mt} \cdot N_c} [u^{-1}]_{(2)}, \quad (7)$$

în care  $A=L_1L_2$  este aria încăperii;  $E_{medM}$ -limita superioară a iluminării medii, stabilită în raport cu valoarea următoare lui  $E_{med}$  din scara iluminărilor [3];  $k_{Mt}$ -factorul de menținere total al instalației de iluminat.

Utilizând relația (7) pentru fiecare înălțime de suspendare, iar în cadrul unei înălțimi de suspendare pentru fiecare temperatură de culoare, se selectează toate STP. Pentru aplicația analizată, acestea sunt în număr de 76, fiind prezentate condensat în tabelul 5 numai câteva din cele aferente corpului de iluminat tip TMS 022.

## 2.4 Identificarea soluțiilor tehnic acceptabile (STA)

Rezultatele obținute pentru determinarea STA sunt prezentate sub formă de tabele și grafice, acestea putând fi reprezentări bi și tridimensionale, pentru iluminări.

Rulând programul pentru toate STP, s-au validat luminotehnic un număr de 46 soluții, dintre care cele referitoare la corpul TMS 022 sunt redate în tabelul 6.

**Tabelul 6** Soluțiile tehnic acceptabile pentru corpul de tip TMS 022

Tip corp	$h$ , m	Tip lampă	Fluxul lămpii, lm	$N_C(N_1 \cdot N_2)$	$E_{med}$ lx	$\frac{E_{min}}{E_{med}}$	$\frac{E_{med}}{E_{max}}$
TMS 022	2,5	TLD 1x18W	1150	48(8x6)	304	0,52	0,41
	2,9	TL-D 1x18W	1150	50(10x5)	308	0,53	0,42
		TL-D 1x36-1W	2800	21(7x3)	313	0,62	0,5
	3,3	TL-D 1x18W	1150	50(10x5)	303	0,56	0,44
		TL-D 2x18W	2300	25(5x5)	309	0,55	0,45
		TL-D 1x36-1W	2800	21(7x3)	310	0,63	0,51

## 2.5 Calculul economic

Programele de calcul permit evaluarea investiției totale și a costurilor totale, anuale. Viziunea completă d.p.d.v. economic asupra tuturor STA este însă de natură a permite proiectantului și beneficiarului să se orienteze asupra celei mai potrivite soluții de aplicat, luând în considerare situația reală a instalației obiectiv, intervențiile necesare și fondurile disponibile.

## 3 Concluzii

Prin "construirea" piramidei soluțiilor, numărul de soluții se restrânge treptat, pornind de la multitudinea de combinații corp-lampă-înălțime de suspendare din etapa de analiză a ofertei, prin trecerea la etapa de predeterminare, care vizează îndeplinirea unui număr restrâns de condiții luminotehnice și apoi la etapele asistate de calculator, în care se face mai întâi selecția luminotehnică și apoi cea economică.

Etapă de predeterminare a echipamentului electric, rezolvată prin metoda factorului de utilizare, este laborioasă, impunându-se realizarea ei printr-un program pe calculator, ca o extensie a programelor deja existente. Numărul important de soluții tehnic posibile puse în evidență atrage atenția asupra importanței parcurgerii etapelor de proiectare relevante.

## 4 Bibliografie

1. Băilescu, Al., Savopol, D. Iluminatul electric, Îndreptar, Ediția a II-a. București, Editura Tehnică, 1969.
2. Bianchi, C. Luminotehnica, Aspecte fundamentale și aplicative, vol. I, Noțiuni fundamentale, echipamente și iluminatul interior. București, Editura Tehnică, 1990.
3. Comșa, D. ș.a. Proiectarea instalațiilor electrice industriale, Ediția a II-a. București, Editura Didactică și Pedagogică, 1983.
4. Gheorghiu, N., Militaru, P. Teoria și practica iluminatului electric. București, Editura Tehnică, 1970.
5. Pop, F. ș.a. Ghidul centrului de ingineria iluminatului, vol. 2, Iluminatul interior. Ed. Mediamira, Cluj-Napoca, 2000.
6. Maier, V. ș.a. Eficientizarea economică prin proiectare a instalațiilor de iluminat public. În: Ingineria iluminatului, nr. 5, Cluj-Napoca, pp. 49-57.

## INDOOR LIGHTING ECONOMIC EFFICIENCY

### Abstract

The economic efficiency of indoor lighting can be solved mainly by design for both the new lighting installations and the existing ones, according to the algorithm proposed in this paper. The first step to find all possible solutions is to make an analysis of the available proper equipment.

The utilization factor method is presented in an original matrix form, in order to allow the selection of all technical possible solutions. The predetermination of the electrical equipment is made according to the luminous flux produced by the luminaire lamps. All acceptable solutions are selected in order to accomplish the quality lighting requirements. The optimum solution is then economically chosen .

*Lucrarea a fost prezentată la Conferința Internațională ILUMINAT 2001, 28-30 iunie 2001, Cluj-Napoca*



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](mailto:corina.rafiroiu@eps.utcluj.ro)

Absolventă a Facultății de Electrotehnică Cluj-Napoca, secția Electrotehnică, promoția 1985. Doctorand, susține lucrări aplicative la disciplinele Instalații electrice industriale și Tehnologie electrică.



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](mailto: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.



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.Pavel@eps.utcluj.ro](mailto:Sorin.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.