

INGINERIA ILUMINATULUI

Lighting Engineering

Vol. 5, No. 11 – Summer, June 2003

3 Editorial – Lighting trends

Florin POP

5 Lighting & Energy savings. Some research fields at Fisica Tecnica Department “La Sapienza”

Franco GUGLIERMETTI, Fabio BISEGNA

23 Study of transient regime of the fluorescent lamp mountings using magnetic starter

Dan IOACHIM, Mircea V. NEMESCU, Dorin D. LUCACHE

29 Mesopic lighting conditions and pedestrian visibility

Jaakko Ketomäki, Marjukka ELOHOLMA, Pasi ORREVETELÄINEN, Liisa HALONEN

41 Control of the lost light energy at houses

Banu MANAV

Conferences and symposiums

51 The 2nd International Lighting Conference **ILUMINAT 2003**, Cluj-Napoca, May 8-9, 2003 (Romanian)

Florin POP

Information

57 Innovative office building - lighting, productivity and energy (Romanian)

Jorma LEHTOVAARA, Viorel L. GLIGOR, Liisa HALONEN

63 LED technology in Romania, LED – energy efficient lighting of the future (Romanian)

Stelian MATEI

69 Lighting Engineering Center – LEC – UTC-N (Romanian)

Florin POP

71 Lighting in the New World – New directions in lighting efficiency

Cristian ȘUVĂGĂU

INGINERIA ILUMINATULUI

Anul V, Numărul 11 (Summer) - 2003

Editorial - Tendințe în iluminat <i>Florin POP</i>	3
Articole de cercetare	
Lighting & Energy savings. Some research fields at Fisica Tehnica Department, “La Sapienza” <i>Franco GUGLIERMETTI, Fabio BISEGNA</i>	5
Study of transient regime of the fluorescent lamp mountings using magnetic starter <i>Dan IOACHIM, Mircea V. NEMESCU, Dorin D. LUCACHE</i>	23
Mesopic lighting conditions and pedestrian visibility <i>Jaakko KETOMÄKI, Marjukka ELOHOLMA, Pasi ORREVETELÄINEN, Liisa HALONEN</i>	29
Control of the lost light energy at houses <i>Banu MANAV</i>	41
Conferințe și Simpozioane	
ILUMINAT 2003 A II-a Conferință internațională de iluminat Cluj-Napoca, 8-9 mai 2003 <i>Florin POP</i>	51
Informații	
Clădire inovativă de birouri, iluminat, productivitate și energie 57 <i>Jorma LEHTOVAARA, Viorel L. GLIGOR, Liisa HALONEN</i>	
Impactul tehnologiei LED precum și implementarea acestei tehnologii în România. LED - lumina eficientă energetic a viitorului <i>Stelian MATEI</i>	63
Centrul de Ingineria Iluminatului – UTC-N, Lighting Engineering Center – LEC <i>Florin POP</i>	69
Lighting in the New World. New directions in lighting energy efficiency <i>Cristian SUVAGAU</i>	71



Dr. Florin POP, Profesor

Care sunt tendințele actuale în iluminat? Iată o întrebare simplă, cu un răspuns dificil de dat. Dificil, în primul rând, prin aria de aplicare, cu diferențe sensibile între diferite zonele geografice. Pentru Lumea Nouă (America de Nord) răspunsul îl găsim în prezentările D-lui Cristian ȘUVĂGĂU din ultimele numere ale revistei. Pentru Uniunea Europeană, răspunsul este dat de proiectele de cercetare științifică ale Programului Cadru 5 încheiat în toamna lui 2002 și noul Program Cadru 6 desfășurat cu începere din 2003. Volumele de lucrări ale Conferințelor internaționale de iluminat, dintre care se disting Lux Europa, Right Light și CIE Quadrenial, dezvăluie în totalitate direcțiile de cercetare și dezvoltare în domeniul luminii și iluminatului. Iar site-urile Lighting.com, Philips.com, Osram.com și atâtea altele ne prezintă cele mai noi realizări tehnologice.

Surse de lumină. Îmbunătățiri tehnologice aduse surselor de lumină vizează creșterea eficienței luminoase, a duratei de viață, a lărgirii gamei existente de puteri, culori și forme, a scăderii conținutului de mercur. Lămpi CFL de mare putere (60W, 85W și 120W) sunt disponibile la diferiți producători. Lămpi cu sodiu ajung la eficiențe de 150 lm/W (SON-T PLUS) – peste 200 lm/W (MASTER SOX-E). ALTOR (R) T5 are cel mai scăzut conținut de mercur din gama lămpilor T5. Lămpi fluorescente tubulare ating durate de viață de 30.000 ore (Prolume R T8). Creșterea cererii de

surse de lumină colorate pentru iluminatul arhitectural a condus la apariția unei noi serii de lămpi cu halogenuri metalice în versiuni albastru, verde, violet, portocaliu. Lămpile LED cuceresc piața prin eficacitatea mereu crescândă (30 lm/W pentru Luxeon V - Lumiled 5W de culoare albă și dublu pentru cel de culoare roșu) și durata de viață de până la 50.000 – 80.000 ore. Sunt utilizate în cele mai diverse aplicații – semaforizarea intersecțiilor și semnalizări rutiere, tuburi luminoase pentru iluminatul decorativ de lungimi mari, iluminatul sălilor de spectacole (la Teatrul Apollo, Londra, s-au înlocuit 3500 lămpi cu incandescență cu 83.000 LEDuri, rezultând o scădere a costurilor de exploatare de 22 ori)

Aparate de iluminat. Extinderea utilizării lămpilor fluorescente tubulare T5 (Ø16 mm) a determinat crearea unor noi aparate de iluminat cu distribuție directă-indirectă a fluxului luminos, echipate cu panouri acrylice cu structuri de microprisme (adevărate ghiduri de unde) ce asigură o reflexie internă totală a luminii emise de lampa ascunsă privirii directe. Astfel, lumina este emisă uniform de o 'suprafață luminoasă', ceea ce conduce la obținerea unei luminanțe scăzute și o libertate completă de poziționare în încăperile pentru birouri. Printre realizările deosebite se disting Zumtobel Orea și Carpe Diem – Philips Lighting. *The Lighting Journal 2002/2003*

Controlul iluminatului. DALI - the Digital Addressable Lighting Interface – este un protocol european care permite controlul individual și monitorizarea sistemului de iluminat. Beneficiile sale potențiale sunt: costul inițial scăzut, circuite electrice simple, o mare flexibilitate oferită proiectantului de iluminat.

Sisteme de iluminat. Printre cele mai interesante teme de studiu se remarcă: noi soluții de puțuri/conducte de lumină care să asigure pătrunderea luminii naturale adânc în interiorul clădirilor sau în spațiile subterane,

realizarea unor sisteme hibride tuburi de lumină/conducte de ventilație, noi tehnologii pentru suprafețele vitrate (pelicule cu polimeri, sticle laminate electro-cromice), optimizarea utilizării iluminatului natural, realizarea unor programe pentru analiza eficienței energetice a controlului iluminatului.

LIGHTING TRENDS

What are the current trends in lighting? This is a fairly simple question, with a difficult answer. Difficult, on the first hand, due to the application area, with sensible differences between the different geographic areas. For the New World (North America) the answer is to be found in the papers of Mr. Cristian ȘUVĂGĂU from the past issues of our journal. For the European Union the answer is given by the scientific research projects of the 5th Frame Program, closed in the autumn of 2002 and the new 6th Frame Program, active since 2003. The proceedings volumes of international lighting conferences, most important among them being Lux Europa, Right Light and CIE Quadrennial, provide a wide and exhaustive view of the research and development directions in the field of light and lighting. And the web sites Lighting.com, Philips.com, Osram.com and many others show us the newest technological developments.

Lighting sources. Technological improvements brought to light sources aim to increasing the light efficiency and the operating life, to widening the current range of powers, colours and shapes, to decreasing the mercury contents. High power CFL lamps (60W, 85W and 120W) are available from different producers. Sodium lamps reach efficiencies of 150 lm/W (SON-T PLUS) – over 200 lm/W (MASTER SOX-E). ALTOR (R) T5 has the lowest mercury contents in the T5 lamps range. Fluorescent tubular lamps get to 30,000 hours operating life (Prolume R T8). The increased demand for exterior colour architectural lighting generated

new range of coloured metal halide lamps on versions blue, green, magenta and orange. The LED lamps gain the market through their always-higher efficiency (30 lm/W for Luxeon V – Lumiled 5W white coloured, and double for the red coloured version) and the operating life of up to 50,000 – 80,000 hours. They are used in the most diverse applications and in many shapes and sizes – road traffic signals, LED LightTubes for decorative applications, spectacular lighting refurbishment (at the Apollo Victoria Theatre in London, nearly 83,000 LEDs replaced 3500 GLS lamps, the running costs being reduced on 22 times)

Luminaires. The extension use of the fluorescent lamps T5 has determined the creation of new luminaires with direct/indirect light distribution. The light distribution system comprises an acrylic panel with micro-prism structure (Waveguide technology) and uses the principle of total internal reflection of the light emitted by the hidden lamp. Light is emitted uniformly via a 'luminous surface'. A low luminance and a balanced illumination without glare or reflection on display screens allow complete flexibility for office layouts. Zumtobel Orea and Carpe Diem – Philips Lighting are distinguished examples.

(The Lighting Journal, March/April 2002 and 2003)

Lighting control. DALI - the Digital Addressable Lighting Interface – is a European-developed protocol that allows individual control and monitoring of lighting systems. Among its potential benefits are: lower initial cost to the owner; simple wiring, and greater flexibility to the lighting designer.

Lighting systems. Out of the most interesting topics of study we remark new solutions for light shafts/light pipes which should ensure the full access of natural light deep inside buildings or in underground spaces, development of hybrid system light pipe/passive ventilation stack, new technologies for glazing surfaces (polymer films, laminated electro-chromic glasses).

LIGHTING & ENERGY SAVINGS

Some Research Fields at Fisica Tecnica Department, “La Sapienza”

Franco GUGLIERMETTI, Fabio BISEGNA
University of Rome “La Sapienza”, Italy

Since many years, the Fisica Tecnica Department, and specifically its Environmental Group (FTEG), is involved in a broad program of research directed toward improving the health, comfort and energy efficiency of the indoor and outdoor environment.

Light always represented a basic need for human beings; in the past, problems concerned only in obtaining acceptable values of first level parameters, such as illuminance levels, where necessary, indoor as far as outdoor, didn't matter if reached with natural or artificial light. Nowadays, energetic crises and a continuous request for a higher quality of the indoor environment lead to thorough analyses of systems and strategies for a smart management of light, to achieve the always greater requests for environmental comfort with the best energy savings. FTEG integrates experimental, analytical and modelling competencies in the area of lighting, specifically in daylighting strategies and their luminous and thermal implications, in the analysis of innovative glazing materials, in the smart management of natural and artificial light, in investigations aimed to create a comfortable environment from a luminous and colorimetric viewpoint.

1. Introduction

Since many years, the Fisica Tecnica Department, Faculty of Engineering, University of Rome “La Sapienza”, and specifically its Environmental Group is involved in a broad program of research directed toward improving the health, comfort and energy efficiency of the indoor and outdoor environment. FTEG (Fisica Tecnica Environmental Group) integrates experimental, analytical and modelling competencies in the areas of lighting, acoustics, ventilation, indoor air quality (IAQ), thermal comfort, energy efficiency. Our work focuses also on improving health and productivity of building occupants, and understanding human exposures to environmental pollutants found in indoor and outdoor air. Here only the activities directly connected to light and lighting will be presented.

FTEG is constituted by Prof. Franco Gugliermetti, director of the Department, Prof. Luciano Santarpia, PhDs Fabio Bisegna and Paola Gori, and PhD Students Gianluca Zori and Amalia Gelfù.

FTEG lighting and energy program includes experiences in the areas of daylighting and artificial lighting components, and of energy efficiency in buildings, through an integrated

energy analysis, including building code and standards development and application; main topics are: passive solar design, analysis of new glazing materials from an energy efficiency and environmental points of view, active control and smart management of natural and artificial light. Each topic is studied following both numerical and experimental approaches. The final aim is to produce guidelines and nomograms, tables and graphs, for helping the designers at the different stages of the design process, and user-friendly design tools, numerical algorithms and codes for simple and advanced simulation programs.

The FTEG is a very active group, with many presences in national and international congresses and conferences, as far as in specific international scientific journals; content of some scientific work results is presented in a brief bibliography concerning the last three years of activity (2001, 2002, 2003). Solar energy and control plays a leading role in these publications, as it is a particularly attractive factor for each of the proposed themes, air conditioning, daylighting, energy savings in buildings, and it is a basic element to create a comfortable environment in rooms and to minimize energy consumption.

2. Daylight in underground open spaces

In the urban context of large cities is even more frequent to occupy underground spaces for several different purposes, such as car parks, subway stations, underground lanes, commercial centers, being strongly reduced the availability of space at the street plane. Those spaces generally require enough natural illuminance (and ventilation) to guarantee both an appreciable environment and to reduce electric consumption of the artificial lighting system. The amount of the required daylight is strictly connected to the usage of the considered spaces. Recommended Daylight Factors, DFs, can be potentially reached for most time of the year as the outside daylight is abundant and can be more than 10.000 lx for at least 3000 h/year for many European countries. Some efforts have been made to assess and improve the performance of light ducts, wells and shafts, which are commonly used to guarantee acceptable levels of natural light all over the underground spaces. These studies use different approaches mainly based on computer simulations and scale models: software packages help designers allowing an accurate analysis in terms of data and variables, physical models, combined with experimental measures, give an in-depth qualitative and quantitative study of a “similar” situations, different however from reality.

Several aspects of the problem have been studied: sizing of continuous shafts by scale models of multi-level open underground spaces, energy savings and natural ventilation related to continuous light shafts by an integration between scale model measurements and numerical simulations, validity of results by comparisons between scale model results under real overcast sky and computer simulations, and then with real underground spaces [1, 2, 3, 4, 5]. Figure 1, in which X/W is the adimensional factor linked to the length of the external opening, and H/W represent here the Shaft Index, that is the ratio between the reflecting wall area and the external free opening area of the shaft, presents an example of the latter kind of comparison. Some experimental charts to calculate local DFs for

multilevel underground areas have been moreover presented. What it has been demonstrated is that the main parameter influencing DFs is the depth width; the sky component of illuminance is prevalent in respect to the effect of reflection in the zones near the shaft. The proposed method for sizing shafts is based on illuminance and on the required annual duration of external natural light, while glare, illuminance dis-uniformity and distributions have not been directly taken into account and are still to be studied, as they depend on human activities.

3. A proposal for an adimensional model of the visual environment

Advanced and simplified energy analysis programs can be advantageously used at different stages of the building design process to reach a good optimization, coordination and choice among the available light control systems and strategies. Complex simulations are often not appropriate to outline basic daylighting strategies in a first approach and to solve simple, frequently occurring problems. At the same time, it can be useful to simplify lighting evaluations at maximum to reduce on one hand the running time of complex advanced programs, and on the other to have simple tools to use in the first phases of design. The request for a quick performance evaluation, for a buoyancy and simplicity in data input, for a possibility to change easily control strategies and meteorological data is always greater; although in fact modeling processes have been simplified over the last years, these tools still require detailed modeling, high computational power and a thorough knowledge of the programs, still being so far rather time consuming and not cost-efficient. One of the most time consuming task and difficulty for these advanced methods able to evaluate the integration of luminous and thermal aspects in the overall building energy analysis is the calculation of internal natural lighting levels when a dynamic scenario is considered; the most adopted solution by advanced packages is to pre-process the illuminance data before entering the thermal calculations.

The aim of this research is to develop a simple numerical approach to study the dynamics of indoor natural illuminance by adimensional parameters that can characterize the geometric aspects of the window and indoor spaces during the whole year, basing the analysis on peculiar points of the room chosen in function of the features of the light control system; this approach can greatly simplify dynamic illuminance calculations.

The parameters K , that is window length/window height ratio, and S , window surface/room surface ratio, are used to characterize the geometrical aspects of windows and rooms. Correlations amongst several parameters have been developed following a numerical way; an experimental confirm to all simulations results has been then carried out with different kinds of sky on a 1:5 scale model, Figures 2 and 3. Analysis of results points out that sun diffuse and direct irradiation illuminances produce easy predictable trends for different values of K and S , once the trend on the whole year and day of a single case is known. The same happens when considering the reflected component of diffuse and direct sun irradiation.

All the results belonging to other K_i parameters can be obtained by applying a simple formula of the type $K_i = m K_1$, where K_1 is considered as the reference element. The final aim should be to produce guidelines and procedures for an optimised design method on one side, simplified calculation tools for illumination algorithms to use in advanced and simplified building energy analysis programs. Anyway, the purpose to integrate all the possible variables obtaining a sufficiently flexible calculation method seems to be satisfied yet, although the research is still under development [6, 7, 8].

The complexity of the problem due also to the presence of parameters like latitude, orientation and season, suggest to develop future research following the numerical as well as the experimental way, in both cases of real and artificial skies, from fully overcast to completely clear, to reach a higher universality of the results.

4. Assessing the dynamics of illuminance in the indoor environment with external shading devices

Designers' challenge is not only to realize energy efficient designs of building systems and subsystems, but also to guarantee a high level of indoor comfort. With the shift towards energy efficient design solutions, it has become important to consider the integrated management of the visual and the thermal requirements taking into account the luminous and thermal implications of daylighting strategies; the final aim should be to maximize the incoming of daylight, consequently minimizing the use of artificial light, at the same time preventing occupants from glare. In this viewpoint, solar control should be a necessary factor to create a comfortable environment in rooms and to minimize energy consumption. External shading devices are low-cost and simple solutions for preventing the undesirable heat coming through the windows in the overheated period and the glare caused by direct sunlight; moreover, they protect openings against rain and provide a "sculptured skin" of buildings. At the same time, anyway, they reduce the amount of daylight entering the rooms increasing the load due to the lighting system. So, the design of an optimal component is necessarily a trade-off between visual and thermal comfort requirements.

The aim of this research is to develop simplified procedures to assess the visual environment, producing user-friendly methods to simplify illuminance calculations on the darkest point of the horizontal working plane for an office room, when an external shading device is present. These can be considered as work-tools in the first phases of design as well as simplified calculation procedures for a quick assessment of the minimum indoor natural illuminance when external shadings and light control systems are used, reducing at most the running time or the number of necessary simulations of daylighting computational programs as well as advanced packages for energy building analysis.

A simple formula based for a rapid evaluation of the total interior illuminance on the darkest point of the room due to the contribution of two different components, respectively produced by the horizontal direct, through the ratio sunlit area/total window area, and the diffuse solar radiations, both expressed by the Solar System Luminous Efficacies, has been proposed. The efficacy of the formula has been tested against simulations and experimental measurements on a 1:5 scale model, resulting in a great reliability when applied to both numerical and design applications, with errors in both cases comprised in the range 10%-18%, Figure 4 [9, 10, 11, 12].

The possibility of extending this research is greatly linked to the individuation of adimensional parameters leading back to the previously described analysis: a development of new equations to use in integrated energy analysis as well as design guidelines should be the natural consequence of this future investigation.

5. Innovative glazing materials

Industries in these last years have developed and produced different types of transparent materials and light control systems to improve the design and the operation of buildings to take full advantage of the energy saving potential coming from daylight.

Transparent spectrally selective coatings on glass or polymeric substrates are nowadays available. The possibility of producing homogeneous thin film over large areas, with different spectral behavior, provides the low-e can be competitive respect to new products for many building applications. At the present state of art the alternative candidates for low-transmittance windows are: silica aerogels, Transparent Insulating Materials (TIM) and vacuum glazing, that offer the possibility of having high thermal performance. The possibility to combine low-transmittance values with solar diffuse transmittance can also permit glare control and daylight applications in same types of TIM and aerogels. Moreover, building envelopes realised with “dynamic” windows,

whose change in transparency is due to ElectroChromic (EC) devices that can change their optical properties in response to control parameters, can represent a way to improve both environmental quality and energy use efficiency. Different double glazed window systems are commercially available in different sizes up to about 2 m². Then the possibility to integrate *EC* transparent materials in building windows, as a part of commercial light control systems, appears nowadays very promising.

On the other side, light control systems capable of adjusting both electric and light output and the incoming daylight are recognized as very important in non-residential buildings, as artificial lighting is one of the major energy consumers and can influence HVAC size and the total peak electrical demand. Control systems try to take advantage of natural light to reach both good energy saving and acceptable environmental conditions. Different types of management strategies and equipment are used. Automatic control of mini-internal blinds to large exterior rolling louvered shutter systems are available and popular due to their adjustability and ability to reflect light: a photosensor signal closes or opens the blinds, when more or less than enough daylighting is available. The logic for such automatic controls must be carefully integrated with the logic for the electric light controls to avoid unstable conditions in the visual environment. Artificial lighting control system instead provides the required amount of light when needed, minimizing electrical energy consumption. Photoelectric control systems today operate with algorithms that can realize either a closed-loop integral or an open-loop proportional control. By following different approaches and strategies (daylight-following approach, daylight compensation strategy, lumen maintenance strategy) electric lights are dimmed or switched to correspond with the amount of necessary illuminance. Studies carried on by FTEG aim to analyze, through an integrated visual-thermal approach, the space energy demand and the environmental quality connected to the use of advanced glazing materials, that seem to be more suitable and promising for building

applications when combined with adequate light control systems. An appositely self-developed advanced program for integrated building energy analysis, IENUS (Integrated ENergy Use Simulation), has been developed and validated. IENUS is able to solve different problems linked to the selection of innovative materials, climatic data, active and passive light control systems and strategies. Two main aspects have been deepened: the energy efficiency aspect, well developed but still in study, and the environmental problem, more complex and still in the first phase of development.

5.1 Environmental Aspects: Research, Results and Future Developments

Smart management means not only to assure a suitable quantity of light but also to maximize the income of natural light, improving visual environment quality and reducing artificial light electrical consumption; to create a comfortable environment in rooms, solar control is here too a basic factor. Only for EC systems, the visual aspects linked to several artificial and lighting control strategies applied to office buildings in Mediterranean climate have been analyzed, with the purpose to compare the efficiency of several systems to manage daylight and artificial light realizing a luminous comfortable environment by maximizing the incoming of daylight, guaranteeing the fixed value of illuminance on the working plane, avoiding glare, and at the same time assuring the maximum of energy savings. The back of the room represents the most critical zone due to its smallest natural illuminance that influences local visual comfort; the position of the darkest point for natural illuminance changes during the year in function of latitude, window orientation and glazing system; besides the same parameters and the control system can alter its value.

Studies show that latitude, window orientation and system, daylight control strategy influence the yearly percentage of lux distribution in the darkest point of the working plane, and so the choice of the whole light control system. Moreover, a traditional window system with a good solar and visual transmittance and an on/off daylight control strategy generally needs the continue presence of curtain, causing a complete closing during

the day and consequently the “risk of seclusion” for the occupants, assuring anyway no need for artificial light; while a more complex system presents a more peculiar trend, due to its variable transmittance and to its ability to modulate daylight (Figure 5). There is so far a dual behaviour between energy efficiency and environmental comfort aspects that requires a deeper analysis, [13, 14, 15, 16].

This is what happens when considering first level parameters, that means fixing a minimum illuminance values on the working plane and avoiding glare; colorimetric quantities in their spatial distribution represent instead an example of second-level parameter supporting the usual Colour Rendering Index (CRI) and the Correlated Colour Temperature (CCT) of light sources; also this kind of parameters should be considered due to the rising demand for an increasingly comfortable environment and the growing functional complexity of spaces. Anyway, the study of chromatic aspects should be developed not only with new glazing materials, but also when the spaces are provided with different types of lamps (Multi Type Lamp System, MTLs) or with artificial lighting systems employed for integrating daylight (Permanent Supplementary Artificial Light for Interiors, PSALI). An example of what happens when a MTLs (50 W HP sodium lamps/100 W halogen lamps) is used is presented in Figure 6 for a machine shop: Two cases have been considered: 1:1 ratio (40 lamps) and 1:2 ratio (45 lamps, 15 Sodium/30 Halogen), both with wide beam spreads (more than 40°) of luminous intensity distributions. Results show that illuminance is always assured on the working plane (graphs at the top of the Figure); mean CRI satisfies CIE Standard (graphs in the middle), but it is not always assured an acceptable behaviour from colorimetric point of view, as evidenced by white regions (last two graphs) [17, 18].

Several ways of development are still required in this field: thorough analyses are required on one side to characterise natural and artificial control systems and systems from an environmental viewpoint, trying also to find out environmental control parameters; on the other side spatial chromatic aspects and visual quality in an indoor environment should be deepened to improve occupants' comfort: characterising MTLs and creating guidelines,

matching new glazing materials, MTLs and PSALI, optimising geometry and lamps, is still to be done through numerical and experimental investigations.

5.2 Energy Efficiency Aspects: Research, Results and Future Developments

The energy efficiency aspect considers overall and partial (heating, cooling and lighting) energy requirements of a typical office room in Mediterranean climate when different strategies to control natural and artificial light are used in combination with innovative glazing systems; specifically, on/off strategy has been proposed for the internal curtain control, on/off and linear strategies have been considered for the EC systems, while on/off, linear (dimming) strategies and occupants' interaction have been studied to characterize the behavior of the artificial lighting system.

Studies evidenced the importance of both optical properties of glazing systems and the adopted strategy of the lighting control system, as far as the negative influence of occupants' interaction. Specifically for EC systems, energy efficiency optimal values of controlling parameters have been evaluated to limit at maximum energy consumption, while only a proposal has been done for an environmental based criteria to choose these values, Figure 7, [20, 21, 22, 23, 24].

Still under study are the developments concerning the integration between passive and active control systems that could lead to interesting results. The future of this part of the research consists in detailed optical experimental measurements on single and double sheet glazing with different coatings to define optimal glazing combinations to realize energy efficient multi-sheet glazing systems, on one side, and in the possibility to create new possible daylighting control solutions combining new and old systems, such as overhangs and EC systems. Experimental tests on all the possible innovative glazing materials should be done, from an optical and thermal viewpoint as well as by applying them on scale models and real rooms to verify the possibility and the efficacy of combination with several new control strategies.

6. Meteorological days for HVAC system design

Choosing reference thermo-hygrometric outdoor conditions to evaluate thermal loads and sizing HVAC plants is a very important technical decision in the development of HVAC design. In the design process, the evaluation of thermal loads generally influences both the initial and the operating costs of the HVAC system: an overestimation causes in fact an oversizing of the system, that is an increase of the initial costs, characterized by the tendency to work in non-optimal efficiency conditions; an underestimation instead will cause the opposite. Several standards are available to choose design procedures that generally lead to Design Reference Days, DRDs; anyway in commercial and office buildings designed with energy efficient criteria it seems really difficult to size HVAC systems with DRDs, as they hardly can foresee HVAC thermal peak-loads; this became a critic aspect when innovative transparent materials and artificial and natural light control systems are used.

A DRD is generally built up with the use of average thermal ranges and temperature distributing factors, and presents no statistical correlations among its meteorological data; a DMD (Design Meteorological Day) instead is the alternative solution: it is a real existing historical day selected in a yearly set of data to whom it's possible to refer the maximum energy requirements basing on the value of a parameter, the equivalent temperature, defined as a combination among the most significant outdoor parameters influencing the thermal behaviour of buildings, temperature, saturation temperature and total solar radiation. A DMD can be selected on the base of an environmental criterion, with severe climatic conditions in terms of maximum cooling loads, and consequently, this kind of selection will provide systems and plants operating with the maximum number of hours per year at part load and thus with a low global energy efficiency, or following an energy optimization criterion, choosing less severe climatic conditions, able to assure smaller plants operating over longer

periods at maximum performance conditions, thus increasing the overall energy efficiency of the plant-building system [25, 26].

The importance of DMD concept is based on the fact that it is a real day, in opposition to the DRD that is a “deterministic” and statistically developed day. Adopting such a deterministic approach means to ignore the stochastic effect of climate, generally impossible to forecast, and produce non-negligible errors in the evaluation of residential and commercial buildings. Solar irradiance has the most relevant influence on total yearly energy requirements in office buildings: data with the only deterministic component show higher energy requirements in respect to the stochastic ones, and the difference increases whereas the solar radiation is stronger; this effect is also dependent on the considered window. The effects of the climatic data, however, lose significance in winter, because internal heat gain due to artificial lighting system is very important; so the influence of external wall orientation is basically caused by daylighting factors [27, 28].

The presented approach is only an attempt, as latitude, kind of Typical Year, criteria, greatly influence the problem; in particular, some strategies still have to be defined concerning the optimization in the evaluation of the equivalent temperature and global and local risk levels, that are the basic environmental indicators for the selection of DMDs.

7. Conclusions

One of the most attracting aspects of Research is to present no limits: it does not exist an arrival point, once accepted the existence of a starting point. The freedom of the mind in facing up whatever combination of problems is what gives to the researcher the strength to accept every challenge and fight against each kind of difficulty. The same necessity anyway presents the accurate, correct and careful spreading of results and knowledge, at every level, from a scientific as well as popular point of view. Knocking down the borders of scientific communication is a basic step and it couldn't set aside the development of a net of

national and international contacts that allow the researcher, or group of researchers, to know, compare and cooperate with realities, researchers of the same and of other countries.

FTEG is a very active group involved in a broad program of research directed toward improving the health, comfort and energy efficiency of the indoor and outdoor environment; it integrates experimental, analytical and modelling competencies in the areas of lighting, acoustics, ventilation, indoor air quality, thermal comfort, energy efficiency.

Here several researches at the stage of development in the field of light and lighting have been presented, and many others there exist in this, i.e. the starting investigation on the responsibilities of reflectance in the evaluation of luminous night pollution, people behavior and influence on the control strategies of artificial light and indoor shading devices, development of innovative luminaires, environmental control of museums, specifically lighting and picture degradation, and in other research fields.

Progress passes through research, and it through the efforts of many researchers all over the world: cooperation could represent a very simple key to open the doors of a still more rapid growth towards a better, more suitable and sustainable world.

8. References

- 1 Gugliermetti F., Grignaffini S. (2001), *Shafts for daylighting underground spaces: sizing guidelines*, Int. J. of Lighting Research and Technology, N.3, 2001.
- 2 Gugliermetti F., Grignaffini S., Bisegna F. (2001), *Computer Simulations, Full and Scale Model Measurements as Design Tools to Assess Daylight Factors in Underground Open Spaces*, Proc. of CIE International Lighting Congress, 12-14 September, Istanbul, Turkey
- 3 Gugliermetti F., Grignaffini S. (1999), *Energy savings related with the natural and artificial light in the underground car parking areas*, Proc. of ISES Solar World Congress, Jerusalem, Israel.
- 4 Gugliermetti F., Grignaffini S. (1999), *Shafts for natural light and ventilation in underground parking areas* Proc. of Urban Transport and the environment, pp. 267-276, Rodi, Greece.
- 5 Gugliermetti F., Grignaffini S. (1999), *Daylight in underground open spaces: computer and model simulation*, Proc. of CIE 24th Session, Warsaw, Poland.

- 6 Gugliermetti F., Bisegna F. (2002), *Assessment of the Visual Environment in Advanced Simulation Packages for Building Energy Analysis*, Eurosun 2002 International Congress, 23-26 June 2002, Bologna, Italy.
- 7 Gugliermetti F., Bisegna F. (2003), *A Way to the Visual Environment Assessment for Advanced Simulation Packages Devoted to Building Energy Analysis*, 25th CIE World Session, 26 June – 3 July 2003, S. Diego, CA.
- 8 Gugliermetti F., Bisegna F. (2003), *Un Approccio Semplificato per la Caratterizzazione Numerica dell'Ambiente Luminoso Interno*, Convegno Nazionale ATI, Padova/S. Martino di Castrozza, 8-12 Settembre 2003
- 9 Gugliermetti F., Bisegna F. (2003), *Assessing the Dynamics of Indoor Natural Illuminance in Advanced Packages for Building Energy Analysis*, submitted to Building Simulation 2003 Int. Congress, 12-14 August, Eindhoven, The Netherlands.
- 10 Bisegna F., Aureli C., (2002), *Shading Devices in Building Design*, New and Renewable Energy Technologies for Sustainable Development International Conference, Ponta Delgada, S. Miguel Island, Azores, Portugal, 24-26 June 2002
- 11 Aureli C., Bisegna F., (2002), *Outdoor Shading Devices Design in Mediterranean Climate*, LuxAmerica 2002 Pan-American Conference on Lighting, San Miguel de Tucuman, Argentina, 24-28 June 2002
- 12 Aureli C., Bisegna F., (2002), *Calcoli Illuminotecnici in presenza di Schermature Esterne nell'Analisi Energetica Computerizzata degli Edifici*, Convegno Internazionale AIDI, Perugia, 3-5 Dicembre 2002
- 13 Gugliermetti F., Bisegna F., (2003), *Visual Behaviour of Light System Controls Operating with Electrochromic Windows*, Submitted to Int.l J. Lighting, Research and Technology
- 14 Gugliermetti F., Bisegna F., (2002), *Dynamic Windows in Buildings*, New and Renewable Energy Technologies for Sustainable Development International Conference, Ponta Delgada, S. Miguel Island, Azores, Portugal, 24-26 June 2002
- 15 Gugliermetti F., Bisegna F., (2002), *Natural and Artificial Light in Buildings with Dynamic Windows in Mediterranean Climate*, LuxAmerica 2002 Pan-American Conference on Lighting, San Miguel de Tucuman, Argentina, 24-28 June 2002.
- 16 Gugliermetti F., Bisegna F., (2001), *Strategie di controllo della luce naturale ed artificiale per ambienti con finestre elettrocromiche*, Convegno AIDI, Perugia, 4-6 Dicembre 2001.
- 17 Gugliermetti F., Bisegna F., Gori P., (2003), *Color and Environmental Quality: Second Level Parameters*, Healthy Buildings 2003, December, Singapore.
- 18 Gugliermetti F., Gori P., Bisegna F., (2003), *Colore e Qualità Ambientale: Una Metodologia d'Indagine*, Convegno Nazionale ATI, Padova/S. Martino di Castrozza, 8-12 Settembre 2003.
- 19 Gugliermetti F., Bisegna F., (2003), *Visual and Energy Management of Electrochromic Windows in Mediterranean Climate*, Building and Environment, vol. 38/3, pp. 67-80, Pergamon Press
- 20 Gugliermetti F., Bisegna F., (2001), *Natural and artificial light control systems and strategies for energy saving and environmental comfort in Mediterranean climate*, Proc. of CIE International Lighting Congress, 12-14 September, Istanbul, Turkey
- 21 Gugliermetti F., Passerini G., Bisegna F., (2002), *Electrochromic Windows as a Chance to Improve Energy Saving in Office Buildings in Mild Climates*, Sustainable Building 2002 International Conference, SB02, Oslo, Norway, 23 - 25 September 2002
- 22 Gugliermetti F., Santarpia L., Bisegna F., (2001), *Integrated energy use in office spaces*, Proc. of 7th Int. IBSA Conference, Building Simulation, 13-15 August, Rio de Janeiro, Brazil
- 23 Gugliermetti F., Bisegna F., (2002), *External shadings and glazing materials as passive systems to improve energy consumption and indoor comfort in office buildings*, EPIC 2002 AIVC Conference, Lyon, France, 23-26 October 2002.
- 24 Gugliermetti F., Bisegna F., (2002), *Le Strategie di Controllo della Luce Naturale per il Nuovo Millennio*, Convegno Internazionale AIDI, Perugia, 3-5 Dicembre 2002
- 25 Gugliermetti F., Bisegna F., (2003), *Meteorological Days for HVAC System Design in Mediterranean Climate*, to be published in the Journal Building and Environment, Pergamon Press.
- 26 Gugliermetti F., Bisegna F., Battista P., (2002), *Utilizzo di Anni Tipo Meteorologici per la Progettazione di Impianti HVAC*, Convegno Nazionale ATI, Pisa, 15 – 18 Settembre 2002
- 27 Gugliermetti F., Passerini G., Bisegna F., (2003), *Climate Models for the Assessment of Office Buildings Energy Performance*, submitted to the Journal Building and Environment, Pergamon Press.
- 28 Gugliermetti F., Passerini G., Bisegna F., (2002), *Climate Models for Comfort and Energy Integrated Analysis of Lighting and HVAC Systems in Office Buildings*, Eurosun 2002 International Congress, 23-26 June 2002, Bologna, Italy
- 29 Gugliermetti F., Grossi L., Bisegna F., (2001), *Climate Stochastic Components in the assessment of Building Energy Performance*, Proc. of Clima 2000, World Congress – Napoli, 15-18 September 2001, Italy

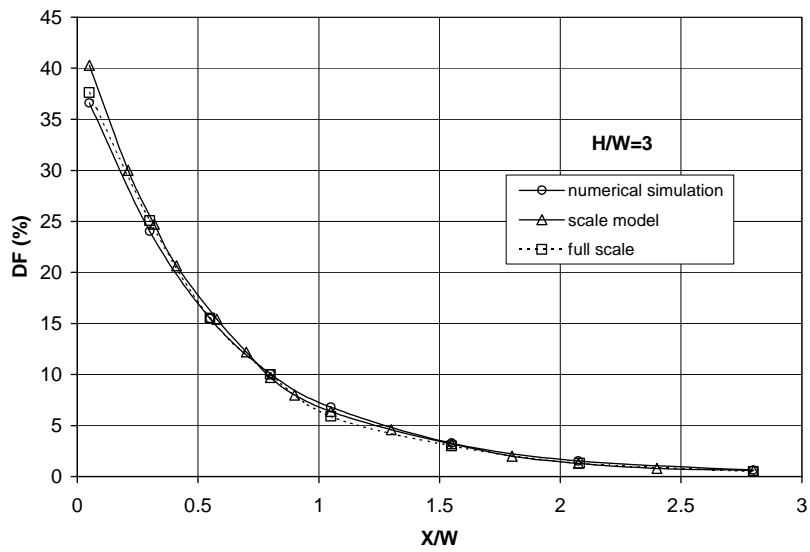


Figure 1 Numerical simulation, scale model and full scale DFs versus X/W for $H/W=3.00$.



