

CONTROL ME - LIGHTING EFFICIENCY IN MODERN OFFICES

Cristian ȘUVĂGĂU
BC Hydro, Canada

Abstract

Office lighting was designed until recently, with a one-size-fits-all approach when it came to luminaire controls and illumination levels. The attempt was to provide virtually all workers with the same amount of light. In modern offices, while some employees do paperwork that requires higher light levels, others do computer work, where lower light levels are preferred. Also, the need for energy savings have become more acute today.

Recent technological advances have helped designers to allow workers individual control of the luminaires and light levels to meet their individual needs. These systems have the added benefit of reducing energy use, and enhance productivity by improving the comfort of the lighting microclimate.

1 Modern Lighting for Automated Offices

One word can be used to describe the current workplace: "dynamic." Technology has made the world the workplace. Work is being done via desktop, laptop computers and cell phones in every conceivable location. Clerks use computers to run transactions in every place of business. A workstation may serve more than one person as companies implement "hoteling" for employees who spend a significant amount of their time outside of the office. The concept of "teaming" has revolutionized the furniture industry as companies seek to organize people for a specific assignment that requires furniture, technology and communications.

As advances in technology and interior design are changing the way we work, lighting design is expected to play a key role in the office of tomorrow, enhancing communications and positively influencing human behavior. When we think about lighting in the workplace,

the first thing that comes to mind is the obvious physical effect it has on:

- workers who use computer display terminals; these workers typically prefer relatively low lighting levels to minimize glare and reflections on their display screens,
- workers who read, write, and draw documents on paper; these workers typically prefer relatively high lighting levels to see small letters and fine details,
- older workers and others who need higher lighting levels to compensate for weak vision,
- workers seated near windows who must adapt to varying levels of sunlight during the day,
- all workers mood and emotional behavior respective to the workspace.

It should come as no surprise that a highly dynamic office environment would require a lighting solution that is as dynamic as the environment itself. The "ideal" lighting system for the automated workplace should:

- support the task at hand,
- accommodate the individual,
- integrate lighting controls and natural light
- be energy efficient, environmentally sensitive, maintainable and sustainable,
- be well integrated with the architecture, and
- reinforce an organization's image and culture

As no singular lighting system can meet all of these demands, successful lighting solutions should incorporate several levels or layers of lighting, combinations of which would more fully meet the diverse needs of the workers and lighting tasks [1].

Not a new concept, combining an ambient lighting system with a task lighting system will result provide flexible lighting levels and

luminance ratios for the occupants. The ambient lighting systems can be combinations of recessed louvered or recessed direct/indirect luminaires, ceiling or pendant mounted downlighting, pendant-mounted direct/indirect lighting and furniture-mounted uplighting. Panel-mounted task lighting, furniture-mounted task lighting and movable task lighting should be used to complete the lighting levels for the required visual task at hand. However, task lighting provides little relief if the problem is overlighting and glare.

Modern open space office concepts have liberated the workers from tiny high-celled cubicles with no view and no daylight presence. North American manufacturers like Lightolier and Ledalite have produced linear luminaires that allow for integrated modular luminaire layouts, able to provide variable light power density for various areas within the same environments. The same type of luminaire can be used alone or in linear modules with little circuit and hanging revisions from “patterns of light” using denser layouts for desk areas, to traditional “lines-of light” for general open areas, to “neighborhood of lights” using layouts that allow for temporary project areas.

In recent years, the same technological advancements that drove the information technology revolution have produced personal dimming systems that make it much more feasible for individual workers to control lighting levels and ceiling brightness ratios (to reduce glare) in their personal workspaces. The most exciting of these systems offer workers the opportunity to modify lighting levels right from their seat with either wall-mounted, handheld controls or windows on their computer display terminals. Either way, personal dimming controls have the potential to not only save energy but make workers more comfortable and, as a result, more productive.

2 The need for control

For most facilities, lighting systems account for over 40% of the electrical bill. Controlling these systems is part of the entire lighting equation. Lighting control can provide a variety of benefits for building owners, managers and occupants:

- For building owners and managers, the potential energy savings involved with lighting control can be substantial – often 30% of total building energy usage, or even greater [2].
- Facility management personnel value the increased convenience in maintaining optimal building operations with automated controls.
- For occupants, the advantages of optimal lighting and adjustable light levels can lead to greater comfort and satisfaction with personal control environments.

While it's clear to a growing number of companies that are implementing lighting controls that there is a great potential for enhancing the operation of a facility, many also acknowledge that developing a lighting control project offers considering potential for pitfalls. An inadequate or ineffective controls system can create more obstacles than an absence of controls, as dissatisfied occupants may disable or destroy devices to resolve their concerns. For example, daylighting photocell controls designed to automatically switch off rows of luminaires in the immediate vicinity of windows to save energy, have been often removed or covered with duct tape by occupants, frustrated by the brutal change in lighting levels. Dimming ballast installations have alleviate these concerns, since occupants can not notice that lights are gradually dimmed by up to 30% over a 15 minute period.

What we acknowledge now is a control revolution in lighting design. Traditionally, new lighting installations were built mostly responding to aesthetically and architectural design factors, often with little regard to energy usage or maintenance. Many times, once the “honeymoon” between the owner and the building has passed, utility and operation bills for lighting often turned into a nightmare, requiring “retrofitting” or upgrade projects, often within a year of the building inauguration.

However, not totally guilty, lacking technology to allow for a more discrete control, lighting designers have refrained (or learned from failures) to include more aggressive dimming and controls options in their projects.

Therefore, switches for private offices, occupancy controls for rest rooms and storage areas and schedule relay buttons for open and common staff areas were the norm for lighting controls in office buildings. Dimming used to be used only in conjunction with incandescent lighting for accent or mood tasks. Hardware was dictating what designers may or should do.

Now, thanks to the advancements in dimming and control technology, hardware now follows lighting design, applications, policy and human factor information. In a word, design can drive hardware selection, not vice versa.

3 Personal control, energy efficiency and productivity

Although personal dimming systems reduce the amount of electricity consumed by fluorescent lighting systems, they are rarely cost-effective on that basis alone. Instead, they are much more frequently used to improve workers' productivity. However, like most efforts made to improve workers' productivity by improving their environment, those productivity gains are difficult to measure.

Another interesting opportunity is that personal dimming systems can be used to cut electric power demand during peak hours, with big impact on the utility bill. The potential gains from improving productivity are so large that we expect this will be the dominant reason for building managers and developers to choose personal dimming systems.

To determine what proportion of workers would choose to avail themselves of the opportunity to control their personal lighting levels, and to learn what motivated those who chose to do so, the Lighting Research Center (LRC) carried out a comprehensive study at the offices of the National Center for Atmospheric Research (NCAR) in Boulder, Colorado. That study covered 58 private offices in which personnel were given controls on their desks that enabled them to both dim the lights and turn them on and off. The building's occupants - scientists, technicians, and administrative personnel - perform a variety of tasks, most of them requiring the use of personal computers. Each office featured a ceiling-mounted infrared motion sensor, a dimmer switch at the door,

and a portable desktop dimmer switch. Current sensors linked to an existing building automation system gathered data that allowed researchers to take readings every 5 minutes.

Over the course of this study [3], the researchers found that more than 70 percent of the workers used the manual dimmers at least once. When asked why they used the dimmers, half of those workers replied that they did so to make it more comfortable to perform computer work (Table 1). Although the dimmers also saved energy, none of the workers reported that they used them for that purpose.

Table 1 Reasons for adjusting light levels

Reason	Responses
Perform computer work	50%
Compensate for changes in daylight levels	23%
Read printed materials	15%
Create a comfortable work climate	12%
Save energy	0%

The case for personal dimming controls would be simple if the controls paid for themselves solely on the basis of energy savings. In reality, they do not. If accounting only on dimming, the savings they achieve vary widely and unpredictably. Better achievements are obtained when used in conjunction with occupancy sensors. Some research [4] shows that while dimming accounts for only 6% energy savings, occupancy sensors save 43% energy. This proportion is quite explicable due to flexible time hours, meetings and out-of-office daily commitments.

Those who seek to justify the use of personal dimming systems - currently about \$125 to \$250 per fixture - must account for their effect on productivity. Although productivity benefits usually have the potential to far exceed energy savings, they are especially difficult to measure and quantify. As a result, the cost-effectiveness of personal dimming systems is uncertain and will likely remain so for some time.

The energy savings estimated in several field and laboratory tests of personal lighting controls [5, 6, 7 and 8] ranged from 15% to 38% (Table 2).

Table 2 Studies of energy savings attributed to personal lighting control systems

Research organization	Location of study	Energy savings (% of lighting at rated level)
National Center for Atmospheric Research (NCAR)	Boulder, USA	15%
Lawrence Berkeley National Laboratory	San Francisco, USA	33% using wall-mounted bi-level switches
National Eng. School of State Public Works	Lyons, France	26% on overcast days and 38% on clearer days
National Research Council of Canada	Ottawa, Canada	26% less than recommended power density

Table 3 shows documented maximum energy savings from controls performed at NCAR, San Francisco Federal Building and Wisconsin University Building [3]. The researchers who conducted the savings studies at NCAR concluded that lighting designers could do three things to improve the likelihood that personal dimming controls would be effectively used:

- put the control interfaces right on the workers' desktops,
- use control systems that retain their memory of control settings,
- educate workers about how to use the controls.

Table 3 Maximum expected energy savings from personal controls

Space Type	Controls Type	Max. Expected Energy Savings
Private office	Occupancy sensor	45%
	Photo dimming	30%
	Manual dimming/multi-level switching	25%
Open office	Photo dimming	35%
	Occupancy sensor	25%

Lighting system improvements that increase worker productivity can yield a high return on investment. Consider, for instance, the cost associated with an employee [9]. Assume that the direct costs of the employee, including wages, taxes and benefits, are \$50,000 per year, or approximately \$24 per hour. A typical office worker requires about 100 ft² of dedicated space, mostly actual work area and access to it. Modern office lighting systems consuming energy at the rate of 1.2 W/ft, operating 3500 hours per year cost about \$35 per worker per year to operate, including energy and maintenance. The annualized owning cost for a typical office lighting system costing about \$2.50 per square foot is about \$30 per year. In other words, the total cost of owning and operating the lighting system is about \$65 per employee per year, or about 0.1% of annual productive work hours.

Based on these values, an improvement to an ordinary lighting system that increased employee productivity is very quickly amortized. For example, a 1% improvement in productivity throughout the year would realize a benefit to the employer worth \$500. Investing \$500 per employee in improved lighting, if it provided that small increase in productivity would produce a 100% return on investment forever. A more modest investment of about \$250 per employee would return 200% forever. It enables the designer to employ dimming controls and to utilize better performing and more attractive design options that prevent bad lighting and have the potential to achieve good lighting. Tripling the cost of lighting systems (adding about \$500 per worker) assures that a state-of-the-art lighting system complete with full dimming and control capability can be provided, assuming proper and responsible design.

4 Personal dimming and control products

Several products are available to provide individuals with the capability to dim or shut off the lights in their work areas. Most products require the installation of dimming ballasts if they are not already in place; some companies offer an integrated system of lighting, ballasts, and controls. Most of the products also allow designated individuals to control groups of lights (referred to as "multilevel addressing"), in addition to giving each individual control over his or her own lighting.

Products in North America

Ledalite's Ergolight. Ergolight (Figure 1) features both direct and indirect lighting and employs built-in occupancy sensors and photosensors. The direct lighting illuminates work surfaces, while the indirect lighting illuminates surrounding areas, enabling the lights to be placed directly over work surfaces. Each fixture is linked to a local area network, allowing individuals to use their computers to turn lights on and off and to set dimming levels. Selected users (energy managers, for example) can control all the fixtures from their PCs for system-wide monitoring or energy savings programs [10].

Each fixture is assigned a unique serial number and is linked to the local area network using a standard network cable. Ergolight's control software, installed on each computer on the network, enables individual control of the fixtures. Staff members who are changing offices can easily reregister the software on their PCs to control the lighting fixtures in their new locations. By using dedicated occupancy sensors for each workspace, the system minimizes the false tripping that plagues many occupancy sensor controls.

Lutron's PerSONNA. The system features a handheld wireless remote control unit, a fixture-mounted infrared (IR) receiver, and a Lutron fluorescent electronic dimming ballast, Hi-lume or Eco-10 models, that allow dimming down to 1 percent of maximum light output and respectively to 10 percent. The unit is designed for retrofit in office workstations, conference rooms, private offices, classrooms, audiovisual facilities, and hospitals [11]. The Lutron product is sold mainly through original equipment manufacturers. Lighting manufacturers integrate the dimming ballast and IR receiver at the factory and then ship the product so that it installs just like an ordinary fixture, with no extra wiring required. Fixtures can be controlled individually or in groups of up to 20 ballasts, using low-voltage wiring connections. Groupings can be changed as office configuration change, without rewiring. Recently, Lutron has released a digital addressable version, where occupants can dim their lights from the PC, much like in the Ergolite case.

Energy Savings' AddressPro. This is a digital communication protocol using low voltage data buses to address ES proprietary digital dimming fluorescent ballasts. Dimming modules for incandescent, halogen, and even HID (on/off only) light sources are also available [12]. Each dimming ballast, dimming module, or on/off module contains a microprocessor and EEPROM memory chip. This eliminates external processing hardware and complex-wiring schemes because multiple zone assignments, scenes, and fades are all retained in the ballast's memory. Each controlled device (ballast or module) is wired in a low voltage loop either to a ceiling mount central IR receiver or to the wall control. The protocol assigns the devices to a zone (up to 12 zones) and creates lighting scenes with fade times in no time, allowing for maximum control flexibility. The system can be controlled either from the wall control, various handheld IR remotes or via a computer interface. Recently, Energy Savings has teamed with luminaire manufacturers like Cooper and Prescolite and developed integrated lighting systems, named Digital Lighting System (DSL) and respectively 3D SuperDim Digital.

Watt Stopper's IRC products. The Watt Stopper company offers the IRC family of products, low-voltage remote control systems that enable users to turn lighting on and off and to adjust dimming levels [13]. They feature an adjustable setting for minimum and maximum light levels, and they integrate with occupancy sensors. System components include a control module, receiver cell, and transmitter. Dimming ballasts must be installed separately. The transmitter is available as a handheld device, a wall-mounted unit, or a desktop unit. The receiver cell may be ceiling-mounted or housed in a smart power strip. The transmitter sends IR signals to the receiver cell, which transfers them to the low-voltage control module. The control module is typically attached in a ballast cavity or somewhere above a drop ceiling. A Watt Stopper power pack is required to provide low voltage power and link the system with occupancy sensing. Although the ceiling receiver and control module are wired to the lighting load, the rest of the system is wireless and operates much like a TV remote controller. The system features multilevel,

programmable addressing that provides for greater flexibility in personal and group lighting control schemes. These systems can be programmed with two addresses: an individual address to control a single fixture and a group address to control multiple locations from one transmitter. Finally, as with the PerSONNA, staff members changing offices need only reprogram their handheld transmitters; rewiring is unnecessary.

Vos Systems currently sells a voice-activated light switch that turns a light or other small appliance on and off in response to the word "lights." This technology [5] is not quite ready for prime time in the office, but it could be soon. A voice recognition module plugs into a standard wall outlet, and a lamp is plugged into the unit. In the first part of 2000, the company plans to introduce a unit for overhead lighting in offices. It will be tunable to individual voices and will enable at least one intermediate light level.

Products in Europe

Philips Lighting offers the Trios system, which includes a handheld IR controller as well as an occupancy sensor and a photosensor for daylight harvesting. The most advanced version links the lighting controls to a personal computer, as with the Ledalite product.

Starkstrom-Elektronik AG, a Swiss company, offers a product called Adaptolux that enables fixtures to be linked to a computer network, wherein the user can control the lighting by IR, radio frequency, or computer commands.

Zumtobel-Staff offers a system called Luxmate for daylight harvesting that also includes an infrared remote controller.

DALI (Digital Addressable Lighting Interface) the new industrial standard for digital dimmable fluorescent ballasts has taken a strong lead in Europe and has recently made its debut in North America too. Developed in early 90' by Tridonic (and now adopted by all major ballast manufacturers), the addressable dimmable ballasts, and recently IP addressable occupancy and photocontrol sensors, could enable every luminaire manufacturers to provide luminaire systems with individual desktop lighting controls [14].

5 Practical application

BC Hydro, the electricity utility for the province of British Columbia, Canada has recently moved their Marketing & Sales department to a new office building. Beside the intent to offer a modern open office concept to the employees, BC Hydro intended to showcase the new facility as a energy saving flagship for efficient office lighting. After exploring the various intelligent systems applicable to the site conditions (see previous chapter), the designers selected the Ergolite system (Figure 1 and 2). To illuminate the 40,000 ft² (4000 m²) open office spaces (there are no private offices, the only enclosed spaces are for conference/ meeting and private break-time/ phone conversation scopes) at an average of 400-500 lux, required only 200 direct/ indirect suspended Ergolite units (one for each workstation) with 3x32W-T8. fluorescent lamps. A typical office installation would have used over 500 recessed 2'x4' deep cell louvered luminaires with 2x32W-T8 lamps to provide the same light levels, but with poorer light quality. The system provides each occupant with local dimming control over their area lighting, right from their PC. Hallways and other common spaces are illuminated with combinations of recessed and suspended direct/ indirect luminaires and are controlled by occupancy sensors and tied into the building digital management system.

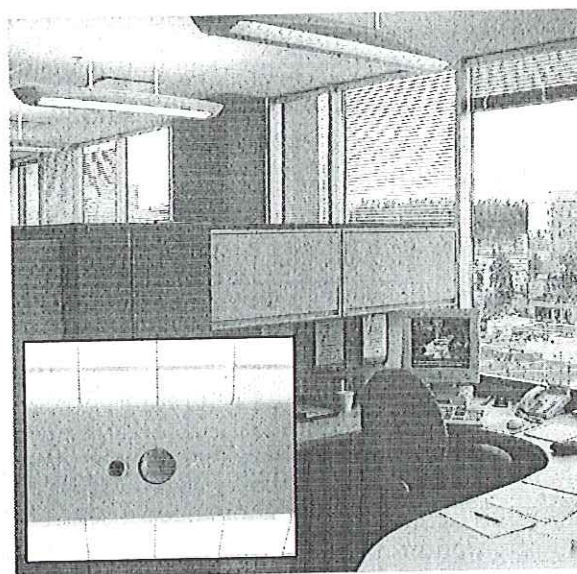


Figure 1 Ergolite lighting system – included occupancy and photo control sensors in detail

The first fixture in the chain connects to a master control unit that, in turn, is tied to the computer network by an interface computer. If connection to the network is lost for any reason, the lights, with their dimming and occupancy sensing capabilities, will stay operational, but individuals will lose their ability to control them.

The occupancy and photocontrol sensors included within each luminaire allow the system to aggressively save energy by switching off the light when the space is unoccupied and by dimming down the lights to benefit from the natural light. Using Ergolight's Manager software, a designated energy manager configures the lighting system to control energy use for individual zones or departments. In this way, the manager controls lights to limit peak loads at certain times of the day and schedules system wide, area wide, or user-specific dimming or shutdowns. The software also monitors the power consumption of individual fixtures and stores the data in a database.

From a cost point of view, the Ergolite system saves on quantity of luminaires, wiring, wall controls and sensors. Although it comes with a premium on capital investment, when compared with a typical system, considering the important energy and operation savings, the Ergolite system offers an incredible pay-back of around 3 years.



Figure 2 Ergolite's occupancy sensors save energy by turning off desktop lights over vacant spaces

BC Hydro has installed power meters for the lighting circuits that service the Ergolite system and is currently monitoring to test the

accuracy of the software system metering. Also, meters were installed on other floors of the building with similar workspace density and illuminated by typical recessed louvered luminaires and respectively direct-indirect systems, all only time scheduled controlled (from 6AM to 6PM) by the Building Digital Management System. For the first three months of monitoring the Ergolight's software monitoring system has been validated with an error of 5%. When compared with the other typical systems in the building (Figure 3), Ergolite has registered an impressive average of 78% energy savings, largely attributed to the occupancy sensors. All the occupants feel more comfortable with the new lighting system and often feel proud to be able to control their own lights.

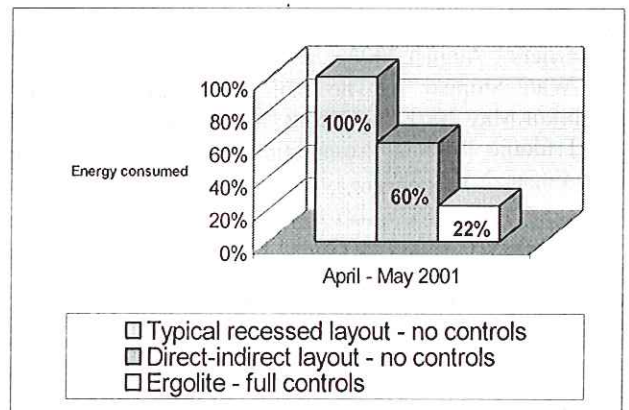


Figure 3 Compared percentages of the energy consumption at BC Hydro's new offices

In conclusion, we can say that new intelligent luminaire systems are changing the way people benefit from lighting by allowing them a much more personalized lighting experience, and to save energy without compromising the visual comfort.

References

- 1 IESNA Lighting Handbook – Ninth Edition, 2000
- 2 Lindsay Audin, David Houghton, Michael Shepard, and Wendy Hawthorne, E SOURCE *Lighting Technology Atlas*, Chapter 1 (1997).
- 3 Dorene Maniccia, Burr Rutledge, Mark S. Rea, and Wayne Morrow, "Occupant Use of Manual Lighting Controls in Private Offices," *Journal of Illuminating Engineering Society*, v. 28, no. 2 (summer 1999).
- 4 Lisa Hescong, Terry McGowen, Francis Rubinstein, "The Advanced Lighting Guidelines – 2001", Lightfair 2001, May 2001.
- 5 Ira Krepchin, Jay Stein, "New Dimming Controls: Taking it Personally", E SOURCE ER-00-06 report, March 2000.

6 Jennifer A. Veitch and Guy Newsham, "Consequences of the Perception and Exercise of Control over Lighting," 106th Annual Convention of the American Psychological Association, San Francisco, California (August 16, 1998).
7 Judith D. Jennings, Francis M. Rubinstein, Dennis DiBartolomeo, and Steve Blanc, "Comparison of Control Options in Private Offices in an Advanced Lighting Controls Testbed," Proceedings Annual Illuminating Engineering Society of North America Conference (August 1999).

8 Suzanne Escuyer, Marc Fontonynont, "Use of a Remotely Controlled Dimmable Lighting System in a Two-Occupant Office," Department of Civil Engineering and Building Sciences, National Engineering School of State Public Works, Vaulx-en-Velin, France (1998).

9 Francis Rubinstein, personal communication (July 9, 1999), Building Technologies Program, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, Ca, USA.

10 Nancy Kiefer, personal communication (September 9, 1999), World Resource Institute, Washington, DC, USA.

11 Lutron Product Presentation, Lightfair May 2001, Las Vegas, NV, USA.

12 Energy Savings, "Guide for Lighting Designers and Specifiers", August 2000.

13 Watt Stopper, "The Path to Lighting Control", Lightfair May 2001, Las Vegas, NV, USA.

14 Tridonic Product Presentation, Lightfair May 2001, Las Vegas, NV, USA.

EFICIENȚA ILUMINATULUI DIN BIROURILE MODERNE

Rezumat

Iluminatul în birouri a fost proiectat, până nu de mult, cu o abordare generală, universală în ceea ce privește controlul corpurilor de iluminat și al nivelurilor de iluminare. S-a încercat asigurarea aceleiași cantități de lumină virtual tuturor utilizatorilor. În birourile moderne, în timp ce unii angajați prestează lucru pe hârtie, ceea ce necesită niveluri de iluminare mai mari, alții lucrează pe calculator, preferând niveluri de iluminare mai scăzute. De asemenea, necesitatea economisirii energiei a devenit mai acută în ziua de azi.

Îmbunătățiri tehnologice recente au venit în sprijinul proiectanților, permițându-le utilizatorilor controlul individual al corpurilor de iluminat și nivelurilor de iluminare pentru îndeplinirea necesităților individuale. Aceste sisteme au ca beneficiu suplimentar posibilitatea reducerii utilizării energiei și conduc la creșterea productivității prin îmbunătățirea confortului microclimatului luminos.