Figure 2 1:5 scale model.

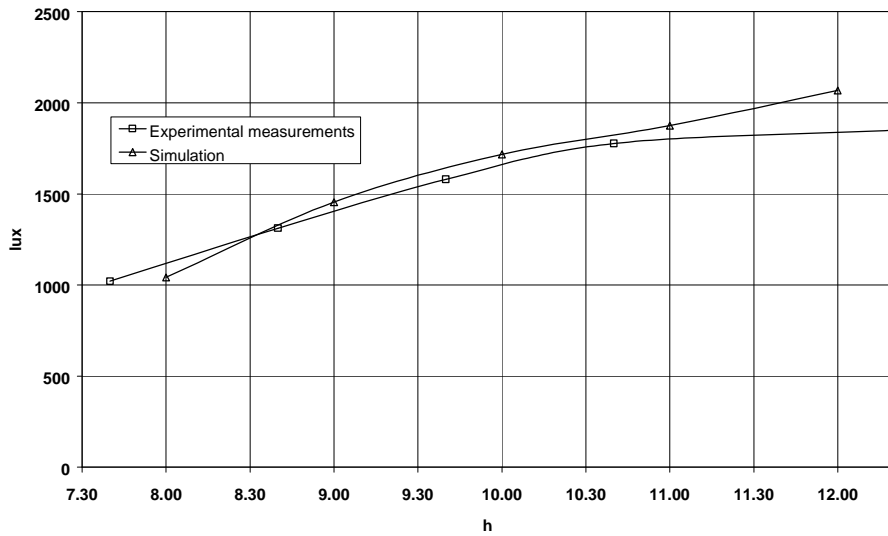


Figure 3 Experimental versus simulation results: hourly comparison, Rome, February, orientation South, room 5x7, window 3x2.

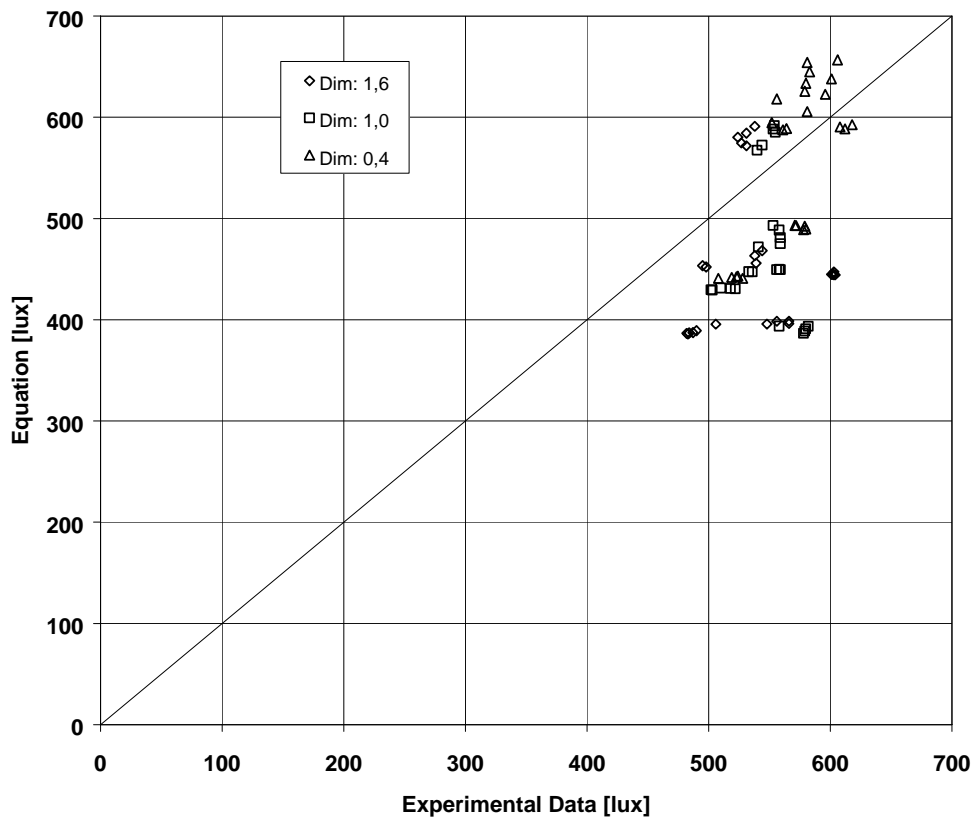


Figure 4 Formula versus Experimental Data results, South, June, $r=0.2$.

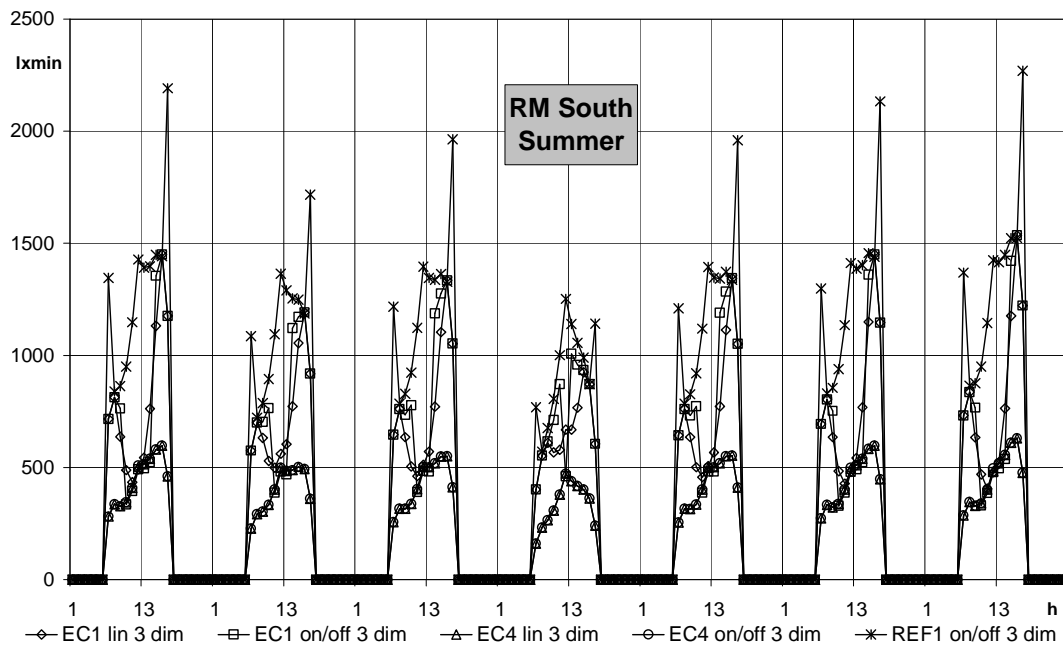


Figure 5 Lux trend in the darkest point due to daylighting during a typical week in summer, Rome South.

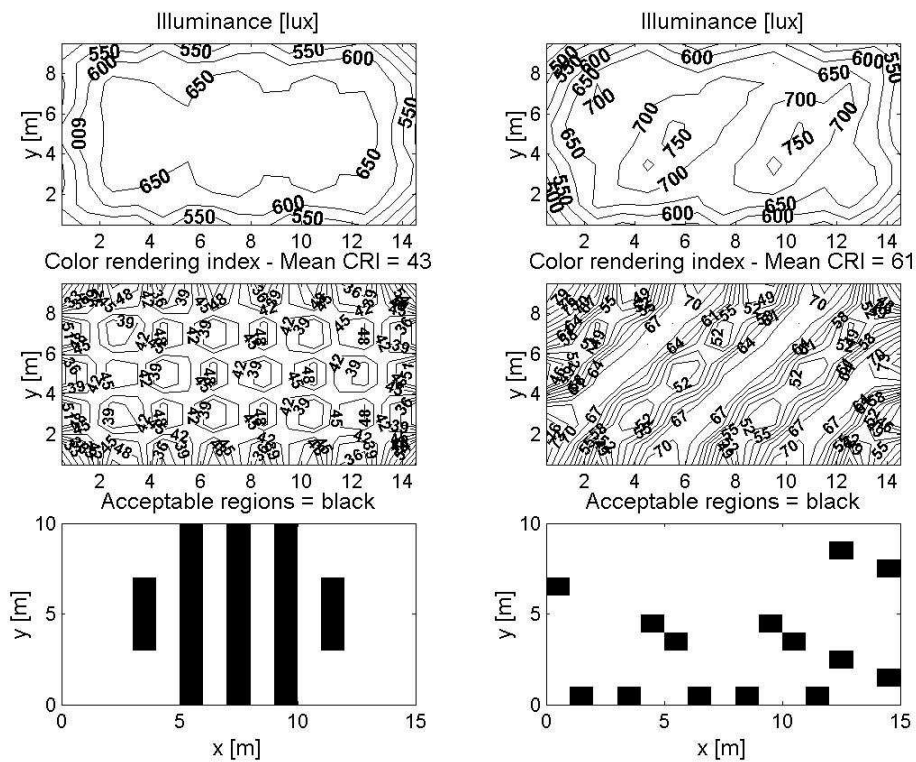


Figure 6 Illuminance, CRI distribution, work performance with MTLS (ratio 1:1, left, 1:2, right).

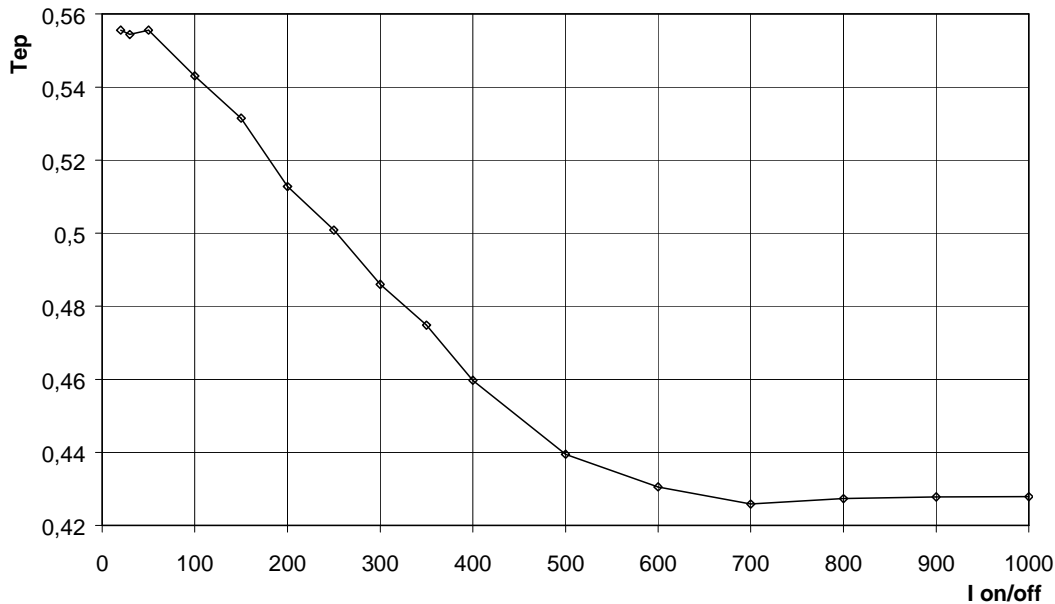


Figure 7 Primary energy total requirements for EC, natural light on/off strategy, Rome.

Franco GUGLIERMETTI

Professor, Director of the Department

Fabio BISEGNA, Ph.D.

Department of Fisica Tecnica

University of Rome "La Sapienza"

Via Eudossiana 18, 00184 Rome, Italy

Phone: + 39. 6. 44585432

Fax: + 39. 6. 4880120

E-mail: franco.gugliermetti@uniroma1.it

fabio.bisegna@uniroma1.it



Franco Gugliermetti is full professor and chief of the Department of "Fisica Tecnica" at the University of Rome (Italy) "La Sapienza", where he graduated in 1972. He worked in different subject areas connected to the indoor air quality, to the acoustical and visual environment and to the elementary and applied aspects of the heat transfer.

Prof. Gugliermetti is author of more than 100 papers published in international and national magazines. He has been the coordinator and member of many national and international research groups supported by CNR, MURST, IEA and Italian and European Universities.



Fabio Bisegna, MEng and PhD at the Fisica Tecnica Department, University of Rome "La Sapienza", Italy graduated in 2000 with the degree thesis "A theoretical study for the development of the integrated energy analysis of non-residential buildings in Mediterranean climate: the influence of innovative transparent materials". He worked in several subject areas: environmental acoustics, energy savings and environmental quality in non-residential buildings, natural and artificial lighting. He is the author of more than 30 papers published in International and National Congresses and Journals.

Received 6 May 2003

Reviewers: Prof. Liisa HALONEN, Prof. Florin POP, Dr. Axel STOKMAR

ILUMINAT & ECONOMISIREA ENERGIEI
Câteva domenii de cercetare ale
Departamentului Fizica Tehnică
“La Sapienza”

1. Introducere

De mai mulți ani, Departamentul de Fizică Tehnică, Facultatea de Inginerie, Universitatea “La Sapienza” din Roma și, în special, Grupul pe probleme de mediu (FTEG) sunt implicați într-un program vast de cercetare privind îmbunătățirea sănătății, a confortului și a eficienței energetice din mediul interior și exterior. FTEG integrează competențele experimentale, analitice și de modelare în domenii privind iluminatul, acustica, ventilația, calitatea aerului din spațiile interioare (IAQ), confortul termic și eficiența energetică. Activitatea noastră vizează, de asemenea, îmbunătățirea sănătății și a productivității ocupanților încăperii și conștientizarea expunerii la factorii poluanți aflați în aerul din interior și exterior. În această lucrare vor fi prezentate doar activitățile legate în mod direct de lumină și iluminat.

FTEG este format din Prof. Franco GUGLIERMETTI, Director al Departamentului, Prof. Luciano SANTARPIA, Dr. Fabio BISEGNA și Dr. Paola GORI și doctoranzii Gianluca ZORI și Amalia GELFU.

Programul de energie și iluminat al FTEG include experiențele din domeniile privind iluminatul natural și artificial și eficiența energetică în clădiri printr-o analiză energetică integrată, ce include aplicarea și dezvoltarea standardelor și a codului construcțiilor. Principalele teme sunt proiectul instalației solare pasive, analiza materialelor de vitrare noi din punct de vedere al mediului și eficienței energetice, controlul activ și utilizarea eficientă ale iluminatului natural și artificial. Fiecare temă este studiată urmărind atât abordarea numerică, cât și cea experimentală. Scopul final este elaborarea unor proceduri, tabele și grafice pentru sprijinirea proiectanților în diferite etape ale procesului de proiectare și a unor instrumente de proiectare ușor utilizabile, algoritmi și coduri numerice pentru programe de simulare simple și avansate.

FTEG este un grup foarte activ, cu multe participări la congrese și conferințe naționale și internaționale și articole publicate în reviste științifice internaționale. Câteva din rezultatele activității științifice sunt prezentate într-o bibliografie sumară privind ultimii trei ani de

activitate (2001, 2002, 2003). Energia solară și controlul joacă un rol principal în aceste publicații, întrucât reprezintă un factor de atracție pentru fiecare din temele propuse, cum ar fi instalații de aer condiționat, iluminat natural, economisire de energie în clădiri și reprezintă un element de bază pentru crearea unui mediu confortabil în încăpere și pentru reducerea consumului energetic.

2. Iluminatul natural în spații subterane deschise

În mediul urban al orașelor mari sunt frecvent întâlnite spații subterane utilizate pentru diferite scopuri, cum ar fi parcuri, stații de metrou, coridoare subterane, centre comerciale, fiind mult redusă disponibilitatea spațiului la nivelul străzii. Aceste spații necesită suficientă lumină naturală (și ventilație) atât pentru a garanta un mediu agreabil cât și pentru a reduce consumul electric al sistemului de iluminat artificial. Cantitatea de lumină naturală necesară depinde de destinația spațiului respective. Valori recomandate pentru Factorul de Lumină Naturală - DF - pot fi realizate în cea mai mare parte a anului, întrucât lumina naturală din exterior este suficientă și poate fi mai mare decât 10.000 lx pentru cel puțin 3000 ore/an pentru mai multe țări din Europa. S-au făcut unele eforturi pentru a evalua și îmbunătăți performanțele conductelor, tuburilor și puțurilor de lumină utilizate în mod curent, pentru a garanta nivelurile acceptabile de lumină naturală în interiorul spațiilor subterane. Aceste studii utilizează diferite abordări bazate în principal pe simulări pe calculator și pe modele: pachetele cu software vin în sprijinul proiectanților, permițând o analiză precisă a datelor și variabilelor, modelele fizice combinate cu măsurări experimentale oferă un studiu detaliat cantitativ și calitativ al situațiilor similare, diferite totuși de realitate.

Au fost studiate câteva aspecte ale problemei: dimensionarea puțurilor de lumină prin modele la scară ale spațiilor deschise subterane cu niveluri multiple, economisirea energiei și ventilația naturală în conexiune cu puțurile de lumină prin compararea măsurărilor pe model cu simulărilor numerice, validarea rezultatelor prin compararea rezultatelor obținute pe modelul la scară în condiții reale de

cer noros și a simulărilor pe calculator cu cele determinate în spațiile reale subterane [1, 2, 3, 4, 5]. Figura 1, în care X/W este un factor adimensional legat de lungimea deschiderii externe și H/W este Indicele Puțului care reprezintă raportul dintre aria peretelui reflectant și aria deschiderii libere a puțului, prezintă un exemplu al ultimului tip de comparație prezentat mai sus. Totodată s-au prezentat câteva diagrame experimentale de calcul al DF local pentru spații subterane cu niveluri multiple. Ceea ce s-a demonstrat este că parametrul principal ce influențează DF este lățimea puțului, componenta iluminării dată de cer este dominantă față de componenta reflexivă în zonele din apropierea puțului. Metoda propusă pentru dimensionarea puțului se bazează pe iluminare și pe durata anuală necesară a luminii naturale exterioare, în timp ce orbirea, neuniformitatea și distribuția iluminării nu s-au luat în considerare în mod direct și sunt încă sub analiză, întrucât depind de caracterul activității desfășurate.

3. O propunere pentru un model adimensional al mediului vizual

În diferite etape ale procesului de proiectare a unei clădiri se pot utiliza în mod avantajos programe de analiză energetică simplificate sau avansate, pentru a optimiza, coordona și alege între diferitele strategii și sisteme de control al luminii disponibile. Deseori, simulările complexe nu sunt corespunzătoare pentru a contura strategiile de bază privind iluminatul natural într-o primă abordare și pentru a rezolva ușor problemele ce apar frecvent. În același timp, poate fi util să se simplifice la maximum evaluările iluminatului pentru a reduce, pe de-o parte, durata de derulare a programului de calcul avansat și, pe de altă parte, pentru a avea instrumente simple de utilizare în primele faze ale proiectării. Cerințele pentru o evaluare rapidă a performanței, pentru o introducere ușoară a datelor de intrare, pentru o posibilitate de schimbare ușoară a strategiilor de control și a datelor meteorologice sunt întotdeauna importante. Deși procedurile de modelare s-au simplificat în ultimii ani, aceste instrumente de

lucru necesită încă o modelare detaliată, putere de calcul mare și cunoștințe profunde ale programelor, fiind încă departe de a fi eficiente în cost și consum de timp. Calculul nivelurilor de lumină naturală în interior când se consideră un scenariu dinamic este una din sarcinile cele mai mari consumatoare de timp ale acestor programe avansate care sunt capabile să evalueze integrarea aspectelor luminoase și termice în analiza energetică globală a clădirii. Soluția cea mai des utilizată este de a preprocesa datele privind iluminarea înainte de a introduce calculele termice.

Scopul acestei cercetări este de a dezvolta o abordare numerică simplă pentru studiul aspectului dinamic al iluminării naturale în interior prin parametri adimensionali care să caracterizeze aspectele geometrice ale ferestrei și spațiului interior pe durata întregului an, analizându-se punctele particulare ale încăperii, alese în funcție de caracteristicile sistemului de control al iluminatului. Această abordare poate simplifica mult calculele iluminării dinamice. Parametrii K - raportul dintre lungimea și înălțimea ferestrei și S - raportul dintre ariile ferestrei și încăperii sunt utilizați pentru caracterizarea aspectelor geometrice ale ferestrelor și încăperilor. S-au dezvoltat diferite corelări între câțiva parametri, după un model numeric. S-a obținut o confirmare experimentală a tuturor rezultatelor simulărilor în diferite condiții ale cerului pe un model la scara 1:5 - Figurile 2 și 3. Din analiza rezultatelor reiese că valorile obținute pentru iluminările obținute de la radiația solară directă sau difuză sunt ușor de evaluat pentru diferite valori ale parametrilor K și S , o dată ce aceste corelații s-au determinat pentru un singur caz, atât pe parcursul unui an întreg cât și în cursul unei zile. Același lucru se întâmplă când se consideră componenta reflectată a radiației directe și difuze a soarelui.

Se pot obține toate rezultatele aparținând altor parametri K_i prin aplicarea unei formule simple de tipul $K_i = mK_1$, unde K_1 este considerat element de referință. Scopul final îl constituie elaborarea unor reguli și proceduri pentru o metodă optimizată de proiectare și realizare a unor instrumente de calcul pentru algoritmi de iluminare utilizați în programe de

analiză energetică în clădiri simple și avansate. Cu toate acestea, scopul de a integra toate variabilele posibile pentru a obține o metodă de calcul suficient de flexibilă pare să fie deja îndeplinit, deși cercetarea este încă în derulare [6, 7, 8].

Complexitatea problemei ce se datorează prezenței unor parametri cum ar fi latitudinea, orientarea și anotimpul impune realizarea unor cercetări viitoare numerice și experimentale, pentru ambele tipuri de cer, real și artificial, de la complet înnorat la complet senin, pentru obținerea unor rezultate cu aplicabilitatea universală.

4. Evaluarea dinamicii iluminării în spațiul interior cu dispozitive exterioare de umbrire

Opțiunea proiectanților este de a realiza proiecte eficiente din punct de vedere energetic ale sistemelor și subsistemelor clădirilor și de a garanta un nivel ridicat al confortului interior. Pentru alegerea soluțiilor de proiecte eficiente din punct de vedere energetic, este important să se considere managementul integrat al cerințelor vizuale și termice, ținându-se cont de implicațiile luminoase și termice ale strategiilor de iluminat natural. Scopul final îl reprezintă utilizarea la maxim a luminii naturale și în consecință reducerea utilizării luminii artificiale și, în același timp, prevenirea fenomenului de orbire. Din acest punct de vedere, controlul radiației solare este necesar pentru crearea unui mediu confortabil în încăperi și pentru minimizarea consumului de energie. Dispozitivele de umbrire exterioare sunt ieftine și reprezintă soluții simple pentru prevenirea pătrunderii nedorite a căldurii prin ferestre în perioade cu temperaturi ridicate și a orbirii cauzate de lumina directă de la soare. Totodată, ele protejează împotriva ploii și asigură o “fațadă sculptată” a clădirilor. În același timp, ele reduc cantitatea de lumină naturală ce intră în încăperea, determinând mărirea puterii electrice datorată sistemului de iluminat. Astfel, proiectarea unei componente optime este inevitabil un compromis între cerințele de confort vizual și termic.

Scopul acestei cercetări este de a dezvolta proceduri simple de evaluare a mediului vizual,

de elaborare a unor metode ușor utilizabile pentru simplificarea calculului iluminării în punctul cel mai întunecat al planului de lucru orizontal într-un birou, atunci când este instalat un dispozitiv exterior de umbrire. Acestea pot fi considerate ca instrumente de lucru în primele faze ale proiectării sau proceduri simple de calcul pentru evaluarea rapidă a iluminării minime naturale din interior, atunci când sunt utilizate dispozitive exterioare de umbrire și sisteme de control al iluminatului, reducându-se astfel timpul de lucru sau numărul de simulări necesare al programelor de calcul al iluminatului natural, precum și al programelor pentru analiza energetică în clădiri avansate

S-a propus o formulă simplă bazată pe o evaluare rapidă a iluminării totale în interior în punctul cel mai întunecat al încăperii rezultată din contribuția a două componente diferite, una orizontală directă dată de raportul dintre suprafața însorită și suprafața totală a ferestrei și, respectiv, radiațiile solare difuze, ambele fiind exprimate prin Eficacitate Luminoasă a Sistemului Solar. Eficacitatea formulei a fost testată la simulări și măsurări experimentale pe un model la scara 1:5, dovedind încredere atât la utilizarea ei în aplicații numerice cât și în proiectare, cu erori pentru ambele cazuri cuprinse între 10-18% - Figura 4 [9, 10, 11, 12].

Posibilitatea de extindere a cercetării este legată de individualizarea parametrilor adimensionali, ducând înapoi la analiza descrisă anterior: o dezvoltare de noi ecuații pentru a fi utilizate în analiza energetică integrată, precum și elaborarea unor proceduri de proiectare ar fi consecințele naturale ale unei investigații viitoare.

5. Materiale de vitrare inovatoare

Industria ultimilor ani a dezvoltat și produs diverse tipuri de materiale transparente și sisteme de control al iluminatului pentru a îmbunătăți designul și exploatarea clădirilor pentru a obține un beneficiu maxim din potențialul de economisire a energiei datorită iluminatului natural.

În prezent sunt disponibile acoperirile transparente cu selecție spectrală pe substraturi

de sticlă sau polimerice. Posibilitatea de producere a filmului omogen subțire pe suprafețe mari, cu comportament spectral diferit, asigură produse de energie scăzută ("low-e") competitive pentru numeroase aplicații. La nivelul tehnologic actual, alternativele pentru ferestre cu transmitanță redusă sunt: aerogeluri cu dioxid de siliciu, materiale izolatoare transparente (TIM) și vitrare cu vid, care oferă posibilitatea de a obține performanțe termice ridicate. Posibilitatea de a combina valori de transmitanță reduse cu transmiterea difuză a luminii solare permit, de asemenea, controlul strălucirii și aplicații de iluminat natural în aceleași tipuri de TIM și aerogeluri. În plus, anvelopele clădirilor realizate cu ferestre "dinamice", a căror transparentă se modifică cu ajutorul dispozitivelor ElectroCromic (EC) care își pot schimba proprietățile optice ca răspuns la parametrii de control, pot reprezenta un mod de îmbunătățire atât pentru calitatea mediului cât și pentru eficiența energetică. Diferite sisteme de ferestre cu vitrare dublă sunt disponibile în comerț la dimensiuni de până la 2 m². Astfel, posibilitatea de a integra materiale transparente EC în ferestrele clădirilor, ca parte a sistemelor de control al iluminatului comerciale, este în prezent foarte promițătoare.

Pe de altă parte, sistemele de control al iluminatului capabile să regleze atât parametrii electrici și de iluminat, cât și lumina naturală, sunt recunoscute ca fiind foarte importante în clădirile non-rezidențiale, deoarece iluminatul artificial este unul din consumatorii majori de energie și poate influența dimensiunea subsistemului de climatizare (HVAC) și vârful de consum electric. Sistemele de control urmăresc să beneficieze de avantajul luminii naturale pentru a realiza atât economii de energie cât și condiții acceptabile de mediu. Sunt utilizate diverse tipuri de strategii de management și echipamente. Diferite sisteme, de la controlul automat al mini-jaluzelelor interioare până la jaluzele exterioare rulante de mari dimensiuni, sunt disponibile și uzuale datorită posibilității de ajustare a acestora și capacității de reflectare a luminii: un semnal de la un fotosenzor deschide sau închide jaluzelele, în funcție de lumina naturală disponibilă.

Principiile sistemelor de control automat trebuie integrate cu atenție în principiile de control al iluminatului electric, pentru a evita condițiile instabile în mediul luminos. Sistemul de control al iluminatului artificial asigură cantitatea de lumină necesară atunci când este cazul, reducând consumul de energie electrică. Sistemele de control fotoelectrice funcționează în prezent cu algoritmi care pot realiza fie un control integral cu buclă închisă, fie proporțional cu buclă deschisă. Aplicând diferite abordări și strategii (urmărirea iluminatului natural, strategia de compensare a luminii naturale, strategia de menținere a fluxului luminos) iluminatul electric este diminuat sau întrerupt pentru a corespunde cu necesarul de iluminare.

Studiile efectuate de FTEG urmăresc să analizeze, printr-o abordare integrată vizuală-termică, necesarul energetic al spațiului și calitatea mediului corelate cu utilizarea materialelor avansate de vitrare, care par mai potrivite pentru aplicații în construcții atunci când sunt combinate cu sisteme adecvate de control al iluminatului. În acest scop a fost dezvoltat și validat un program avansat pentru analiza energetică integrată a clădirilor, IENUS (Integrated ENergy Use Simulation), capabil să rezolve diverse probleme legate de alegerea materialelor inovatoare, date climatice, sisteme și strategii active și pasive de control al iluminatului. [...]

5.1 Aspecte de mediu: cercetare, rezultate și dezvoltări viitoare

Managementul inteligent înseamnă nu numai asigurarea cantității necesare de lumină, ci și un aport maxim de lumină naturală, îmbunătățind calitatea mediului vizual și reducând consumul electric pentru iluminat artificial; pentru a crea un mediu confortabil în încăperi, controlul luminii solare este un factor de bază.

Aspectele vizuale legate de diverse strategii de control al iluminatului artificial, aplicate la clădiri de birouri în climat mediteranean au fost analizate numai pentru sisteme EC, cu scopul de a compara randamentul diverselor sisteme în administrarea luminii naturale și a luminii artificiale pentru a obține un mediu

luminos confortabil prin aport maxim de lumină naturală, garantând valoarea constantă de iluminare pe planul de lucru, evitând strălucirea, și, în același timp, asigurând maxim de economii energetice. [...] Studiile arată că latitudinea, orientarea și sistemul ferestrelor, strategia de control al iluminatului natural influențează procentul anual al iluminării în punctul cel mai întunecat al planului de lucru, și, în consecință, alegerea întregului sistem de control al iluminatului. În plus, un sistem tradițional de ferestre având o transmitanță solară și vizuală bună și o strategie de control al iluminatului natural de tip închis/deschis necesită în general prezența continuă a draperiei, determinând o închidere completă pe durata zilei și, în consecință, existând riscul de "izolare" pentru ocupanți, făcând, în același timp, inutil iluminatul artificial. Iată de ce un sistem mai complex prezintă o tendință mai deosebită, datorită transmitanței variabile și abilității de a modula lumina naturală (Figura 5). Există o comportare duală între aspectele randamentului energetic și al confortului care necesită o analiză mai aprofundată [13, 14, 15, 16].

Aceasta se întâmplă când se consideră parametrii de prim nivel, ceea ce înseamnă fixarea valorilor minime pentru iluminare pe planul de lucru și evitarea strălucirii; cantitățile colorimetrice în distribuție spațială reprezintă, în schimb, un exemplu de parametru de nivel secundar corelat cu Indicele de redare a culorii (CRI) și Temperatura corelată a culorii (CCT) ale surselor de lumină; de asemenea parametrii de acest tip trebuie luați în considerare datorită creșterii cererii pentru un mediu confortabil și creșterii complexității funcționale a spațiilor. Oricum, studiul aspectelor cromatice trebuie dezvoltat nu numai pentru materialele de vitrare noi, dar și când spațiile sunt prevăzute cu tipuri diferite de lămpi (Sistem cu Lămpi de Tipuri Multiple, MTLs), sau cu sisteme de iluminat artificial destinate integrării luminii naturale (Lumină Artificială Suplimentară Permanentă pentru Interior, PSALI). Un exemplu de situație în care se utilizează un MTLs (50 W lămpi cu sodium de înaltă presiune/100 W lămpi cu halogen) este prezentat în Figura 6 pentru un magazin: iluminarea este asigurată permanent pe planul

de lucru; CRI mediu satisface standardul CIE, dar nu este asigurat comportamentul colorimetric acceptabil, fapt evidențiat prin regiunile albe [17, 18].

Sunt necesare mai multe căi de dezvoltare în acest domeniu: analize amănunțite, pe de o parte, pentru a stabili caracteristicile sistemelor de control al luminii naturale și artificiale și, respective, din punctul de vedere al mediului, încercând de asemenea determinarea parametrilor de control de mediu; pe de altă parte, aprofundarea aspectelor cromatice spațiale și a calității vizuale într-un mediu interior, pentru a îmbunătăți confortul ocupanților. Investigații numerice și experimentale vor determina caracteristicile MTLs și vor permite elaborarea unor recomandări de proiectare pentru corelarea materiale de vitrare noi cu sistemele MTLs și PSALI, cu geometria spațiului și cu lămpile potrivite.