Cristian SUVAGAU

PhD, PEng, LC

BC Hydro, #900 – 4555 Kingsway

Burnaby, BC, Canada

Fax: +604-453-6286

e-Mail: cristian.suvagau@bchydro.com

Lighting engineer at BC Hydro, in Vancouver, Canada.



Member of CIE and IESNA Board of Directors for British Columbia. Numerous lighting research projects, technical articles and project designs for commercial, institutional and industrial indoor and outdoor lighting applications in Europe and 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.

Paper presented at the International Conference ILUMINAT 2001, June 28-30, Cluj-Napoca, Romania

1 Iluminatul modern pentru birouri automatizate

Un singur cuvânt poate fi utilizat pentru a descrie locul de muncă prezent: "dinamic". Tehnologia a făcut ca lumea să devină locul de muncă. Munca se realizează cu ajutorul computerelor, laptop-urilor și telefoanelor celulare în orice locație. Funcționarii utilizează calculatoarele pentru a rula tranzacțiile în orice loc de afaceri. O stație de lucru poate servi mai multor persoane întrucât companiile implementează regimul de "hotel" pentru angajații care petrec o perioadă semnificativă de timp în afara birourilor. Conceptul de "echipă" a revoluționat industria mobilei întrucât companiile caută să-și organizeze personalul pentru o sarcină specifică ce necesită mobilier, tehnologie și comunicații.

Întrucât progresele în tehnologie și proiectare interioară modifică modul de lucru, se așteaptă ca proiectarea iluminatului să joace un rol cheie în cadrul birourilor "de mâine", îmbunătățind comunicările și influențând pozitiv comportamentul uman. Dacă ne gândim la iluminatul locului de muncă, primul lucru

care ne apare în minte este efectul fizic evident asupra:

- persoanelor care utilizează monitoarele de calculator; aceste persoane în mod normal preferă niveluri de iluminare relativ scăzute pentru a minimaliza orbirea și reflexiile pe monitoare,
- persoanelor care citesc, scriu și desenează documente pe hârtie; aceste persoane în mod normal preferă niveluri de iluminare relativ ridicate pentru a distinge caracterele mici și detaliile fine,
- persoanelor în vârstă și celor care necesită niveluri de lumină mai ridicate pentru a compensa vederea slăbită,
- persoanelor care lucrează în apropierea ferestrelor care trebuie să se adapteze la niveluri variabile ale luminii solare pe durata zilei,
- comportamentului emoțional și stării psihice a utilizatorilor în raport cu locul de muncă.

Nu trebuie să surprindă pe nimeni faptul că un birou cu un caracter foarte dinamic necesită o soluție de iluminat la fel de dinamică ca și mediul în sine. Sistemul de iluminat "ideal" pentru un loc de muncă automat ar fi:

- să susțină realizarea sarcinii de lucru;
- să fie potrivit individual;
- să integreze controlul iluminatului și lumina naturală;
- să fie eficient energetic, sensibil la mediu, să poată fi întreținut și susținut;
- să fie bine integrat cu arhitectura, și
- să consolideze imaginea companiei.

Întrucât un sistem singular de iluminat nu poate îndeplini toate aceste cerințe, soluțiile de succes ale iluminatului ar trebui să încorporeze câteva niveluri sau planuri (layers) de iluminat, combinații ale acestora care vor duce la respectarea diverselor cerințe ale utilizatorilor și sarcinilor iluminatului [1].

Nici un concept nou care combină un iluminat general cu un iluminat al sarcinii nu va asigura niveluri de iluminare și luminanțe flexibile pentru ocupanți. Sistemele de iluminat general pot conține combinații de corpuri de iluminat încastate cu lamele sau corpuri de iluminat directe/indirecte încastate, de plafoniere și corpuri de iluminat suspendate cu flux luminos orientat în jos, de corpuri de

iluminat suspendate cu flux luminos direct/indirect și spoturi montate în mobilier cu flux luminos orientat în sus. Pentru a completa nivelurile de iluminare pentru sarcina vizuală necesară trebuie utilizate sisteme de iluminat al sarcinii montate în panouri și mobilier și cele cu sarcină mobilă. Totuși, iluminatul sarcinii asigură o ușoară atenuare în cazul existenței problemelor datorate iluminatului exagerat și orbirii.

Conceptele privind birourile moderne cu spații deschise au dus la eliminarea cămăruțelor cu celule fără vedere și lipsite de prezența luminii naturale. Producătorii din America de Nord, cum ar fi Lightolier și Ledalite au produs corpuri de iluminat liniare care iau în considerare amplasările corpurilor de iluminat modulare, integrate, capabile de a asigura o densitate de putere variabilă pentru suprafețe diverse în cadrul aceluiași mediu. Același tip de corpuri de iluminat poate fi utilizat individual sau în module liniare cu circuit redus și revizuire de suspendare de la "modele de iluminat", utilizând amplasări compacte pentru suprafețele birourilor, până la iluminatul tradițional "în linie" pentru spații generale, deschise, și "iluminatul în grup", utilizând amplasări care iau în considerare suprafețe temporare ale proiectului.

În ultimii ani, același progres tehnologic care a condus revoluția tehnologiei informației a produs sisteme private de diminuare care sunt mult mai practice (executabile) pentru utilizatorii individuali pentru a controla nivelurile de iluminare și strălucirea plafonului (pentru a reduce orbirea) în spațiile personale de lucru. Ceea ce e cel mai captivant la aceste sisteme e faptul că aceste sisteme oferă utilizatorilor oportunitatea de a modifica nivelurile de iluminare chiar de pe scaunul de lucru, atât prin dispozitive de control portabile, montate în perete cât și prin ferestrele afișate pe monitorul calculatorului. Prin oricare mod, controlul personal de diminuare are potențialul nu numai de a economisi energia, dar și de a crea pentru utilizatori un mediu mai confortabil și, prin urmare, mai productiv.

2 Necesitatea controlului

Pentru majoritatea facilităților (aplicațiilor), sistemele de iluminat reprezintă peste 40% din costul electricității. Controlul acestor sisteme

face parte din ecuația iluminatului. Controlul iluminatului poate asigura o varietate de beneficii pentru proprietarii, managerii și ocupanții clădirii:

- Pentru managerii și proprietarii clădirii, economia de energie, implicând controlul iluminatului, ar putea fi substanțială – peste 30% din energia totală utilizată în clădire, sau chiar mai mare [2].
- Personalul de întreținere apreciază conveniența crescută în întreținerea optimă a operărilor clădirii cu controale automate.
- Pentru ocupanți, avantajele unui iluminat optim și a nivelurilor de iluminare ajustabile pot conduce la un confort și o satisfacție mai mare cu mediul controlat individual.

În timp ce este evident că pentru un număr mare de companii ce implementează controlul iluminatului, există o mare posibilitate de îmbunătățire a operării unei facilități, mulți recunosc că dezvoltarea un proiect de control al iluminatului oferă potențial pentru capcane. Un sistem de control neadecvat sau ineficient poate avea mai multe dezavantaje decât absența sa, întrucât utilizatorii nesatisfăcuți pot să deregleze sau să distrugă dispozitivele pentru a-și rezolva problemele. De exemplu, sistemele de control cu fotocelulă pentru lumina naturală, desemnate comutării automate a rândurilor de corpuri de iluminat aflate în imediata apropiere a ferestrelor pentru a economisi energie, au fost deseori îndepărtate sau acoperite cu vopsea de către utilizatorii frustrați de modificarea bruscă a nivelurilor de iluminare. Instalațiile cu balast de reducere au diminuat aceste probleme, prin scăderea treptată a iluminării, reducând-o până la 30%, într-o perioadă de 15 minute.

Ceea ce se admite acum este o revoluția de control în proiectarea iluminatului. În mod tradițional, noile instalații de iluminat au fost proiectate pentru a asigura în principal factorii de proiectare estetici și arhitecturali și deseori acordând o mică importanță asupra utilizării energiei sau întreținerii. De multe ori, odată ce "luna de miere" dintre proprietar și clădire a trecut, notele de plată de operare pentru iluminat se transformă deseori în coșmaruri, necesitând re tehnologizarea sau actualizarea proiectelor, de cele mai multe ori într-un an de la inaugurarea clădirii.

Datorită, dar nu în totalitate, lipsei tehnologiei de a lua în considerare un control mai discret, proiectanții de iluminat s-au abținut (sau au învățat din greșeli) să includă în proiectele lor opțiuni de control și diminuare mai agresive.

Prin urmare, comutatoarele de la birourile private, senzorii de prezență pentru toalete și zonele de depozitare și butoanele de releu programabile pentru spațiile deschise și cu personal obișnuit reprezintă standardul pentru sistemele de control al iluminatului în clădirile cu birouri. Reducerea este utilizată numai în corelare cu iluminatul incandescent pentru sarcinile intense sau legate de starea psihică. Hardware-ul a dictat ceea ce pot sau ar putea face proiectanții.

În prezent, datorită progreselor în tehnologia de diminuare și control, hardware-ul urmează proiectul, aplicațiile, politica iluminatului și informațiile factorului uman. Într-un cuvânt, proiectul trebuie să conducă selectarea hardware, nu invers.

3 Controlul personalului, eficiența energetică și productivitatea

Deși sistemele individuale de diminuare scad cantitatea de electricitate consumată de sistemele de iluminat fluorescent sunt rar eficiente din punct de vedere al costului, privit doar pe acest criteriu. Dar aceste sisteme sunt utilizate mult mai frecvent pentru a îmbunătăți productivitatea, prin îmbunătățirea mediului acestora; dar câștigurile de productivitate sunt dificil de măsurat.

O altă oportunitate interesantă este că sistemele individuale de diminuare pot fi utilizate pentru a scădea cererea de energie electrică în orele de vârf, cu un impact mare asupra facturii de plată. Câștigurile potențiale rezultate din îmbunătățirea productivității sunt atât de mari încât se preconizează că acestea vor reprezenta motivul dominant pentru managerii clădirii de a-și alege sistemele individuale de diminuare.

Pentru a determina care este proporția utilizatorilor care aleg să facă profitabilă oportunitatea de a-și controla nivelurile de iluminare individuale și pentru a cunoaște motivația acestora, Centrul de Cercetare a Iluminatului (LRC) a întocmit un studiu

comprehensiv în birourile Centrului Național de Cercetare Atmosferică (NCAR) din Boulder, Colorado. Studiul implică 58 de birouri private în care personalul deține controlul iluminatului asupra birourilor, având posibilitatea atât de diminuare a iluminatului cât și de deschidere și închidere a iluminatului. Ocupanții clădirii – specialiști în știință, tehnicieni și personal administrativ – realizează o varietate de sarcini, majoritatea dintre acestea necesitând utilizarea calculatoarelor personale. Fiecare birou a fost echipat cu un senzor de prezență cu infraroșu, montat în plafon, un comutator de diminuare amplasat la ușă și un comutator portabil de diminuare. Senzorii au fost conectați la un sistem automat existent în cădire care adună datele și care a permis cercetătorilor să facă citirile la fiecare 5 minute.

După realizarea acestui studiu [3], cercetătorii au remarcat că mai mult de 70% din utilizatori au folosit cel puțin o dată sistemele de diminuare portabile. La întrebarea de ce au folosit aceste sisteme, jumătate dintre utilizatori au afirmat că au apelat la aceste sisteme pentru a-și putea realiza activitatea pe calculator într-un mediu mai confortabil (Tabel 1). Deși sistemele de reducere au economisit energie, nici unul dintre utilizatori nu a raportat că a utilizat sistemul în acest scop.

Cazul sistemelor de diminuare personale ar fi simplu dacă aceste sisteme s-ar amortiza doar pe baza economiilor de energie. În realitate acest lucru nu se întâmplă. Dacă se contabilizează numai reducerea, economisirile realizate variază larg și imprevizibil. Dacă aceste sisteme sunt utilizate în combinație cu senzorii de prezență, se obțin rezultate mai bune. Unele cercetări [4] arată că în timp ce sistemele de diminuare realizează o economisire de numai 6%, senzorii de prezență economisesc 43% din energie. Proporția este explicabilă datorită orarului flexibil, întâlnirilor și angajamentelor zilnice din afara birourilor.

Cei care caută să justifice utilizarea sistemelor individuale de diminuare – în prezent aproximativ între 125 \$ și 250 \$ pe corp de iluminat – trebuie să ia în considerare efectul acestora asupra productivității muncii. Deși beneficiile productivității au, de obicei, potențialul să depășească de departe economiile de energie, acestea sunt dificil de măsurat și cuantificat. Ca rezultat, eficacitatea din punct de vedere al costului a acestor sisteme este

nesigură și va rămâne probabil în această stare pentru o perioadă de timp.

Economiile de energie estimate prin câteva teste de laborator și pe teren ale sistemelor de control individual al iluminatului [5, 6, 7 și 8] variază între 15% și 38% (Tabelul 2).

Tabelul 3 prezintă economiile maxime de energie date de controlul realizat de NCAR, San Francisco Federal Building și Wisconsin University Building [3]. Cercetătorii care conduc aceste studii de economisiri la NCAR au concluzionat faptul că proiectanții de iluminat ar putea să realizeze trei lucruri pentru a îmbunătăți probabilitatea ca sistemele de control individual prin diminuare să fie utilizate eficient:

- să instaleze interfețe de control chiar pe desktop-urile utilizatorilor;
- să utilizeze sisteme de control care înregistrează memoria setărilor de control;
- să instruiască utilizatorii despre modul de utilizare a sistemelor de control.

Reabilitarea sistemului de iluminat care a mărit productivitatea muncii poate realiza o rată ridicată de rentabilitate a investiției. De exemplu, să considerăm costul asociat unui angajat [9]. Se presupune că costurile directe ale angajatului, incluzând retribuția, taxele și beneficiile, sunt de 50.000 \$ pe an sau aproximativ 24 \$ pe oră. Un angajat obișnuit care lucrează într-un birou necesită un spațiu de muncă de aproximativ 100 ft² (9 m²). Sistemele de iluminat din birourile moderne care consumă o energie de 1,2 W/ft², operând 3500 ore pe an, costă anual aproximativ 35 \$ pe angajat, incluzând energia și întreținerea. Costul anual al proprietății pentru un sistem de iluminat dintr-un birou obișnuit care costă aproximativ 2,50 \$/ft² este aproximativ 30 \$ pe an. Cu alte cuvinte, costul total al sistemului de iluminat (proprietate și operare) este de aproximativ 65 \$ pe angajat pe an sau aproximativ 0,1% din orele de muncă anuale.

Pe baza acestor valori, o îmbunătățire adusă unui sistem de iluminat obișnuit care crește productivitatea muncii este foarte rapid amortizată. De exemplu, o îmbunătățire cu 1% a productivității va realiza în timp de un an un beneficiu de 500 \$ pe angajat. Investind 500 \$ pe angajat pentru îmbunătățirea instalației, dacă aceasta asigură acea creștere mică de

productivitate s-ar realiza o rată de rentabilitate a investiției de 100%. O investiție mai modestă de aproximativ 250 \$ pe angajat ar realiza o rata de rentabilitate de 200%. Aceasta va permite proiectantului să implementeze sisteme de control de diminuare și să utilizeze opțiuni de proiectare mai atractive și mai performante care să prevină iluminatul slab și să realizeze potențialul de a realiza un iluminat bun. Prin triplarea costului sistemelor de iluminat (adăugând aproximativ 500 \$ pe angajat) și presupunerea unui proiect corespunzător și responsabil se poate asigura un nivel sofisticat al sistemului de iluminat împreună cu capacitatea de control și diminuare completă.

4 Produse de control și reglare individuale

Câteva produse sunt disponibile pentru a asigura sisteme individuale cu capacitate de diminuare sau închidere a iluminatului în spații individuale de muncă. Majoritatea produselor necesită instalarea balasturilor de diminuare, dacă acestea nu sunt deja instalate; unele companii oferă un sistem integrat de iluminat, balaste și sisteme de control. De asemenea, majoritatea produselor permit controlul individual al grupurilor de iluminat (referitor la "aplicarea multinivel"), pe lângă permiterea controlului individual asupra iluminatului propriu.

Produse din America de Nord

Ledalite's Ergolight. Ergolight (Figura 1) caracterizează atât iluminatul direct cât și cel indirect și conține senzori de prezență și fotocelule nedetașabile. Iluminatul direct are loc asupra suprafeței de lucru, în timp ce cel indirect iluminează zonele din vecinătate, permițând ca iluminatul să fie direcționat direct asupra suprafeței de lucru. Fiecare corp de iluminat este conectat la o rețea locală, permițând persoanei să-și utilizeze calculatorul pentru a aprinde și stinge lămpile și a stabili nivelurile de diminuare. Utilizatorii selectați (de exemplu, manageri energetici) pot controla toate corpurile de iluminat de la PC-uri pentru probleme de monitorizare a sistemului sau economisire a energiei [10].

Fiecare corp de iluminat are un număr de serie unic și este conectat la rețeaua locală,

utilizând un cablu obișnuit de rețea. Software-ul de control Ergolight, instalat pe fiecare calculator din rețea, permite controlul individual al corpurilor de iluminat. Angajații care își schimbă birourile pot să-și înregistreze cu ușurință software-ul pe PC-urile lor pentru a controla corpurile de iluminat la noile locuri de muncă. Prin utilizarea senzorilor de prezență dedicați pentru fiecare loc de muncă, sistemul minimizează mutația falsă care deranjează controlul multor senzori de prezență.

Lutron's PerSONNA. Sistemul prezintă o unitate portabilă de control la distanță, un senzor cu infraroșu (IR) montat în corpul de iluminat și un balast electronic de diminuare Lutron (pentru lămpi fluorescente), modele Hilight sau Eco-10 care permit diminuarea până la 1% și, respectiv, 10% din fluxul luminos maxim. Unitatea este desemnată pentru actualizarea stațiilor de lucru din birouri, sălilor de conferință, birouri private, săli de clasă, încăperi audio-vizuale și spitale [11]. Produsul Lutron este vândut în principal de către producătorii originali de echipamente. Producătorii de iluminat integrează balastul de diminuare și senzorul IR în fabrică și apoi produsul se va instala ca un sistem de fixare obișnuit, fără să necesite fire suplimentare. Corpurile de iluminat pot fi controlate individual sau în grupuri de până la 20 de balasturi, utilizând conectări la tensiune joasă. Grupările se pot modifica dacă se schimbă configurația biroului, fără refacerea rețelelor. Recent, Lutron a lansat o versiune digitală, unde ocupanții pot diminua mai bine nivelurile lor de iluminare de la PC, decât în cazul Ergolite.

Energy Savings' AddressPro. Acesta este un protocol de comunicare digital, utilizând baer condutoare la tensiune joasă pentru a pregăti balasturile fluorescente digitale de diminuare ES. De asemenea, sunt disponibile modulele de diminuare pentru lămpile incandescente, cu halogen și chiar HID (numai aprins/deschis) [12]. Fiecare balast și modul de diminuare conține un microprocesor și un chip de memorie EEPROM. Acesta elimină hardware-ul de procesare externă și schemele de rețea complexă deoarece multiple sarcini, scene și atenuări sunt toate înregistrate în memoria balastului. Fiecare dispozitiv de control (balast sau modul) este conectat în

buclă la o tensiune joasă atât la un senzor infraroșu IR montat în plafon cât și la un sistem de control amplasat în perete. Protocolul deservește dispozitivul unei zone (până la 12 zone) și creează scene de iluminat, considerând flexibilitatea maximă de control. Sistemul poate fi controlat atât de la sistemul de control din perete cât și prin acționare de la distanță cu IR sau prin interfața computerului. Recent, Energy Savings a colaborat cu producătorii de iluminat, cum ar fi Cooper și Prescolite și au dezvoltat sisteme de iluminat integrate, Digital Lighting System (DSL) și, respectiv, 3D SuperDim Digital.

Produsele Watt Stopper's IRC. Compania Watt Stopper oferă produse din familia IRS, sisteme de control de la distanță la tensiune joasă care permit utilizatorilor să pornească și să oprească iluminatul și să ajusteze nivelurile de iluminare [13]. Acestea prezintă o setare ajustabilă pentru nivelurile de iluminare minim și maxim și se integrează cu senzorii de prezență. Componentele sistemului includ un modul de control, o celulă receptoare și un transmițător. Balasturile de diminuare trebuie instalate separat. Transmițătorul este disponibil sub formă de dispozitiv portabil, unitate montată în perete sau unitate desktop. Celula receptoare poate fi montată în perete sau pe canalizația electrică. Trasmțițătorul transmite semnale infraroșii la celula receptoare care le transferă la modulul de control de tensiune joasă. Modulul de control este în mod obișnuit amplasat în cavitatea balastului sau undeva deasupra unui tavan fals. Pachetul de tensiune Watt Stopper este necesar pentru a asigura tensiunea joasă și de a conecta sistemul de senzorii de prezență. Deși receptorul din plafon și modulul de control sunt conectate la tensiunea iluminatului, restul sistemului este conectat și operează ca o telecomandă TV. Sistemul prezintă o transmitere programată, multinivel care asigură o flexibilitate mai mare în cadrul schemelor de control al iluminatului individual sau în grup. Aceste sisteme pot fi programate cu două adrese: o adresă individuală pentru a controla un singur corp de iluminat și o adresă de grup pentru a controla amplasări multiple de la un transmițător.

În concluzie, cu PerSSONNA, personalul care își schimbă locul de muncă trebuie să-și reprogrameze numai transmițătoarele portabile, fără să fie necesară o recablare.

Vos Systems vinde în prezent comutatoare activate vocal care aprind sau sting lămpile sau alte aplicații, la exprimarea cuvântului "lights". Această tehnologie [5] nu este încă pregătită pentru birouri, dar ar putea fi în curând. Un modul de recunoaștere a vocii este instalat într-o priză de perete și o lampă este montată într-o unitate. Compania și-a planificat ca în prima parte a anului 2000 să introducă o unitate pentru iluminatul de deasupra din birouri. Iluminatul va fi acționat de către voci individuale și va permite cel puțin un nivel intermediar de iluminare.

Produse din Europa

Philips Lighting oferă sistemul Trios care include un dispozitiv portabil de control cu infraroși, precum și un senzor de prezență și un fotosenzor pentru acumularea de lumină naturală. Cea mai avansată versiune conectează sistemul de control al iluminatului la un calculator personal, la fel ca și în cazul produsului Ledalite.

Starkstrom-Elektronik AG, o companie elvețiană, oferă un produs numit Adaptolux care permite corpurilor de iluminat să fie conectate la o rețea de calculator, în timp ce utilizatorul poate controla iluminatul prin IR, frecvență radio sau comenzi de la calculator.

Zumtobel-Staff oferă un sistem numit Luxmate pentru acumularea luminii naturale care; de asemenea include un dispozitiv de control cu infraroșu, de la distanță.

DALI (Interfața Iluminatului Accesibilă Digital), noul standard industrial pentru balast fluorescent de diminuare digital a fost deschizătorul de drum în Europa, dar recent a debutat și în America de Nord. Dezvoltat în anii '90 de către Tridonic (și preluat acum de toți producătorii importanți de balasturi), balasturile de diminuare și, recent, senzorii fotocontrol și de prezență accesibili ar putea permite fiecărui producător de corpuri de iluminat să asigure sisteme de corpuri de iluminat cu control individual de pe desktop [14].

5 Aplicație practică

BC Hydro, compania de electricitate pentru provincia British Columbia, Canada și-a transferat Departamentul Marketing-Vânzări într-o clădire nouă. Pe lângă intenția de a oferi angajaților săi conceptul de birouri moderne, deschise, BC Hidro a intenționat să prezinte noua facilitate ca pe un model pentru iluminatul eficient al birourilor. După explorarea diverselor sisteme inteligente aplicabile condițiilor de la fața locului (vezi capitolul anterior), proiectanții au selectat sistemul Ergolite (fig. 1 și fig. 2). Pentru a ilumina birouri deschise de 4000 m² (nu sunt birouri private, singurele spații închise sunt cele destinate întâlnirilor/conferințelor și pauzelor/conversațiilor telefonice private) la un nivel de iluminare de 400-500 lx, au fost necesare numai 200 de unități suspendate direct/indirect Ergolite (una pentru fiecare stație de lucru) cu lămpi fluorescente 3x32W-T8. O instalație de iluminat pentru un birou obișnuit ar fi utilizat peste 500 de corpuri de iluminat îngropate, cu lamele și lămpi 2x32W-T8 pentru a asigura aceleași niveluri de iluminare, dar asigurând o calitate a iluminatului mai slabă. Sistemul permite fiecărui utilizator să controleze iluminatul din zona sa, chiar de la PC-ul său. Holurile și alte spații comune sunt iluminate printr-un sistem combinat de corpuri de iluminat direct/indirect suspendate și îngropate și sunt controlate prin senzorii de prezență și introduse într-un sistem de management digital al clădirii.