5.2 Aspecte privind eficiența energetică: cercetare, rezultate și dezvoltări viitoare

Aspectul eficienței energetice ia în considerare cerințele energetice în totalitate sau parțial (încălzire, răcire și iluminat) pentru o încăpere de birou tipică în climat mediteraneean, când sunt utilizate diferite strategii pentru controlul luminii naturale și artificiale în combinație cu sisteme inovative de iluminat. Strategia închis/deschis a fost propusă pentru controlul draperiei interioare, strategii închis/deschis și liniare au fost luate în considerare pentru sistemele EC și strategii închis/deschis, liniare (reducere) cu luarea în considerare a interacțiunii ocupanților au fost studiate pentru a stabili caracteristicile de comportament al sistemului de iluminat artificial.

Studiile au evidențiat importanța atât a proprietăților optice ale sistemelor de vitrare cât și a strategiei pentru sistemul de control al iluminatului, precum și influența negativă a interacțiunii ocupanților. Pentru sistemele EC au fost evaluate valorile optime de randament energetic pentru parametrii de control, pentru a reduce la minim consumul de energie, fiind făcută o singură propunere de utilizare a criteriilor de mediu pentru alegerea acestor valori - Figura 7 [20, 21, 22, 23, 24].

Sunt încă în studiu dezvoltările referitoare la integrarea sistemelor de control active și pasive, care ar putea conduce la rezultate interesante. [...] Sunt necesare testări experimentale ale tuturor materialelor de vitrare inovatoare, din punct de vedere optic și termic, precum și prin aplicarea acestora pe modele la scară și în camere reale pentru a verifica posibilitatea și eficiența combinației cu diverse strategii noi de control.

6. Zile meteorologice pentru proiectarea sistemului Încălzire-Ventilare-Climatizare (HVAC)

Alegerea condițiilor exterioare termo-hidrometrice de referință pentru evaluarea sarcinii termice și dimensionarea stațiilor HVAC este o decizie tehnică foarte importantă în dezvoltarea proiectului HVAC. [...] Sunt disponibile mai multe standarde pentru alegerea procedurilor de proiectare care în general conduc la Zilele de Referință pentru Proiectare (DRD); în clădirile comerciale și de birouri proiectate după criteriile de randament energetic este destul de dificilă dimensionarea sistemelor HVAC cu considerarea DRD, deoarece cu greu se pot prevedea sarcinile termice de vârf ale HVAC; acesta devine un aspect critic când se utilizează materiale transparente inovatoare și sisteme de control al luminii naturale și artificiale.

O DRD este în general construită pe baza intervalelor termice medii și a factorilor de distribuție a temperaturii și nu prezintă corelările statistice dintre datele meteorologice. O soluție alternativă poate fi Ziua Metodologică de Proiectare (DMD - Design Methodological Day): este ziua istorică reală selectată dintr-o serie de zile dintr-un an la poate să se raporteze cerițele de energie maxime pe baza valorii unui parametru, temperatura echivalentă, definită ca o combinație între cei mai semnificativi parametri de exterior ce influențează comportamentul termic al cădirilor, temperatura, temperatura de saturație și radiația solară totală. O DMD poate fi selectată (a) pe baza unui criteriu de mediu în condiții climatice severe, temperaturi foarte scăzute și, în consecință, acest tip de selecție va asigura funcționarea

sistemelor și stațiilor cu număr maxim de ore pe an cu sarcină parțială și, deci, cu randament energetic global scăzut, sau (b) urmând un criteriu de optimizare a energiei, alegând condiții climatice mai puțin severe, capabil să asigure stații mai mici care să funcționeze perioade mai lungi de timp în condiții de performanță maxime, obținându-se astfel o creștere globală a eficienței energetice a sistemului de stații ale clădirii [25, 26].

[...] Efectele date de factorii climatici pierd din semnificație pe timp de iarnă deoarece câștigul de căldură internă datorat sistemului de iluminat artificial este foarte important; astfel, influența orientării peretelui exterior este în principal cauzată de factorii de lumină naturală [27, 28] [...]

7. Concluzii

Unul dintre cele mai relevante aspecte ale cercetării este faptul că nu prezintă limite: nu există un punct de sosire, odată acceptată existența unui punct de pornire. Libertatea minții în confruntarea cu orice combinații de probleme este cea care conferă cercetătorului puterea de a accepta fiecare provocare și de a lupta împotriva oricărei dificultăți. Aceeași necesitate o reprezintă diseminarea corectă și precisă a rezultatelor și cunoștințelor la orice nivel, fie el științific sau public. Depășirea limitelor comunicării științifice este un pas important și trebuie subliniată importanța dezvoltării unei rețele de contacte naționale și internaționale ce permit cercetătorilor sau grupurilor de cercetători să cunoască, compare și coopereze cu cercetători din aceeași țară și din alte țări.

[...] Lucrarea prezintă câteva cercetări în diferite stadii de dezvoltare din domeniul luminii și iluminatului, iar altele sunt prefigurate, ca de exemplu demararea investigației privind responsabilitatea refectanței în evaluarea poluării luminoase nocturne, comportamentul uman și influența asupra strategiilor de control al iluminatului artificial și dispozitive de umbrire interioară, dezvoltarea aparatelor de iluminat inovatoare, controlul mediului ambient al muzeelor, în special degradarea picturilor provocată de iluminatul și alte domenii de cercetare.

Progresul trece prin cercetare și prin efortul multor cercetători din întreaga lume: cooperarea reprezintă o cheie foarte simplă de a deschide ușile creșterii mai rapide către o lume mai bună, mai potrivită și mai susținută.

STUDY OF TRANSIENT REGIME OF THE FLUORESCENT LAMP MOUNTINGS USING MAGNETIC STARTER

Dan IOACHIM, Mircea V. NEMESCU, Dorin D. LUCACHE

“Gh. Asachi” Technical University of Iassy, Romania

The paper purpose is to model and interpret the transient regime of the fluorescent lamp mountings that use magnetic starters. These are a combination by two coils with different characteristics and their use lead to some advantages. The analysed transient regime can be described by a Duffing-type equation that is proper to the chaos and resonant jump phenomenon. With its help, the resonant curves and the flux jumps in the magnetic starter are highlighted. The simulation and experimental results are compared. The phenomenon that leads to a quick and sure ignition of the fluorescent lamp is pointed out.

1. Introduction

The fluorescent lamps fed with industrial frequency voltages uses, as supplementary circuit elements, inductive or capacitive ballast and a classic bimetal starter. This kind of starter presents various drawbacks as intense wear of the filaments during start-period, relative long time of lamp ignition, uncertain ignition at low temperatures.

Different solutions exist in order to eliminate these limitations. One of them is to use a magnetic starter, composed by saturating inductances with ferromagnetic core. Their operation is possible only in tandem connection with capacitive ballast [1]. The paper analyses the conditions in that a resonant jump appears and leads to the lamp ignition.

2. Theoretical considerations

A mounting with fluorescent lamps, having the ignition based on magnetic starters, is showed in Figure 1. The magnetic starter consists in a saturating nonlinear inductance L_s .

The equivalent electric diagram is given in Figure 2. The Kirchhoff voltage equation could be written:

$$\frac{d\Psi_t}{dt} + Ri + \frac{1}{C} \int idt = e \quad (1)$$

where $\Psi_t = \Psi_s + \Psi_n$ is the total magnetic flux of both windings L_s and L_n , and $e = E_m \sin(\omega t + \varphi)$

is the instantaneous value of the supplying voltage.

The shape of the characteristic $i(\Psi)$ is given in Figure 3 and could be approximate by a third order polynomial

$$i = m\Psi_t + n\Psi_t^3 \quad (2)$$

In this case, using the reference variables E_{m0} and $\Psi_0 = \omega E_{m0}$, with the notations $x = \Psi/\Psi_0$ and $\mathfrak{N} = E_m/E_{m0}$ for the normalised flux and supplying-voltage amplitude, the equation (1) becomes [3], [4], [5]:

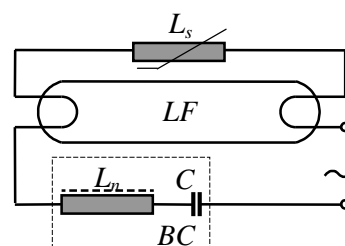


Figure 1 Mounting with magnetic starter

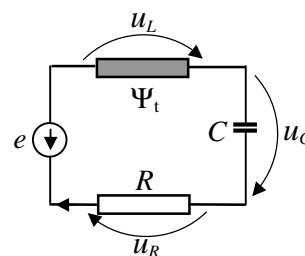


Figure 2 Equivalent circuit

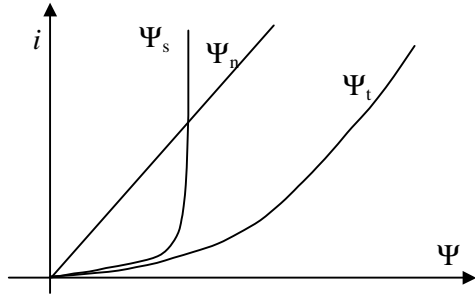


Figure 3 Magnetisation characteristics

$$\frac{d^2x(t)}{dt^2} + 2\alpha(1 + 3\beta x^2)\frac{dx(t)}{dt} + \omega_0^2x(1 + \beta x^2) = \mathfrak{K} \cos(\omega t + \varphi) \quad (3)$$

where $2\alpha = mR$ is called dumping coefficient, $\beta = n\Psi_0^2 / m$ the nonlinear coefficient and $\omega_0 = \sqrt{m/C}$ the angular resonant frequency.

The generalisation of the results is done by neglecting the term $3\beta x^2$ [5], [6] and leads to:

$$\frac{d^2x(t)}{dt^2} + 2\alpha\frac{dx(t)}{dt} + \omega_0^2x(1 + \beta x^2) = \mathfrak{K} \cos(\omega t + \varphi) \quad (4)$$

The last equality is a Duffing equation-type that has no exact analytic solutions. In order to solve it, the harmonic linearization method is applied. Supposing that the fundamental term of the permanent-regime solution is:

$$x(t) = a \cdot \cos \omega t \quad (5)$$

then (4) becomes:

$$\left[(\omega_0^2 - \omega^2)a + \frac{3}{4}\beta\omega_0^2a^3 + \mathfrak{K} \cos \varphi \right] \cos \omega t - 2(2\omega\alpha a + \mathfrak{K} \sin \varphi) \sin \omega t + \frac{1}{4}\beta\omega_0^2a^2 = 0 \quad (6)$$

that involves [2]

$$(\omega_0^2 - \omega^2)a + \frac{3}{4}\beta\omega_0^2a^3 + \mathfrak{K} \cos \varphi = 0 \quad (7)$$

$$2\omega\alpha a + \mathfrak{K} \sin \varphi = 0$$

Removing φ between the equations (7) one obtains:

$$\left(\omega_0^2 - \omega^2 + \frac{3}{4}\beta\omega_0^2a^2 \right)^2 + 4\omega^2\alpha^2 = \frac{\mathfrak{K}^2}{a^2} \quad (8)$$

With new notations as $\mu = \omega/\omega_0$ and $\lambda = \alpha/\omega_0$, (8) can be transformed in:

$$\frac{9}{16}\beta^2a^6 - \frac{3}{2}\beta(\mu^2 - 1)a^4 + \left((\mu^2 - 1)^2 + 4\lambda^2\mu^2 \right)a^2 - \frac{\mathfrak{K}^2}{\omega_0^4} = 0 \quad (9)$$

The graph of the function $\mathfrak{K} = f(a)$ is called resonance curve. Having β as parameter and μ , λ and ω_0 as constants, this is presented in Figure 4.

If the supplying voltage is chosen so that $\mathfrak{K} \geq \mathfrak{K}_1$, then in the circuit it happens an increasing of the current through resonant jump (corresponding to the flux increasing from the point M to N). This current increasing causes an intense heating of the filaments. Because of the desaturation of the coil L_s , the operating point jump in an opposite sense from S to T and at the lamp's terminals an important overvoltage appears. This resonant jump phenomenon leads to a safe and quick ignition of the lamp.

After ignition, the lamp will be a short circuit for the nonlinear inductance and the magnetisation characteristic is

$$i = m\Psi_n \quad (10)$$

and, because in this case $\beta=0$, (9) becomes

$$\left((\mu^2 - 1)^2 + 4\lambda^2\mu^2 \right)a^2 - \frac{\mathfrak{K}^2}{\omega_0^4} = 0 \quad (11)$$

So, the stable operating point P will correspond to

$$A_3 = \frac{\mathfrak{K}_1}{\omega_0^2} \left[(\mu^2 - 1)^2 + 4\lambda^2\mu^2 \right]^{-0.5} \quad (11)$$

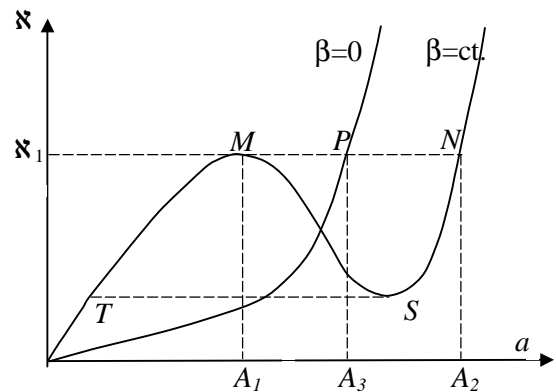


Figure 4 Magnetisation characteristics

Different values of β involve different values of a at which the resonant jump it happens (Figure 5). Considering the notations done for (3), a correlation between \aleph and β can be deduced:

$$\beta \aleph^2 = \frac{n\omega^2 E_m^2}{m} \quad (12)$$

This hyperbole expressed in Figure 5 must be imposed as a superior limit for the normalised flux that corresponds to the resonance point.

If the r.m.s. values for voltage and current are used, then the operating equation of the circuit in Figure 2 is

$$U_L = \frac{I}{\omega C} + \sqrt{E^2 - R^2 I^2} \quad (13)$$

which admits the graphic representation showed in Figure 6. Here, U_L represents the

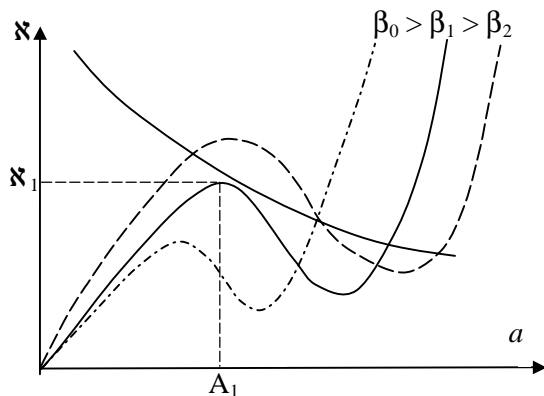


Figure 5 Correlation between \aleph and β

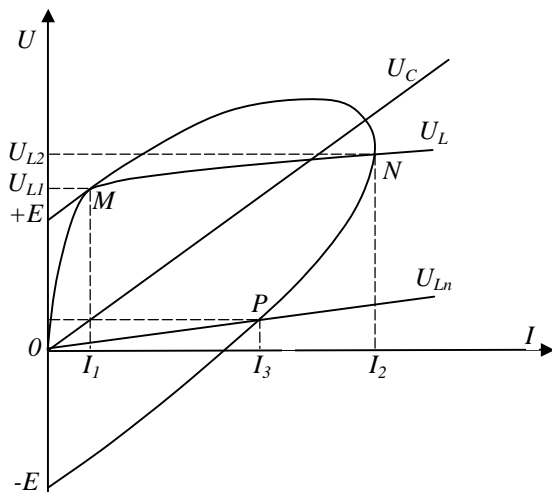


Figure 6 Operating characteristics in r.m.s. values

total voltage on the serried coils L_s and L_n , U_C represents the voltage drop across the capacitor and U_{Ln} represents the voltage after lamp ignition on the coil L_n .

At the resonance, the current jump from M in N is accompanied by a voltage jump, which consist in an increasing from U_{L1} to U_{L2} . The current in circuit keeps a capacitive character because of the used capacitive ballast, both after jump (point N in Figure 6) and in normal operating regime (point P in Figure 6).

3. Experimental results

The experimental setup consists in a mounting as the one in Figure 1 having a magnetic starter with $L_s=26.5$ H and $R_s=230 \Omega$ and a capacitive ballast with $L_n=1.4$ H, $R_n=28.4 \Omega$ and $C=3.75 \mu\text{F}$.

The measured magnetisation characteristics were approximated using the functions

$$i = 0.069\Psi_t + 0.133\Psi_t^3 \quad \text{- before ignition}$$

$$i = 0.455\Psi_n \quad \text{- after ignition}$$

A Levenberg-Marquardt algorithm found the function's coefficients and the results are compared in Figure 7.

In order to get the circuit behaviour, a simulating program in the Matlab-Simulink environment was performed. This program uses a fourth order Runge-Kutta algorithm to solve the Duffing equation.

The used simulation parameters are:

$$R=R_s+R_n=258 \Omega, \quad 2\alpha=17.83, \quad \omega_0=135.7 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}, \\ \beta=0.573, \quad E_{m0}=2.10^{-3}\text{V}, \quad \aleph=10^5, \quad \Psi_0=0.638 \text{ Wb}.$$

The Figure 8 shows the simulation and

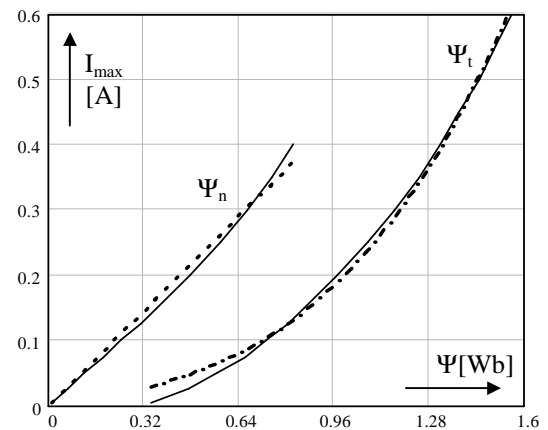
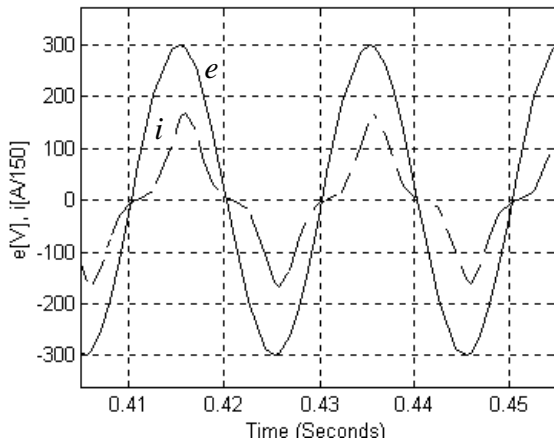
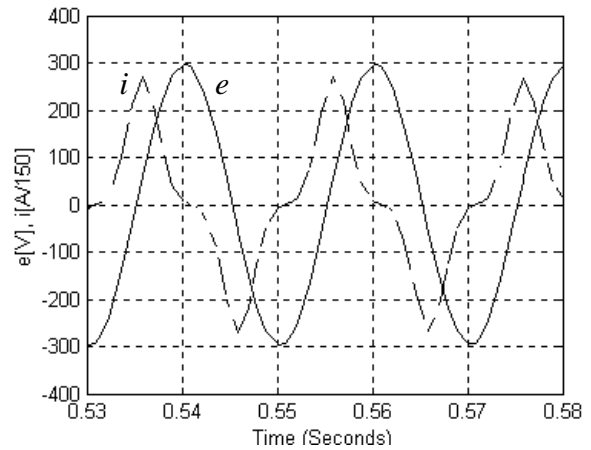


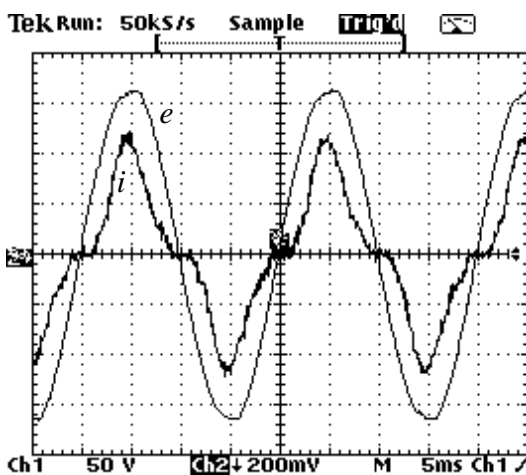
Figure 7 Experimental (solid line) and fitting (dashed line) magnetisation characteristics



(a)



(a)



(b)

Figure 8 Simulated (a) and experimental (b) excitation e and current i in the jump moment

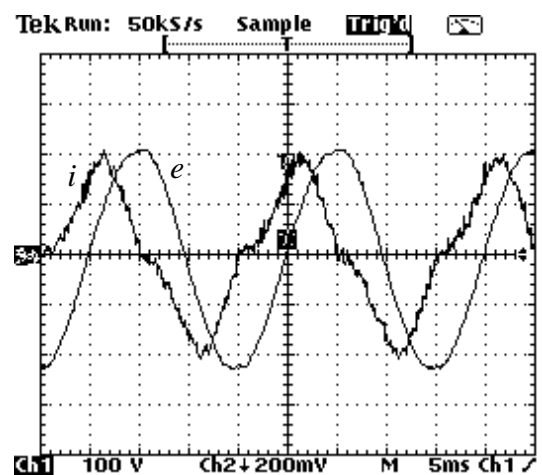
experimental results in a moment before but very close to the resonant jump moment. The operation point slides between M and N of the characteristic U_L given in Figure 6.

The Figure 9 presents the simulation and experimental results in a moment after the resonant jump moment. The operation point corresponds to N in Figure 6 and the capacitive character is obvious, but the lamp is still non-ignited.

Can be noticed the similitude in shape and values between the simulated and experimental current characteristics.

4. Conclusions

The paper emphasised the possibility to model the operating of the circuits with fluorescent lamps having capacitive ballast and magnetic



(b)

Figure 9 Simulated (a) and experimental (b) excitation e and current i after the jump moment

starter, using the Duffing-type differential equation. In these cases, the lamp ignition is the outcome of a resonance-jump phenomenon of the current, followed by a voltage increasing.

The conditions necessary for jump producing and for starting of discharge are determined.

The simulation and experimental results show a good similitude and confirm the theoretical approach.

5. References

- 1 D. Ioachim, Starter magnetic pentru amorsarea lămpilor fluorescente cu vapori de mercur de joasă presiune. Brevet România nr. 73143
- 2 M. Nemescu and D.D. Lucache, "Self-Modulation in SISO Nonlinear Systems With Inertial Damping Described by Duffing Equation", 9th IEEE International Conference on Electronics, Circuits and

- Systems, ICECS 2002, vol. III, pp. 979-983, September 15-18, 2002, Dubrovnik, Croatia
- 3 E. Philippow, Nichtlineare Elektrotechnik, Akademische Verlagsgesellschaft Gset und Portig, Leipzig, 1971
 - 4 Gh. Savin and H. Rosman, Circuite electrice nelinare și parametrice, Ed.Tehnică, București, 1973
 - 5 N.N. Bogoliubov et. al., Asimptoticeskie metodî v teorii nelineinîh kolebanii, Gosudarstvennoe izdatelistvo fizico-matematicheskoe literaturî, Moskva, 1958
 - 6 F. Dincă, C. Teodosiu, Vibrații neliniare și aleatoare, Ed. Academiei, București, 1969

Dan IOACHIM



Assoc. Prof., Ph.D.
 Department of Industrial Utilizations, Drives and Automation
 Electrical Engineering Faculty
 "Gh. Asachi" Technical University of Iassy
 53 D. Mangeron Blvd.
 700050 IASSY, Romania
 Tel.: +40-232-212483
 dioachim@eth-d.tuiasi.ro

Mircea V. NEMESCU



Professor, Ph.D.
 Department of Industrial Utilizations, Drives and Automation
 Electrical Engineering Faculty
 "Gh. Asachi" Technical University of Iassy
 53 D. Mangeron Blvd.
 700050 IASSY, Romania
 Tel.: +40-232-212483
 vnemescu@eth-d.tuiasi.ro

Dorin D. LUCACHE



Assoc. Prof., Ph.D.
 Department of Industrial Utilizations, Drives and Automation
 Electrical Engineering Faculty
 "Gh. Asachi" Technical University of Iassy
 53 D. Mangeron Blvd.
 700050 IASSY, Romania
 Tel.: +40-232-212483
 dlucache@net89mail.dntis.ro

STUDIUL REGIMULUI TRANZITORIU AL MONTAJELOR CU LĂMPI FLUORESCENTE CARE UTILIZEAZĂ STARTERE MAGNETICE

Lucrarea își propune să modeleze și interpreteze regimul tranzitoriu al montajelor cu lămpi fluorescente care folosesc startere magnetice. Acestea se realizează prin combinația a două bobine cu proprietăți diferite și utilizarea lor aduce unele avantaje. Regimul tranzitoriu analizat poate fi descris printr-o ecuație diferențială de tip Duffing, caracteristică fenomenelor de haos și salt rezonant. Cu ajutorul ei sunt trasate curbele de rezonanță și sunt puse în evidență salturile fluxului din starterul magnetic. Rezultatele obținute prin simulare au fost comparate cu cele experimentale. Se pune în evidență fenomenul care conduce la amorsarea rapidă și sigură a lămpilor fluorescente.

1. Introducere

Lămpile fluorescente alimentate cu tensiuni de frecvență industrială folosesc ca elemente suplimentare de circuit un balast inductiv sau capacitiv și un starter clasic cu bimetal. Acest tip de starter prezintă diverse dezavantaje precum uzura intensă a filamentelor pe durata pornirii, aprinderea lămpii durează relativ mult, amorsări nesigure la temperaturi scăzute.

Există mai multe soluții de eliminare a acestor dezavantaje. Una dintre acestea este folosirea unui starter magnetic, care se compune din inductanțe saturabile cu miez feromagnetic. Funcționarea acestuia este posibilă doar în conexiune tandem cu un balast capacitiv [1]. Lucrarea analizează condițiile în care apar salturile rezonante care conduc la aprinderea lămpii.

2. Considerente teoretice

În Figura 1 se arată un montaj cu lămpi fluorescente în care aprinderea este bazată pe startere magnetice. Starterul magnetic se compune dintr-o inductanță neliniară saturabilă L_s . Schema circuitului electric echivalent este dată în Figura 2. Ecuația de tensiuni a lui Kirchhoff poate scrisă (1) unde $\Psi_t = \Psi_s + \Psi_n$ este fluxul magnetic total al ambelor înfășurări L_s și L_n , iar $e = E_m \sin(\omega t + \varphi)$ este valoarea instantanee a tensiunii de alimentare.

Received 10 June 2003
 Reviewer Prof. Florin POP

Forma caracteristicii $i(\Psi)$ este dată în Figura 3 și ar putea fi aproximată cu un polinom de ordinul trei, (2). În acest caz, utilizând ca variabile de referință E_{m0} și $\Psi_0 = \omega E_{m0}$ și folosind notațiile $x = \Psi/\Psi_0$ și $\mathfrak{K} = E_m/E_{m0}$ pentru mărimile normate ale fluxului și amplitudinii tensiunii de alimentare, ecuația (1) devine [3], [4], [5]: (3), unde $2\alpha = mR$ este coeficientul de amortizare, $\beta = n\Psi_0^2/m$ coeficientul de nelinearitate și $\omega_0 = \sqrt{m/C}$ pulsația proprie.

Generalizarea rezultatelor se obține neglijând termenul $3\beta x^2$ [5], [6] ceea ce conduce la (4).

Ultima relație este o ecuație de tip Duffing care nu are soluții analitice exacte. Pentru rezolvarea ei se aplică metode de linearizare armonică. Presupunând că termenul fundamental al soluției de regim permanent este (5) atunci (4) devine (6) ceea ce implică relațiile (7), [2].

Eliminând pe φ între ecuațiile (7) se obține (8). Cu noile notații $\mu = \omega/\omega_0$ și $\lambda = \alpha/\omega_0$, (8) se poate transforma în (9).

Graficul funcției $\mathfrak{K} = f(a)$ se numește curbă de rezonanță. Considerându-l pe β ca parametru și μ , λ , ω_0 constante, acesta se prezintă în Figura 4.

Dacă tensiunea de alimentare este aleasă astfel încât $\mathfrak{K} \geq \mathfrak{K}_1$, atunci în circuit are loc o creștere a curentului prin salt rezonant (ce corespunde creșterii fluxului de la M la N). Această creștere a curentului cauzează o puternică încălzire a filamentelor. Datorită desaturării bobinei L_s punctul de funcționare sare în sens opus din S în T și la terminalele lămpii apare o supratensiune importantă. Acest fenomen de salt rezonant conduce la aprinderea rapidă și sigură a lămpii.

După aprindere, lampa devine un scurt circuit pentru inductanța neliniară și caracteristica de magnetizare este (10). Deoarece în acest caz $\beta=0$, (9) devine (11). Astfel, punctul stabil de funcționare P va corespunde ecuației (12). Valori diferite ale lui β implică valori diferite ale lui a pentru care apare saltul rezonant (Figura 5). Considerând notațiile făcute în (3), se poate deduce o corelație între \mathfrak{K} și β (13).

Această hiperbolă care este reprezentată în Figura 5 trebuie să fie impusă ca limită superioară pentru fluxul normat în punctul de rezonanță.

Dacă se utilizează valorile efective ale tensiunii și curentului, atunci ecuația de funcționare a circuitului din Figura 2 este (14), care admite reprezentarea grafică din Figura 6. Aici, U_L reprezintă căderea de tensiune totală pe bobinele înseriate L_s și L_n , U_C reprezintă căderea de tensiune pe condensator și U_{L_n} reprezintă căderea de tensiune pe bobina L_n după ce lampa s-a aprins.

La rezonanță, saltul de curent din M în N este însoțit de un salt de tensiune de la U_{L1} la U_{L2} . Datorită balastului capacitiv utilizat, curentul din circuit păstrează un caracter capacitiv atât după salt (punctul N în Figura 6) cât și în regim normal de funcționare (punctul P din Figura 6).

3. Validare experimentală

Bancul experimental constă dintr-un montaj precum cel din Figura 1, starterul magnetic având $L_s=26,5$ H și $R_s=230$ Ω , iar balastul capacitiv $L_n=1,4$ H, $R_n=28,4$ Ω și $C=3,75$ μ F.

Caracteristicile de magnetizare măsurate s-au aproximat printr-o funcție polinomială (înainte de salt) și una liniară (după salt). S-a folosit un algoritm Levenberg-Marquardt pentru găsirea coeficienților funcțiilor și în Figura 7 se compară rezultatele obținute.

Pentru a analiza comportarea circuitului s-a utilizat un program de calcul realizat în mediul Matlab-Simulink. Acest program utilizează un algoritm Runge-Kutta de ordinul 4 pentru rezolvarea ecuației Duffing. Parametrii de simulare utilizați sunt precizați.

Figura 8 arată rezultatele simulării și experimentale într-un moment anterior dar foarte apropiat de momentul saltului rezonant. Punctul de funcționare glisează între M și N pe caracteristica U_L dată în Figura 6.

Figura 9 prezintă rezultatele simulării și experimentale într-un moment ulterior saltului rezonant. Punctul de funcționare corespunde lui N din Figura 6 și caracterul capacitiv este evident, dar lampa încă nu este aprinsă.

Se observă similitudinile de formă și amplitudine între caracteristicile simulate și experimentale ale curentului.

MESOPIC LIGHTING CONDITIONS AND PEDESTRIAN VISIBILITY

Jaakko KETOMÄKI, Marjukka ELOHOLMA, Pasi ORREVETELÄINEN, Liisa HALONEN
Helsinki University of Technology, Lighting Laboratory, Finland

In the mesopic luminance region both the rods and cones on the retina are active and this is believed to cause changes in the spectral sensitivity of the human vision. The objective of this work was to study the effects of light spectrum on visual performance in road lighting conditions. Mesopic vision involves both foveal and peripheral vision, which are based on different receptor combinations on the retina. In driving, a lot of information is gained from off-axis vision and peripheral vision becomes important. In this work visibility tests were made in experimental road lighting installations both for foveal and peripheral ($15^\circ/20^\circ$) viewing. Pedestrian visibility tests were carried out at two luminance levels ($0.1/1.5 \text{ cd/m}^2$) using high pressure sodium and daylight metal halide lamps. The results show that light level has a strong effect on visibility of moving targets. The effect of light level on visibility is not, however, linear in different parts of the visual field. Light spectrum did not affect visibility at either luminance level when the target was viewed foveally. This confirms our earlier findings, that $V(\lambda)$ is valid for assessing luminosity of foveal targets also at mesopic light levels. On the other hand, the results suggest that lamp spectrum has an effect on visibility in road lighting conditions in off-axis vision. At constant photopically i.e. $V(\lambda)$ weighted luminance levels, the lamps with high content in the blue wavelength region seem to be visually more effective than the conventionally used high pressure sodium lamps. This was, however, found only at the lower luminance level (0.1 cd/m^2), where the contribution of rods is presumably higher than at the higher luminance level (1.5 cd/m^2).

1. Introduction

The mesopic luminance region lies between the photopic and scotopic. The mesopic luminances lay between about $0.001 \dots 3 \text{ cd/m}^2$ as shown in Figure 1. The upper luminance limit of mesopic region is not clearly defined, the CIE definition is 'at least several cd/m^2 ' [1]. The luminance limit definition between photopic and mesopic region varies between about $L > 3 \dots 10 \text{ cd/m}^2$ [1, 2, 3]. Mesopic lighting applications include road and street lighting, outdoor lighting and other night-time traffic environments. It is especially the higher end of the mesopic luminance region that is of prime importance in practical applications.

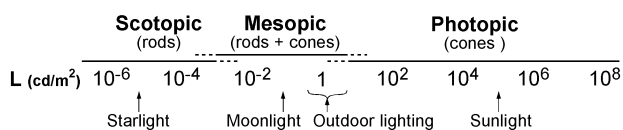


Figure 1 The photopic, scotopic and mesopic luminance ranges [4].

It is known that neither $V(\lambda)$ or $V'(\lambda)$ alone are representative of the eye's behaviour in the mesopic region. In the mesopic region both the rods and cones are active and their mutual interaction determines spectral sensitivity. When light levels are decreased from photopic to mesopic, the spectral sensitivity of the eye is believed to shift towards shorter wavelengths. There are, however, no internationally accepted methods for measurements in the mesopic region. Photometers are tuned to photopic foveal (2°) vision with $V(\lambda)$ -filters even though they are used in night-time lighting applications. Similarly, measurements of luminous efficacy of all electric light sources are based on the photopic $V(\lambda)$ function.