Primul corp de iluminat se conectează la o unitate de control de coordonare care este conectată, la rândul său, la o rețea de calculatoare prin interfața unui calculator. Dacă conectarea la rețea este întreruptă dintr-un anumit motiv, iluminatul cu capacitățile sale de diminuare și sesizare prezență va rămâne în funcțiune, dar utilizatorul individual va pierde controlul asupra lui.

Senzorii pentru fotocontrol și de prezență introduși în fiecare corp de iluminat permite sistemului să economisească energie prin deconectarea iluminatului atunci când spațiul nu este ocupat și prin reducerea nivelurilor de

iluminare pentru a beneficia de lumina naturală. Utilizând software-ul Ergolight's Manager, un manager energetic configurează sistemul de iluminat pentru a controla utilizarea energiei pentru zone sau departamente individuale. Astfel, managerul controlează iluminatul pentru a limita încărcările de vârf în anumite perioade de timp din timpul zilei și programa diminuări și întreruperi ale sistemului, ale unei arii sau ale unui utilizator. De asemenea, software-ul monitorizează consumul de putere al corpurilor de iluminat individuale și stochează datele într-o bază de date.

Din punct de vedere al costului, sistemul Ergolite economisește un număr de corpuri de iluminat, cabluri, sisteme de control montate în perete. Deși apare ca o primă în investiția de capital, dacă se compară cu un sistem obișnuit, luând în considerare economisirea importantă de energie și operare, sistemul Ergolite oferă un „pay-back” de aproximativ 3 ani.

BC Hydro a instalat contoare pentru circuitele de iluminat care deservesc sistemul Ergolite și în prezent monitorizează pentru a testa precizia de măsurare a software-ului. De asemenea, contoarele au fost montate pe alte podele ale clădirii cu aceeași densitate de lucru și iluminate de corpuri de iluminat îngropate, cu lamele și, respectiv, de sisteme direct-indirect, toate controlate doar pe baza timpului (de la 6 AM la 6 PM) prin Sistemul digital de management al clădirii. Pentru primele trei luni de monitorizare, sistemul de monitorizare dat de software-ul Ergolight's a fost validat cu o eroare de 5%. Prin comparație cu alte sisteme obișnuite din clădire (fig. 3), Ergolite a înregistrat o medie impresionantă de 78% a economiilor de energie, atribuită pe larg senzilor de prezență. Toți ocupanții se simt mai confortabil cu noul sistem de iluminat și sunt mândri că pot controla propriile lor lămpi.

În concluzie, se poate afirma că noile sisteme de corpuri de iluminat inteligente schimbă modul în care oamenii beneficiază de iluminat, permițându-le o experiență individualizată în iluminat și economisesc energie fără compromiterea confortului vizual.

EVALUATION OF POTENTIAL FOR REVERSE-RAY METHOD APPLICATION IN FLASHLIGHT DESIGNING

Henryk WACHTA

Rzeszow University of Technology, Poland

Abstract

The paper presents the basic flashlight design characteristics as well as the character of light ray distribution in light devices of this kind. Observations concerning the effectiveness of the expected formation of the light-ray distribution by optic systems of such lights are formulated. Proposal of reverse-ray method utilisation for designing of flashlight optic systems is presented. Direction of design works focused on improving the utilisation of light stream emitted by the xenon light source.

1 Introduction

Along with the civilization development, the lighting technology encroaches new spheres of human life. Currently a number of specialized designs emerge in the lighting-fitting designing field. They are a form of response to the needs of various life disciplines and they, on the one hand, realize complex lighting tasks, and, on the other hand, introduce more modern and more technologically advanced lighting sources onto the lighting market. A good example illustrating this process is the broadly understood car lighting technology.

Parallely to intensive development of motorization, an independent field of lighting technology, comprising light-related aspects of traffic safety, has come into being. In addition to vehicle lights required for their travelling in conditions of limited visibility, the special-vehicle lighting emerged. It applies primarily to privileged vehicles as well as, those vehicles which could be a traffic hindrance when travelling along the road. It is a quite specific and relatively less popular branch of light technology. Fittings for warning lights and

privileged-vehicle flashlights are the light equipment which operation should ensure efficient motion of a vehicle equipped with such lights in urban traffic conditions. This task is realized by designing light devices emitting light signals in selected spatial directions. The photometric characteristics of those signals (lamps) are defined by respective lighting standards [10,12].

2 Lighting requirements for flashlights

Flashlights may be divided into two types: blue-colour flashlights used by vehicles privileged in the traffic and amber warning lights – used in vehicles to demand particular care. Beside requirements concerning the flashing frequency and lighting time the most essential light parameter of flashlights is the flash intensity, B_W [cd]. It is a measure of the relative luminous intensity of a flashlight.

$$B_W = K_f I \quad (1)$$

where:

K_f – coefficient depending on lighting time,
 I – average measured value of luminous intensity in candelas for assumed direction of observation in the analysed lighting time.

Whereas luminous intensity I [cd] is determined from the relationship:

$$I = L \cdot A \quad (2)$$

where:

L [cd/m²] – is luminance of lighting surface in the assumed direction of observation,
 A [m²] – apparent surface of light emitting field, visible from the assumed direction of observation.

∴ The brightness L is a light parameter of light source. In case of power-supply pack with circuit breaker this light source is a xenon lamp. From the point of view of the designing of optic systems that form the distribution of light beam emitted into the surrounding space

as cyclic light flashes, there is a real possibility for shaping the size of apparent surface, S_p , of the light source image on the reflector. A correct evaluation of flashlight operation is also possible while considering the parameter called effective light-flash intensity, understood as fixed light intensity of the same relative spectral distribution as that of a flashlight, which shall have the same lighting range as that of a flashlight in the same observation conditions. The respective recommendations of the lighting standards [10,11,12] define the minimum value of flash intensity, B_w , as well as the zone of the vertical measurement angle, inside which that value is determined. The reverse ray method appears particularly suitable for light calculations as it enables obtaining information on the size and shape of the so-called Bright Points Figure [17]. Simulation works were performed with the use of the proprietary (author's) computer program based on reverse ray method [13].

2.1 Current flashlight design solutions

Over the span of their history the first designs of flashlight lamps were fittings equipped with single-filament halogen bulbs and rotating paraboloidal reflectors [14]. Such solutions are still in use. The flash effect is obtained through periodical blanking off and exposure of continuous incandescent light source. A suitably shaped reflector rotates around the light bulb to additionally amplify the light signal by reflecting the light stream from the filament coil. A significant drawback of this solution is mainly the existence of reflector rotation mechanism, which determines the functional efficiency of a fitting.

From the point of view of photometric characteristics, the light stream leaving the filament is formed into a beam of expectable focussing properties in a rather limited range. It results from the fact that a large part of light rays leaves the light source directly without being reflected from the reflector. Reflector plays mainly the role of blanking-off element for the light bulb. Besides, the light parameters of the used light source result directly from the halogen technology employed in it.

On the basis of this experience a lamp with discharge light source, in form of xenon lamp, emerged [5]. The flashing effect in this case is obtained by circuit-breaker application in the power-supply system of the lamp. Due to this, the mechanical rotation system, main weak link of rotating flashing lamps, is eliminated. The Fresnel lens system is the element, which shapes the light stream [4].

2.2 Specifics of light-ray path in the optic system with xenon light source and Fresnel lens

The geometric form of a Fresnel lens meets the need of forming the light stream distribution in the form of a parallel beam. Obviously, for light source of finite dimensions, the beam that may be obtained has the characteristics of close-to-parallel beam with some dissipation [7]. The light rays leaving the lamp optic system (B) shall exhibit characteristics of a slightly divergent beam (Fig. 1). In conditions of point light source, the beam will be parallel.

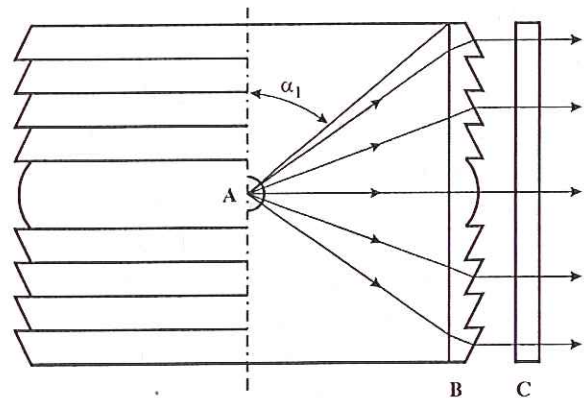


Figure 1 Flashlight Lamp with Fresnel-lens optical system

The last element of the lamp, fulfilling the role of casing, is a parallelepiped lamp bowl (C) in blue, red or orange colour. Due to the use of xenon light source this solution exhibit high flash power. However, it also has same drawbacks resulting from use of the Fresnel lens. First: an optically inert zone appears in the upper and lower areas of the horizontal planes

confining the quasi-cylinder of the optical system. It was designated with α_1 angle in Figure 1. This zone is a source of emission of rays reflected at random from Fresnel-lens mounting elements in the fitting. Because of the size of this area it may be expected that the stream from that reflection has significant effect on the scale of divergence of rays leaving the fitting. Thus, the optical system designed in this way in form of stepped lenses is completely unusable for this part of the light stream, which comes from reflection inside the fitting. Besides, the light stream emitted directly from the light source (A) shall become partially absorbed by the optical system (B) and coloured lamp bowl (C). Obviously, the applied light source permits overcoming these difficulties due to high flash power. However, the very utilisation of the light stream generated by the lamp is not very favourable.

3 New proposal of optic system of flashlights equipped with xenon light sources

Improvement of flashlight lighting properties boils down to limiting, or possibly eliminating, the unfavourable effect of the Fresnel lens mounting elements on the light-ray distribution. A proposal to use a system of two paraboloidal reflectors in this area has been put forward [15]. It is also advisable to employ a xenon source of possibly coherent and small lighting-surface geometry (Fig. 2).

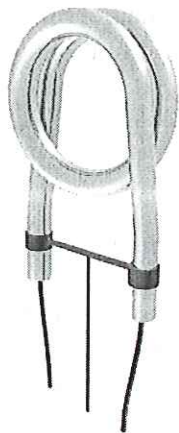


Figure 2 Sketch of xenon lamp, HEIMANN, type BH-0647

Locating of the xenon light source in the focus of parabolic profile shall permit to obtain an almost parallel reflected beam [3,6]. Of course, the scale of the light stream dissipation depends on the size and shape of the light source, as well as its position in respect to focal point of reflector [4]. A suitable selection of the reflector geometry permits the utilisation of the two dead zones in the upper and lower spaces inside the fitting bowl. They are represented by the angle α_1 . The reflector of high light reflection coefficient shall enable the minimisation of losses caused by light absorption (Fig. 3).

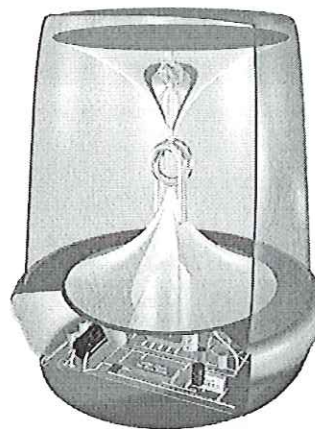


Figure 3 Flashlight optic system as paraboloidal reflector

Parabolic profile, commonly used in light technology, enables such formation of reflected beam distribution as to obtain a possibly cohesive beam. It is assumed that the reflector surface shall realize directional or nearly directional reflection. It is advisable to use a deep reflector, in which the main part of the stream shall come from reflection. Not without importance is also the proper determination of the focal length of the reflector mirror profile [8]. Small focal length permits such shaping of the quasi cone geometry, that their vertices nearly touch the light source from above and below.

4 Shaping of reflector geometry in context of apparent surface area of light-source image on reflector

The assumed method of light calculations enables to analyse the size and shape of the light spot formed on the reflector as a result of light reflection in the process of designing. So, in the course of the designing process it shall be striven to have it as large as possible. For the purposes of computer simulations it is possible to develop a xenon model of a light source that represents its geometry [1,2,9]. Bringing the testing rays from direction reverse than in the reality and checking if they hit in the geometric model of the light source are steps of a procedure enabling to determine the xenon lamp image, and thus the Bright Points Figure, on the reflector [16].