In the very centre of the fovea there are only cones and foveal vision is claimed to be that of the cone photoreceptors. The results of our former studies imply, that the spectral sensitivity of the fovea is not changed when lighting levels are decreased from photopic to mesopic [5]. Thus photopic luminance,

i.e. $V(\lambda)$ weighted luminance, is a valid measure for assessing luminosity of foveal vision also at mesopic levels. In driving, however, a lot of information is gained with off-axis vision and peripheral vision becomes important.

This work set out to investigate visibility in road lighting conditions using different lamps. Nowadays the most commonly used light sources in road and street lighting in Finland are high pressure sodium lamps (150 W and 250 W). These lamps have high luminous efficacy (100...120 lm/W) when calculated with the photopic $V(\lambda)$ function. As the radiant power of high pressure sodium lamps is concentrated in the longer wavelength region, the expected mesopic output of the lamps is not necessarily equally high. Besides the high pressure sodium lamps, daylight metal halide lamps with high content in the short wavelength region were used in the experiments.

In this work the effects of light spectrum on visibility was studied at luminance levels encountered in road and street lighting. Pedestrian visibility was used as the visual task. The experiments were conducted in road lighting in installations built in an underground tunnel.

2. Mesopic vision and road lighting

2.1 Basis for road lighting

Road and street lighting have great impact on ensuring good visibility conditions in night-time driving. In Finland night-time traffic is about 30% of the total traffic on public roads [6]. The function of fixed road and street lighting is to create safe and comfortable environments for road users and to improve the visibility conditions at night. Visibility influences, for example, how quickly a driver detects and interprets visual information, makes decisions and responds to unpredictable visual events. Research work is currently conducted to find new, more efficient ways to design and construct lighting for the road-users.

Visual performance in night-time driving is very complex as it consist of several visual elements with various parameters. In driving a car the driver has to obtain sufficient

information to move ahead and avoid collisions. One of the visual tasks of the driver is the detection of targets, either moving or stationary. The probability of detecting a target depends on the target luminance, contrast, size, shape, observation time etc. Also the luminance surroundings of the target play a role [7].

2.2 Mesopic light levels in road lighting

The measurements made in HUT Lighting Laboratory indicate that road surface luminances in road and street lighting are largely in the mesopic region, i.e. below 3 cd/m² even on well illuminated roads [8]. The luminances can be very low in the adjacent and surrounding areas of the road. There are also higher luminances in the visual field of the driver, e.g. road luminaires and headlights of oncoming car. The effect of the headlights of other cars is usually temporarily and the fixed street luminaires are mostly located in the peripheral parts of the visual field. Thus in night-time driving the luminances of the visual field remain mostly in the mesopic luminance region.

2.3 Mesopic vision

Both foveal and peripheral vision are important in traffic conditions. At mesopic light levels they are based on different receptor combinations on the retina. Foveal visual tasks, like visual acuity and spatial resolution, are mediated by the cone receptors. In peripheral vision or when viewing large visual targets, the visual functions are determined by both rods and cones. In many mesopic applications, like night-time driving, peripheral tasks play a major role. Because the contribution of rods and cones to visual tasks depend on the task characteristic and light level, the spectral sensitivity changes are believed to be different for different visual conditions in the mesopic range.

The fovea is used for recognition and identification of objects. In the very centre of the fovea there are only cones and foveal vision is claimed to be that of the cone photoreceptors. In our former studies visual acuity was used as a measure to study the

effects of light spectrum on foveal vision in the mesopic region. The results imply, that the spectral sensitivity of the fovea is not changed when luminance levels are decreased from photopic to mesopic, at least in the higher end of the mesopic region ($0.2 \dots 5 \text{ cd/m}^2$) [5]. Thus it is believed that the foveally determined $V(\lambda)$ function is valid for describing foveal spectral sensitivity also at mesopic light levels.

It is clear that in e.g. driving conditions the visual field that is of interest is certainly larger than the central two degrees, that was used to establish the photopic $V(\lambda)$. Actually, in driving a lot of information is gained with off-axis vision and off-axis vision becomes important. Peripheral visual tasks include, for example, detection and discrimination of moving and stationary objects, and are mediated by both rods and cones at mesopic light levels [7]. In peripheral vision the rods become increasingly dominant with decreasing light levels.

2.4 Pedestrian visibility

Visibility of a pedestrian is one of the visual tasks drivers face when driving a car by night. The purpose of fixed road and street lighting is to enhance the visibility of temporary and steady elements on the road and road surroundings outside the reach of the car headlights. In order to be able to react in time to a pedestrian on the road or approaching the road, the driver should detect the pedestrian at a 40 m distance when the driving speed is 50 km/h. The detection distance should be about 100 m at a 100 km/h driving speed and in slippery road conditions even 400 m [9]. Because the effect of car headlights does not reach this far, the visibility of pedestrian is highly dependent on fixed road lighting.

In this work the visibility of pedestrian was used as the visual task. By employing a real pedestrian instead of e.g. a flat cardboard as a visual target the test becomes more realistic, as the pedestrian includes three-dimensionality. Furthermore, the movement of the walking pedestrian is an important component of the visual tasks faced by road users.

3. Experimental set-up

We studied the effects of light spectrum and luminance level on visibility in road lighting conditions in experimental road lighting installations in an underground tunnel. The length of the tunnel is 200 m, height 3.5 m and width 5 m. The advantage of the tunnel was that the exterior conditions remained constant. It was thus possible to carry out visibility tests with several subjects in exactly the same conditions at any time. In the road lighting installations the viewing conditions simulate conditions on roads at night-time when fixed road or street lighting are used [8].

As light sources we selected metal halide (MH) and the commonly used high pressure sodium (HPS) lamps. We selected a daylight MH lamp as a comparable light source, because the radiation of it is distributed over the whole visible region of the spectrum. Thus the expected mesopic output of this MH lamp is quite high. The colour temperature of the HPS lamp was 2000 K and that of the MH lamp 5200 K. The spectra of these lamps are shown in Figure 2. The lamps supply voltages were stabilized. The luminance levels of the installations were controlled by attaching neutral density filters in the apertures of the luminaires. The filters did not alter the spectral output of the lamps. In the HPS and MH lamp installations the luminance levels of the road surfaces were equal in terms of $V(\lambda)$ -weighted luminances.

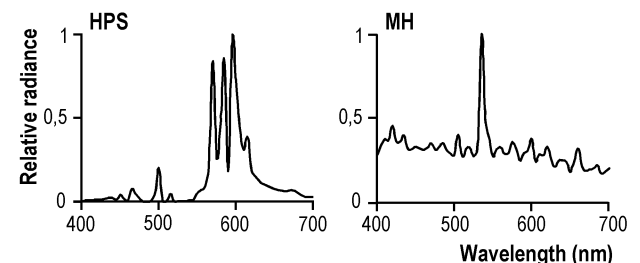


Figure 2. The spectra of the high pressure sodium (HPS) and daylight metal halide (MH) lamps

Using these light sources, we built two similar installations, the other with HPS lamps and the other with MH lamps. In both

installations the luminaires were in five luminaire groups with 8 m spacing. The subject sat in the front of the first luminaire and was looking towards the dark end of the tunnel, Figures 3 and 4. The pedestrian subtended a visual angle of 2° from 40 m distance.

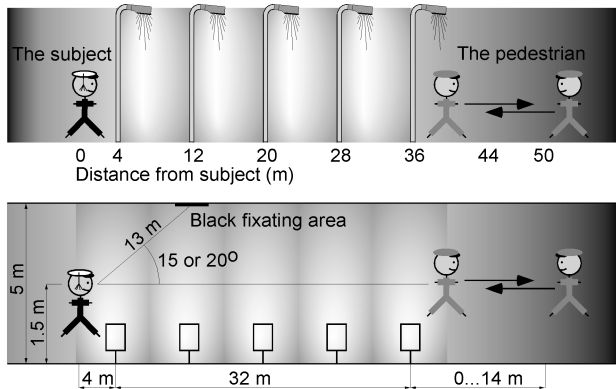


Figure 3. Experimental set up. The installation consisted of five luminaires 8 m apart. In foveal viewing the subject was fixating to the back of the walking pedestrian. In off-axis ($15^\circ/20^\circ$) viewing the subject was fixating to the black fixating area on the wall of the tunnel.

The task of the subject was to indicate the detection threshold of the pedestrian. The pedestrian was walking towards the dark end of the tunnel and thereafter approaching the illuminated area of the tunnel from the dark. The pedestrian was dressed in grey clothing and wore a grey cap to cover his face. The reflection coefficient of the neutral grey clothes was 0.20.

We made the visibility tests both in central and off-axis vision. In central viewing conditions the subject fixated to the back of the walking pedestrian. In off-axis viewing conditions the subject fixated at a black area covered with black fabric at the left side wall of the tunnel. The eccentricity of vision in the off-axis test was 15° in the first series and 20° in the second test series. We made tests for both light spectra, HPS and MH, and at two average road surface luminance levels 0.1 and 1.5 cd/m^2 . Each subject made the test in all four different lighting conditions. Before starting the first actual experiment the subject had adapted to the tunnel lighting for 30 minutes. A 5

minutes adaptation time preceded the tests in each lighting condition. Young subjects of 22...28 age participated in the experiments. Their colour vision, refraction, visual acuity, visual field was checked to be normal at the Helsinki University Central Hospital.



Figure 4. Pedestrian visibility measurements in underground road lighting installations. The subject indicated with a response button when she/he could detect the walking pedestrian 40...50 m apart.

4. Results of pedestrian visibility tests

4.1 First test series

In this test series the pedestrian was walking towards the dark end of the tunnel and thereafter approaching the illuminated area of the tunnel from the dark. Six subjects made this test both in foveal vision and in off-axis vision at 15° eccentricity.

The pedestrian luminance at the detection distance corresponds to the lowest detectable luminance in each lighting condition. The results are presented as a ratio of the pedestrian luminance at the detection distance and the average road surface luminance in that lighting condition (L_{ped}/L_{road}). This is referred to as 'Relative Luminance Threshold'.

The results are shown in Figure 5. The statistical analysis of the results was conducted using analysis of variance based on the Bonferroni and Fisher's tests. The probability level 0.05 was used. The results show that the luminance level has a clear effect on visibility. The relative luminance threshold is lower at 1.5 cd/m^2 luminance level compared to 0.1 cd/m^2 luminance level. Thus the ability to detect low contrasts is higher at the higher road luminance level.

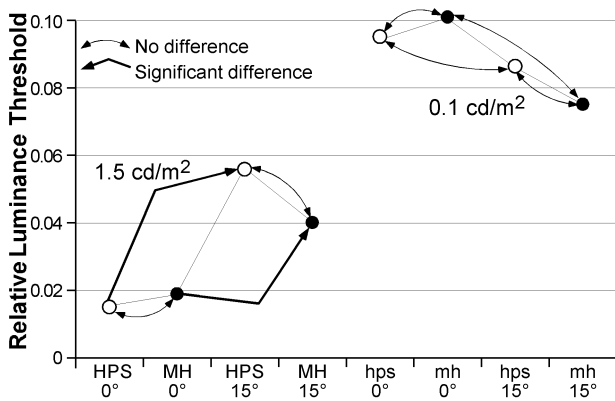


Figure 5. Results of the first test series with six subjects. Relative luminance threshold for detecting the pedestrian at road surface luminance levels 1.5 and 0.1 cd/m^2 , at two light spectra (high pressure sodium HPS/ metal halide MH) and for foveal (0°) and off-axis (15°) viewing.

At the luminance level 1.5 cd/m^2 visibility is relatively better for targets in foveal vision compared to off-axis vision. Thus visibility decreases when the target is moved from central vision towards the periphery. When the road surface luminance is decreased to 0.1 cd/m^2 the differences between central and off-axis vision disappear. Thus at the lower light level the detection distance and relative luminance threshold are the same in foveal and off-axis viewing. This means that the importance of off-axis vision increases in comparison to central vision when the light level decreases in the mesopic region. In the first test series light spectrum did not affect visibility at either luminance level.

4.2 Second test series

In the first test series it was noticed that the visual test was quite difficult to perform if the subject was not carefully trained for the task. It is very difficult for a non-trained subject to maintain her/his eye fixation point in a given position. This was true especially in off-axis viewing. In off-axis viewing it is also difficult for the observer to exactly define whether the pedestrian is visible or not.

The second test series employed only one subject, but he repeated the same tests several times. The subject was trained and motivated for this task and thus the test process could be very carefully controlled. A trained subject's

fixation point is more reliably maintained and the criterion of visibility is more accurate.

In the second test series we included a new component, pedestrian arm movements, in the visual task. In the experimental conditions the walking speed of the pedestrian has to be very slow (1 step/2 sec) in order to record the detection distance accurately. At this speed the movement of the walking pedestrian seen from over 40 m distance is no more a critical component of the visibility task. In the second test series the pedestrian was constantly swinging his hands between downwards and horizontal plane while walking. As in the first test series, the walking speed of the pedestrian was constant (0.2 m/s) and the length of one footstep was 40 cm. The movement of the arms made the detection of the pedestrian easier for the subject and the detection distance could be more accurately defined. The pedestrian arm movement also enlarged the horizontal size of the visual target.

We carried out eight test sessions on subsequent days for the trained subject. One session consisted four different lighting conditions. In off-axis viewing the eccentricity of the target was 20° . The results are shown in Figure 6.

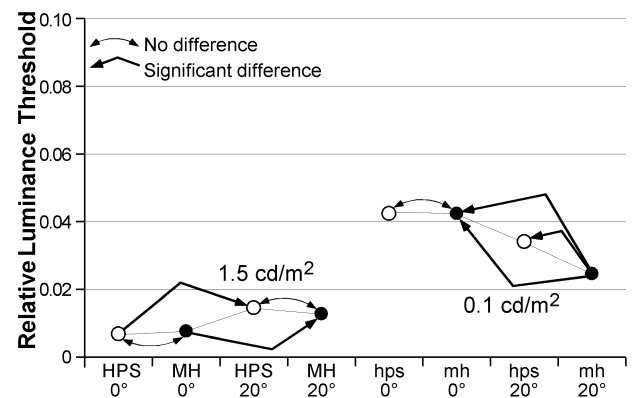


Figure 6. Results of the second test series. Relative luminance threshold for detecting the pedestrian at luminance levels 1.5 and 0.1 cd/m^2 , at two light spectra (HPS and MH) and for foveal (0°) and off-axis (20°) viewing.

Again the results show that luminance level has a clear effect on visibility. Also, as in the first test series, visibility is better in foveal viewing than in off-axis viewing at the

luminance level 1.5 cd/m^2 . Spectral effects were not found at the higher luminance level.

However, there are differences between the two light spectra at the luminance level 0.1 cd/m^2 . The trained subject could define the detection distance more accurately. In addition, the inclusion of movement in the visual task increased the sensitivity of the test and the detection distances could be recorded more accurately. So differences between two light spectra could be found.

At the luminance level 0.1 cd/m^2 visibility became relatively better for targets in off-axis compared to foveal vision. When the target was in foveal vision, the light spectrum did not affect visibility. However, in off-axis vision the relative luminance threshold was lower with MH compared to HPS lamps. Thus light with higher content in the blue wavelength region yielded to better visibility in off-axis vision.

5. Conclusions

The results show that light level has a strong effect on visibility of moving targets in the mesopic region. The pedestrian detection distance becomes shorter with decreasing light level. The effect of light level on visibility is not, however, linear in different parts of the visual field. At the luminance level 1.5 cd/m^2 visibility was better in foveal than in off-axis vision. When we decreased light level to 0.1 cd/m^2 , the differences between foveal and off-axis visibility disappeared and were partly reversed. This is explained by the structure of the retina.

In the fovea there are only cones and no rods. The number of cones decreases with eccentricity from the fovea, whereas the number of rods increases with eccentricity from the fovea. At higher light levels cones are more active than rods. When light levels decrease to the mesopic region more rods become active, while the contribution of cones to the visual process becomes smaller. Thus the importance of off-axis vision increases when light level is decreased in the mesopic luminance region.

In the central viewing conditions the target (pedestrian) was viewed with the fovea. The

luminance levels in the HPS and MH lamp installations were equal in terms of photopically weighted, i.e. $V(\lambda)$, luminance values. As $V(\lambda)$ is based on the spectral sensitivity of the cones and as there are merely cones in the fovea, it is in prospect that light spectrum does not affect visibility in central viewing even at low light levels. This was actually the result of the experiments at both luminance levels the 1.5 and 0.1 cd/m^2 . Light spectrum did not affect visibility at either luminance level when the target was viewed foveally. This also confirms the findings from our earlier studies, where the effects of light spectrum on visual acuity were studied in the mesopic region.

In off-axis vision both the rods and cones are active at mesopic light levels. The spectral sensitivity of rods is shifted to the shorter wavelength region, as compared to cones. It is in prospect that when luminance levels decrease to the mesopic region, the blue part of the spectrum becomes more effective for off-axis vision. The results of the second test series support this hypothesis. In off-axis (20°) vision the relative luminance threshold was lower under MH lamps compared to HPS lamps. This we found, however, only at the luminance level 0.1 cd/m^2 , where the contribution of rods is presumably higher than at the luminance level 1.5 cd/m^2 . The results suggest that in the mesopic region the spectral sensitivity of the eye shifts towards shorter wavelengths in such parts of the retina where both rods and cones are contributing to visual tasks.

The pedestrian visibility measurements suggest that lamp spectrum has an effect on visibility in road lighting conditions in off-axis vision. Lamps with high content in the blue wavelength region seem to be more efficient than the conventionally used high pressure sodium lamps. The effects of light spectrum on visibility at mesopic levels are dependent on the adaptation level of the eye and on the eccentricity of the visual task. The reason is the non-uniform retinal distribution of rods and the three types of cones and the changing mutual contribution of rods and cones to visual tasks with changing light levels.

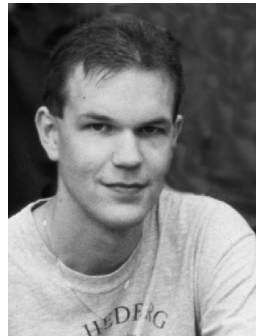
We will continue the experiments in the road lighting installations in HUT Lighting Laboratory. The objective is to confirm the visibility findings in different luminance conditions and with varied light spectra. The visual task in the experiments reported in this paper was the detection threshold of a pedestrian. This corresponds to the minimum luminance contrast of a target against its surroundings that is needed for the observer to detect the target. We didn't include visual identification or recognition in the task. In these experiments the surroundings of the target were relatively uniform and the target was always in the expected place. In many driving situations the visual field is very complex and the conspicuity of a visual stimulus from the background becomes important. It is clear that the visual task of night-time driving cannot be comprehensively described with a single visual task. Experiments with different visual tasks are needed to get comprehensive proof of the spectral effects on visual performance in the mesopic range.

6. References

- 1 Commission Internationale de l'Éclairage, Light as a true visual quantity: Principles of measurement. CIE Central Bureau CIE 41, 1978.
- 2 Lighting Handbook Reference & Application, 9th Edition. Illuminating Engineering Society of North America, 2000.
- 3 Kokoschka S. Das $V(\lambda)$ - Dilemma in der Photometrie: Proceedings of 3. Internationales Forum für den lichttechnischen Nachwuchs, TU Ilmenau, Ilmenau, 1997.
- 4 Rinalducci, E. & Higgins, K. & Zavod, M. & Wallace, S. Mechanism of photopic, mesopic and, scotopic vision. In Vision at low light levels (Alfred Gough ed). EPRI 1998.
- 5 Eloholma M., Halonen L. Vision in Mesopic Lighting Levels - The Effects of Light Spectrum and Luminance Level. CIE Proceedings, Publication CIE No 133, 1999.
- 6 Tievalaistuksen käsikirja. Tielaitos, 1991.
- 7 Commission Internationale de l'Éclairage, Fundamentals of the visual task of night driving. CIE Central Bureau CIE 100, 1992.
- 8 Eloholma M., Ketomäki J., Halonen L. Road Lighting – Luminance and visibility measurements. HUT Lighting Laboratory, Report 29, 2001.
- 9 Luoma J., Häkkinen S. Liikennepsykologia. Otatieto 1990.

Jaakko KETOMÄKI

M.Sc., Research Scientist
P.O.Box 3000, FIN-02015 HUT, Finland
Tel. + 358 9 451 4983
jaakko.ketomaki@hut.fi



Research scientist in Lighting Laboratory in Helsinki University of Technology. Main research area - low light levels and mesopic vision

Marjukka ELOHOLMA

M.Sc., Research Scientist
P.O.Box 3000, FIN-02015 HUT, Finland
Tel. + 358 9 451 4981
marjukka.eloholma@hut.fi



Research scientist in Lighting Laboratory in Helsinki University of Technology. Main research area - low light levels and mesopic vision

Received 1 June 2003

Reviewers

Dr. David CARTER, Prof. Ramon SAN MARTIN, Dr. Axel STOCKMAR

ILUMINATUL MEZOPIC ȘI VIZIBILITATEA PIETONILOR

În zona iluminatului mezopic atât bastonașele cât și conurile de pe retină sunt active și acest lucru se presupune că ar produce schimbări în sensibilitatea spectrală a vederii umane. Obiectivul studiului a fost de a determina efectelelor spectrului luminii asupra performanțelor vizuale în condițiile iluminatului rutier. Vederea mezopică implică atât vederea foveică cât și cea periferică care sunt bazate pe diferite combinații de receptori de pe retină. În cazul șoferilor, multe informații sunt receptate din vederea în afara axei (dezaxată) astfel încât vederea periferică devine extrem de importantă. În acest studiu testele de vizibilitate au fost realizate în instalații de iluminat experimentale atât pentru vedere foveică cât și pentru cea periferică (15°/20°). Testele de

vizibilitate ale pietonilor au fost realizate pentru două niveluri de luminanță ($0,1/1,5 \text{ cd/m}^2$) utilizând lămpi cu vapori de sodiu de înaltă presiune și cu halogenuri metalice.

Rezultatele arată că nivelul luminii are un puternic efect asupra vizibilității țintelor mișcătoare. Totuși, efectul nivelului luminii asupra vizibilității nu este liniar în diferite părți ale câmpului vizual. Spectrul luminii nu afectează vizibilitatea la nici un nivel de luminanță atunci când ținta era văzută foveal. Aceasta confirmă descoperirile noastre inițiale, că $V(\lambda)$ este valid pentru determinarea luminozității la ținte foveale inclusiv la nivelul mezopic. Pe de altă parte, rezultatele arată că spectrul lămpii are efect asupra vizibilității în condițiile iluminatului rutier pentru vederea în afara axei. La niveluri fotopic constante, adică luminanțe evaluate $V(\lambda)$, lămpile cu conținut ridicat în zona lungimii de undă albastre par să fie mai eficiente decât lămpile cu vapori de sodiu înaltă presiune utilizate în mod curent. Această descoperire este valabilă doar la niveluri scăzute ale luminanței ($0,1 \text{ cd/m}^2$), unde contribuția bastonașelor se presupune a fi mai mare decât la luminanțe ridicate ($1,5 \text{ cd/m}^2$).

1. Introducere

Domeniul luminanței mezopice se află între cel fotopic și cel scotic. Luminanța mezopică se situează între $0,001 \dots 3 \text{ cd/m}^2$ după cum este prezentat în Figura 1. Limita superioară a luminanței în regiunea mezopică nu este clar definită, definiția CIE fiind 'cel puțin câteva cd/m^2 ' [1]. Definiția limitei luminanței între fotopic și mezopic variază între $L > 3 \dots 10 \text{ cd/m}^2$ [1, 2, 3]. Aplicațiile iluminatului mezopic includ iluminatul rutier și stradal, cel exterior și alte medii de trafic pe timp de noapte. Pentru aplicațiile practice este de primă importanță zona superioară a domeniului luminanțelor mezopice.

Se știe că nici $V(\lambda)$ și nici $V'(\lambda)$ nu sunt reprezentative pentru comportamentul ochiilor în regiunea mezopică. În regiunea mezopică atât bastonașele cât și conurile sunt active și interacțiunea mutuală determină sensibilitatea spectrală. Când nivelul luminii scade de la fotopic la scotic, se presupune că sensibilitatea spectrală a ochiului se mută spre lungimile de undă mai mici. Totuși, nu există metode de măsurare acceptate internațional pentru domeniul mezopic. Fotometrele sunt fixate pe vedere fotopică foveală (2°) cu filtre $V(\lambda)$ chiar dacă sunt utilizate în aplicații ca iluminatul pe timp de noapte. Similar,

măsurarea eficienței luminoase a tuturor surselor electrice de lumină se bazează pe funcția fotopică $V(\lambda)$.

În exact centrul foveii sunt doar conuri iar vederea foveală se consideră a fi realizată cu fotoreceptori cu conuri. Rezultatul studiilor preliminare arată că sensibilitatea spectrală a foveii nu se schimbă când nivelul luminii scade de la fotopic la mezopic [5]. Luminanța fotopică, adică luminanța evaluată funcție de $V(\lambda)$, este o măsură valabilă pentru estimarea luminozității vederii foveale și la niveluri mezopice. La condus, multe informații sunt primite de la vederea în afara axei iar vederea periferică devine importantă.

Acest studiu a investigat vizibilitatea în condițiile iluminatului rutier utilizând diferite lămpi. Azi cele mai utilizate surse de lumină în Finlanda pentru iluminatul rutier și stradal sunt lămpile cu vapori de sodiu de înaltă presiune (150 W și 250 W). Aceste lămpi au eficacitate luminoasă mare ($100 \dots 120 \text{ lm/W}$) atunci când sunt calculate cu funcția fotopică $V(\lambda)$. Cum puterea radiantă a lămpilor cu vapori de sodiu de înaltă presiune este concentrată în zona lungimilor de undă lungi, efectul în mezopic nu este neapărat la fel de mare. În afară de lămpile cu vapori de sodiu de înaltă presiune, în experimente s-au utilizat halogenurile metalice cu conținut ridicat în zona lungimilor de undă scurte.

În acest studiu s-a evaluat efectul spectrului luminii asupra nivelurilor de luminanță întâlnite în iluminatul rutier și stradal. Vizibilitatea pietonilor a fost utilizată ca sarcină vizuală. Experimentul a fost realizat pe o instalație de iluminat rutier montată într-un tunel subteran.

2. Vederea mezopică și iluminatul rutier

2.1 Bazele iluminatului rutier

Iluminatul rutier și stradal are un impact puternic în asigurarea condițiilor de bună vizibilitate în conducerea pe timp de noapte. În Finlanda traficul pe timp de noapte este în jur de 30% din traficul total pe drumuri publice [6]. Funcția iluminatului fix rutier este de a crea un mediu sigur și confortabil pentru utilizatorii șoselelor și de a îmbunătăți

condițiile de vizibilitate pe timp de noapte. Vizibilitatea influențează, de exemplu, cât de rapid detectează șoferii și apoi interpretează vizual informații, iau decizii și răspund la evenimente vizuale neprevăzute. Cercetare are ca scop găsirea unor noi modalități eficiente de proiectare și construire a sistemelor de iluminat rutier.

Performanța vizuală la condusul pe timp de noapte este foarte complexă și constă din mai multe elemente vizuale cu diferiți parametri. Atunci când conduce o mașină șoferul trebuie să obțină suficiente informații pentru a înainta și a evita coliziunile. Una din sarcinile vizuale este detectarea țintelor, fie în mișcare fie staționare. Probabilitatea detectării unei ținte depinde de luminanța țintelor, contrast, dimensiuni, formă, timp de observație. De asemenea luminanța zonei înconjurătoare este importantă [7].

2.2 Niveluri de lumină mezopică în iluminatul rutier

Măsurările efectuate în HUT Lighting Laboratory indică faptul că luminanța suprafeței drumurilor și străzilor sunt în special în regiunea mezopică, adică sub 3 cd/m^2 chiar și pe drumurile bine iluminate [8]. Luminanțele pot fi foarte scăzute în zonele adiacente sau din jurul drumului. De asemenea, în câmpul vizual al șoferului sunt luminanțe ridicate ca de exemplu aparate de iluminat rutier sau farurile altor mașini din sens opus. Efectul farurilor de la celelalte mașini este de obicei temporar iar aparatele de iluminat rutier sunt poziționate în partea periferică a câmpului vizual. Cu toate acestea, în cazul condusului pe timp de noapte luminanța din câmpul vizual rămâne mai ales în zona luminanței mezopice.

2.3 Vederea mezopică

Atât vederea foveală cât și cea periferică sunt importante în condițiile de trafic. La niveluri de lumină mezopică se bazează pe diferite combinații de receptori de pe retină. Sarcinile vizuale foveale, ca și acuitatea vizuală și rezoluția spațială sunt mediate de conuri. În vederea periferică sau când sunt privite ținte vizuale mari, funcțiile vizuale sunt determinate atât de bastonașe cât și de conuri. În multe

aplicații mezopice, ca și condusul pe timp de noapte, sarcinile periferice joacă un rol extrem de important. Din cauza că contribuția bastonașelor și conurilor la sarcina vizuală depinde de caracteristicile sarcinii și nivelul luminii, schimbările în sensibilitatea spectrală se presupun a fi diferite pentru diverse condiții vizuale din domeniul mezopic.

Fovea este utilizată pentru recunoașterea și identificarea obiectelor. În chiar centrul foveei sunt doar conuri iar vederea foveică se consideră a fi doar cea cu fotoreceptori conuri. În studiile noastre anterioare s-a utilizat acuitatea vizuală pentru a măsura efectul spectrului luminii asupra vederii foveale din regiunea mezopică. Rezultatele indică faptul că sensibilitatea spectrală a foveei nu se schimbă atunci când luminanța scade de la fotic la mezopic, cel puțin la capătul de sus al regiunii mezopice ($0,2 \dots 5 \text{ cd/m}^2$) [5]. De aceea se crede că funcția $V(\lambda)$, determinată foveal, este validă pentru a descrie sensibilitatea spectrală foveală la niveluri de iluminare foveală.

Este clar că la condus câmpul vizual care este de interes este cu siguranță mai mare decât cele două grade centrale, care au fost utilizate la stabilirea lui $V(\lambda)$ fotic. De fapt, la condus multe informații sunt câștigate de la vederea în afara axei și vederea în afara axei devine importantă. Sarcina vizuală periferică include, de exemplu, detectarea și selectarea obiectelor în mișcare și staționare și utilizează atât bastonașe cât și conuri la niveluri de lumină mezopică [7]. În vederea periferică bastonașele devin din ce în ce mai dominante odată cu scăderea nivelului de iluminare.

2.4 Vederea pietonilor

Vizibilitatea unui pieton este una din sarcinile vizuale la care trebuie să facă față un șofer atunci când conduce noaptea. Scopul iluminatului rutier și stradal este de a mări vizibilitatea elementelor temporare sau definitive de pe drum sau din apropierea drumului din afara zonei de acțiune a farurilor. Pentru a fi în măsură să reacționeze în timp la prezența unui pieton pe șosea sau care se apropie de șosea, șoferul trebuie să detecteze pietonul de la o distanță de 40 m atunci când

viteza sa este de 50 km/h. Distanța de detecție trebuie să fie în jur de 100 m la o viteză de 100 km/h, iar pe o șosea alunecoasă chiar 400 m [9]. Din cauză că farurile mașinii nu au efect la așa o distanță, vizibilitatea pietonilor este dependentă în mare măsură de iluminatul fix.

În acest studiu vizibilitatea pietonilor a fost utilizată ca sarcină vizuală. Prin utilizarea unui pieton real în locul unei cutii de carton ca și sarcină vizuală, testul devine mai realist, deoarece pietonul are tri-dimensionalitate. Mai mult, mișcarea unui pieton este o componentă importantă a sarcinii vizuale a șoferilor.

3. Experimentul

Am studiat efectul spectrului luminii și al nivelului de luminanță în condițiile iluminatului rutier într-un tunel subteran. Lungimea tunelului era de 200 m, înălțime 3,5 m și lățime 5 m. Avantajul tunelului este că condițiile exterioare rămân constante. A fost astfel posibil să se efectueze teste de vizibilitate cu mai mulți subiecți în exact aceleași condiții, la orice oră. În instalația de iluminat rutier condițiile de vizibilitate de pe drum simulează condițiile de pe șosea pe timp de noapte, atunci când se utilizează corpuri de iluminat rutier fixe [8]. Ca și surse de lumină au fost selectate lămpile cu halogenuri metalice (MH) și uzualele lămpi cu vapori de sodium de înaltă presiune (HPS). Am selectat o lampă MH 'daylight' ca și sursă de lumină comparabilă, deoarece radiația este distribuită pe tot domeniul vizibil a spectrului. Fluxul mezopic estimat al lămpii MH este destul de mare. Temperatura de culoare corelată a lămpii HPS este 2000 K și cea a lămpii MH 5200 K. Spectrul acestor lămpi este prezentat în Figura 2. Tensiunea de alimentare a lămpilor a fost stabilizată. Nivelul de luminanță al instalației a fost controlat prin atașarea unor filtre neutre de densitate pe deschiderea aparatelor de iluminat. Filtrele nu au afectat distribuția spectrală a acestor lămpi. În instalațiile de iluminat cu lămpi HPS și MH nivelul de luminanță al suprafeței șoselei a fost egal în termeni de $V(\lambda)$ -luminanțe echilibrate.

Utilizând aceste surse de lumină, s-au construit două instalații similare, una cu lămpi HPS și una cu lămpi MH. În ambele instalații, aparatele de iluminat au fost în cinci grupuri de aparate de iluminat cu o distanță între ele de 8 m. Subiectul stătea în fața primului aparat de iluminat și privea spre capătul negru al tunelului, Figurile 3 și 4. Pietonul subîntindea un unghi vizual de 2 grade de la 40 m distanță.

Sarcina subiectului a fost de a indica pragul de detecție al pietonului. Pietonul mergea spre capătul întunecat al tunelului și se apropia de zona iluminată a tunelului din întuneric. Pietonul era îmbrăcat cu haine gri și avea o șapcă gri care îi acoperea fața. Reflectanța hainelor gri neutru era de 0,20.

Testele de vizibilitate au fost realizate atât pentru vedere centrală cât și pentru cea dezaxată. În condiții de vedere centrală subiectul fixa spatele pietonului. În condițiile de vedere dezaxată fixa spre o zonă neagră acoperită cu stofă neagră de pe peretele din stânga al tunelului. În testul dezaxat excentricitatea vederii era de 15° în prima serie și 20° în a doua serie de teste. Am făcut teste pentru ambele spectre de lumină, HPS și MH, și la două niveluri de luminanță a suprafeței șoselei 0,1 și 1,5 cd/m². Fiecare subiect a făcut testul în toate cele patru condiții diferite de lumină. Înainte de a începe primul experiment subiecții se adaptau la iluminatul din tunel timp de 30 de minute. Un timp de adaptare de 5 minute preceda testul din fiecare condiție de iluminat. La experiment au participat subiecți cu vârste cuprinse între 22 și 28 ani. La Spitalul Central Universitar din Helsinki s-a verificat ca subiecții să aibă vederea colorată, refracția, acuitatea vizuală și câmpul vizual normal.

4. Rezultatele testelor de vizibilitate a pietonilor

4.1 Prima serie de teste

În această serie de teste pietonii mergeau spre capătul întunecat al tunelului și apoi se apropiau de zona iluminată a tunelului din întuneric. Șase subiecți au făcut acest test în vedere foveală și dezaxată cu o excentricitate de 15°.

Luminanța pietonilor la distanța de detecție corespunde celui mai scăzut nivel de luminanță

detectabil în fiecare condiție de iluminat. Rezultatele sunt prezentate ca și un raport între luminanța pietonului la distanța de detecție și luminanța medie a suprafeței șoselei (L_{ped}/L_{road}). Este denumită 'Pragul Luminanței Relative'.

Rezultatele sunt prezentate în Figura 5. Analiza statistică a rezultatelor a fost realizată utilizând analiza varianței bazată pe testul Bonferroni și Fisher. S-a utilizat un nivel de probabilitate de 0,05. Rezultatele arată că nivelul de luminanță are un efect clar asupra vizibilității. Pragul luminanței relative este mai scăzut la nivelul de luminanță de $1,5 \text{ cd/m}^2$ comparativ cu nivelul de $0,1 \text{ cd/m}^2$. Ca atare, abilitatea de a detecta contraste scăzute este mai mare la niveluri ridicate ale luminanței șoselei.

La nivelul de luminanță de $1,5 \text{ cd/m}^2$ vizibilitatea este relativ mai bună pentru ținte în vedere foveală comparativ cu vederea dezaxată. Astfel vizibilitatea scade când ținta este mișcată dinspre vederea centrală spre periferie. Când lumina șoselei scade la $0,1 \text{ cd/m}^2$ dispare diferența dintre vederea centrală și cea dezaxată. Astfel la niveluri scăzute de luminanță distanța de detecție și pragul luminanței relative sunt identice în vedere foveală și dezaxată. Aceasta înseamnă că importanța vederii dezaxate scade în comparație cu vederea centrală atunci când nivelul de luminanță scade în domeniul mezopic. În prima serie de teste spectrul luminii nu a afectat vizibilitatea la nici un nivel de luminanță.

4.2 A doua serie de teste

În prima serie de teste s-a observat că testul vizual a fost dificil de realizat dacă subiectul nu era antrenat cu atenție pentru sarcina care i se dădea. Este foarte dificil pentru un subiect neantrenat să-și mențină ochii fixați într-un punct, într-o poziție dată. Acest lucru s-a dovedit adevărat mai ales pentru vederea dezaxată. În vederea dezaxată este dificil pentru observator să definească exact dacă pietonul este vizibil sau nu.

A doua serie de teste a utilizat doar un subiect, dar care a repetat același test de mai multe ori. Subiectul a fost antrenat și motivat pentru această sarcină și astfel procesul de

testare a fost atent controlat. Punctul de fixare al unui subiect antrenat este menținut cu mai multă siguranță și criteriul de vizibilitate este mai precis.

În a doua serie de teste am inclus o nouă componentă ca sarcină vizuală: mișcarea brațului pietonului. În condițiile experimentului, viteza de deplasare a pietonului trebuia să fie foarte înceată (1 pas/2 sec) pentru a înregistra distanța de detecție cât mai precis. La această viteză, mișcarea unui pieton care se plimbă, văzut de la mai mult de 40 m nu mai este o componentă critică a sarcinii vizuale. În a doua serie de teste, pietonul mișca tot timpul brațul în timp ce se deplasa. Ca și la prima serie de teste, viteza de mișcare era constantă ($0,2 \text{ m/s}$) și lungimea unui pas era de 40 cm. Mișcarea brațului făcea detectarea pietonului mai ușoară iar distanța de detecție putea fi definită mai precis. Mișcarea brațului pietonului mărea dimensiunea orizontală a țintei vizuale.

Am efectuat sesiunea de opt teste în zile consecutive cu subiectul antrenat. O sesiune consta din patru condiții de iluminat diferite. În vederea dezaxată excentricitatea vederii țintei era de 20° . Rezultatele sunt prezentate în Figura 4.

Din nou rezultatele au arătat că nivelul de luminanță are un efect clar asupra vizibilității. De asemenea, la fel ca în prima serie de teste, vizibilitatea este mai bună în vederea foveală decât în vederea dezaxată la un nivel de luminanță de $1,5 \text{ cd/m}^2$. Nu s-au găsit efecte spectrale la niveluri de luminanță ridicate. Totuși, apar diferențe între cele două spectre de luminanță la o luminanță de $0,1 \text{ cd/m}^2$. Subiectul antrenat putea defini distanța de detecție mult mai precis. În plus, includerea mișcării a mărit sensibilitatea testului și distanța de detecție putea fi înregistrată mult mai precis.

La nivelul de luminanță de $0,1 \text{ cd/m}^2$ vizibilitatea devenea relativ mai bună pentru ținte dezaxate comparativ cu vederea dezaxată. Când ținta era în vedere foveală, spectrul luminii nu afecta vizibilitatea. Totuși, în vedere dezaxată pragul de luminanță relativă era mai scăzut cu lămpi MH comparativ cu cele HPS. Astfel lumina cu conținut ridicat în regiunea cu lungimi de undă albastre indică o vizibilitate mai bună în vederea dezaxată.

5. Concluzii

Rezultatele indică faptul că nivelul de lumină are un efect mai puternic în vederea țintelor mișcătoare în regiunea mezopică. Distanță de detectare a pietonilor devine mai scurtă odată cu scăderea nivelului luminii. Efectul nivelului luminii asupra vizibilității nu este totuși liniar în diferite părți ale câmpului vizual. La niveluri de luminanță de $1,5 \text{ cd/m}^2$ vizibilitatea este mai bună în vedere foveală decât în cea dezaxată. Atunci când a fost scăzut nivelul luminii la $0,1 \text{ cd/m}^2$, diferențele dintre vizibilitatea foveală și cea dezaxată dispăreau și erau parțial inversate. Aceasta este explicabilă prin structura retinei. În fovea sunt doar conuri și nu sunt bastonașe. Numărul conurilor scade cu excentricitatea de la fovee, în timp ce numărul bastonașelor crește cu excentricitatea de la fovee. La niveluri ridicate de lumină conurile sunt mai active decât bastonașele. Când nivelul luminii scade și ajunge în zona mezopică, bastonașele devin active, în timp ce contribuția conurilor în procesul vizual devine scăzută. Importanța vederii dezaxate crește când nivelul luminii scade în domeniul luminașelor mezopice. În condiții de vedere centrală ținta (pietonii) erau văzuți cu fovea. Nivelul luminanței în instalațiile cu lămpi HPS și MH era egal în termeni de luminașe echivalente fotopic funcție de $V(\lambda)$. Cum $V(\lambda)$ este bazată pe senzitivitatea spectrală a conurilor și sunt aproape numai conuri în fovea, este de prevăzut că spectrul luminii nu afectează vizibilitatea în vederea centrală chiar la niveluri de lumină scăzute. Acesta era de fapt rezultatul experimentelor atât la niveluri de luminanță de $1,5$ cât și $0,1 \text{ cd/m}^2$. Spectrul luminii nu a afectat vizibilitatea la nici un nivel de luminanță atunci când ținta a fost observată foveală. Aceasta confirmă descoperirile studiilor noastre anterioare, când s-a studiat efectul spectrului luminii asupra acuității vizuale în domeniul mezopic. În vederea dezaxată sunt active atât bastonașele cât și conurile la niveluri de lumină mezopică. Senzitivitatea spectrală a bastonașelor este mai pronunțată la regiunea lungimilor de undă scurte, comparativ cu conurile. Este de prevăzut că atunci când nivelul luminașelor scade la domeniul mezopic, partea albastră a spectrului devine mai activă pentru vederea dezaxată.[...] În vederea dezaxată (20°)

pragul luminanței relative era mai scăzut sub lămpi MH comparativ cu lămpile HPS. Aceasta a fost confirmată doar pentru luminașe de $0,1 \text{ cd/m}^2$, unde contribuția bastonașelor se presupune a fi mai mare decât la luminașe de $1,5 \text{ cd/m}^2$. Rezultatele sugerează că în domeniul mezopic senzitivitatea spectrală a ochiului se mută spre lungimile de undă scurte în acele părți ale retinei unde atât conurile cât și bastonașele contribuie la sarcina vizuală. Măsurările vizibilității pietonilor sugerează că spectrul lămpii are un efect în vizibilitatea în condiții rutiere în cazul vederii dezaxate. Lămpile cu conținut ridicat în regiunea lungimilor de undă albastre par a fi mai eficiente decât cele convenționale cu lămpi cu vapori de sodiu de înaltă presiune. Efectul spectrului luminii asupra vizibilității la nivele mezopice este dependent de nivelul de adaptare al ochiului și de excentricitate a sarcinii vizuale. Motivul este distribuția neuniformă a celor trei tipuri de conuri și a bastonașelor pe retină și a schimbării contribuției mutuale a bastonașelor și conurilor la sarcina vizuală cu schimbarea nivelului de iluminare.

Vom continua experimentele în ceea ce privește instalațiile de iluminat rutier. Obiectivul este de a confirma descoperirile legate de vizibilitate pentru diferite condiții de luminașe și cu diferite spectre de lumină. Sarcina vizuală din experimentele prezentate în această lucrare este pragul de detectare al pietonilor. Acesta corespunde contrastului minim de luminanță al sarcinii raportat la zona înconjurătoare necesar pentru ca observatorul să detecteze ținta. Nu am inclus identificarea vizuală sau recunoașterea sarcinii. În aceste experimente zona înconjurătoare a țintelor a fost relativ uniformă și țintele au fost întotdeauna în locul așteptat. În multe din situațiile care apar real la condus câmpul vizual este extrem de complex și observabilitatea unui stimul vizual față de fundal să devină importantă. Este clar că sarcina vizuală a condusului pe timp de noapte nu poate fi descrisă extensiv cu o singură sarcină vizuală. Experimente cu diferite sacini vizuale sunt necesare pentru a avea dovezi extensive despre efectele spectrale asupra performanței vizuale în domeniul mezopic.

Traducere Dr. Dorin BEU

CONTROL OF THE LOST LIGHT ENERGY AT HOUSES

Banu MANAV

University of Bahçeşehir, Faculty of Architecture, Turkey

In Turkey, an important amount of the consumed electrical energy at houses is light energy. To control light energy consumption, alternative solutions can be stated by examining user preferences' for lighting and housing. This paper discusses how energy consumption at houses can be controlled through lamp and luminaire selection, lighting hardware and control systems. As general beliefs of people are influenced on their preferences, tendencies in lamp selections were investigated through a questionnaire. Results indicate that 64 people (44.13%) prefer to use incandescent and compact fluorescent lamps together. A total of 80 people (55%) use fluorescent lamps in any part of their houses. While 16 people (11.03%) use only fluorescent lamps, 65 people (44.82%) reject to use them at all. When the reasons for rejection were examined and categorized, it was seen that parallel statements are valid in different countries regardless of the cultural differences. Though the necessity of a lighting consultant for any project is indispensable for, results of the questionnaire indicates that, only 2 people (1.3%) out of 145 believed its importance and took the advice of a consultant. The care given to the lighting design of a house at the construction stage was also investigated in the study. When the responses were evaluated, it was seen that, generally no specific lighting solutions were offered. Special care should be attended to lighting design considering economical and technical data. Consumers should also be more conscious about the properties of the products they select and use.

Introduction

The more energy resources diminish, the more it becomes valuable and this leads to find new design solutions. If we control energy consumption, we also can offer more economical and energy-efficient designs. Energy efficient lighting design depends not only on the choice of the lighting equipment, but also, on how the installed equipment is used by building occupants, after the designers and the electricians have left. It has been stated that, for Turkey, around 50% of the consumed electrical energy at houses is light energy (Onaygil, 2001). Such an amount of energy should carefully be planned and used. As the role of the occupants can not be disregarded in this process, their preferences for lighting equipment shall be studied to prevent energy loss.

This study concentrates on the control of artificial light energy at houses basically. Important factors to control artificial light energy can be listed as, lamp type, luminaire selection, lighting control systems and influences in preferences. The research question for the present study is based on the results of a previous survey that was conducted

by the author (Manav, 2001). The survey was about user preferences on luminaire selection at houses, at the living area, mainly. Tendencies in luminaire selections were investigated including lamp types. Depending on the results of the previous research, it was seen that generally incandescent lamp is preferred at houses (approximately 76%). This study aims to investigate the tendencies in lamp selection, preference, application and will offer alternative solutions to control energy loss at houses.

1. Energy efficient lighting design for houses

1.1 Lamp selection

There are four general lamp families of electric light sources: incandescent, fluorescent, high intensity discharge (HID) and cold cathode. Among them, incandescent and cold cathode lamps are used for general lighting, decorative and accent sources. Fluorescent lamps are primarily used for general lighting and HID lamps are generally preferred for outdoor lighting applications. However, as manufacturers continue lamp development, we can see broader use of all lamp types, that is; fluorescent lamp use is likely to be increased in

residential application while HID lamps may gain popularity in interior environments.

Incandescent lamps are likely to be selected for decorative lighting or at areas requiring very low light output source (Steffy, 1990).

Lamps should be selected according to their technical data. When catalog descriptions are compared, it is clear that, fluorescent lamps are more efficient with respect to incandescent lamps (see Tables 1, 2 for lamp comparison).

Table 1 Catalog values for incandescent lamps (Osram, 1998)

Incandescent lamp Bulb type clear glass	W	lm	Efficacy (lm/W)
	60	730	12.1
	75	960	12.8
	100	1380	13.8
	150	2250	15

Table 2 Catalog values for fluorescent lamps (Osram, 1998)

Tubular fluorescent	W	lm	Efficacy (lm/W)
	18	1350	75
	36	3350	93
	58	5200	89.6
Compact fluorescent	W	lm	Efficacy (lm/W)
	20	1200	60
	23	1500	65.2
	15	900	60

Previous research shows that, at houses, approximately 76% of the participants prefer incandescent lamps (Manav, 2001). In addition to incandescent lamps, fluorescent lamps can also be used. Compact fluorescent lamps have also E27 dip shape, similar to incandescent lamps, that brings easier installation. Recent developments in lamp technology provide various size and shape of fluorescent lamps, with very good color rendering properties and long lamp life.

In our country, with a nearly 70 million people population size, let's assume that, there are 20 million dwellings (in case, there are 3-4 people in each dwelling). In case, a 100 W incandescent lamp is replaced with a 15W compact fluorescent lamp, the amount of the

saved energy will be as follows; operating hours: 20.00-24.00 (4 hours every day), 1460 hours annual, energy saving annual = $20 \times 10^6 \times 1460 (100-15) = 2482 \times 10^9$ kWh/year

Even this calculation has a striking result. End-users shall select lamps considering their technical properties and lamp manufacturers should label lamps, so technical properties will be noticed while selecting.

1.2 Luminaire selection

Luminaires are responsible for the distribution of light on room surfaces, people, working plane and related tasks. Properties of an efficient luminaire can be described as follows: to control the distribution of light energy, to protect and cover the lamp, to hold lighting equipment and hardware, to be economical, to have a high efficacy, to have a resistant and durable material, to be coherent with other interior design elements by means of form, size, shape et cetera.

Depending on the properties of the selected luminaire, light energy can be spent inefficiently. Luminaires should be related to the working plane, their geometrical properties are important together with the lamps installed in them. End-users' preferences are important as they are the user group. A research on user preferences on luminaire selection at houses shows that, statistically, there is no relation between users' age group, education level and being the owner or the renter of a house and preferences for luminaire selection (Manav, 2001).

The link between the manufacturer, consumer and the technical consultant should be permanent. Manufacturers should produce luminaires according to the technical data, they should be in contact with technical consultants and should give necessary information about lighting to consumers while selling the product.

1.3 Lighting hardware and control systems

Lighting hardware consists all the necessary equipment for the lamp to operate. Depending on the properties of this equipment, lighting quality and energy consumption may change, psychological and physiological problems may arise.

To decrease energy consumption, lighting control systems are available. The most widely known and used one is, the dimming process. However, the quality of dimmers is important for energy consumption. Also, technological solutions like LUXMATE are available. LUXMATE satisfies the requirements of optimal lighting level and adjustments for individual lighting needs, different light sources can be dimmed digitally.

There are studies on the role of fluorescent lamps and lighting hardware on subjective well-being; such as the impact of the non-visible flicker from fluorescent lamps. In these studies, conventional and electronic ballasts are compared. As discussed in a study by Küller and Laike (Küller, 1998), flicker rate may influence the brainwave pattern that has been established through medical research. The role of flicker rate from fluorescent lamps on well-being, performance and physiological comfort was investigated and depending on the statistical results, it is recommended to use electronic high-frequency ballasts of good quality. Electronic ballasts are also recommended from energy-efficiency point of view (Onaygil, 2001).

Effects of lighting quality on well-being has also been investigated. When people are subjected to poor or low quality lighting supplied by fluorescent lamps, in a number of cases, they can suffer from eye strain and fatigue (Bommel, 2002). Lighting control systems are important to satisfy lighting of good quality.

1.4 Influences in preferences

Perception of a choice has an essential role in the realization of a process. General beliefs and expectations of end users are functional on lighting decisions. A group researchers were interested in the topic and investigated memory processing, psychological process for information storage and retrieval. As cited in Veitch (Veitch, 1993), Craick and Cockhart proposed a model. According to this framework, acquired information can easily be recalled at a later time. Our memory does not function as a simple recording device, we remember events, categorize them, make

decisions. We remember best the information that is coherent with what we know or believe.

General beliefs for fluorescent tubes, for example, is critical on end users' decisions. Results of a survey indicates that a large group of people believed that fluorescent tubes can be detrimental to one's health, and believed that natural light is superior to artificial light (Veitch, 1993). These individuals are unlikely to invest in any similar technology regardless of its potential. In a similar manner, successful uses of environmental technologies can diffuse to other individuals or even institutions. Individuals who are satisfied or pleased with their lighting system, will advocate it to others (Veitch, 1993). Advertisements, campaigns can be designed to take advantage of this fact.

Cost of a system or a lighting equipment is also effective in decision making process. Governmental supply may be needed to spread the use of certain techniques as well. In Brazil, for a project, user group was separated into three groups by means of their income level. 30%, 60% and 70% of the cost was supplied by the owners of the project and user group was encouraged to use that technology. At the end of the first year, energy consumption was reduced 630 GWh and energy production was decreased 120 million USD (Tunalı, 2000).

2. Material-method

The research method of the survey is questionnaire. The questionnaire consists of 7 questions that investigate the tendencies in lamp type selection, reasons behind their preferences and the importance of lighting for house-owners. 145 people from different professions with different income levels participated in the study. No personal data was evaluated, only percentages of the responses were evaluated to see the general tendencies.

The first question asks preferred lamp types for houses. Participants were free to select more than one choice. The choices were, incandescent lamp, tubular fluorescent lamp, compact fluorescent lamp, halogen lamp and others (they were asked to define).

The second and the third questions were related to each other. The second question

asked whether fluorescent lamp is used at houses, so the percentage of people who reject fluorescent lamps could be found. Third question was for the ones who reject fluorescent lamps and tries to find out the reasons for rejection.

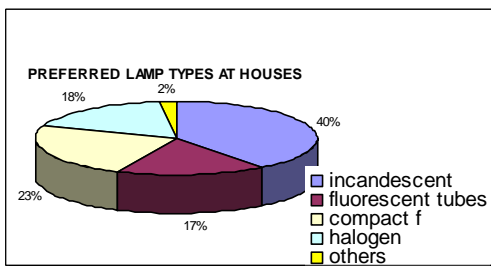
The necessity of a lighting consultant for a project is indispensable. The fourth and the fifth questions intend to find out the percentage for the ones who took the advice of a lighting consultant for their homes and to give the reasons.

In recently constructed settlements, special lighting solutions are offered. The last two questions are related to this, asking whether there was a special lighting solution for the houses they settle down and if any, for which part of the house?

3. Results

Results indicate that 64 people (44.13%) prefer to use incandescent and compact fluorescent lamps together. A total of 80 people (55%) use fluorescent lamps in any part of their houses. While 16 people (11.03%) use only fluorescent lamps, 65 people (44.82%) reject to use them at all – Figure 1 shows the percentages for lamp preference.

Figure 1 Preferred lamp types with percentages



Reasons for rejection were asked to be stated and are categorized in Table 4. Nearly 10% of the participants state that they do not like fluorescent. Other statements are as follows: disturbance (2%) and disturbance from flicker rate (2%). This is parallel to Küller and Laike, who studied the role of flicker rate from fluorescent lamps on subjective well-being.

According to the completed questionnaires, general beliefs play an essential role in lamp selection. This is similar to relevant literature

(Veitch, 1993), people who are familiar to use incandescent lamps in their houses do not need to find another solution and believe that, fluorescent lamps are unfamiliar to them (5.3%). Other statements about general beliefs are like these; it has white light (3.3%), it is a useless lamp, not functional (2.6%), it is aloud (2%), it makes glare (5.3%), it creates cold space (2%), it is unaesthetic (1.3%) and 2.6% state that they use compact, not fluorescent (actually compact fluorescent is a fluorescent lamp type). However, fluorescent lamps have some advantages over incandescent lamps, that are also important for energy efficiency. Individuals who are satisfied or pleased with their lighting system will advocate it to others. As advertisements, media news, campaigns are effective on increasing the awareness of people, they can be designed to take advantage of this fact.

Among the participants, a percentage of 3.3% believes that, fluorescent lamps are expensive, 1.3% mention that they are on rent and lamp selection is not important for them. As cost of a system or a lighting equipment is effective in decision making process, certain projects, such as governmental supply may be needed to spread the use of certain techniques and products.

Table 4 Reasons of fluorescent rejection at houses

Statement	No. of people	Percentage (%)
disturbs	3	2
unsuitable to the existing luminaire	4	2.66
a useless lamp, not functional	4	2.66
flicker rate disturbs me	3	2
it has white light	5	3.33
it is aloud	3	2
it makes glare	8	5.33
unaesthetic	2	1.33
I am on rent, no need to use it	2	1.33
we use compact, not fluorescent	4	2.66
expensive	5	3.33
it is unfamiliar to me	8	5.33
creates cold space	3	2
I do not like it	15	10

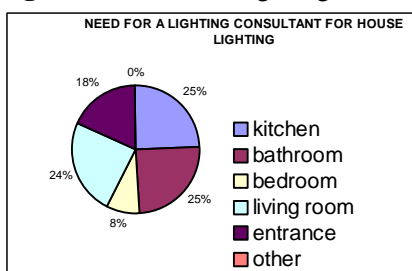
Though the necessity of a lighting consultant for any project is indispensable, only two people (1.3%) out of 145 believed its importance and took the advice of a consultant.

They listed their reasons for not taking advice as follows; no need for a consultant, familiarity to traditional products, lamps et cetera. Responses clearly show that, for a group of people, lighting of a place still means to install any kind of lamp. People who took the advice of a consultant (1.3%) point out that, they know the importance of lighting.

In some of the recently constructed buildings, suspended ceilings in bathrooms with lighting fixtures and counter lighting at kitchens are offered, but generally, no specific lighting solution for the rest of the house. The last two questions were asked to figure out this belief. When the responses are evaluated, it is seen that, out of 145 people, 128 (88.2%) say that they do not have a specific solution for lighting at their houses. 17 (11.7%) people have been offered a lighting solution when they moved to their homes, and these were for the kitchen, bathroom and living area mainly, as seen in Figure 2.

Lighting solutions are counter lighting for kitchens and bathrooms, sockets for lighting on the ceilings or on the walls. Apart from these, there are no specific lighting control system like wall washing, cove lighting in any part of the home, or a remote control system.

Figure 2 Need for a lighting consultant for houses



4. Conclusion

Energy saving is not only achieved by turning off the lights. Number and type of lamps can be arranged to save energy as well. Lamps should be selected according to their technical data, and all of the products in the market should be labeled according to the technical properties.

According to the results of the present research, an important amount of people reject to use fluorescent tubes as a result of their beliefs, without being aware of the technical

properties. Reasons for rejection indicate that, regardless of the cultural differences, parallel statements are valid in different countries. Cross-cultural studies on lamp preferences and reasons for rejection can be done to make more general statement. To overcome certain beliefs, advertisements, campaigns can be designed, projects can be realized by governmental supply or by international lighting firms' sponsorships.

Lighting hardware and control systems are available to decrease energy consumption. These systems can be advised to people and be applied to projects.

Luminaire selection is also important from energy consumption point of view. Luminaires should be designed and produced according to certain principles. Manufacturers should be in contact with technical consultants. They should give necessary technical information about the products and consumers should be more conscious of the properties of the products they prefer.

5. References

- 1 Onaygil S. "Aydınlatmada Verimlilik ve Enerji Tasarrufu", İzmir Aydınlatma Sempozyumu, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, s: 6-12, İzmir, 2001.
- 2 Manav B. "Aydınlatma Aygıtlarının Tasarım İlkeleri ve Kullanıcı Tercihleri Üzerine Bir Araştırma", TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, s: 131-136, İzmir, 2001.
- 3 Steffy G. *Architectural Lighting Design*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1990.
- 4 Osram Lighting Catalog, 1998.
- 5 Küller R., Laike T. "The Impact of Flicker Rate From Fluorescent Lighting on Well-Being, Performance and Physiological Arousal". *Ergonomics*, 41(4): 433-447, 1998.
- 6 Bommel W.J.M.V., Beld G.J.V.D., Ooijen M.H.F.V. "Industrial Lighting-Health-Well-Being and Productivity" The 2nd Balkan Conference on Lighting 2002- Proceedings, pg. no: 9-16, Istanbul, 2002.
- 7 Veitch J. "The Psychology Behind Right Light Choices: Review and Research Agenda. Proceeding Book of 2nd European Conference on Energy-Efficient Lighting, Arnhem, Netherlands, pg. no. 796-811, 1993.
- 8 Veitch J., Hine D, Gifford R. "End User's Knowledge, Beliefs and Preferences for Lighting". *Journal of Interior Design*, 19(2): 15-26, 1993.
- 9 Tunalı E. "Aydınlatma Sektöründe Sosyal pazarlama Yaklaşımları", 3.Ulusal Aydınlatma Kongresi, s: 237-242, İstanbul, 2000.

Banu MANAV

University of Bahçeşehir, Faculty of Architecture
Department of Interior Architecture and Environmental
Design
Eski Londra Asfaltı(E-5) İncirli Kavşağı
Mehmetçik Sokak No:2
Bahçelievler 34590 İstanbul/ Turkey

Phone: +90-212-442-18-16/244
e-mail: bmanav@bahcesehir.edu.tr



She is an interior architect, got her Master's Degree from Bilkent University, Faculty of Interior Architecture and Environmental Design. She prepares Ph.D dissertation at Istanbul Technical University, Faculty of Architecture, Building Physics Program. She is a research assistant at Bahçeşehir University, Faculty of Architecture. The topics she is interested are related to psychology of light, color of light and energy efficient lighting design.

Paper accepted at Livenarch 2003 International Congress, Trabzon, Turkey, 1-4 July 2003.

Received 19 May 2003

CONTROLUL PIERDERILOR DE ENERGIE PENTRU ILUMINATUL LOCUINTELOR

În Turcia, o cantitate importantă din energia electrică consumată este utilizată pentru iluminat. Pentru a controla consumul de energie pentru iluminat, se pot găsi soluții alternative investigând preferințele utilizatorilor în ceea ce privește iluminatul locuințelor. Acest articol examinează modul de control al consumului de energie casnic prin selecția corespunzătoare a lămpilor și aparatelor de iluminat, a sistemelor de control al iluminatului. Deoarece părerile generale ale oamenilor sunt influențate de preferințele lor, tendințele în alegerea lămpilor au fost investigate prin intermediul unui chestionar. Rezultatele indică faptul că 64 de persoane (44,13%) preferă să utilizeze lămpi cu incandescență împreună cu lămpile fluorescente compacte. 80 de persoane (55%) utilizează lămpi fluorescente în toată casa. În timp ce 16 persoane (11,03%) utilizează numai lămpi fluorescente, 65 de persoane (44,82%) resping complet utilizarea lor. Din examinarea și categorizarea

motivelor de respingere a acestor lămpi, s-a observat că declarațiile similare sunt valabile în mai multe țări, indiferent de deosebirile culturale. Deși asistența unui specialist în iluminat este indispensabilă, rezultatele chestionarului arată faptul că numai 2 persoane (1,3%) din 145 sunt conștiente de importanța acestuia și au apelat la un consultant. În studiu a fost investigată și atenția acordată proiectării iluminatului casei la faza de construcție. Din evaluarea răspunsurilor, s-a observat că în general nu au fost oferite soluții specifice de iluminat. Proiectarea iluminatului ar trebui să țină cont de datele tehnice și economice. Consumatorii ar trebui, de asemenea, să fie mai bine informați asupra proprietăților produselor pe care le aleg pentru folosință.

Introducere

Odată cu diminuarea resurselor de energie, valoarea acesteia crește și se impune găsirea unor soluții noi de proiectare. Dacă consumul de energie este controlat, se pot oferi și soluții tehnice mai economice și mai eficiente din punct de vedere energetic. Soluțiile tehnice de iluminat eficient depind nu numai de alegerea echipamentelor de iluminat, dar și de modul de utilizare a echipamentelor de către ocupanții clădirii, după instalarea acestora. S-a stabilit că, în cazul Turciei, în jur de 50% din energia electrică casnică este consumată pentru iluminat [Onaygil, 2001]. Această cantitate de energie ar trebui planificată și utilizată mai atent. Deoarece trebuie ținut cont de rolul ocupanților, se vor lua în considerare preferințele acestora pentru echipamente de iluminat, pentru a preveni pierderile de energie.

Acest studiu se concentrează asupra controlului energiei utilizate pentru iluminatul artificial casnic. Se pot enumera factori importanți pentru controlul energiei de iluminat artificial, cum ar fi tipul lămpii, alegerea aparatului de iluminat, sistemele de control al iluminatului și influențele în preferințele lor. Subiectul cercetării acestui studiu se bazează pe un rezultat anterior desfășurat de autor [Manav, 2001]. Studiul a abordat preferințele utilizatorilor pentru aparatele de iluminat domestice, în principal pentru zona de locuit. Investigarea tendințelor în alegerea aparatelor de iluminat a ținut cont de tipurile de lămpi. Ținând cont de rezultatele cercetării anterioare, s-a observat că în general sunt preferate lămpile cu incandescență (70%). Studiul de față urmărește investigarea tendințelor în alegerea

lămpilor, preferințe și aplicații, și va oferi soluții alternative pentru a controla pierderile de energie casnice.

1. Proiectarea iluminatului eficient energetic pentru locuințe

1.1 Alegerea lămpilor

Există patru clase generale de lămpi pentru surse de iluminat electric: incandescente, fluorescente, cu descărcare de mare intensitate (HID) și catod rece. Dintre acestea, lămpile cu incandescență și cele cu catod rece sunt utilizate pentru iluminat general, decorativ și de accentuare. Lămpile fluorescente sunt utilizate pentru iluminatul general, iar lămpile HID sunt preferate pentru aplicațiile de iluminat exterior. Cu toate acestea, datorită dezvoltării continue a lămpilor, se poate observa o utilizare mai largă a tipurilor de lămpi, respectiv lămpile fluorescente se utilizează tot mai mult în iluminat casnic, în timp ce lămpile HID pot să câștige popularitate și pentru medii interioare.

Lămpile cu incandescență sunt utilizate de obicei pentru iluminat decorativ sau în zone care necesită surse de iluminat de putere redusă [Steffy, 1990].

Lămpile ar trebui alese în funcție de datele tehnice. Din compararea descrierilor de catalog, se observă clar că lămpile fluorescente sunt mai eficiente decât lămpile cu incandescență (vezi Tabelele 1, 2 pentru comparații de lămpi).

Cercetările anterioare arată că, în locuințe, aproximativ 76% dintre participanți preferă lămpile cu incandescență [Manav, 2001]. În completarea lămpilor cu incandescență, se pot utiliza și lămpi fluorescente. Lămpile fluorescente compacte cu soclul E27, similar cu lămpile cu incandescență, le face mai ușor de instalat. Dezvoltările recente în tehnologia lămpilor oferă diverse mărimi și forme pentru lămpile fluorescente, cu proprietăți de culoare foarte bune și durată mare de viață.

În Turcia, cu aproximativ 70 milioane de locuitori, să considerăm că sunt 20 milioane locuințe (în cazul în care sunt 3-4 persoane într-o locuință). În acest caz, o lampă cu incandescență de 100 W înlocuită cu o lampă fluorescentă compactă de 15 W determină

următoarea economie de energie: ore de funcționare: 20.00-24.00 (4 ore pe zi), 1460 ore anual, economie de energie pe an = $20 \cdot 10^6 \cdot 1460 (100-15) = 2482 \cdot 10^9$ kWh/an.

Acest calcul are un rezultat remarcabil. Utilizatorii ar trebui să aleagă lămpile în funcție de proprietățile lor tehnice iar producătorii de lămpi ar trebui să aplice etichete pe acestea pentru ca proprietățile tehnice să fie vizibile în momentul alegerii.

1.2 Alegerea aparatelor de iluminat

Aparatele de iluminat au rolul de a distribui lumina pe suprafețele camerei, a planurilor de lucru și a obiectelor. Proprietățile unui aparat de iluminat eficient pot fi descrise după cum urmează: controlul distribuției energiei luminoase, protejarea lămpii, susținerea echipamentului de iluminat și accesoriilor, economicitate, eficiență ridicată, material rezistent și durabil, potrivit cu alte elemente de decorațiuni interioare prin formă, dimensiune.

În funcție de proprietățile aparatului de iluminat ales, energia luminoasă poate fi distribuită ineficient. Aparatele de iluminat trebuie să fie adaptate la planul de lucru, proprietățile geometrice trebuie considerate împreună cu lampa instalată. Preferințele utilizatorilor finali sunt importante deoarece aceștia formează grupul utilizatorilor. Cercetarea preferințelor utilizatorilor referitoare la alegerea aparatelor de iluminat casnic arată că, statistic, nu există o relație între grupele de vârstă ale utilizatorilor, nivelul de studii, dacă sunt proprietari sau chiriași ai locuinței și respectiv preferințele pentru alegerea aparatelor de iluminat [Manav, 2001].

Legătura dintre producător, consumator și consultantul tehnic ar trebui să fie permanentă. Producătorii ar trebui să fabrice aparatele de iluminat în conformitate cu datele tehnice, să fie în contact cu consultanții tehnici și să ofere consumatorilor informațiile necesare despre iluminat în faza de vânzare a produsului.

1.3 Echipamente și sisteme de control al iluminatului

Echipamentele de iluminat sunt toate elementele necesare pentru funcționarea lămpii. În funcție de proprietățile acestor echipamente

variază calitatea iluminatului și consumul de energie, putând apărea probleme psihologice și fiziologice.

Pentru a scădea consumul de energie sunt disponibile sisteme de control al iluminatului. Cel mai cunoscut și răspândit este cel de diminuare (dimming). Calitatea acestor regulatoare este importantă pentru consumul de energie. De asemenea, sunt disponibile soluții tehnice precum LUXMATE. Acesta satisface cerințele pentru un nivel optim de iluminat și reglajele pentru necesitățile individuale de iluminat, diferitele tipuri de surse de lumină putând fi reglate digital.