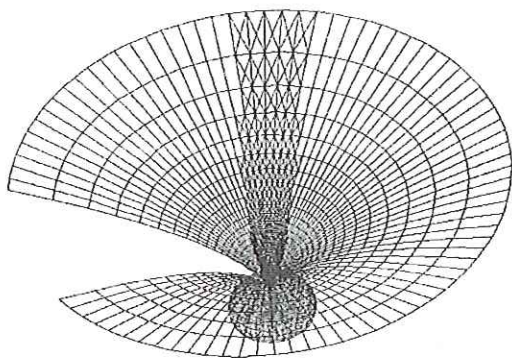


Figure 4 A Bright Points Figure for quasi-conical reflecting mirror

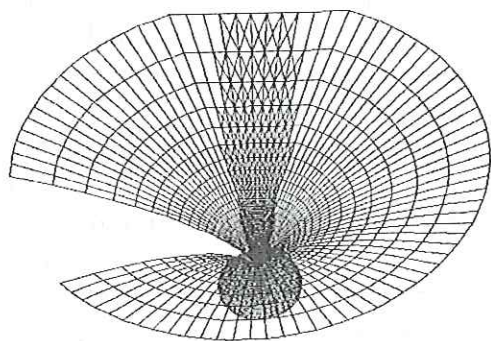


Figure 4 B Bright Points Figure for a flattened reflecting mirror

Basically the conceptual work shall concentrate on such shaping of reflector surface, by changing both its size or position in relation to the light source, and its shape, in order to obtain possibly large light spots. Figures 4A and 4B show the effect of the change of the curvature of reflecting mirror on the size of the Bright Points Figure [13]. Further designing activities should aim at finding answers to questions: how wide should the flat vertical strips of reflecting mirror be?; how shall multiple reflections in apex zones be shaped? All those issues serve the cause of finding the best geometric form of the reflector that minimizes the absorption of light stream by fitting elements, as well as the improper light distribution.

5 Possibilities of improving the light stream distribution by means of additional optical element

Applied reflecting mirrors shape only a part of the light beam reflected from it. Rays coming out directly from the lamp will not have the parallel beam characteristics. This is an unfavourable characteristic. Thus, a need arises for further developing of the optical system, so that the whole stream – both that part reflected from the reflector and that part emitted directly from the lamp – is as cohesive as possible. This task is solvable by equipping the flashlights with an additional optical element in form of lens. Flashlight fitting emits light rays in all directions of the horizontal cross-sectional plane. Thus, an additional lens should form the light stream distribution, so that the beam is equally cohesive in each vertical cross-sectional plane of a fitting. And that is not all. This characteristic should be realized in all horizontal directions (Fig. 5).

The angle, α_2 , limits the size of the lens, and more precisely the lens ring (B). Its location should definitely be related to temperature conditions in direct neighbourhood of a xenon lamp. It is recommended that that distance should be as small as possible, primarily because of the material costs. A separate issue is the method of mounting of individual optical elements of lighting fitting, to ensure convenient access to the light source in case of necessity of its replacement.

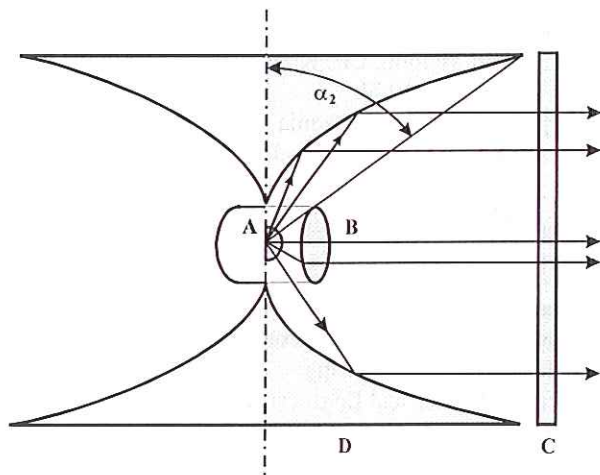


Figure 5 Complete optical system with additional annular lens element

Presented solution fully utilizes the entire light stream emitted by the light source (A). The stream emitted from optical system of the fitting will penetrate the parallelepiped lamp bowl (C) under an angle that causes minimum absorption losses. The above system will be more effective than the Fresnel lens fitting in view of eliminating the unfavourable phenomena of light distribution.

6 Perspectives of practical applications of new flashlight fitting design solution

Presented proposal, of course after prototype tests, may find broad practical applications. After verification tests, it may complement, as well as potentially substitute, the current flashlight designs. Also, a number of new possibilities are thus opening for the use of this fitting as a light set or a beam of lights (Fig. 6).

For drawing clarity the lens rings are not shown in the fitting. One can imagine such modification of the power supply for individual lamps in the set, that discharge pulses of all lamps be synchronised with each other. It shall permit obtaining of a pendulous-travelling apparent light spot. Another suggestion applies to such shaping of a beam-of-lights body, [e.g. V-shape], that an observer looking at its shorter side – may notice this apparent light movement.

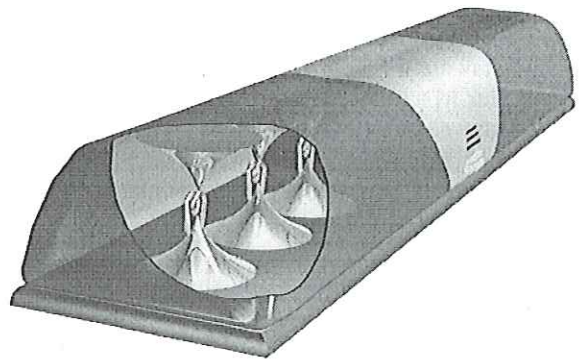


Figure 6 Example of an application of flashlight set as a beam of lights

From this direction of observation, the flash visibility will be better. Such shape of lamp body shall contribute to improved visibility of consecutive flashes in the direction to shorter side of the fitting. These activities, are clearly beyond the strict field of development optic systems for lighting fittings, but shall be contributing factors to improved visibility of light flashes.

7 Conclusions

The presented design concept indicates that application of light calculation method, based on determining of image field of the light source on reflector, is a viable option for flashlight designing purposes. This method, treated as an auxiliary among other known calculation methods, [e.g. Monte Carlo], may gain in importance due to its main asset: ability to determine precisely the Bright Points Figure. Its field of application may also be broadened to other light issues: the effect of light-source displacement in relation to the optical system, as well as the effect of the type of surface quality of the optically active part of the reflector on light-stream distribution. The design assumptions presented in the paper aim at improving the utilisation of light stream in flashlights and constitute an element/component of practical use of this method.

References

- [1] Buchacz J.: AutoLISP dla zaawansowanych. Wydawnictwo Helion, Gliwice 1997.
- [2] Dudek M.: AutoLISP - Praktyczny kurs. Wydawnictwo Helion, Gliwice 1997.
- [3] Dybczyński Wł.: Projektowanie układów świetlny optycznych naświetlaczy. Zagadnienia wybrane. WPB, Białystok 1997.
- [4] Dybczyński Wł., Oleszyński T., Skonieczna M.: Projektowanie opraw oświetleniowych. WPB, Białystok 1996.
- [5] Katalog lamp ksenonowych EG&G HEIMANN Optoelectronics: Catalog – Flashtubes 1999.
- [6] Mazur J., Żagan W.: System modelowania teoretycznego układów samochodowych odbłyśników oświetleniowych. Archiwum Elektrotechniki. Z. 3-4/86, Warszawa 1989
- [7] Mazur J., Żagan W.: Samochodowa technika świetlna, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1997.
- [8] Oleszyński T.: Elektryczne oprawy oświetleniowe. Warszawa, WNT, 1978.
- [9] Pikoń A.: AutoLISP czyli programowanie AutoCAD-a. Wydawnictwo Helion, Gliwice 1995.
- [10] PN-75/S-73037. Pojazdy samochodowe. Urządzenia świetlne błyskowe. Rozmieszczenie, wymagania świetlne i metody badań.
- [11] PN-90/E-01005. Technika świetlna. Terminologia.
- [12] Regulamin Nr 65. Jednolite przepisy dotyczące homologacji świateł błyskowych. 1986 oraz 1993.
- [13] Wachta H.: Komputerowy program obliczeń świetlnych FiJaPu, Politechnika Rzeszowska 2000.
- [14] Zakłady Elektromechaniczne ELEKTRA: Katalog lamp ostrzegawczych, Warszawa 2000.
- [15] Zgłoszenie Patentowe nr: P 339 156 na rzecz Politechniki Warszawskiej: Lampa świateł ostrzegawczych. Twórcy: Żagan Wojciech, Wachta Henryk. Warszawa 2000.

Evaluarea potențialului de aplicare a metodei Reverse-ray în proiectarea luminilor de avertizare (girofaruri)

Rezumat

Articolul prezintă caracteristicile de bază de proiectare a girofarurilor, precum și caracterul distribuției luminii în dispozitivele de iluminat de acest tip. Sunt formulate și observații referitoare la eficiența formei preconizate pentru distribuția luminii realizată de sistemele optice ale acestor dispozitive. Este prezentată propunerea de utilizare a metodei Reverse-ray pentru proiectarea lor, insistându-se pe o utilizare mai bună a fluxului luminos emis de surse de lumină cu xenon.

- [16] Żagan W.: Graphic Implementation of Inverse Beam Method. CIE Kongres – 24 sesja, Warszawa 1999.
- [17] Żagan W.: Obliczenia świetlne samochodowych odbłyśników zwierciadlanych z wykorzystaniem metody testu promienia odwrotnego. Rozprawa Doktorska, Politechnika Warszawska, 1987.

Henryk WACHTA, M. Sc. (Eng)

Department of Power Electronics and Electrical Engineering
Faculty of Electrical Engineering and Computer Science
2 W. Pola Street, 35-959 Rzeszów
Poland
e-Mail: hwachta @zee.prz-rzeszow.pl



Graduated from Rzeszów University of Technology, Poland. Since 1993, assistant in the Department of Power Electronics and Electrical Engineering. In 2000 undertook studies for doctor's degree at the Electrical Engineering Dept. of the Technical University, Warsaw.

Realises the doctor's degree in the special subject of light technology comprising the issues of computer-aided lighting fitting designing. Author of numerous papers published in the native country and abroad. Co-author of computer visualisations of lighting systems for several major sacral building complexes in Poland.

Received at 02.08.2001

References

Dr. Liisa HALONEN, Dr. David CARTER

1 Introducere

Odată cu dezvoltarea civilizației, tehnologia iluminatului pătrunde în domenii noi ale vieții umane. În prezent, domeniul proiectării iluminatului este îmbogățit cu proiecte specializate. Acestea sunt un răspuns la necesitățile diverselor domenii ale vieții și, pe de-o parte, realizează sarcini vizuale complexe și, pe de altă parte, introduc pe piață surse de iluminat mai moderne și mai avansate din punct de vedere tehnologic. Un exemplu bun pentru a ilustra acest proces este tehnologia, cunoscută pe scară largă, a iluminatului autovehiculelor.

Paralel cu dezvoltarea intensivă a industriei autovehiculelor, s-a dezvoltat și domeniul independent al tehnologiei iluminatului,

cuprinzând aspectele legate de iluminat din domeniul siguranței traficului. În plus față de luminile necesare autovehiculelor pentru a se deplasa în condiții de vizibilitate redusă, a apărut și domeniul iluminatului auto special. Acesta cuprinde, în primul rând, vehiculele cu prioritate specială, cât și vehiculele care pot îngreuna traficul prin deplasarea lor pe șosele. Această ramură a tehnologiei iluminatului este destul de specifică și relativ puțin cunoscută. Sistemele de lumini de avertizare și cele ale vehiculelor cu prioritate trebuie să asigure deplasarea eficientă a acestora în condiții de trafic urban. Această condiție este îndeplinită prin proiectarea unor sisteme de iluminat care emit semnale luminoase în anumite direcții ale spațiului. Caracteristicile fotometrice ale acestor semnale (lămpi) sunt definite de către standardele de iluminat corespunzătoare [10, 12].