Există studii asupra rolului lămpilor fluorescente și a echipamentelor de iluminat asupra stării subiective, cum ar fi impactul flickerului invizibil al lămpilor fluorescente. În aceste studii, sunt comparate balastul electronic cu cel convențional. După cum se arată într-un studiu de Küller și Laike [Küller, 1998], frecvența de flicker poate influența undele cerebrale, fapt evidențiat prin mijloace medicale. Rolul frecvenței de flicker a lămpilor fluorescente asupra stării, performanțelor și confortului psihologic a fost investigat și, în funcție de rezultatele statistice, se recomandă utilizarea balastului electronic de frecvență înaltă, de calitate superioară. Balastul electronic este recomandat și din punct de vedere al eficienței energetice [Onaygil, 2001].

S-a investigat și efectul calității iluminatului asupra stării psihice. Dacă persoanele sunt expuse unui iluminat slab sau de calitate redusă furnizat de lămpi fluorescente, în anumite cazuri pot suferi de probleme oculare și oboseală [Bommel, 2002]. Sistemele de control al iluminatului sunt importante pentru a oferi un iluminat de calitate superioară.

1.4 Influențe în preferințe

Percepția opțiunii are un rol esențial în realizarea unui proces. Credințele și așteptările generale ale utilizatorilor finali au efect asupra deciziilor legate de iluminat. Un grup de cercetători a abordat acest subiect și a investigat procesele de memorie, procesele psihologice pentru stocarea și regăsirea informațiilor. După cum este citat în Veitch [Veitch, 1993], Craick și Cockhart au propus

un model. Conform acestui cadru, informațiile dobândite pot fi regăsite cu ușurință la un moment ulterior. Memoria noastră nu funcționează ca un simplu dispozitiv de înregistrare, ne reamintim evenimente, pe care le categorizăm, luăm decizii. Ne amintim cel mai bine informațiile care sunt coerente cu ceea ce știm sau credem.

Conceptiile generale despre tuburile fluorescente, de exemplu, sunt esențiale pentru deciziile utilizatorilor finali. Rezultatele unui studiu indică faptul că multe persoane consideră că tuburile fluorescente pot fi dăunătoare pentru sănătate, și de asemenea că lumina naturală este superioară luminii artificiale [Veitch, 1993]. Probabilitatea ca aceste persoane să investească în tehnologie similară, indiferent de potențialul său, este redusă. Într-un mod asemănător, utilizarea cu succes a tehnologiilor ecologice poate difuza către alți indivizi sau chiar instituții. Persoanele satisfăcute de sistemul de iluminat personalizat îl vor recomanda și altora [Veitch, 1993]. Campaniile de publicitate pot fi proiectate pentru a profita de acest fapt.

Costul unui sistem sau al echipamentelor de iluminat este de asemenea important în procesul decizional. Subvențiile de stat pot fi necesare pentru a răspândi utilizarea anumitor tehnici. În Brazilia, pentru un proiect, grupul utilizatorilor a fost separat în trei grupe, în funcție de nivelul veniturilor lor. Proprietarii au subvenționat 30%, 60% și 70% din costuri, iar utilizatorii au fost încurajați să utilizeze acea tehnologie. La sfârșitul primului an, consumul de energie a fost redus cu 630 GWh iar producția de energie a scăzut cu 120 milioane USD [Tunalı, 2000].

2. Metoda

Instrumentul de cercetare al studiului este chestionarul. Acesta constă din 7 întrebări care investighează tendințele în alegerea tipului lămpii, motivele care stau la baza preferințelor și importanța iluminatului pentru proprietarii locuințelor. Au participat la studiu 145 de persoane cu profesii diferite și cu venituri diferite. Nu s-au evaluat datele personale, doar

procentele de răspunsuri pentru a observa tendințele generale.

Prima întrebare s-a referit la tipurile preferate de lămpi. Participanții au avut posibilitatea de a alege mai mult de o variantă. Alegerile au fost: lampă cu incandescență, tuburi fluorescente, lămpi fluorescente compacte, lămpi cu halogen și altele (li s-a cerut să le definească).

A doua și a treia întrebare au fost corelate. A doua întrebare a urmărit utilizarea lămpilor fluorescente în locuințe, pentru a determina procentul persoanelor care resping lămpile fluorescente. A treia întrebare a fost pentru cei care resping lămpile fluorescente și a investigat motivele pentru această respingere.

Necesitatea unui consultant de iluminat pentru un proiect este esențială. A patra și a cincea întrebare au urmărit să afle procentul celor care au cerut asistența unui consultant în iluminat pentru locuințele lor și să prezinte motivele.

În locuințele construite recent sunt oferite soluții de iluminat speciale. Ultimele două întrebări s-au referit la acestea, urmărind dacă există o soluție specială de iluminat în locuințele lor și, dacă DA, în ce parte a locuinței.

3. Rezultate

Rezultatele indică faptul că 64 de persoane (44,13%) preferă utilizarea lămpilor cu incandescență și fluorescente compacte, împreună. 80 de persoane (55%) utilizează lămpi fluorescente în orice parte a locuinței. În timp ce 16 persoane (11,03%) utilizează numai lămpi fluorescente, 65 de persoane (44,82%) le resping complet – Figura 1 prezintă procentele pentru utilizarea lămpilor.

Motivele de respingere sunt enumerate în Tabelul 4. Aproape 10% din participanți declară că nu apreciază lămpile fluorescente. Alte motivații au fost următoarele: deranjante (2%) și deranj de la frecvența de flicker (2%). Aceasta este similar cu Küller și Laike, care au studiat rolul frecvenței de flicker a lămpilor fluorescente asupra stării subiective.

Conform chestionarelor, concepțiile generale au un rol esențial în alegerea lămpii.

Aceasta concordă cu literatura [Veitch, 1993], persoanele care sunt familiarizate cu lămpile cu incandescență în locuințele lor nu caută alte soluții și consideră că lămpile fluorescente nu le sunt familiare (5,3%). Alte concepții generale sunt: au lumină albă (3,3%), este o lampă inutilă, nefuncțională (2,6%), produce zgomot (2%), produce orbie (5,3%), crează senzația de spațiu rece (2%), este inestetică (1,3%) iar 2,6% au declarat că utilizează lămpi compacte, nu fluorescente (cu toate că, de fapt, lămpile compacte fluorescente sunt lămpi de tip fluorescent). Lămpile fluorescente au unele avantaje față de lămpile cu incandescență, ceea ce este de asemenea important pentru eficiența energetică. Persoanele care sunt mulțumite de sistemul lor de iluminat îl vor recomanda și altora. Deoarece publicitatea, știrile, campaniile sunt eficiente în informarea publicului, acestea pot fi concepute pentru a beneficia de acest avantaj.

Dintre participanți, un procent de 3,3% consideră că lămpile fluorescente sunt scumpe, 1,3% menționează că locuiesc în chirie și alegerea lămpilor nu este importantă pentru ei. Deoarece costul unui sistem sau a echipamentelor de iluminat este important în luarea deciziilor, anumite proiecte, cum ar fi subvenția de stat, pot fi necesare pentru a lărgi utilizarea anumitor tehnici și produse.

Deși participarea unui consultant în iluminat este importantă pentru orice proiect, numai două persoane (1,3%) din 145 au apreciat această importanță și au solicitat serviciile unui consultant. Motivele pentru a nu apela la un consultant au fost următoarele: consultantul nu este necesar, familiarizare cu produsele și lămpile tradiționale. Răspunsurile arată clar că, pentru un grup de persoane, iluminatul unui spațiu înseamnă în continuare instalarea oricărui tip de lampă. Persoanele care au apelat la un consultant (1,3%) au subliniat faptul că sunt conștiente de importanța iluminatului.

În unele din construcțiile recente, sunt oferite tavane false cu aparate de iluminat, în baie, și iluminat indirect pentru bucătărie, dar în general nu sunt soluții speciale de iluminat pentru restul locuinței. Ultimele două întrebări au fost adresate pentru a evidenția această

concepție. Din evaluarea răspunsurilor se observă că, din 145 de persoane, 128 (88,2%) declară că nu au o soluție specială de iluminat în locuințele lor. 17 persoane (11,7%) au avut propuneri pentru soluții de iluminat când s-au mutat în locuință, iar acestea erau pentru bucătărie, baie și zona de locuit, după cum se observă în Figura 2.

Soluțiile de iluminat sunt iluminatul indirect pentru băi și bucătării, aplice pentru iluminat pe tavan sau pe perete. În afară de acestea, nu există sisteme specifice de control al iluminatului, cum ar fi peretele spălat” de lumină, iluminatul în scafă în orice loc din casă sau un sistem de control la distanță.

4. Concluzii

Economia de energie nu se realizează numai prin stingerea luminilor. Numărul și tipul de lămpi pot fi stabilite pentru a economisi energie. Lămpile trebuie selectate în funcție de datele tehnice și toate produsele din comerț ar trebui marcate în funcție de proprietățile lor tehnice.

Conform rezultatelor acestui studiu, un număr mare de persoane resping utilizarea tuburilor fluorescente ca rezultat al concepțiilor

lor, fără a fi conștiente de proprietățile tehnice. Motivele de respingere arată că, indiferent de diferențele culturale, declarațiile similare sunt valabile în țări diferite. Studiile comparative asupra preferințelor pentru lămpi și motivele de respingere pot fi realizate pentru a obține situații mai generale. Pentru a depăși anumite convingeri, se pot concepe campanii de publicitate, se pot realiza proiecte cu subvenție de stat sau prin sponsorizarea din partea firmelor internaționale de iluminat.

Echipamentele de iluminat și sistemele de control sunt disponibile pentru a scădea consumul de energie. Aceste sisteme pot fi prezentate publicului și pot fi aplicate în proiecte.

Alegerea aparatelor de iluminat este de asemenea importantă din punct de vedere al consumului de energie. Aparatele de iluminat trebuie proiectate și produse în conformitate cu anumite principii. Producătorii ar trebui să fie în contact cu consultanții tehnici. Ei ar trebui să ofere informațiile tehnice necesare despre produse iar consumatorii ar trebui să fie mai conștienți de proprietățile produselor pe care le preferă.

ILUMINAT 2003

A II-a Conferință internațională de iluminat Cluj-Napoca, 8-9 mai 2003

Florin POP

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

A II-a Conferință internațională **ILUMINAT 2003** s-a desfășurat la Cluj-Napoca în 8-9 mai 2003, în organizarea Universității Tehnice – Centrul de Ingineria Iluminatului, S.C. Filiala de Distribuție și Furnizare a Energiei Electrice ELECTRICA Transilvania Nord S.A. și S.C. Energobit Schröder Lighting S.R.L.

Au fost prezentate 32 lucrări din cele 48 trimise Conferinței, unii autori neputând participa din motive personale sau profesionale. Participanții, autori sau auditori, au contribuit la înaltul nivel științific al conferinței. Tematica cercetărilor prezentate a acoperit întregul domeniu al Luminii și Iluminatului – mediul luminos interior și exterior, eficiența energetică – acțiuni și soluții, sisteme de comandă și control, parametrii fotometrici și colorimetrici, noi dispozitive de măsură, aplicații software, alimentarea cu energie electrică a instalațiilor, istoric și spațiul arhitectural.

Lucrările au fost realizate de echipe de cercetare din străinătate - Algeria, Austria, Belgia, Cuba, Finlanda, Franța, Ungaria, Coreea, Germania, Grecia, Italia, Africa de Sud, Marea Britanie și SUA – și de colective universitare și companii naționale din București, Cluj, Craiova, Iași, Timișoara, Tg. Mureș.

O Sesiune de Postere a fost dedicată lucrărilor echipei de cercetare de la LAEL – Light & Architectural Environment Laboratory, Universitatea Kyung Hee, Coreea, absența lor fiind determinată de cauzele medicale SARS.

Comitetul Științific a fost alcătuit din domnii Wout van BOMMEL, Olanda, Cornel BIANCHI, România, David CARTER, Marea Britanie, Marc FONTOYNONT, Franța, Luciano DI FRAIA, Italia, Liisa HALONEN, Finlanda, Jozsef HORVATH, Ungaria, Mehmet Şener KÜÇÜKDOĞU, Turcia,



Ramon SAN MARTIN, Spania, Axel STOCKMAR, Germania, Dorin BEU, Cătălin GALĂȚANU și Florin POP, România.

Conferința a fost onorată de prezența Dr. Axel STOCKMAR, Președintele Comitetului Național German de Iluminat, Profesor Dr. Cornel BIANCHI, Președintele Comitetului Național Român de Iluminat și de participarea unor reprezentanți ai școlilor naționale de iluminat din Grecia, Finlanda și Coreea (prin Sesiunea de Postere). Au fost prezenți Domnii Michel De BRUYN, Director Schröder Group, Belgia, Sandor ALMASI, Director general Tungsram-Schröder, Ungaria, Nigel BOX, Director URBIS Schröder Group GIE, Marea

Britanie, Necdet KINALI, Director pentru Europa Centrală și de Est TRIDONIC, Austria și Gabriel IOSIF, Director general OSRAM România.

Considerăm că ILUMINAT 2003 a fost un FORUM al comunității internaționale luminotehnice, interesant și util. Aceasta și datorită eforturilor Comitetului de organizare, Comitetului științific, Secretariatului și întregului colectiv ce a contribuit la buna desfășurare a Conferinței.

Domnul Wout van BOMMEL, Președintele CIE - Comisia Internațională de Iluminat -, menționează în mesajul său:

„În ultimii cinci ani am participat la trei conferințe de iluminat în România. Am fost încântat de fiecare dată, impresionat de varietatea subiectelor importante și având satisfacția unor discuții interesante. Regret în mod sincer că de data aceasta, datorită unor angajamente anterioare, nu voi putea participa la ILUMINAT 2003, în special pentru că este organizată în plăcutul oraș Cluj-Napoca, de care mă leagă amintiri frumoase. După cum cunoașteți, unul din rolurile CIE este de a disemina informația în domeniul luminii și iluminatului. În acest sens, Conferința Dumneavoastră este importantă pentru că ajută la diseminarea noutăților luminotehnice internaționale către comunitatea luminotehnică din România. Dar, în același timp, este importantă pentru că ajută la diseminarea unor rezultate importante ale cercetării din România către comunitatea internațională.”

Dear Prof. POP and ILUMINAT 2003 participants, The last 5 years I was three times in Romania to take part in a lighting conference. I have enjoyed all three times. Each time again I was impressed about the variety of important subjects dealt with and I had great joy in participating in the stimulating discussions. I really feel sorry that, because of earlier made appointments, this time I cannot participate in ILUMINAT 2003 especially also because it is held in the comfortable city of Cluj-Napoca, of which I have such good memories.

As you know one of the roles of CIE, the International Commission for Illumination, is spreading the knowledge on light and lighting. In this respect your conference is important because it helps spreading the international lighting news into the Romanian lighting community. But it is also important because it helps spreading important Romanian research results into the international community.

I wish you all a learnsome and enjoyable Conference.

Warm regards,

Wout van Bommel, President of the CIE

Programul social a întregit în mod fericit caracterul științific al sesiunilor de lucru. Relațiile între membrii comunității de specialiști s-au dezvoltat în mod firesc, s-au încheat noi prietenii și s-au pus bazele unor viitoare colaborări profesionale în folos reciproc.

Lucrările au fost prezentate în limbile română sau engleză, cu asigurarea traducerii simultane.

S-a editat volumul de lucrări al conferinței, atât în formă tipărită cât și electronică.

Conferința s-a bucurat de sprijinul deosebit al Filialei de Distribuție și Furnizare a Energiei Electrice Transilvania Nord S.A., desfășurându-se în elegantul Centru de Perfecționare, Instruire și Recuperare ELECTRICA și a fost sponsorizată de Energobit Schréder Lighting S.R.L. și Energolux S.R.L.. Organizarea conferinței a fost realizată de firma Cocktail Time, e-mail office@cocktailtime.ro. Prezentarea detaliată a conferinței, programul de desfășurare, lista lucrărilor și participanților se găsesc și pe site <http://iluminat.xc.ro>.

Adresăm invitația de participare la cea de **A III-a Conferință internațională ILUMINAT 2005** și **A III-a Conferință în iluminat BALKANLIGHT 2005** ce vor avea loc în Cluj-Napoca, inima Transilvaniei, 12-13 mai 2005.

Conferințe și simpozioane



Lista lucrărilor și participanților

1 AHN Hyug Keun*, PARK Hoon, CHUNG Yu Gun*, KIM Jeong Tai***

* Department of Architectural Engineering, Kyung Hee University, Yongin, Korea; ** Shinan Corp., Seoul, Korea
SUBJECTIVE RESPONSES OF DAYLIGHTED ENVIRONMENT IN ATRIUM

2 AHN Hyun Tae*, KIM Chansu, MOON Ki Hoon***, KIM Jeong Tai***

* Department of Architectural Engineering, Kyung Hee University, Yongin; ** Yeojoo Institute of Technology, Yeojoo; *** KSCFC, Umsung, Korea
SEOUL OUTDOOR LIGHTING PLAN

3 ALĂMOREANU Alexandru

Art and Design University, Cluj-Napoca, Romania
LUMINA CA MEDIU ȘI OBIECT AL PERCEPȚIEI (Light as perception environment and object)

4 BĂLĂȘOIU Adrian*, PETROVICI Virgil**

* Interiors Data Trade; ** Romanian Television
ILUMINAT ARHITECTURAL ÎN BUCUREȘTI: PRIVIRE CRITICĂ ȘI ALTERNATIVE (Bucharest architectural lighting: critical view and alternatives)

5 BERRUTTO Vincent*, BERTOLDI Paolo*, ROTARU Corneliu**

*European Commission - Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Ispra, Italy; **ARCE – Romanian Agency for Energy Conservation
GREEN LIGHT IN ROMANIA

6 BEU Dorin

Technical University, Lighting Engineering Center UTC-N, Cluj-Napoca, Romania
ILUMINATUL ÎNTRE FUNCȚIONAL ȘI SUBIECTIV (Lighting between functional and subjective)

7 BIANCHI Cornel*, BURLACU Camelia**

* President of the Romanian National Committee on Illumination, Civil Engineering University, Building Services Faculty
** CNRI – Romanian National Committee on Illumination, Bucharest, Romania
CULOAREA APARENTĂ A SURSELOR DE LUMINĂ, COMPONENTĂ DETERMINANTĂ ÎN FUNCȚIONALITATEA ȘI ESTETICA MEDIULUI LUMINOS INTERIOR (Light sources apparent color, a determinant component in functionality and aesthetics of interior lighting environment)

8 BISKETZIS N., POLYMEROPOULOS G., TOPALIS Frangiskos V.

National Technical University of Athens, School of Electrical and Computer Engineering, Photometry Laboratory, Athens, Greece
SOME REMARKS ON THE MESOPIC VISION IN COMPARISON WITH THE PHOTOPIC AND SCOTOPIC VISION

9 BOUROUSIS Konstantinos, ATHANASPOULOU Maria, TOPALIS Frangiskos V.

National Technical University of Athens, School of Electrical and Computer Engineering, Photometry Laboratory, Athens, Greece
SEMI-AUTONOMOUS PHOTOVOLTAIC SYSTEM FOR STREET LIGHTING

10 BOX Niegel

URBIS Schröder Group GIE, UK
FUTURISTIC LIGHTING IN THE URBAN LANDSCAPE

11 CARTER David J

University of Liverpool, UK
HUMAN RESPONSE TO INTERIORS LIT USING LIGHT PIPE SYSTEMS

12 CHINDRIȘ Mircea, ȘTEFĂNESCU Silviu, CZIKER Andrei

Technical University, Cluj-Napoca, Romania
NEUTRAL CURRENTS IN ELECTRICAL SYSTEMS SUPPLYING LIGHTING NETWORKS

13 CHUNG Yu Gun*, DO Seok Jin, KIM Sook You***, RYU Hyun Gi****, KIM Jeong Tai***

* Department of Architectural Engineering, Kyung Hee University, Yongin, Korea; ** Department of Architecture, Yeojoo Institute of Technology, Yeojoo, Korea; *** Department of Interior Architecture Design, Suwon Science College, Korea; **** Department Architectural Engineering, Chungju National University Chungju, Korea
DAYLIGHTING PERFORMANCE NOMOGRAPHS OF TOPLIT ATRIUM

14 CÂMPEANU Gheorghe, COSTEI Maria, VIȘAN Ion, MATEI Stelian, CIOCÂRLIE Nicoleta, ORȚAN Alina, PETRE Emanuela

Agronomy and Veterinary Medicine University, Bucharest, Romania
CERCETĂRI PRIVIND INFLUENȚA LUMINII MONOCROMATICE DE TIP LED ASUPRA PERFORMANȚELOR PRODUCTIVE, CALITĂȚII CARCASELOR ȘI A STĂRII DE SĂNĂTATE A PUILOR BROILER (Research regarding the influence of the led type monochromatic lighting on the chicken breeding)

15 COUREAUX MOCKEY Israel Omar

University of Oriente, Cuba
LIGHT POLLUTION, A CURRENT PHENOMENON IN THE CITY OF SANTIAGO DE CUBA

16 DEHOFF Peter*, BEU Dorin**

* Zumtobel Staff – Austria; ** Technical University, Lighting Engineering Center UTC-N, Cluj-Napoca, Romania
THE NEW EN 12 464

17 ELOHOLMA Marjukka, KETOMAKI Jaakko, ORREVETELAINEN Pasi, HALONEN Liisa
Helsinki University of Technology, Lighting Laboratory, Finland
PEDESTRIAN VISIBILITY IN ROAD LIGHTING CONDITIONS

18 FARA Silvian, FINTA Dumitru
S.C. IPA S.A., Bucharest, Romania
SISTEME FOTOVOLTAICE DE ILUMINAT PENTRU ZONE RURALE IZOLATE (Photovoltaic lighting systems for isolated county areas)

19 GĂLĂȚANU D. Cătălin, VIȘAN Daniel, CARAPANU George
"Gh. Asachi" Technical University, Iassy, Romania
SISTEM DE ILUMINAT PENTRU STATUIA LUI MIHAI VITEAZU (Lighting system for "Mihai Viteazu" statue)

20 GLIGOR Adrian, GRIF Horațiu Ștefan, SARCHIZ Dorin
"Petru Maior" University, Tg. Mureș, Romania
DIMENSIONAREA OPTIMĂ A REȚELEI DE ALIMENTARE A UNOR SURSE DE ILUMINAT UNIFORM DISTRIBUITE (Optimal design of a supply network for uniformly distributed lighting sources)

21 GLIGOR Adrian, GRIF Horațiu Ștefan, SARCHIZ Dorin
"Petru Maior" University, Tg. Mureș, Romania
GRAFUL OPTIM AL UNEI REȚELE ELECTRICE DE ALIMENTARE A SURSELOR DE ILUMINAT (Optimal graph of an electric supply network for lighting)

22 GLIGOR Viorel, HYVARINEN Mikko, HALONEN Liisa, LEHTOVARA Jorma
Helsinki University of Technology, Lighting Laboratory, Finland
KNOWN AND LESS KNOWN ASPECTS OF LIGHTING IN OFFICE WORK

23 GOLOVANOV Nicolae, POSTOLACHE Petru, TOADER Cornel
POLITEHNICA University, Energetics Faculty, Bucharest, Romania
SOLUȚII TEHNICE ACTUALE PENTRU ASIGURAREA ILUMINATULUI PUBLIC EXTERIOR (MODERN TECHNICAL SOLUTIONS FOR PUBLIC LIGHTING)

24 GRIF Horațiu Ștefan, GLIGOR Adrian, DUB Vasile
"Petru Maior" University, Tg. Mureș, Romania
FUZZY LOGIC THEORY IN DAYLIGHT CONTROL

25 GRIF Horațiu Ștefan, GLIGOR Adrian
"Petru Maior" University, Tg. Mureș, Romania
DAYLIGHT CONTROLLER BASED ON CMAC NETWORK

26 IGNAT Jan, POPOVICI Cătălin
"Gh. Asachi" Technical University, Iassy, Romania
CUNOAȘTERE ȘTIINȚIFICĂ ȘI CIVILIZAȚIE TEHNICĂ ÎN DOMENIUL SURSELOR ELECTRICE DE LUMINĂ (Scientific knowledge and technical civilization in the field of electric lighting sources)

27 IGNAT Jan, CHERECHEȘ Cristian
"Gh. Asachi" Technical University, Iassy, Romania
ILUMINATUL ELECTRIC LA IAȘI – UN ORAȘ CU EDILI LUMINAȚI (Electric lighting at Iassy – historical view)

28 IOACHIM Dan, NEMESCU Mircea, LUCACHE Dorin
"Gh. Asachi" Technical University, Iassy, Romania
VARIANTĂ DE CALCUL AL ILUMINATULUI STRADAL (Calculation variant of the roadway illumination)

29 JEONG In Young, AHN Hyun Tae, KIM Jeong Tai
Department of Architectural Engineering, Kyung Hee University, Yongin, Korea
LIGHT POLLUTION OF OUTDOOR LIGHTING IN SHOPPING COMPLEX

30 JEWELL James
Lindsley/Jewell Architectural Lighting, San Francisco, California, USA
"PRESENT AT THE CREATION", ONE UTILITY'S BEGININGS IN CONSERVATION

31 KATERI Ifigenia, CHONDRAKIS Nicolas, TOPALIS Frangiskos V.
National Technical University of Athens, School of Electrical and Computer Engineering, Photometry Laboratory, Athens, Greece
ENERGY SAVING IN LIGHTING OF SCHOOL BUILDINGS BY UTILIZATION OF DAYLIGHT

32 KIM Jeong Tai*, KIM Gon**
* Architectural Engineering Department, Kyung Hee University, Yongin, Korea; ** Department of Architecture, Andong National University, Andong, Korea
ADDITIONAL ROLE OF REINTRODUCED SUNLIGHT IN DAYLIT BUILDING ENVIRONMENT

33 KINALI Necdet
TRIDONIC, Austria
ENERGY SAVING INTERIOR AND EXTERIOR LIGHTING

34 LAPORTE JEAN-FRANCOIS*, GILLET MARC, DE BRUYN MICHEL****
* Genlyte-Thomas Group, France; ** Schréder Group, Belgium
META ANALYSIS OF UPWARD FLUX FROM FUNCTIONAL ROADWAY LIGHTING INSTALLATIONS

35 MAIER Virgil, RAFIROIU Corina, PAVEL Sorin, RUSSU Marius

Technical University, Cluj-Napoca, Romania
PREDETERMINATION STEP ACCOMPLISHMENT
FOR THE ROAD LIGHTING DESIGN

36 MATEI Stelian

Faculty of Electrical Engineering, Peninsula Technikon
Cape Town, South Africa
ENERGY EFFICIENT SOLUTION: SOLID-STATE
ILLUMINATION (LED's LIGHTING)

37 MIRCEA Ion, RUȘINARU Denisa

University, Electrotechnic Faculty, Craiova, Romania
ANALIZA PARAMETRILOR CALITATIVI AI
SISTEMELOR DE ILUMINAT CU LĂMPI
FLUORESCENTE (Analysis of the qualitative
parameters of the lighting systems with fluorescent
lamps)

38 ORBAN Șandor*, POP Florin, POP Horia F*****

* Greif Hungary Ltd., ** Technical University, Lighting
Engineering Center UTC-N, *** "Babes-Bolyai" University,
Department of Computer Science, Cluj-Napoca, Romania
CHROMATICITY IN ARCHITECTURAL LIGHTING
– A LUMINOUS ENVIRONMENT FEATURE

39 POP Florin

Technical University, Lighting Engineering Center UTC-N,
Cluj-Napoca, Romania
ENERGY EFFICIENCY IN LIGHTING – NORMS,
REALITY AND TRENDS

40 POP Mihaela*, POP Horia F, POP Florin***

*Technical University, Lighting Engineering Center
UTC-N, ** "Babes-Bolyai" University, Department of
Computer Science, Cluj-Napoca, Romania
LQ – A TOOLKIT FOR LIGHTING QUALITY
EVALUATION

41 RAȚĂ Camelia

Brașov City Council, Romania
MĂSURI DE EFICIENȚĂ ENERGETICĂ ȘI DE
REDUCERE A POLUĂRII LUMINOASE ÎN
MUNICIPIUL BRAȘOV (Actions for energy efficiency
and lighting pollution reduction in the city of Brașov)

42 SAFFIDINE-ROUAG Djamilia

University of Constantine, Department of Architecture &
Town Planning, Algeria
A FAULTY DAYLIGHTING DESIGN AND THE
IRRATIONAL APPEAL TO ELECTRIC LIGHT IN
CLASSROOMS

43 STOCKMAR Axel

LCI Light Consult International, Germany
USE OF THE UNIFIED GLARE RATING CONCEPT
IN PRACTICE

44 SZABO Elisabeta, TATAR Elek, BETEGH Katalin

S.C. PIEME S.R.L., Cluj-Napoca, Romania
CRITERIILE PRINCIPALE ALE PROIECTĂRII
SISTEMULUI DE ILUMINAT INTERIOR ȘI
EXTERIOR LA IMOBILELE MONUMENT ISTORIC
DIN STR. MATEI CORVIN NR. 4 CLUJ-NAPOCA ȘI
"VULTURUL NEGRU" DIN BAIJA MARE (Main
criteria for interior and exterior lighting system design for
historical monuments from Cluj-Napoca - 4, Matei Corvin St.
- and Baia-Mare - „Vulturul Negru” – Black Eagle)

45 ȘORA Ioan*, GHIȚUICĂ Cristian, PĂUȚ Ioan****

* POLITEHNICA University, ** S.C.ELBA S.A. Timișoara,
Romania
ELECTROENERGETIC EFFICIENT SOLUTIONS
FOR ROAD LIGHTING

46 TSIKALOUDAKI Katerina, ARAVANTINOS Dimitris

Laboratory of Building Construction and Physics,
Aristotle University of Thessaloniki, Greece
ESTIMATING THE OUTDOOR ILLUMINATION
LEVELS UNDER CLEAR SKY CONDITIONS IN ATHENS,
GREECE

47 ȚIGĂNAȘ Șerban, OPINCARIU Dana

Technical University, Architecture and Urbanism Faculty,
Cluj-Napoca, Romania
ARCHITECTURAL SPACE CREATION AS LIGHTING
MODELLING

48 VIȘAN Daniel, GĂLĂȚANU D. Cătălin

"Gh. Asachi" Technical University, Iassy, Romania
PROBLEME SPECIFICE ALE UNUI SISTEM DE
ILUMINAT PENTRU O FÂNTÂNĂ ARTEZIANĂ
(Specific problems for an artesian well lighting system)

CLĂDIRE INOVATIVĂ DE BIROURI ILUMINAT, PRODUCTIVITATE ȘI ENERGIE

Jorma LEHTOVAARA, Viorel L. GLIGOR, Liisa HALONEN

Helsinki University of Technology – Lighting Laboratory

În decembrie 2000 a fost inaugurată la Helsinki University of Technology o nouă clădire demonstrativă destinată cercetărilor în domeniul iluminatului “Valotalo” (Casa luminii). Au fost aplicate cele mai noi tehnologii experimentale pentru integrarea iluminatului artificial și natural pentru a valida eficiența energetică și acceptanța oamenilor. În fațada din sud au fost integrate panouri fotovoltaice de putere de maximum 7 kW. Pe acoperișul clădirii a fost montat un sistem de încălzire solară de 30 m² pentru a produce apă caldă menajeră. De asemenea, pe acoperiș este construită o încăpere pentru evaluarea iluminatului natural. În interiorul clădirii, fiecare încăpere a Laboratorului de Iluminat are un sistem de control diferit: două tipuri de sistem de control LON și noul sistem de control cu protocol DALI. Ferestrele sudice de la etajul III au jaluzele orizontale dotate cu motor în partea inferioară și panouri tăiate cu laser în partea superioară a cadrului ferestrei. În prezent se studiază performanțele tehnologiei instalate. Sunt strânse date despre disponibilitatea energiei, este măsurată și analizată luminanța și chestionați utilizatorii. În birouri este măsurată orbirea iar distribuția luminanței este analizată în diferite anotimpuri și perioade ale zilei utilizând un sistem digital de analiză fotometrică.

“Casa luminii”

Noua aripă a Departamentului de Inginerie Electrică și Comunicații, inaugurată în decembrie 2000 la Universitatea de Tehnologie din Helsinki, a fost proiectată pentru a crea un mediu optim pentru cercetarea în domeniul iluminatului. Numele clădirii este “Valotalo” – “Casa Luminii”. Obiectivul este de a aplica cele mai noi tehnologii experimentale pentru integrarea iluminatului artificial și natural, pentru a valida eficiența energetică și acceptanța oamenilor.

Clădirea este structurată pe patru etaje. La parter și la primul etaj este un net café, respectiv biblioteca departamentului. La al doilea și al treilea etaj sunt încăperile Laboratorului de Iluminat și sălile de clasă. Panourile termo-solare și o încăpere experimentală cu pereți de sticlă, care este un dispozitiv de cercetare a luminii naturale, sunt plasate pe acoperișul terasă al clădirii. Panourile fotovoltaice sunt integrate arhitectural și estetic în fațada sudică a clădirii. Panourile sunt utilizate și ca elemente

de umbrire. Ferestrele cu orientare sudică de la etajul al treilea au jaluzele orizontale dotate cu motor în partea inferioară și panouri tăiate cu laser în partea superioară a cadrului ferestrei. Scopul acestor panouri este de a elimina orbirea directă de la iluminatul natural și de a redirecționa lumina soarelui spre tavan și mai adânc în încăpere. În acest mod lumina care ajunge pe tavan este împrăștiată în încăpere. Toate încăperile Laboratorului de Iluminat au integrate diferite sisteme de control.

Energia solară

Sistem Termal Solar

Sistemul de încălzire solară montat pe acoperișul “Casei Luminii” are ca scop prepararea apei calde menajere. Consumul de apă caldă este mare datorită prezenței cafeteriei departamentului. Aria totală a colectorului de înaltă temperatură acoperit cu sticlă este de 30 m² și puterea medie estimată este 13 kW. Energia termică produsă este înmagazinată într-un rezervor de apă caldă de 2400 litri și distribuit în instalația interioară de apă caldă.

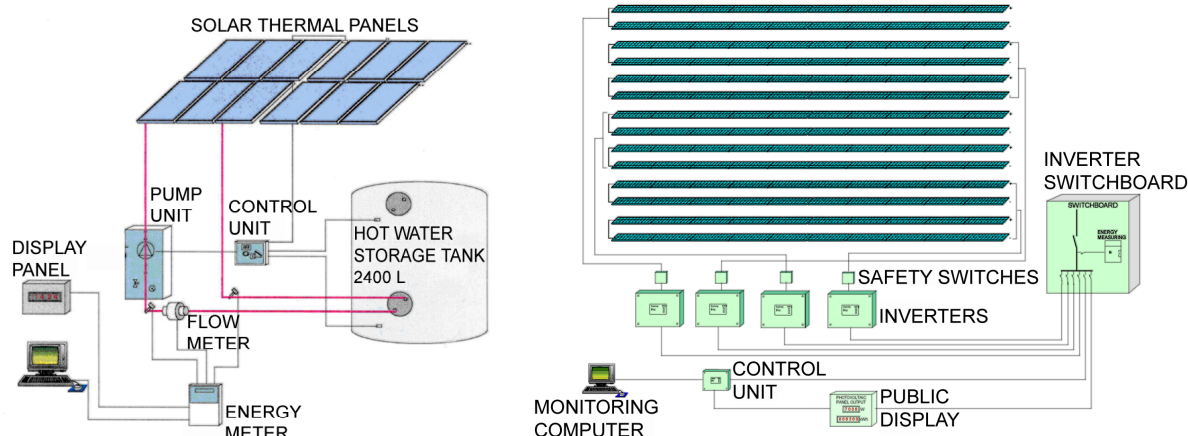


Figura 1 Instalația de energie solară a sistemului termo-solar (a) și panourile fotovoltaice (b)

După 12.548 de ore de supraveghere, sistemul de încălzire solară a produs o cantitate totală de energie de 15.868 MWh pentru un volum de 3885,34 m³ apă caldă. Puterea maxim înregistrată de sistem a fost de $P_{max}=18,6$ kW pentru un debit de 0,94 m³/h și o temperatură de 48 °C.

Panouri Fotovoltaice

Pe suprafața fațadei sudice a clădirii s-a montat un sistem de panouri fotovoltaice între parter și etajul III. Sistemul de panouri servește și ca element de umbră. Puterea maximă a panourilor este de 7 kW. Rețeaua fotovoltaică conține 140 de module de înaltă eficiență din silicon policristalin a câte 50 W fiecare. Aria totală a panourilor este 60 m². Modulele sunt proiectate să reziste condițiilor vitrege și continuă să funcționeze eficient. Curentul continuu produs de panouri este convertit în curent alternativ de patru invertoare cu o eficiență de 96% în condiții optime (eficiența este 94% deja la 0,25 P_{ACnom}) și furnizată sistemului de distribuție. Invertoarele transmit date prin conductoare utilizând comunicarea prin linia principală, ceea ce face ca datele fiecărei componente să fie accesibile în aproape orice punct al clădirii. Parametrii achiziționați pentru diagnoză și control sunt: (1) PV - tensiune și curent; (2) tensiunea rețelei și frecvența; (3) curentul și puterea furnizată; (4)

ore totale de operare; (5) energia total acumulată [kWh]; și (6) starea sistemului. Unitățile de control conectate la linia AC colectează datele furnizate de invertoare și apoi o procesează, vizualizează și transmit în funcție de cerințele utilizatorului. Unitatea de control este un sistem central de achiziții de date și diagnoză pentru până la 50 de invertoare, ceea ce permite un sistem flexibil de conducere cu control de la distanță a componentelor și transmiterea datelor relevante ale sistemului la PC.

Cantitatea de energie electrică economisită într-un an de sistemul PV a fost de 4 421 kWh. Cantitatea redusă de energie economisită (~12 kWh zilnic) se datorează prafului provenit de la un șantier din apropiere. O nouă aripă a fost construită în ultimul an la departamentul din apropiere de "Casa Luminii" iar praful a afectat performanțele panourilor.

"Cubul de sticlă"

"Cubul de sticlă" este localizat pe acoperișul clădirii. Aria totală a cubului este 4x4 m și înălțimea este 2,7 m. Pereții (orientați în direcțiile cardinale) constau din elemente de 1 m lățime din sticlă. Elementele pereților și ai tavanului nu sunt duble. Cubul este dotat cu draperii pentru întuneric și jaluzele orizontale. Dimensiunile și orientarea ferestrelor pot fi la alegere.



Figura 2 Fațada sudică a “Casei Lumini” și “Cubul de Sticlă” montat pe acoperiș

Pentru măsurări în interiorul încăperii cubul este echipat cu un sistem cu 10 canale de achiziții de date. Datele referitoare la lumina naturală sunt strânse cu un senzor orizontal și patru verticali de pe acoperișul de lângă cubul de sticlă.

Proiectul de cercetare ‘The Productive Office 2005’ include studii de laborator în direcția iluminatului artificial și natural. Vor fi studiate caracteristicile vizuale ale monitoarelor, cantitatea și calitatea parametrilor iluminării locurilor de muncă moderne și efectul orbirii produse de iluminatul natural asupra productivității. Testele de productivitate și performanță vizuală cu observatori vor fi realizate în cubul de sticlă. Rezultatele studiilor de laborator vor fi legate de dezvoltarea modelului de productivitate. Proiectul este parte a Programului de Tehnologie a Clădirilor Sănătoase al Tekes, Agenția de Tehnologie Națională. Scopul programului este de a îmbunătăți ciclul de viață curent al clădirilor și să extindă durata de serviciu.

Controlul iluminatului

În “Casa Lumini” sistemele de control al iluminatului diferă de la o încăpere la alta: sunt două sisteme de control LON (sisteme LON și Helvar-Mimo LON) și noul sistem Digidim Helvar, bazat pe protocolul DALI. Sistemul LON are doar control manual al iluminatului.

Sistemul Mimo LON are un control cu iluminare constantă cu un fotosenzor, întreruptor rotativ și senzor de ocupare. Sistemul DALI constă dintr-un panou montat pe perete cu 4 scene pre-programate, controlul ocupării și iluminare constantă cu multi-senzor și telecomandă IR.

Teste de performanță cu sistemul cu iluminare constantă

Obiectivul testului a fost de a măsura performanța sistemului de control funcție de lumina naturală Helvar-Mimo LON și să stabilească economia de energie realizată de sistem. Testul sistemului de control a fost realizat timp de o săptămână în mai 2001, zilnic de la 8 am la 5 pm.

Încăperea test era un birou cu dimensiunile de 4,8x3x3 m situat la etajul III. Fereastra verticală dublu-vitrată era orientată spre vest. Jaluzele verticale erau deschise pe durata testului.

Instrumente de măsură

Încăperea a fost echipată cu trei fotosenzori orizontali (senzor față lângă fereastră, senzor mijloc în mijlocul încăperii și senzor spate opus ferestrei) la înălțimea planului de lucru. Localizarea foto-senzorilor a fost aleasă în acord cu protocolul de monitorizare IEA. Foto-celule exterioare - orizontală și verticală orientată spre vest - au fost poziționate pe

acoperișul clădirii. Citirea foto-senzorilor și a tensiunii semnalului de control al balastului era înregistrată la fiecare minut.

Economia de energie

Puterea consumată de aparatele de iluminat, pentru evaluarea economiei de energie, a fost calculată din înregistrările valorilor semnalului de control și al măsurătorilor efectuate cu o sferă integratoare. În sfera integratoare a fost măsurat fluxul luminos și puterea consumată pe tot domeniul semnalului de control (0...10 V).

Economia de energie a fost calculată pentru intervalul de timp între 8 a.m. și 5 p.m. Puterea de referință a fost puterea maximă a sistemului de iluminat pe perioada nopții.

Iluminările înregistrate și energia consumată calculată într-o zi acoperită parțial (19 Mai 2001) sunt prezentate în Figura 3. Datele referitoare la lumina naturală sunt prezentate în Figura 4. Energia economisită pentru această zi a fost de 61%. Pe timpul testului economia de energie zilnică a fost între 49...63% cu o valoare medie de 58%

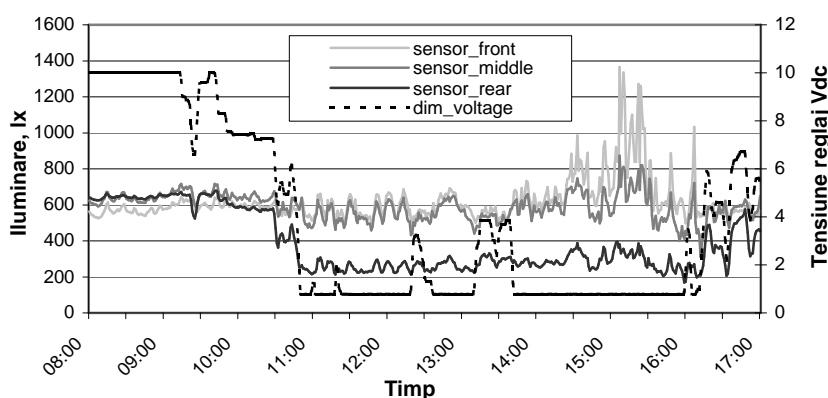


Figura 3 Performanța unui sistem de lumină constantă într-o zi semi-acoperită

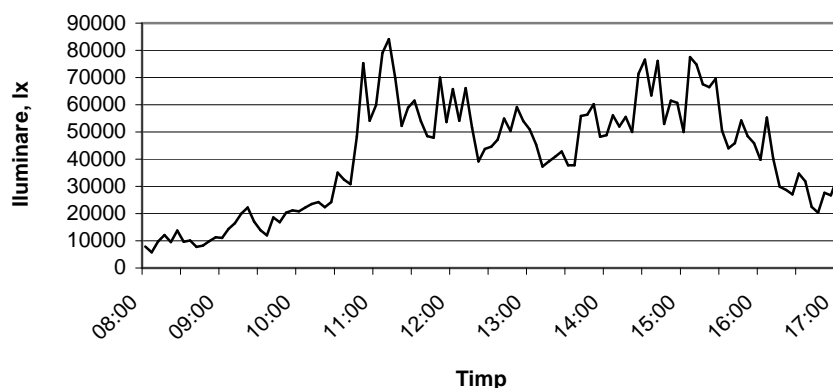


Figura 4 Iluminarea orizontală exterioară

Panouri tăiate cu laser

La etajul III, ferestrele orientate spre sud de la două birouri și de la un hol pentru pauze de cafea sunt echipate cu jaluzele motorizate și panouri tăiate cu laser. Jaluzelele ocupă jumătatea inferioară a ferestrei și sunt

controlate de utilizatori. Panourile tăiate cu laser ocupă interiorul părții superioare a cadrului ferestrei. Sunt patru tipuri de panouri: (1) panouri fixe – tăiate normal; (2) panouri cu rotire pe mijloc – tăiate normal; (3) panouri cu rotire pe laterală – tăiate normal și (4) panouri fixe – tăiate la 10°. Raportul tăieturilor pentru toate panourile este $D/W=4/6=0,66$, unde

D este distanța dintre tăieturi și W este adâncimea tăieturii (grosimea panoului).

Panourile fixe cu tăietură normală se comportă după cum urmează:

- vara aproape toată lumina soarelui este admisă și direcționată spre tavan;
- aproape jumătate din lumina echinoxului este direcționată spre tavan;
- lumina iernii trece fără deflexie sau cu deflexii minore;
- lumina difuză de la cerul acoperit este puternic direcționată spre tavan;

- pentru panourile fixe cu tăietura laser cu înclinare de 10° lumina de la înălțimi mari este direcționată mai adânc în încăpere.

Orientarea panourilor mobile tăiate cu laser pot fi ajustate continuu pentru a obține o penetrare optimă a luminii soarelui în încăpere.

Scopul panourilor tăiate cu laser este de a elimina orbirea directă produsă de soare și de a redirecționa lumina soarelui spre tavan și spre partea opusă ferestrei. Acest lucru a fost obținut, dar în anumite situații panourile însele devin noi surse de orbire, după cum se observă în Figura 5-b pentru panouri ajustabile (fereastra din mijloc).

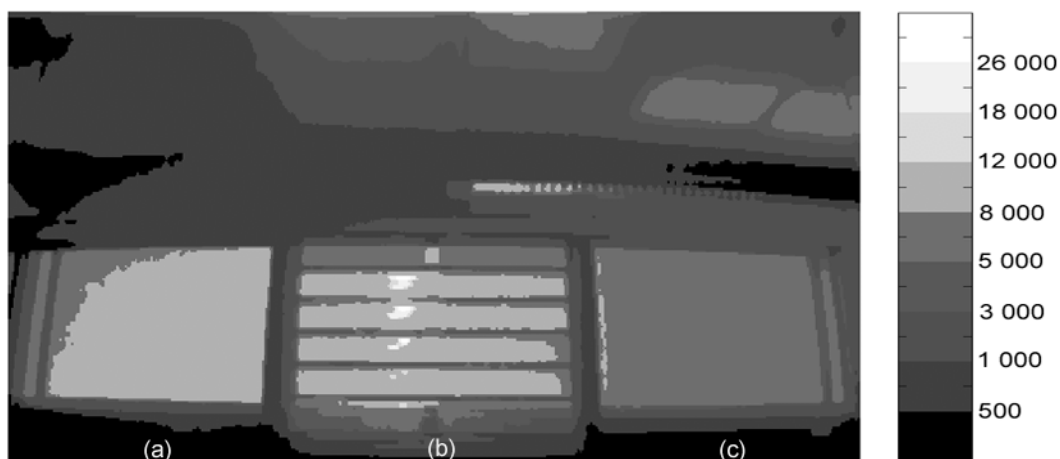


Figura 5 Fereastră fără panouri (a), cu panouri ajustabile (b) și panouri fixe – tăiate normal (c)
Luminanțe [cd/m^2] și distribuția luminanțelor într-o zi senină la amiază

Concluzii

Cantitatea de energie solară obținută este de așteptat să crească după adoptarea programului de curățire și întreținere. Totuși, din motive arhitecturale, nu este posibilă obținerea pantei optime pentru panourile PV, astfel încât puterea sistemului este întotdeauna mai mică decât cea nominală.

Economiile de energie cu sistemul de lumină constantă sunt mari chiar în Finlanda între Martie și Octombrie. Aceasta necesită totuși rezolvarea problemelor cauzate de orbirea provocată de lumina naturală cu un sistem avansat de jaluzele pentru redirecționarea luminii naturale. Cu jaluzelele controlate

manual este necesară o intervenție frecventă a ocupanților pentru a economisi semnificativ energie. Controlul digital al luminii dă noi posibilități pentru a face și salva scenarii de iluminat pre-programate. Senzorul de ocupare este o unealtă utilă și ieftină pentru economia de energie pentru iluminat din clădirile de birouri cu condiția ca plasarea lui să fie proiectată cu atenție pentru a garanta acțiunea dorită.

Panourile verticale tăiate cu laser (cu unghi fixa sau cu o înclinare de 10°) funcționează bine la altitudini solare mari, dar cu rotirea lor este posibilă îmbunătățirea penetrării luminii naturale și controlul orbirii în orice anotimp.

După un an de utilizare, clădirea demonstrativă “Casa Luminii” a atins unul din

Informații

scopurile sale: de a oferi studenților și cercetătorilor din domeniul iluminatului de la Universitatea de Tehnologie din Helsinki un mediu optim pentru o mai bună înțelegere, experiență și descoperirea unor noi sensuri ale luminii. Investigațiile prezente și viitoare dezvoltate aici stabilesc căi proprii pentru integrarea noilor tehnologii în clădirile obișnuite, pentru a ajuta oamenii să se simtă și să lucreze bine în medii îmbunătățite.

Primită 16 Iunie 2003

Lucrarea a fost prezentată la Conferința EPIC 2002 AIVC, 23-26 Octombrie 2002, Lyon, Franța

Traducere Dr. Dorin BEU

IMPACTUL TEHNOLOGIEI LED PRECUM ȘI IMPLEMENTAREA ACESTEI TEHNOLOGII ÎN ROMÂNIA.

LED - LUMINA EFICIENTĂ ENERGETICĂ A VIITORULUI

Stelian MATEI

Peninsula Technikon, Facultatea de Inginerie Electrică, Cape Town, Africa de Sud

Schimbări dramatice în tehnologia luminii sunt în curs de desfășurare. Până nu de curând, semiconductoarele Led erau folosite numai ca simple indicatoare în diferite circuite electronice sau jucării. Noile tehnologii descoperite au permis producerea de Led-uri puternice și eficiente. În multe aplicații au început deja să înlocuiască lămpile cu filament, în special acolo unde se cere durabilitate și temperatură scăzută. România posedă o infrastructură în domeniul semiconductorilor, care ar putea fi îmbunătățită și perfecționată cu fonduri reduse, astfel încât să aducă profituri imense din produsele comercializate precum și din economiile de energie. Singura cale pentru ancorarea țării noastre în domeniul acestor tehnologii de vârf ar fi un sprijin consistent din partea statului: "Cazul unei inițiative naționale pentru lumina cu semiconductori".

Privire de ansamblu

Ca indicatoare, afișaje numerice, panouri de reclamă precum și, în general, în industrie, aproape toată lumea este familiară cu așa numitele Led-uri. Datorită luminii slabe emise, precum și a paletelor restrânse de culori, folosirea lor a fost limitată până nu de curând. Noile tehnologii și materialele descoperite recent au reușit însă extinderea paletelor de culori precum și a eficienței luminoase, devenind comparabilă, dacă nu chiar mai ridicată decât a becurilor obișnuite cu filament. Led-urile nu au filament sau părți de sticlă, sunt extrem de mici, ușoare și au o durată de viață mult mai lungă, comparativ cu sursele de lumină tradiționale. Pentru o perioadă lungă de timp de acum înainte, Led-urile par a cuceri zone ale pieței de lumini inaccesibile lor cu ani urmă. Utilizarea lor a devenit extrem de largă începând cu indicatoarele de frâna la automobile, iluminatul stradal și terminând cu aplicații în medicină, biotehnologie, precum și domenii noi încă neexplorate.

Ce sunt Led-urile

Led (în engleză "Light Emitting Diode" - Diodă Emițătoare de Lumină) este o componentă semiconductoră ce convertește energia electrică în fotoni, respectiv în lumină.

Operația de conversie se face la rece, ceea ce atrage o eficiență extrem de ridicată comparativ cu sursele de lumină obișnuite. Lumina este practic generată în interiorul unui cristal semiconductor, parcurs de un current electric. Cristalul semiconductor constă dintr-o joncțiune semiconductoră de tip Aluminiu, Indiu, Galiu și Fosfor sau Indiu, Galiu, Azot și poate produce până la patru culori fundamentale, cum sunt Roșu, Galben, Verde, Albastru, cu nuanțe în jurul acestora și lumină Albă. O paletă extrem largă de culori se poate obține prin combinarea celor trei culori de bază (Roșu, Albastru, Verde) în proporțiile dorite, procedeu asemănător celui din televizoarele color.

Procesul de fabricație

Așa cum s-a menționat anterior, lumina este generată în interiorul unui cristal semiconductor ale cărui dimensiuni nu depășesc 1 mm³. În ansamblul Led-ului, capsula din plastic precum și terminalele ocupă, de fapt, cea mai mare parte din volum.

Procesul de fabricație a Led-urilor este cunoscut sub denumirea de "epitaxial", deoarece structurile cristaline ale materialului semiconductor sunt crescute efectiv una deasupra celeilalte. Acest proces de creștere epitaxială permite folosirea unor materiale

semiconductoare ce nu puteau fi utilizate anterior, obținându-se de structuri de înaltă precizie și puritate.

Situația pe piața mondială a tehnologiei Led

Tehnologia Led și-a câpatat pe bună dreptate renumele de “cea mai mare revoluție în domeniul luminilor de la invenția becului” și a determinat multe din companiile de tradiție din acest domeniu să-și revizuiască nu numai strategia pe termen lung dar și întreaga investiție tehnologică.

Așa cum a declarat dr. Dieter BOPST, președintele Companiei Osram, una dintre cele mai mari companii din domeniu, tehnologia Led va acapara în următorii ani aproape 17% din cifra totală de afaceri a pieței surselor de lumină și va determina o revizuire totală a însuși conceptului de sursă de lumină. Această declarație, în contextul actualei revoluții tehnico-științifice, a avut un impact extraordinar pe plan internațional, iar multe firme de tradiție s-au grăbit să se alinieze la noua tehnologie.

Astfel, firme de tradiție în lumini au decis să se asocieze cu firme sau grupuri din domeniul semiconductorilor pentru a-și menține supremația. Spre exemplu, Philips și Hewlett Packard au format compania “Lumileds”, General Electric și Emcore Corp. au format “GelCore LLC” iar Osram împreună cu Siemens au format “Opto Osram” și, de curând, “Infineon Technologies”. Noua tehnologie a luat oarecum prin surprindere aceste mari companii pentru simplul motiv că este bazată pe prelucrarea sticlei și a gazelor rare. Tehnologia “Solid-State” este o tehnologie a “semiconductorilor”, unde alte companii, cu profil total diferit, dețin supremația atât în privința pieței cât și a know-how-ului. Ambele părți au realizat însă destul de repede că experiența și cunoștințele fiecăreia sunt la fel de importante și că o asociere este esențială.

Investiții depășind sute de milioane de dolari au fost folosite pentru achiziționarea de părți sociale sau pentru asocierea cu companii de profil electronic capabile să utilizeze eficient capitalul mobilizat pentru perfecționarea și valorificarea tehnologiei Led. Multe din aceste

asocieri și investiții au fost încurajate și susținute de către guverne cu vederi înaintate, conștiente de sursa de progres pe care le reprezintă noile tehnologii și, nu în ultimă instanță, efectul consumului extrem de redus de energie precum și impactul ecologic pozitiv (grad ridicat de reciclare a materialelor). Spre exemplu, guvernul japonez finanțează un program de peste 40 milioane de dolari pentru dezvoltarea și perfecționarea tehnologiei Led, în vederea înlocuirii până în anul 2005 a becurilor cu filament cu cele bazate pe Led-uri. O apreciere a Ministerului Industriei și Comerțului din Japonia arată că înlocuirea a numai 10% din sursele convenționale de lumină cu Led-uri va atrage o economie de energie electrică echivalentă cu 5 centrale de 1350 MW. Un alt exemplu este oferit de Australia, unde municipalitatea orașului Melbourne a inițiat un program în valoare de 57 milioane lire pentru înlocuirea a peste 60.000 de semafoare cu Led-uri, ceea ce va atrage o reducere a consumului energetic de până la 90% , precum și reducerea costului de întreținere de până la 76%.

Noua tehnologie Led este însă cel mai puternic susținută în SUA, atât sub aspectul finanțării de către guvern cât și al aplicabilității în teritoriu. Astfel, în orașul Los Angeles sunt alocate peste 120 milioane de dolari pentru implementarea “programului verde” destinat dotării semafoarelor cu Led-uri, numărul orașelor dornice să introducă noile surse de lumină fiind, însă, mult mai mare.

Situația României în domeniul tehnologiei Led

În pofida unui oarecare embargo tehnologic impus de țările industrializate și datorită dificultăților inerente create de un sistem economic neperformant, școala românească a continuat să producă valori intelectuale incontestabile, chiar și în perioada comunismului, care pot contribui substanțial la reconectarea țării noastre la circuitul tehnologic și tehnico-științific mondial.

Industria de semiconductoare a făcut primii pași încă din 1968 prin înființarea IPRS Băneasa în ideea de a alimenta industria electronică românească cu un spectru larg de

componente electronice. A urmat apoi, în 1977, înființarea Întreprinderii Microelectronica cu scopul extinderii și diversificării gamei de componente electronice care să deservească necesitățile interne și ale întregii piețe CAER. În 1988, Microelectronica a făcut un pas semnificativ în reducerea decalajului tehnologic față de țările dezvoltate, prin realizarea în premieră a unui microprocesor de tip Z80. Decalajul tehnologic era la acea vreme de numai trei ani și avea tendința să se reducă în continuare prin eforturile specialiștilor de acolo. Un alt pas important în reducerea decalajului tehnologic dar și în scurtarea perioadei de trecere de la cercetare la producția de componente de vârf s-a făcut prin crearea Institutului de Microtehnologii, ca partener și aliat al Microelectronicii. Noul institut și-a focalizat atenția către utilizarea tehnologiei MOS (Metal Oxide Semiconductor) în producerea de circuite integrate de putere, precum și tehnologia de Led-uri standard (Ga As). La implementarea noilor tehnologii au fost atrase, pe lângă Microelectronica, și alte institute de cercetare și întreprinderi din acea vreme - IPA, Electroprecizia, Electromagnetica, Automatica, IPR Curtea de Argeș, care le-au utilizat ulterior în domeniul lor specific de activitate, respectiv automatizări, telecomunicații și industria auto. În această perioadă, tehnologia Led a atins apogeul la Microelectronica, care a devenit unul dintre importanții furnizori de Led-uri din Estul Europei.

După schimbările politice intervenite în 1989, industria românească de semiconductoare a încercat să se cupleze la piața internațională prin componente pentru telecomunicații, computere și Led-uri obișnuite, dar s-a lovit de o concurență puternică venită din partea țărilor asiatice (China, Coreea, Taiwan, Hong-Kong). Chiar dacă penetrarea pieței a fost relativ modestă, nu trebuie ignorat faptul că baza teoretică și tehnologică a României este încă ridicată și destul de dinamică, ceea ce ar permite, cu un sprijin substanțial din partea statului, demararea în forță a acestui sector și recuperarea decalajului ce ne desparte de țările menționate. Orice întârziere în susținerea și dezvoltarea acestei baze tehnologice va duce, însă, la pierderea definitivă a trenului

competițional, știut fiind că evoluțiile în acest domeniu se măsoară deja în luni și chiar zile.

În ceea ce privește tehnologia Led-urilor sunt de menționat două evenimente majore care au încercat să marcheze pătrunderea țării noastre în acest domeniu de vârf: (1) Seminarul organizat de Academia Română în Mai 2001, cu invitarea unor personalități de renume din domeniu și (2) anunțul fabricării primului Led de culoare albă în România, în luna Decembrie 2001. Evenimentul în premieră s-a produs la Microelectronica cu ajutorul companiei Vetco din Cape Town, dar, în special, prin priceperea și elanul unor cercetători cum sunt Dr.ing Liviu JALBA, ing. M. MUGUR și ing. A. GABRIEL, în pofida unor dotări modeste. Cele două evenimente ar putea reduce decalajul tehnologic al României la numai trei ani cu condiția mobilizării și unor resurse financiare ale statului în vederea achiziționării de utilitaje și echipamente de producție strict necesare (cca. 500 mii dolari). În caz contrar, există riscul, ca de altfel și în alte domenii, să se înstrăineze această tehnologie care ar putea aduce beneficii țării, înzecit față de efortul financiar, relativ modest, prefigurat.

După cum este cunoscut, Microelectronica nu participă la nici un lanț industrial internațional și nici nu face parte din lumea producătorilor de semiconductori de talie mondială, astfel încât să-și permită achiziționarea pe cont propriu a echipamentelor necesare. În plus, deși este vorba de o tehnologie în premieră, întreprinderea se confruntă și cu dificultăți în demararea pe scară mai largă a producției, care țin în principal de:

- taxe excesiv de ridicate la importul de materiale și structuri rare, precum și de componente și subansamble necesare fabricării semiconducturilor;
- lipsa de experiență în domeniul aprovizionării cu materii prime rare și în comercializarea produselor finite;
- inexistența unui program articulat de dezvoltare în care această industrie să fie reconsiderată.

Dificultățile de mai sus vin să susțină afirmația unuia dintre inginerii de la Microelectronica, potrivit căruia "cel mai mare ajutor pentru noi din partea statului, în lipsa finanțării menționate, ar fi să nu ne pună bețe în roate".

Ar fi timpul ca, după atâția ani de la revoluție, factorii politici să ia serios în considerare necesitatea susținerii acestui sector economic, unde activează specialiști de vârf, care trebuie retribuiți și apreciați în mod corespunzător și nu tratați ca simpli salariați. Specialiștii în domeniul semiconducătorilor apar și se dezvoltă în jurul unei experiențe, iar secretul perfecționării lor este pasiunea și accesul la informație. Un astfel de specialist, odată pregătit în țară și perfecționat în străinătate, cu experiența acumulată, nu are înlocuitor nu numai în România ci și în întreaga zonă Est Europeană.

Perspectivile tehnologiei Led în România

România posedă o infrastructură în domeniul semiconducătorilor care, cu fonduri extrem de reduse, ar putea fi îmbunătățită și perfecționată, astfel încât să aducă profituri imense din produsele comercializate. În mod surprinzător, infrastructura din România este superioară multor țări. Ca un exemplu Africa de Sud care, în pofida bogățiilor sale naturale imense, are industrie electronice numai în mod virtual iar Led-urile sânt în totalitate exportate. Această țară are însă avantajul că posedă o rețea de distribuire a semiconducătorilor foarte largă și bine organizată, care o face atractivă pentru orice producător din lume. Tehnologia Led este practic inexistentă în Africa de Sud, atât datorită prețului ridicat al componentelor, cât și a lipsei de calificare a forței de muncă. Este de la sine înțeles că o astfel de structură este deosebit de vulnerabilă și de multe ori tinde să interfereze cu politica internă. De remarcat că acest lucru se poate întâmpla și cu România dacă nu se iau măsurile de rigoare.

Tehnologia Led implică dezvoltarea cererilor pe orizontală pentru produse chimice, substanțe rare și materiale cu grad ridicat de prelucrare și puritate care, la rândul lor, atrag alte necesități legate de instruire și perfecționare, respectiv școli, facultăți, institute de cercetări ș.a. Se poate spune că, în acest domeniu, comparativ cu cel al tehnologiilor tradiționale, principiul concurenței interne nu se mai aplică, ci mai degrabă relația de investiții.

Introducerea tehnologiei Led în România este iminentă și nu ține de politică, deci Guvernului Român nu-i rămâne decât să hotărască la ce preț și cât de rapid. Integrarea în Comunitatea Europeană va forța România să accepte, probabil, componente sau tehnologii periferice la momentul respectiv, când probabil va fi prea târziu pentru industria de semiconducători să recupereze sau, eventual, să fie foarte costisitor. Un program adecvat de susținere încă de pe acum a acestei tehnologii ar economisi multe milioane de dolari, nemaivorbind despre economia imensă de energie ce s-ar realiza în acest interval de timp.

Una dintre modalitățile simple de promovare, la care riscul de afacere este extrem de redus și care, de altfel, este derulată cu succes în mai multe țări, este inițierea de programe de sponsorizare la nivel local sau național, pentru introducerea Led-urilor în semafoare și alte indicatoare luminoase. Programul poate avea caracter de parteneriat între stat și industria locală de semiconducători, pe o durată limitată de timp, în care producătorul se obligă să furnizeze și să întrețină aceste componente cu resursele financiare proprii, iar Guvernul se angajează să achiziționeze Led-uri în termeni și condiții flexibile. Cu alte cuvinte, relația furnizor-piață este stabilă și controlată strict de Guvern pe o durată limitată.

O altă posibilitate ar fi relaxarea și chiar eliminarea taxelor vamale la achiziționarea de materii prime, structuri sau subansamble din domeniul tehnologiei Led, ceea ce ar atrage diminuarea costurilor de fabricație precum și creșterea competitivității produselor pe piața mondială de semiconducători. Acest lucru ar atrage deasemenea diminuarea decalajului față de țările cu tradiție în acest domeniu.

Astăzi, spre exemplu, un transport de componente sau subansamble legate de tehnologia Led, cu valoare de 10.000 Euro, costă Microelectronica în jur de 2000 Euro (cca 20% din valoarea facturii), lăsând numai câteva procente margine de profit. Această situație face aproape imposibilă achiziționarea cu mijloace proprii de mașini sau echipamente necesare manufacturării de calitate și în condiții de profitabilitate a comenzilor de Led-uri. Din

motivele amintite mai sus, multe din utilajele și tehnologiile achiziționate în ultima perioadă de timp, strict necesare de altfel producției, au fost procurate mai mult prin relații personale, entuziasm sau patriotism din afară decât prin relații normale de afaceri. Asemenea achiziții rămân destul de fragile, în special când termenii scurți și garanțiile limitate pun în pericol echipamentele achiziționate.

În pofida dificultăților menționate mai sus precum și a faptului că țara noastră este încă considerată ca fiind de nivelul “lumii a treia”, potențialul României nu este de ignorat iar statele cu tradiție în materie de tehnologii Led mențin încă oarecare restricții la transferul de utilaje, practicând deasemeni o politică de prețuri piperate la unele materiale și componente.

Așa cum se poate observa, lumea a fost deja împărțită în domeniul tehnologiei Led și este puțin probabil ca vreun investitor să-și îndrepte atenția spre România, atâta timp cât Asia îndepărtată pare mult mai atractivă. Singura cale pentru ancorarea țării noastre în domeniul acestor tehnologii de vârf ar fi un sprijin consistent din partea statului nu numai pentru companii dar și pentru instituții de învățământ superior din acest domeniu, cu atragerea pe cât posibil și a unor fonduri de la Uniunea Europeană.

Impact, avantaje

Este bine cunoscut că un bec obișnuit folosește numai 15% din energia electrică, în timp ce restul energiei se irosește prin căldură, de unde și numele de “sursă de lumină incandescentă”. Probabilitatea de defectare a unor asemenea surse incandescente este de cca 50% după numai 2000 de ore de funcționare. Acest lucru, precum și fragilitatea extrem de ridicată (corp de sticlă și filament subțire) fac ca tehnologia Led să ofere incontestabil o soluție net superioară. Dintre avantajele surselor de lumină pe bază de Led-uri sunt de remarcă următoarele:

- consumul energetic poate ajunge la numai 10% din consumul unui bec obișnuit;
- foarte rezistente la intemperii și agenți chimici;

- nu generează căldură, esențial în cadrul sistemelor cu aer condiționat;
- durată de funcționare extrem de lungă (cel puțin 10 ani) care nu este asociată cu defectarea, ci cu atenuarea performanțelor luminoase;
- oferă o gamă foarte largă de culori, lucru esențial în cazul panourilor de afișaj;
- dimensiuni mici;
- lumina este concentrată pe o direcție precisă care poate elimina folosirea de reflectoare sau alte sisteme optice;
- domenii de aplicabilitate largi, cum ar fi medicina și biotehnologie.

Merită de subliniat faptul că, sub aspectul aplicabilității, aria de utilizare a Led-urilor a depășit de mult sectorul unic al iluminatului. Astfel, în medicină, lumina monocromatică de tip Led produce vindecări ale rănilor ușoare și este foarte eficientă în tratamentul migrenelor. În agricultură, Led-urile accelerează creșterea plantelor, sporirea în greutate a puilor de gaină și dezvoltarea lor locomotorie (aproape de două ori mai repede decât în cazul celor crescuți sub lumina obișnuită). În fermele de găini, lumina pe bază de Led-uri atrage îmbunătățirea producției de ouă și carne. Luând în considerare numai acest din urmă aspect, se poate aprecia cu ușurință profiturile substanțiale ce pot fi aduse de aceste Led-uri nu numai firmelor, dar și în general, statului român.

În prezent, tehnologia Led este pe cale să înlocuiască complet lămpile din semafoare, indicatoare rutiere și feroviare, precum și din sistemele de afișaj sau reclamă din magazine, școli, aeroporturi. Marile panouri de reclamă din piețe sau centre populate au devenit deja aplicații tradiționale, iar lămpile cu neon sunt aproape pe cale de dispariție.

Ca o concluzie, argumentele prezentate anterior ar putea pleda cu putere în favoarea promovării în România a tehnologiei Led.