2 Cerințe de iluminat pentru girofaruri

Girofarurile pot fi grupate în două tipuri: cele de culoare albastră, pentru vehicule cu prioritate specială în trafic, și cele portocalii de avertizare – utilizate de vehicule care necesită atenție specială. Pe lângă cerințele referitoare la frecvența de semnalizare și timpul de iluminat, cel mai important parametru este intensitatea luminoasă, B_W [cd]. Este o măsură a intensității luminoase relative a sistemului de iluminat (relația 1) unde: K_t – coeficient care depinde de timpul de iluminat, I – valoarea medie măsurată a intensității luminoase în candela pentru direcția de observație considerată, pe durata de timp de iluminare analizată.

Intensitatea luminoasă I [cd] este determinată din relația 2, unde: L – este luminanță suprafeței luminoase în direcția de observație considerată, S_p – suprafața aparentă a câmpului luminos emis, vizibilă din direcția de observație considerată.

Luminanța L este un parametru al sursei de lumină – în cazul unei alimentări cu ruptor de circuit – o lampă cu xenon. Din punct de vedere al proiectării sistemelor optice care formează distribuția fasciculului luminos emis în spațiu sub formă de flash-uri, există posibilitatea reală de modelare a suprafeței aparente, S_p , a imaginii sursei de lumină pe reflector. Evaluarea corectă a funcționării girofarului este, de asemenea, posibilă prin

considerarea parametrului denumit intensitate luminoasă efectivă, considerată ca fiind intensitatea luminoasă fixă cu aceeași distribuție spectrală relativă ca și girofarul în aceleași condiții de observație. Recomandările respective ale standardelor de iluminat [10, 11, 12] definesc valoarea minimă a intensității flash-ului, B_W , și de asemenea, zona unghiului vertical în interiorul căreia este determinată această valoare. Metoda Reverse-ray este în mod deosebit potrivită pentru calcule de iluminat deoarece permite obținerea de informații asupra dimensiunii și formei așa-numitei figuri a punctelor luminoase [17]. Simulările au fost realizate cu ajutorul unui program de calculator (al autorului) bazat pe metoda Reverse-ray [13].

2.1 Soluții actuale de proiectare a girofarurilor

La început, primele girofaruri erau echipate cu becuri cu halogen, cu un singur filament și reflector parabolic rotativ [14]. Aceste soluții sunt utilizate și în prezent. Efectul de flash este obținut prin expunerea și acoperirea periodică a sursei de lumină cu incandescență permanentă. Un reflector cu formă corespunzătoare se rotește în jurul becului pentru a amplifica semnalul luminos prin reflectarea fasciculului luminos emis de filament. Unul din dezavantajele principale ale acestei soluții este mecanismul de rotire a reflectorului, care determină randamentul funcțional al sistemului. Din punct de vedere al caracteristicilor fotometrice, fluxul luminos care este emis de filament formează un fascicol cu focalizare previzibilă într-un domeniu relativ limitat. Aceasta din cauza faptului că o mare parte din razele de lumină părăsesc sursa de lumină direct, fără a fi reflectate de reflector. Reflectorul are rolul principal de a acoperi becul. Pe de altă parte, parametrii de iluminat ai sursei rezultă direct din tehnologia de halogen utilizată.

În acest context, a apărut corpul de iluminat cu sursă de lumină cu descărcare, sub forma unei surse cu xenon [5]. Efectul de flash în acest caz este realizat de ruptorul de circuit montat în circuitul de alimentare al sursei. Prin aceasta se elimină sistemul mecanic rotativ, principalul element slab al girofarurilor rotative. Elementul care modelează fluxul luminos este un sistem de lentile Fresnel [4].

2.2 Elemente specifice ale traseului luminos în sistemul optic cu sursă luminoasă cu xenon și lentile Fresnel

Forma geometrică a lentilelor Fresnel îndeplinește cerința de a forma o distribuție a fluxului luminos sub forma unui fascicol paralel. În mod evident, pentru sursa de lumină cu dimensiuni finite, fascicolul obținut are caracteristicile unui fascicol aproape paralel cu o oarecare disipare [7]. Razele de lumină care ies din sistemul optic al corpului de iluminat (B) vor avea caracteristicile unui fascicol ușor divergent (Fig. 1). În condițiile unei surse luminoase punctiforme, fascicolul va fi paralel.

Ultimul element al corpului de iluminat, având rol de carcasă, este un abajur paralelipipedic (C) de culoare albastră, roșie sau portocalie. Prin utilizarea unei surse de lumină cu xenon, această soluție prezintă o mare putere luminoasă. Totuși, prezintă aceleași limitări determinate de lentilele Fresnel. În primul rând: apare o zonă inertă din punct de vedere optic, în zona superioară și cea inferioară ale planelor orizontale care delimitează cilindrul sistemului optic. Aceasta este notată cu unghiul α_1 în Figura 1. Această zonă este o sursă de emisie a razelor reflectate aleator de către elementele optice Fresnel. Din cauza dimensiunilor acestei zone, se poate preconiza că fluxul din această reflexie să aibă un efect semnificativ pe scala de divergență a razelor care părăsesc corpul de iluminat. Astfel, sistemul optic proiectat în acest mod, sub forma unor lentile în trepte, este complet inutilizabil pentru această parte a fluxului luminos care provine din reflexia din interiorul sistemului. Pe de altă parte, lumina emisă direct de sursa luminoasă (A) va fi absorbită parțial de către sistemul optic (B) și de către abajurul colorat (C). Este evident că sursa de lumină utilizată permite depășirea acestor dificultăți datorită puterii ridicate. Cu toate acestea, utilizarea fluxului luminos generat de către sursa de lumină nu este foarte favorabilă.

2 Propunere pentru un sistem optic de girofaruri echipate cu surse de lumină cu xenon

Îmbunătățirea proprietăților de iluminat se rezumă la limitarea sau, dacă este posibil, eliminarea efectului nefavorabil al lentilelor

Fresnel asupra distribuției luminii. S-a propus utilizarea în această zonă a unui sistem cu două reflectoare parabolice [15]. Este, de asemenea, recomandată utilizarea unei surse cu xenon cu geometrie coerentă și suprafață redusă de iluminat (Fig. 2).

Amplasarea sursei de lumină cu xenon în focarul profilului parabolic va permite obținerea unui fascicol reflectat aproape paralel [3,6]. Desigur, scala de disipare a fluxului luminos va depinde de dimensiunea și forma sursei de lumină, și respectiv de poziționarea sa în raport cu focarul reflectorului [4]. Alegerea unei geometrii corespunzătoare a reflectorului va permite utilizarea a două zone moarte din porțiunea superioară și cea inferioară din interiorul abajurului. Acestea sunt reprezentate de unghiul α_1 . Reflectorul cu coeficient ridicat de reflexie va permite diminuarea pierderilor cauzate de absorbția luminii (Fig. 3).

Profilul parabolic, utilizat pe larg în tehnologia iluminatului, permite formarea unei distribuții a fascicolului reflectat astfel încât să se obțină un fascicol coerent. Se presupune că suprafața reflectorului va realiza o reflexie direcțională, sau aproape direcțională. Este recomandată utilizarea unui reflector adânc, în care partea principală a fluxului luminos provine din reflexie. Nu este fără importanță determinarea lungimii focale a profilului oglinzii reflectorului [8]. O lungime focală mică va permite formarea unei geometrii cvasiconice, astfel încât vârful lor să atingă sursa de lumină de deasupra și de dedesubt.

3 Stabilirea geometriei reflectorului în funcție de aria suprafeței aparente a imaginii sursei de lumină pe reflector

Metoda utilizată pentru calculul iluminatului permite analizarea dimensiunii și formei spotului luminos format pe reflector ca rezultat al reflexiei în procesul de proiectare. Astfel, pe durata procesului de proiectare se va încerca lărgirea acesteia cât mai mult posibil. Pentru simulări pe calculator este posibilă dezvoltarea unui model al unei surse de lumină cu xenon care reprezintă geometria sa [1, 2, 9]. Deplasarea razelor de lumină testate din direcție inversă față de cea reală și verificarea faptului că acestea ajung în modelul geometric al sursei de lumină constituie pașii unei

proceduri care permite determinarea imaginii lămpii cu xenon, și în consecință a figurii punctelor luminoase, pe reflector [16].

În principiu, proiectarea conceptuală se va concentra pe formarea suprafeței reflectorului, prin schimbarea dimensiunii sau poziției față de sursa de lumină, și forma, pentru a obține spoturi luminoase cât mai mari posibil. Figurile 4A și 4B prezintă efectul schimbării curburii oglinzii reflectorizante asupra dimensiunii figurii punctelor luminoase [13]. Proiectarea ulterioară se va direcționa spre rezolvarea următoarelor chestiuni: care este lățimea benzilor plane verticale ale oglinzii reflectorizante; cum se vor forma reflexiile multiple în zonele de vârf. Toate aceste chestiuni sunt necesare pentru a găsi forma geometrică optimă care să reducă la minim absorbția de lumină de către elementele sistemului optic, precum și distribuția necorespunzătoare a luminii.

3 Posibilități de îmbunătățire a distribuției fluxului luminos cu ajutorul unui element optic suplimentar

Oglinzile reflectorizante modelează numai parțial fascicolul luminos reflectat. Razele care provin direct de la sursa de lumină nu vor avea caracteristici de fascicol paralel. Este o caracteristică nefavorabilă. Astfel, apare necesitatea de dezvoltare suplimentară a sistemului optic, astfel încât întreg fluxul – atât cel reflectat, cât și cel emis direct – să fie cât mai coerent posibil. Această problemă se poate rezolva prin echiparea girofarurilor cu un element optic suplimentar în formă de lentilă. Girofarul emite raze de lumină în toate direcțiile planului orizontal transversal. Astfel, o lentilă suplimentară ar trebui să realizeze distribuția fluxului luminos, astfel fascicolul să fie coerent în mod egal în fiecare plan vertical transversal al sistemului. Iar aceasta nu este tot. Această caracteristică trebuie realizată în toate direcțiile orizontale (Fig. 5).

Unghiul α_2 limitează dimensiunea lentilei, mai exact inelul lentilei (B). Amplasarea acesteia va fi determinată de condițiile de temperatură din proximitatea lămpii cu xenon. Este recomandat ca această distanță să fie cât mai mică posibil, în primul rând din cauza costurilor de materiale. O problemă separată este metoda de montare a elementelor optice încât individuale, pentru a asigura accesul facil la sursa de lumină în cazul înlocuirii acesteia. Soluția prezentată utilizează

complet lumina emisă de către sursa de lumină (A). Fluxul emis de sistemul optic va penetra abajurul paralelipipedic (C) sub un unghi care produce pierderi minime prin absorbție. Sistemul prezentat mai sus va fi mai eficient decât sistemul cu lentile Fresnel în ceea ce privește eliminarea fenomenelor nefavorabile de distribuție a luminii.

4 Perspective asupra aplicațiilor practice ale noii soluții de proiectare a girofarurilor

Propunerea prezentată, după testarea prototipului, poate găsi o gamă largă de aplicații practice. După testele de verificare, aceasta poate completa, sau chiar înlocui, sistemele actuale de girofaruri. De asemenea, apar posibilități de utilizare a acestui sistem ca set de iluminat sau ca fascicol de lumini (Fig. 6). Pentru claritatea schemei, inelele lentilelor nu sunt prezentate. Se poate imagina modificarea alimentării lămpilor individuale din set astfel încât să producă impulsuri sincronizate pentru toate lămpile. Astfel, se va obține un spot luminos cu baleiaj. O altă sugestie se referă la amplasarea acestor spoturi [de exemplu, în V], astfel încât un observator care privește din partea mai scurtă – să observe această deplasare aparentă a luminii. Din această direcție de observare, vizibilitatea va fi mai bună. O astfel de formă a corpului lămpii va îmbunătăți vizibilitatea flash-urilor consecutive în direcția laturii mai scurte a sistemului. Aceste activități sunt în mod evident în afara domeniului strict al dezvoltării sistemelor optice pentru iluminat, dar vor contribui la îmbunătățirea vizibilității flash-urilor.

5 Concluzii

Aplicarea metodei de calcul al iluminatului bazată pe determinarea imaginii sursei de lumină pe reflector este o opțiune viabilă pentru proiectarea luminilor de avertizare. Metoda poate câștiga în importanță datorită principalului său avantaj: capacitatea de a determina precis figura punctelor luminoase. Domeniul său de aplicare poate fi lărgit pentru alte aspecte ale iluminatului. Considerațiile de proiectare prezentate vizează îmbunătățirea utilizării fluxului luminos la luminile de avertizare și constituie un element/component al utilizării practice a acestei metode.