Bibliografie

- 1 Academia Română - Raport evenimente din Aprilie 2001
- 2 Cotidianul Ziua din 19 Aprilie 2001
- 3 Bucharest Business week, April 2001
- 4 Rompress, 8 Martie 2002

- 5 Conferința Națională a Cercetării - Aprilie 2002
- 6 P.S. Martin, J. Bhat, D. Collins, W. Goetz, R. Khare, A. Kim, C. Lowery, Ludowise, G. Mueller, R. Mueller-Mach, S. Rudaz, D. Steigerwald, S. Stockman, S. Subramanya, S-C Tan, J. Thompson, T. Trotter: *High Power, High Efficiency, Long Life Solid State Lighting Solutions* Lumileds presentation, MRS November 26th 2001 Boston, MA pp.1-38
- 7 S. Bartlett: *Shedding light on residential consumers* Central Bureau of Statistics, Norway, pp. 221-235.
- 8 Office of Building Technology, State and Community Programs Energy Efficiency and Renewable Energy: *Frontiers in Solid State Lighting*, US Department of Energy, August 2001, pp 1-4
- 9 Sandia National Laboratories: *A Revolution in Lighting: Building the Science and Technology Base for Ultra-Efficient Solid State Lighting*, FY02 2nd Year Renewal, pp 1-18
- 10 T. Drennen, R. Haitz and J. Tsao: *A Market Diffusion and Energy Impact Model for Solid State Lighting SAND2001-2830J*, SANDIA Corporation, August 23, 2001, pp 1-29
- 11 T. Drennen, R. Haitz and J. Tsao: *Transforming the Lighting Sector With Semiconductor Lighting Technologies*, USAEE/IAEE Annual Meetings, Philadelphia, PA, September 24-27,2000,pp 1-20
- 12 OSRAM: *Lighting Program 2000/2001*
- 13 Data Catalogue, Hanover 2000
- 14 Sandia/Agilent article in Compound Semiconductor Magazine *Another Semiconductor Revolution: This Time It's Lighting!*, March 2000

Stelian MATEI

Dipl. Ing.

Department of Electrical Engineering

Peninsula Technikon

P.O. Box 1906, Bellville 7536 South Africa

Tel.: +27.21.9596012

Fax: +27.21.9596117

e-Mail: mateis@pentech.ac.za

Primită la 30 Mai 2003

CENTRUL DE INGINERIA ILUMINATULUI – UTC-N LIGHTING ENGINEERING CENTER – LEC

Florin POP

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

Centrul de Ingineria Iluminatului UTC-N Lighting Engineering Center (LEC) a luat ființă ca urmare a programului Tempus-Phare CME-03551-97 [15 decembrie 1998 – 14 martie 2000] – informații în pagina web

<http://bavaria.utcluj.ro/~lec>.

Activitatea Centrului a fost prezentată în numerele anterioare al revistei (1 – 10) pentru acțiunile organizate începând cu înființarea acestuia în **25 aprilie 2000** prin decizie a Biroului Senatului Universității Tehnice, până în **ianuarie 2003** când s-a tipărit numărul 10 (Winter) 2002 al revistei.

8 - 9 mai 2003 - *Conferința Internațională ILUMINAT 2003*, în colaborare cu ELECTRICA - Filiala Transilvania Nord Cluj și S.C. Energobit Schröder Lighting S.R.L.

4 - 14 iunie 2003 – *Programul European ERASMUS*, Conf. Dr. Dorin BEU, vizită la Helsinki University of Technology. Au fost susținute 6 ore de curs studenților de la Masterat. Titlurile prezentărilor au fost: învățământul lumino-tehnic din România, sisteme de iluminat din birouri, impactul obstrucțiilor asupra iluminatului din birouri, sisteme de iluminat realizate în România în ultimii ani.

Vizita a prilejuit reîntâlnirea cu prof.dr. Liisa HALONEN, șefa Laboratorului de Iluminat de la Helsinki. Colaborarea cu partea finlandeză fiind începută odată cu programul Tempus-Phare CME- 03551-97 Lighting Engineering Center – LEC, care a cuprins vizitele partenerilor finlandezi la Cluj în mai 1999 (D-na Liisa HALONEN și D-l Eino TETRI) și a partenerilor români la Helsinki în 1999-2000 (D-nii Florin POP, Dorin BEU,

Viorel GLIGOR, Mircea CHINDRIȘ și Silviu ȘTEFĂNESCU).

Cu ocazia vizitei a fost prezentat noul sediu al Laboratorului de Iluminat (prezentat în acest număr al revistei) și noile proiecte de cercetare și învățământ (pregătirea unor specialiști pentru Universitatea din Shanghai, China). Dr. Dorin BEU s-a reîntâlnit cu trei absolvenți ai Secției Instalații pentru construcții aflați acum la studii în Finlanda: Viorel GLIGOR – doctorand la Laboratorul de iluminat, Edmund KOVACS – masterand în domeniul iluminatului și Cătălina IONESCU – doctorand în domeniul încălziri.

Mulțumiri d-lui Viorel GLIGOR pentru sprijinul acordat în desfășurarea vizitei în cele mai bune condiții.



Editarea revistei **Ingineria Iluminatului** cu o apariție semestrială, în colaborare cu S.C. Filiala de Furnizare și Distribuție ELECTRICA Transilvania Nord S.A. și Editura MEDIAMIRA. Numărul următor - anul 5, nr. 12/Winter - va apărea în decembrie 2003.

Elaborarea de **studii privind optimizarea anumitor sisteme de iluminat**, la solicitarea unor parteneri.

În conexiune cu activitatea desfășurată pe linie universitară este de menționat continuarea colaborării internaționale în cadrul programului european ERASMUS, în baza Contractului Instituțional SOCRATES-ERASMUS 2002-2003. Între Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca și Helsinki University of Technology, Universitat Politecnica de Catalunya și University of Liverpool sunt încheiate Acorduri Bilaterale de colaborare în domeniul ingineriei iluminatului, la care vor participa Dr. Florin POP și Dr. Dorin BEU. Se continuă astfel parteneriatul cu Profesor Liisa HALONEN – Lighting Laboratory, Profesor Ramon SAN MARTIN – Estudios Luminotécnicos și Dr. David CARTER – Lighting Research Unit început prin numeroasele programe de cercetare și schimburi academice desfășurate în colaborare în ultimii ani.

Centrul de Ingineria Iluminatului UTC-N își desfășoară activitatea în cadrul Laboratorului de Instalații electrice și Iluminat, Catedra de Instalații pentru Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca. Amenajarea spațiului și modernizarea tehnică a fost și este posibilă

pe baza finanțării obținute prin programul Tempus-Phare, a sprijinului acordat de conducerea Universității Tehnice, a resurselor financiare extrabugetare atrase prin câștigarea unor granturi de cercetare, prin organizarea unor cursuri postuniversitare și a sponsorizărilor oferite cu generozitate de diferite firme de specialitate și ale unor absolvenți ai secției de Instalații pentru Construcții:

PHILIPS România / FLASH Transilvania
OSRAM România
TOTAL Quality/ACI Antrepriza Construcții Instalații
LEGRAND România / Electro Daniella
PRAGMATIC Comprest
ABB România
ELBA
RH Trust
SOCLU
ROMINSTAL Construct
TIM Trustul Instalații Montaj
DALKIA România
MEGA VOX Confort
BURIDAVA 2000 Serv
LIDER ProdCarn
ARGOS

LIGHTING IN THE NEW WORLD New Directions in Lighting Energy Efficiency

Cristian ȘUVĂGĂU
BC Hydro, Vancouver, Canada

In the past two releases of the “Ingineria Iluminatului” we have introduced the energy efficiency standards and the new technology that will help the North American continent to better conserve energy and protect the environment. Debating these issues was necessary in order to ease the presentation of the direction that this continent is embarking on its quest for lighting energy efficiency.

Achieving energy efficiency in lighting is not an easy task, it requires dealing with many factors like education, design, construction process and legislation.

Education. It can not be more wrong to affirm that Lighting is an old science, and nothing major has been introduced since 30-40 years ago. Yet, novices to the industry and those with little or no lighting experience continue to say that. The result is that the application of the new, efficient technology is delayed from lack of knowledge and proper know-how.

Therefore, organisations like IESNA, CIE, universities, lighting manufacturers and individual practitioners do not waste any efforts in providing appropriate lighting education to customers, contractors, engineers, architects, governments and all the civic and non-governmental organisations that have a say in lighting connecting industries.

The design-building process. As mentioned, lighting efficiency is not always easy to accomplish nor it is understood. Many times lighting designer are told by architects to reduce at minimum the use of fluorescent lighting in favour of incandescent lighting, and that in public spaces like hospitals, banks or schools. And talking back to architects is not easy too.

Also, even when the engineers and the architects communicate well and the design is quite efficient, the contractor can have its own way. Due to the construction bidding process, most of the time it is the lowest bid that is awarded. However, since the contractor has to make a profit, he will try to replace the more costly (and also more efficient) luminaires with cheaper ones (less efficient). Many times is a

difficult negotiation between the contractor and the designer on this issue. When not explained and understood properly, the customer risks to be faced with serious operation costs when choosing the cheaper non-efficient solution.

Legislation. To avoid situation as described above, the best way is to mandate the energy efficiency by various governmental levels: municipal, state/ province and national. The result is that when efficient products are imposed, they get used more and hence the price is going down leading to market transformation and allowing for sustainable and important energy savings to happen. However, imposing legislation is not easy too, requiring proper enforcing and buyout from lighting manufacturers and building developers. The various energy efficiency legislation issues have been described in “Ingineria iluminatului no. 9”. The most aggressive energy codes are enforced by the State of California and of New York, mainly due to their acute energy use concerns.

These are only the most determinant factors in achieving energy efficiency performance, others like market opportunity, product affordability and personal business considerations complete the delicate puzzle of this matter.

Understanding these factors is the key to find the efficient path of action. Now, in the XXI century, and in the mist of political and economical global transformations, America is determined more than ever to become highly efficient in using energy. Some methods are old, tested and re-vamped,

some are new. What matters is that public support towards energy efficiency is at its highest and that will considerably ease the task.

Utility rebates. Starting with the mid 80' utilities throughout North America offered rebates to support a program called Demand Side Management (DSM), designed to shave peak demand for electric power and "buy back" some spare capacity. This allowed the utilities to supply their customers' increased demanding for electricity without expanding costly generating plants and/or raising rates.

Products like T8 fluorescent and electronic ballasts, CFL (compact fluorescent lighting) and occupancy sensors have become staples in the lighting industry mainly due to DSM programs.

Towards the mid 90's, most DSM programs ended with the onset of utility deregulation and the forced sale of the utility owned and operated generating plants to independent generators. However, the deregulation "experiment" proved to be unsuccessful, costs risen dramatically rather than been lowered as anticipated. Today, with lessons learned, governments are not rushing anymore to de-regularise the energy market.

DSM programs are now returning. Utilities like BC Hydro in Canada have created packages of rebate programs meant to address all the market sectors from large industrial and commercial consumers to institutional, small consumers and residential market (<http://www.bchydro.com>). By offering either project orientated rebates for significant savings over 100,000 kWh, product incentives for small retrofitting jobs or "energy dollars" for customer initiated energy conservation activities, BC Hydro is planing to save over 3,500 GWh in the next 10 years.

By signing long time partnership with utilities, customers are thus encouraged to plan their renovations and energy efficiency upgrades, knowing ahead of time what found they would be granted. New to these DSM programs is the energy manager initiative. Utilities offer customers financial help to find and hire specialised professionals in energy management to aggressively determine and pursue energy efficiency measures.

Trade alliance. Rebates are addressed at both lighting retrofit and new design constructions. Providing rebates to support energy saving does not automatically find good-candidate projects nor bring them to completion. An energy efficiency educated and experienced team of engineers and contractors is needed in order to achieve the energy saving targets forecasted by the utilities. For example, BC Hydro has set a design and implementation colectivity called "Trade Alliance" (TA), who's receiving continuous education, feed back information and support. Moreover, the utility sales team is finding projects for the TA. Customers get a reference list and they can pick the team of their choice based on geographical location, skills, references and price. The implementation contract is only between the Customer and the TA team. Thus, the job creation in the community is encouraged and local business is helped to get stronger and more efficient in a global market.

Design assistance. These programs are geared towards new design or larger renovations rather than simple retrofit projects. Basically, federal governments or utilities set an incentive level for the design's energy efficiency.

For example the Commercial Building Incentive Program (CBIP) is a Natural Resources Canada program that encourages the design and construction of energy-efficient buildings (<http://oe.nrcan.gc.ca>) To qualify, buildings must be designed to use 25% less energy than a similar building designed to the ASHRAE-IES 99.1 code. The incentive is available for new buildings and additions and extensive renovations of existing building.

CBIP provides a financial incentive of two times the predicted annual energy savings to a maximum of \$60,000. Buildings over 60,000 ft² would likely receive the maximum incentive. The file is reviewed for accuracy and 80% of the incentive is paid to the building owner, usually within three months of receipt of the application. The final 20% is paid when the energy efficiency measures are installed and construction is complete. Of course, the much larger financial benefit is reduced energy costs for the life of the building. A 100,000 ft²

building could save as much as \$1 million dollars over ten years.

What's new is that design meetings are no longer limited to the technical team (architects and engineers), but open to the other key players. Hence, customer representatives (from both development and maintenance departments), the cost consultant, the awarded general contractor (usually, for larger projects, the general contractor is chosen before the detail technical design starts), government officials (if the project is public funded, i.e. hospitals or schools) utility (and often third party) specialists join the design meeting in brainstorming and technical workshops. My preference is the workshop, where a third-party moderator prepares various computer energy simulations based on architects and engineers input for the specific project. At the extended audience meeting these simulations are exposed and discussed with all the involved parties, and the only the most efficient and affordable solutions are agreed upon. Once the overall design concept is configured the lighting engineers start the detail design, freed from the usual fear that architects and/or customers have "second-thoughts" and modify design close to completion.

Tariffs. Rising the electricity prices will usually lead to more eagerness from consumers to reduce load and consumption in order to save money. There are more alternatives to this simplistic and unpopular approach. With the advent of digital technology, modern utility meters can bill electricity by the second and also (when bi-level connections are in place) command the customer's electrical distribution equipment to reduce load when peaks occur. An innovative measure is the "Time-of-Use" tariff. Equipped with digital meters that ensure bi-level communication with the utility, consumers can choose to have parts of their load "shaved" at peak times in order to avoid steep penalty costs. For example, an office building with a digital building management system (BMS) could be controlled (via a modem) by the utility. At a set time before the usual peak hour time happens (i.e. 1/2 hour), the utility starts to dim down lights (to about 60-70%)

and/or turn-off selected lighting circuits that will not perturb occupants activity. The lighting status will return to normal after the peak time passes.

Green buildings. Often, customers like developers are not interested in operations savings (passing these costs to tenants), but careful with their construction budget. And, since energy efficient technologies are usually more expensive, the challenge is to find what would really motivate these customers. Developers are also sensitive to buildings' rental vacancy and real estate value. Having a "green environment" is a high motivation for tenants and also (lately) enhances the building's appraised value. Fortunately, the green movement has caught up with the North Americans and in the recent years various green building initiatives have been taken by governments.

A recent program "Leadership in Energy and Environmental Design" (LEED) is gaining momentum with developers and architects. LEED is a rating system developed by the U.S. Green Building Council (USGBC) (www.usgbc.org) to assess the environmental sustainability of building designs. LEED is a point-based rating system; points are earned for building attributes considered environmentally beneficial. LEED differs from other rating systems in that it has quantified most of the "green credits". For example, 5% of the building materials must be from salvaged materials to earn a point for the salvaged materials credit.

LEED Version 2.1 consists of 69 points/credits covering six topic areas: Site Development, Water Efficiency, Energy Efficiency, Material Selection and Indoor Environmental Quality (includes lighting efficiency). Designers can pick and choose the credits that are most appropriate to their project to achieve a LEED rating. LEED has four performance levels:

- 26 to 32 points: Certified
- 33 to 38 points: Silver
- 39 to 51 points: Gold
- 52 to 69 points: Platinum

For lighting, the most credits can be achieved using smart controls. Using personal, addressable lighting control systems (like DALI - see "Ingineria Iluminatului" no. 6), designers could achieve up to 16 credits (on controls alone) for an office building.

LEED is the most recognised green building rating system in North America. Many developers, particularly those working on federal government and leading edge private sector buildings, are requiring that building designs meet LEED Silver performance. Given that conventional new buildings would likely score only a few LEED points, achievement of any LEED level represents a significant reduction in building environmental impact and improvement in indoor environment. A Canadian version of LEED is under development. It is identical to the US version with the exception that energy efficiency is relative to the Canadian Model Energy Code for Buildings (to be consistent with CBIP).

The LEED system can be used in more ways to improve the "green-ness" of a building design:

- LEED can serve as a design guide for the design team.
- LEED reports are a valuable means of showing the client and other interested parties that the design has effectively addressed environmental issues.
- A building design can be certified by the U.S. Green Building Council. Certification provides increased market exposure and places the building in elite company among the greenest buildings in North America.

The larger benefit of LEED buildings is in improved indoor environment (lower absenteeism, greater productivity, better thermal comfort), lower maintenance costs (commissioned building, more durable materials, smaller or eliminated building systems), higher corporate profile (increased product sales, marketing advantage, improved employee morale) and reduced risk of remedial measures (to deal with sick building syndrome or environmental contaminants).

Private Public Purchase. Recently imported from UK, this new financial concept (dubbed "PPP" or "P3" in US) has found some ground in North America. Basically, private

corporations commit to build and also operate public buildings like hospitals, libraries and cultural centres. This way the governments avoid the (high) capital costs, but have to schedule annual lease budgets. Depending on the particular conjuncture, this may be more advantageous for public money. What makes this program interesting is that the private party will not build until they get enough assurance that the building will maximise the return of investment (ROI – the percentage report between operation savings and capital costs). Hence, decision-makers encourage the design team to specify and install high efficient luminaires and sophisticated controls, in order to minimise future operation costs and maximise thus the ROI.

The various programs and initiatives presented show a significant change in the American mind setting about the use of energy. Facing globalisation and increased international criticism, America could paraphrase the French philosopher Andre Malreaux: "the XXI-th century will be energy efficient or will not be at all."

Cristian ȘUVĂGĂU

PhD, P.Eng, Lighting Engineer
LC, MIES, MCIE

BC Hydro, Power Smart
Suite 900, 4555 Kingsway
Burnaby, BC, V5H 4T8, Canada

Tel.:+ 604 - 453-6478

Fax. + 604 - 453-6286

e-Mail: cristian.suvagau@bchydro.bc.ca



Lighting engineer at BC Hydro, in Vancouver, Canada. Member of CIE and IESNA Board of Directors for BC. Numerous lighting research, technical articles and project designs for institutional, commercial and industrial indoor and outdoor facilities in North America. Received his doctorate from the Technical University of Construction Bucharest in 1995.

Assistant Professor at the Lighting and Electrical Installations Chair, Faculty of Installations, UTCB until 1995.

Received 28 May 2003

ILUMINATUL ÎN LUMEA NOUĂ Noi direcții în eficiența energetică în iluminat

În ultimele două numere ale revistei “Ingineria Iluminatului” am prezentat standardele de eficiență energetică și noua tehnologie care va ajuta continentul Nord American să conserve energia mai bine și să protejeze mediul ambiant. Prezentarea a fost necesară pentru a înțelege mai ușor direcția în care este angajat acest continent pentru un iluminat eficient energetic. Obținerea unei eficiențe energetice în iluminat nu este o sarcină ușoară, ea este o acțiune complexă ce asociază mai mulți factori ca educația, proiectarea, procesul de construcție și legislația.

Educația. Nu este o greșală să afirmăm că iluminatul este o știință veche și nimic semnificativ nu a fost introdus în ultimii 30-40 ani. Aceasta afirmație este susținută în mod special de nou veniții din industrie și de cei fără experiență sau cu experiență minimă în iluminat. Rezultatul este acela că aplicarea unei tehnologii noi și eficiente este întârziată datorită lipsei cunoașterii și a unui transfer de tehnologie adecvat.

Cu toate acestea, organizații ca IESNA, CIE, universități, producători de echipamente de iluminat și practicanți individuali nu precupețesc nici un efort pentru a asigura o educație luminotehnică corespunzătoare consumatorilor, contractorilor, inginerilor, arhitecților, organizațiilor guvernamentale, neguvernamentale și civice care au ceva de spus în industria aferentă iluminatului.

Procesul de proiectare - execuție. După cum s-a menționat, eficiența iluminatului nu este întotdeauna ușor de realizat și nici de înțeles. De multe ori, proiectantului de iluminat i se solicită de către arhitecți să reducă la minimum utilizarea iluminatului fluorescent în favoarea celui incandescent, și aceasta în spații publice, precum spitale, bănci sau școli. Și o discuție în acest sens cu arhitecții nu este un lucru ușor.

De asemenea, chiar și atunci când comunicarea între ingineri și arhitecți este bună și proiectul este aproape eficient, contractorul poate să aibă părerea sa proprie. Datorită procesului de construcție bazat pe ofertare, de

cele mai multe ori este considerată oferta minimă. Dacă contractorul dorește să obțină un profit, el va încerca să înlocuiască aparatele de iluminat mai costisitoare (și, firește, mai eficiente) cu altele mai ieftine (și mai puțin eficiente). De multe ori este dificil de negociat asupra acestui subiect. Astfel, dacă nu i se explică în mod corect și pe înțelesul său, consumatorul riscă să fie supus ulterior unor costuri de operare ridicate dacă va alege soluția mai ieftină cu eficiență scăzută.

Legislația. Pentru a evita situații ca cele descrise mai sus, calea cea mai bună este ca problema eficienței energetice să fie abordată la diferite niveluri guvernamentale: municipal, județean sau național. Rezultatul este acela că dacă sunt impuse produse eficiente, ele vor fi utilizate mai mult și astfel, prețul lor va fi mai scăzut și va conduce la transformarea pieței și va permite obținerea unor economii de energie importante. Totuși, nu este ușor să fie impusă o legislație, fiind necesar un efort multiplu și costisitor din partea producătorilor de echipamente de iluminat și a promotorilor din construcții. Subiecte referitoare la legislația privind eficiența iluminatului au fost prezentate în numărul 9 al revistei “Ingineria iluminatului” Cele mai ‘agresive’ coduri energetice au fost realizate în California și New-York, în special datorită problemelor energetice acute din aceste state.

Aceștia sunt doar cei mai importanți factori în atingerea performanței privind eficiența energetică, alții decât oportunitatea pieței, oferta de produse și considerații personale de afacere care completează un delicat puzzle al acestui subiect.

Înțelegerea acestor factori reprezintă cheia ce deschide calea cea mai eficientă de acțiune. Acum, în secolul XXI, în preajma unor transformări politice și economice globale, America este determinată mai mult decât altădată în utilizarea energiei cu o înaltă eficiență. Unele metode sunt vechi, testate și remodelate, altele sunt noi. Ceea ce este important este faptul că suportul din partea populației pentru eficiența energetică este la un nivel înalt, ceea ce va face mai ușoară sarcina de a o realiza.

Reduceri ale utilităților. Începând de la mijlocul anilor ‘80, serviciile de utilități din

Întreaga Americă de Nord au oferit reduceri pentru a sprijini un program denumit Demand Side Management (DSM) – Managementul Consumului -, proiectat pentru a reduce vârful de sarcină al puterii electrice și pentru a asigura o capacitate de rezervă. Aceasta a permis serviciilor de utilități să asigure alimentarea unei cereri sporite de energie electrică fără majorarea costurilor în centralele electrice și/sau creșterea prețurilor.

Produce precum lampa fluorescentă T8 și balasturile electronice, lampa fluorescentă compactă CFL și senzorii de prezență au devenit componente stabile ale industriei echipamentelor de iluminat în special datorită programelor DSM.

Către mijlocul anilor '90, cele mai multe programe DSM au luat sfârșit odată cu descentralizarea serviciilor de utilități și cu vânzarea forțată a centralelor electrice către producători independenți. Experimentul s-a dovedit a fi un insucces, costurile crescând dramatic în loc să scadă, așa cum se considera anticipat. Astăzi, cu lecția învățată, guvernele nu mai aleg la întâmplare pentru liberalizarea pieței de energie.

Programele DSM revin în actualitate. Serviciul de utilități BC Hydro din Canada a creat pachete de programe de reduceri care se adresează tuturor sectoarelor de piață, de la marea industrie și consumatorii comerciali la cei instituționali, micii consumatori și rezidențiali (<http://www.bchydro.com>). Prin oferirea unui program de reduceri pentru economii semnificative de peste 100.000 kWh, facilități de producție pentru mici activități de reabilitare sau "energy dollars" pentru activități de conservare a energiei inițiate de consumatori, BC Hydro își propune să economisească peste 3.500 GWh în următorii 10 ani.

Prin semnarea unor acorduri pe termen lung cu serviciile de utilități, consumatorii sunt astfel încurajați să-și planifice măsuri de renovare și modernizare eficiente energetic, cunoscând dinainte cu ce sume de bani vor fi sprijiniți. Noutatea acestor programe DSM o constituie inițiativa managerială energetică. Serviciile de utilități oferă consumatorilor sprijin financiar pentru a-și găsi și angaja specialiști în managementul energiei care să

determine și să adopte în mod agresiv măsuri de eficiență energetică.

Alianță de afaceri. Reducerile sunt acordate atât reabilitării iluminatului cât și noilor proiecte de construcții. Asigurarea acestor reduceri pentru economisirea energiei nu vor determina în mod automat găsirea unor proiecte bune sau care să fie duse până la sfârșit. În acest scop este necesar să existe un colectiv de ingineri și contractori educați în spiritul eficienței energetice și cu o experiență în îndeplinirea unor sarcini trasate în această direcție de către serviciile de utilități. De exemplu, BC Hydro și-a format un colectiv de proiectare și implementare denumit "Trade Alliance" (TA) - Alianța de Afaceri -, care primește o educație (formare) continuă, informație de tip 'feed back' și sprijin. De cele mai multe ori, sectorul de vânzări al serviciului de utilități este cel ce găsește proiecte pentru colectivul TA. Clienții primesc o listă de referință și ei pot să-și aleagă echipa pe considerente de locație geografică, cunoștințe profesionale, recomandări și preț. Contractul de implementare este stabilit direct între Client și echipa TA. Astfel, este încurajată crearea unei afaceri în cadrul comunității și mediul de afaceri local este sprijinit să devină mai puternic și mai eficient pe ansamblul pieței.

Asistență de proiectare. Aceste programe sunt orientate către proiecte noi sau renovări de mari dimensiuni și mai puțin către proiecte simple de reabilitare. Guvernele federale sau serviciile de utilități au stabilit un nivel minimal al eficienței energetice în proiecte.

De exemplu, Commercial Building Incentive Program (CBIP) este un program privind Resursele Naturale ale Canadei care încurajează proiectarea și realizarea unor clădiri eficiente energetic (<http://oee.nrcan.gc.ca>). Pentru a se califica, clădirile trebuie să fie proiectate astfel încât energia utilizată să fie mai puțin cu 25% decât energia stabilită pentru o clădire similară prin codul ASHRAE-IES 99.1. Se oferă facilități pentru clădiri noi, amplificări sau renovări intensive ale clădirilor existente.

CBIP asigură facilități financiare egale cu dublul economiilor de energie anuale prezumate, până la maximum de 60.000 USD. Clădirile cu peste 60.000 ft² (circa 6000 m²)

vor primi facilitatea maximă. Dosarul cu documentația aferentă este evaluat pentru corectitudinea datelor înscrise și proprietarul primește un procent de 80% din sumă, de obicei în cursul a trei luni de la depunerea aplicației. Restul de 20% este plătit după introducerea măsurilor de eficientizare energetică, la finalizarea clădirii. Desigur, cel mai mare beneficiu financiar provine din costurile energetice reduse pe întreaga durată de viață a clădirii. O clădire cu suprafața de 100.000 ft² ar putea să economisească până la 1 milion USD în 10 ani.

Ce este nou este faptul că întâlnirile de proiectare nu mai sunt limitate doar la echipa tehnică (arhitecți și ingineri), ci sunt deschise și pentru alți jucători esențiali. Reprezentanții clientului (de la ambele departamente de dezvoltare și de întreținere), copnsultantul economic, contractorul general (de obicei, pentru proiectele mari, contractorii generali sunt aleși înainte de începerea proiectării detaliate tehnice), oficiali guvernamentali (daca proiectul este finanțat din bani publici, de exemplu spitale sau școli), specialiști din utilități se alătură întâlnirilor de proiectare în ședințe de brain storming și ateliere de lucru. Preferința mea este atelierul de lucru, unde o treime dintre moderatori pregătesc diferite simulări energetice pe calculator bazate pe datele de intrare arhitecturale și ingineresti ale proiectului analizat. La întâlnirile cu audiență largă, aceste simulări sunt prezentate și discutate cu toate părțile implicate și se adoptă doar soluțiile cele mai eficiente și fezabile. După ce conceptul de proiectare este configurat în ansamblul său, inginerii de iluminat încep proiectarea detaliată, eliberați de teama că arhitecții și/sau clienții ar putea avea o “a doua gândire” care să modifice proiectul aflat aproape de finalizare.

Tarife. Creșterea prețului electricității va conduce la o grijă sporită a consumatorilor de a reduce sarcina și consumul pentru a economisi banii. Sunt multe alternative la această abordare simplistă și nepopulară. Datorită tehnologiei digitale, contoarele moderne pot să întrerupă alimentarea echipamentelor electrice la atingerea vârfului de sarcină sau să comande trecerea pe tariful secund, acolo unde se aplică

un sistem de tarifare diferențiat (dublu). O măsură inovativă este tariful “timp de utilizare”. Echipat cu contoare digitale care asigură o comunicare pe două niveluri cu serviciul de utilități, consumatorul poate alege ca o parte din receptoarele sale să fie deconectate la vârful de sarcină pentru a evita plata unor penalități. De exemplu, o clădire cu birouri cu un sistem digital de gestiune a energiei - BMS, Building Management System – poate să fie controlat (via modem) de către serviciul de utilități. La un moment dat de timp, presetat, de exemplu cu o jumătate de oră înainte de apariția vârfului de sarcină, este dată comanda de diminuare a iluminatului (până la circa 60-70%) și/sau deconectează anumite circuite de lumină care nu vor perturba activitatea utilizatorilor. Situația este restabilă după trecerea vârfului de sarcină.

Clădiri verzi. Adesea, clienții și promotorii nu sunt interesați în operațiuni de economisire (trecând aceste costuri pe seama chiriașilor), dar sunt atenți la bugetul de construcție. Și, fiindcă tehnologiile eficiente energetic sunt de obicei mai scumpe, alternativa este de a găsi acel ceva ce ar motive astfel de clienți. Promotorii sunt, de asemenea, sensibili la gradul de închiriere al clădirii și valoarea imobiliară. A avea o “vecinătate verde” este o motivație puternică pentru locatari și o modalitate de a crește valoarea clădirii. Mișcarea verde a prins în America de Nord și în anii din urmă numeroase inițiative pentru clădiri verzi au fost luate de guvernanți. Un program recent “Leadership in Energy and Environmental Design” (LEED) este desfășurat de promotori și arhitecți. LEED este un sistem de evaluare dezvoltat de U.S. Green Building Council (USGBC) (www.usgbc.org) pentru a asigura un cadru ambiental al proiectării clădirilor. LEED este un sistem de evaluare în puncte; punctele sunt câștigate pentru atribute ale clădirii considerate benefice pentru mediul înconjurător. LEED se deosebește de alte sisteme de evaluare prin aceea că el cuantifică multe din “creditele verzi”. De exemplu, 5% din materialele utilizate trebuie să fie recuperate, pentru a obține un punct la poziția credite pentru materiale recuperate.

Versiunea LEED 2.1 constă din 69 puncte/credite ce acoperă 6 domenii: Dezvoltarea zonei, Eficiența apei, Eficiența energiei, Selecția materialelor și calitatea mediului interior (care include eficiența iluminatului). Proiectanții pot să stabilească și să aleagă creditele cele mai apropiate cu proiectul lor pentru a obține rata de evaluare LEED. LEED are patru niveluri de performanță: 26 - 32: Certificat; 33 - 38: Argint; 39 - 51: Aur; 52 - 69: Platină.

Pentru iluminat, cele mai multe credite pot fi obținute prin utilizarea controlului inteligent. Folosind sisteme de control al iluminatului personale, adresabile (cum este sistemul DALI – “Ingineria Iluminatului” nr. 6), proiectanții pot să obțină până la 16 credite (doar din control) pentru o clădire de birouri.

LEED este cel mai recunoscut sistem de evaluare a clădirilor verzi din America de Nord. Mulți promotori, în particular cei care lucrează în guvernul federal în domeniul clădirilor din sectorul privat, solicită ca proiectul clădirii să întrunească performanța LEED Argint. Având în vedere că noile clădiri convenționale pot obține doar câteva puncte, obținerea oricărui nivel LEED reprezintă o reducere semnificativă a impactului clădirii asupra mediului și o îmbunătățire a mediului interior. O versiune canadiană este în curs de dezvoltare. Ea este identică cu versiunea americană cu excepția faptului că eficiența energetică este raportată la Modelul Canadian al Codului Energiei pentru Clădiri.

Sistemul LEED poate fi utilizat în multe moduri pentru a îmbunătăți “înverzirea” proiectării clădirii:

- LEED poate servi ca un ghid de proiectare
- Raportul LEED arată clientului și altor părți interesate că proiectarea a fost făcută cu luarea în considerare a aspectelor ambientale
- Un proiect de clădire poate fi certificat de Consiliul Clădire Verde al USA. Certificarea conferă o expunere crescută pe piață și plasează clădirea într-o companie de elită a celor mai verzi clădiri din America de Nord.

Beneficiul mai larg al clădirilor LEED constă în îmbunătățirea ambiantului interior (reducere a absenteismului, mărirea productivității, confort termic mai bun), costuri mai scăzute de întreținere (clădire comisionată, materiale mai durabile, sisteme ale clădirii mai mici sau eliminate), profil al corporației îmbunătățit (creșterea vânzării de produse, avantaje de marketing, îmbunătățirea moralului lucrătorilor) și risc redus al măsurilor de remediere (la operații de înlăturare a sindromului de îmbolnăvire sau a altor contaminanți).

Tranzacție Privată Publică. Importat recent din Marea Britanie, acest concept financiar nou (notat “PPP” or “P3” în SUA) a găsit teren și în America de Nord. În fapt, corporații private se angajează să construiască și să gestioneze clădiri publice cum sunt spitalele, bibliotecile și alte centre de cultură. În acest mod, guvernul nu își asumă mari costuri de capital, dar trebuie să programeze bugetul de închiriere anual. În funcție de conjunctura specifică, această modalitate poate fi mai avantajoasă pentru banii publici. Ceea ce face acest program interesant este faptul că partea privată nu va construi până ce nu va primi asigurări suficiente privind maximizarea duratei de revenire a investiției (ROI – Return of Investment – raportul între economiile obținute și costurile de capital). De aceea, factorii de decizie încurajează echipa de proiectare în alegerea și instalarea unor aparate de iluminat de mare eficacitate și sisteme de control sofisticate, în scopul minimizării viitoarelor costuri de întreținere și maximizării pe această cale a ROI.

Programele și inițiativele diverse prezentate arată o schimbare semnificativă în concepția americanilor privind utilizarea energiei. Având de făcut față globalizării și unei poziții critice internaționale în creștere, America l-ar putea parafraza pe filosoful francez Andre Malreaux: “Secolul al XXI-lea va fi eficient energetic sau nu va fi deloc”