COMPUTER VISUALISATION TECHNIQUES USED IN DESIGNING ILLUMINATION OF SACRED OBJECTS

Henryk WACHTA

Rzeszow University of Technology, Poland

Abstract

Nowadays the application of computer techniques, and being more exact - of their visualisation functions, in the practice of an illumination designer becomes a standard. The created projects, apart from the typical technical information such as the selection of illumination equipment and its placement, are enriched by the visualisation of proposed solutions for illumination. This element is of aesthetic importance only, giving an idea of how illumination intensity will be distributed on the planes which represent the illuminated object.

Some advanced graphic programs have an additional possibility of getting a pattern of measuring points of illumination intensity and luminance for the indicated plane of the object on the monitor screen.

It seems that within the range of visualisation many publications discussing this topic in detailed appeared in the scientific literature [7]. Nevertheless, it is worth noticing that in general the presented visualisations concern typical, relatively not complicated objects. Both the scale of detailed fittings for the interior and the facade ornamentation for the external illumination are often not too high. One may ask here: what does it result from? First of all, from the barrier of calculation possibilities of the available hardware, deciding about the total time of carrying out the visualisation. So what are the restrictions in the effective use of the main advantage of numerical methods of illumination designing - their possibilities of eliminating the repeatable real trials of illumination selection? This paper is a summary of the experience gained during the visualisation trials of the illumination design for the greatest sacred complex in Poland.

1 Introduction

Illumination as a discipline of illumination technique is a form of spectacular use of light in practice. The influence of an illuminated object on the character of esthetical feelings of observers is unquestionable [19]. It decides whether it will be qualified as attractive or not in the night lighting environment. The aesthetic value dominates among other arguments (advertisement, increase of safety of passers-by in the area of the illuminated object, etc.), which support the application of illumination in practice.

On the basis of this assumption, a postulate can be formulated easily for the illumination designers. Apart from the fulfilment of a number of criteria for a good design (avoiding the cases of causing direct glare, visible for observers of fixation points of illumination equipment, etc.), the creation of the most attractive of possible night images of the object [6] is the task of illumination. However, the possibilities within this range are limited mainly by the structure of facade. The illumination of historic or sacred buildings gives much greater possibilities of using light and shadows than in the case of modern architecture with simple shapes and large areas of windows [5]. Such objects are very difficult for illumination - they are a real test of the skills of an illumination designer.

Although the illumination of historic architecture seems to be easy, the problem of approach to the conception of selection of facade illumination arises. The problem is that available illumination technique should be used without losing the spirit of the epoch or the function represented by object. It is necessary to carry out arduous and long-lasting trials with the equipment in the terrain, connected with determining the main directions of observation,

selection of fixation points and directions of flood-lights.

At this moment great possibilities of computer technique are disclosed, which allow to depart from the traditional test methods [18]. Particularly in the case of planned installation of a great number of illumination equipment, the application of visualisation techniques is the only proper way for working out an interesting design [1, 3, 8, 11].

For sure, the moment of deciding on the selection of computer visualisation techniques is very interesting. The selection is a matter of estimating the amount of work devoted to the preparation of a spatial model of the object and preliminary assumed number of applied flood-lights. For designs with a small number of lighting points tests carried out in the terrain can be undertaken without hesitation. Otherwise, after preparing the final computer visualisation it may turn out that time spent on creating a virtual model of the object body can be much higher than the time spent on working out the illumination conception and equipment selection. This is certainly unprofitable. So assuming the existence of a big object, full of ornaments, and a great number of flood-lights

used for it, a trial of applying computer graphic programs can be undertaken for preparing the conception, and then for the illumination design.

The realisation of a design consists in the creation of a pseudo-realistic spatial model describing the external surfaces of all the essential facades, and in the application of flood-lights models for the creation of the most interesting conception of illumination using the method of following tests [13, 16]. What is the effective way of using an available graphic program to meet the requirements of this task? Looking for an answer to this question, a trial of working out an illumination design for the Basilica of the Holy Virgin in Licheń in Poland was undertaken [2] (fig. 1).

The team consisting of the employees and computer science students of the Rzeszów University of Technology obtained the approval of the investor for working out a computer model of the Basilica. Through their kindness, the team of architects from Gdańsk in Poland, headed by Ms. Barbara Bielecka, secured the access to the AutoCAD technical documentation of the complex.



Figure 1 The front facade of the Basilica of Licheń [12]

Regarding the size, the Basilica is the largest sacred object in Poland, the seventh in Europe and the eleventh in the world. It is at the last stage of its construction.

2 Representation of the object body

The representation of geometry in designs including complicated spatial objects, which are the visualisations of architectural complexes, is an issue, to which special attention should be paid (fig. 2).



Figure 2 A figure in the Portico of Gospels in the Basilica of Licheń [12]

During the design work on the creation of the visualisation of the Holy Virgin Basilica in Licheń, four different groups of surfaces existing in this object were isolated. They are flat surfaces, cornices, porticos, arches, decorative finials of columns and a numerous group of surfaces represented mainly by figures on porticos.

One of the basic assumptions that should be accepted during the realisation of this kind of

visualisation project, is a requirement of exact reproduction of the object ornaments in architectural design. It is so important that it cannot be omitted during the creation of visualisation. The ornaments of an architectural object decide on its value, generally understood aesthetics and final assessment given by an observer.

The existing methods of ornaments representation are based on the exactness scale defined by designers at the beginning of the work connected with the project. Substitute objects imitating the prototype are created in the case of figures of people or animals. One feature of these objects is that they are created directly from the graphic primitives contained in the 3D packet. These objects are built of cylinders, spheres and cubes, in other words objects preserving the similarity in the meaning of proportions only. The second principal feature of objects of this kind is their small scale of complication. Therefore they are not great burden for the calculation system. In the accepted small scale of exactness, such a solution may be applied in the created project. On the other hand, if, in accordance with the intention of a designer, the object may be observed from the close and remote distance, as is the case of the visualisation of the Basilica of Licheń, such a solution cannot be accepted because of the imperfection of the models presenting the ornaments of the object. That is why in order to model the ornaments of the Basilica, specific types of modelled surfaces – NURBS surfaces were applied. NURBS surfaces are a collection of elementary flat surfaces which image the complicated surfaces of figures and decorative details of facade (fig. 3).

For example, with regard to the discussed project, all modelled figures constituted 1/5 of all the complexity of the scene, i.e. about 220000 of the elementary surfaces. It was the main factor influencing the speed of generating the processed image, but the time spent on it secured the great realism of the rendered scene.

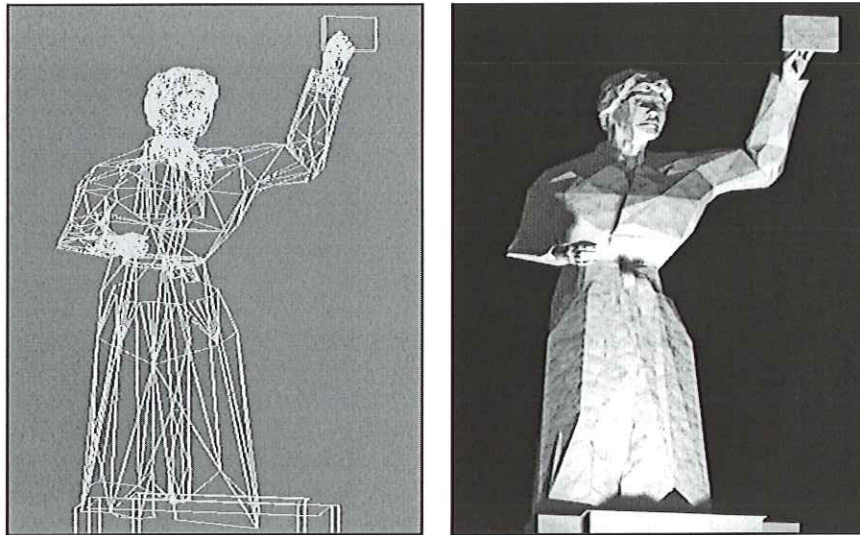


Figure 3 A computer-modelled figure using the NURBS surfaces

During the work on the visualisation of a large-size object, it is very important to accept such a level of the exactness of imaged geometry that presents the greatest possible number of the characteristics of the real object in acceptable short time of generating the image. Therefore the agreed limit of compromise between the exactness and quality of created visualisation and the capacity of graphic system should be accepted on the agreed curve of function describing the relation

between the duration of calculation and exactness of geometry imaging. On the basis of proposed project it is possible to continue considerations about the representation of geometry in computer model, meaning of individual groups of surfaces in the aspect of the whole object and possibility of application of advanced techniques of light simulation for the day lighting and illumination of object also [16] (fig. 4).



Figure 4 Computer simulation of the body of the Basilica in Licheń in day light

The complexity of a three-dimensional model of the Basilica reaches one million of elementary surfaces, and a preliminary conception of illumination assumes the application of about 350 sources of light. Giving more time to the creation of covering of materials similar to the real materials on the prepared earlier spatial computer model gives good visual results. Usually negligence at this stage is the reason for the creation of a model of the object body of sterile pure features typical for unreal object. Working out the proper materials – textures is a separate, interesting in itself, issue.

3 Problems connected with modelling the phenomena of light rays run in the space.

Light modelled in the graphic environment is in principle subject to the same rules and assumptions, which are obligatory for the light in the real world. It is possible to image such basic characteristics as: light intensity or colour. In the same way the reflective properties of surface, which is subject to the falling light rays, are established. It is possible to establish the parameters of early discussed materials. These parameters allow the computer simulation of such a complicated phenomena as: repeated reflection or refraction of light. Model of phenomena of repeated reflections and refraction of light strongly influences the increase of quality of created visualisation. However, the exact imaging of this phenomena causes the necessity of applying specific methods for calculating the RGB value for the given pixel of the image, and it also increases the time of generating 3D scene visualisation (rendition).

Of course the possibility of defining photometric quantities for the facade and for the models of flood-lights results from the application characteristics of a selected graphic program. The possibility of creating such models in graphic programs should be considered in order to assure the great independence in modelling the lighting equipment of various photometric characteristics (fig. 5).

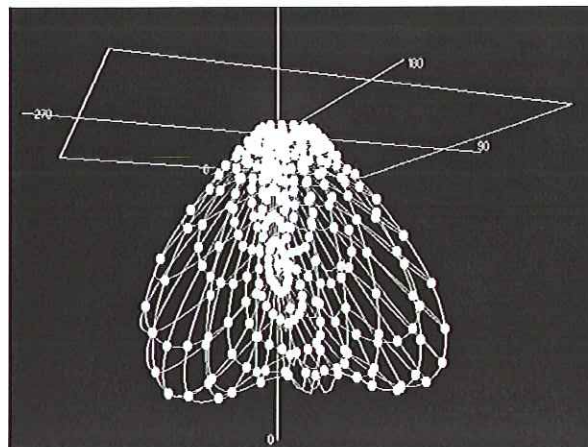


Figure 5 Curve for the light intensity distribution of asymmetric lighting fitting [9]

It is one of the most important features of a graphic program analysed for illumination application [14,15].

4 Realisation of illumination conceptions by simulation trials

Creation of conception of illumination of object and its modelling in the 3D program is the continuation of first part of visualisation project. The work on creation of illumination conception is planned on the beginning in order to create the sacred, large object which will be “light” and will still keep the “dignity” and scale of greatness.

One of the principal features of created spatial model was the great repeatability of individual fragments of the facade. Thanks to that, the time spent on the creation of conception of illumination was shortened considerably. Additionally, characteristic sequence of the Basilica building development was isolated, and therefore it was possible to make illumination trials for the fragments of object. At the next stage it was decided to create the integral visualisation of the illuminated Basilica (fig. 6). Such a repeatability occurs usually in the case of every sacred object, of course with smaller or greater intensity.



Figure 6 Visualisation of illumination of the side facade of the sacred complex of the Basilica of Licheń [10]

Repeatable simulation trials result in the possibility of final creation of lighting conception for the facade, which fulfils the criteria of illumination art and, first of all, the criteria of aesthetics [4]. The presented object, because of its originality and size, was very interesting for the group of the illumination designer. Hypothetical visualisations were made for the assumed directions of observation.

Ready-made computer simulation was visualised on the basis of numerical calculations, which were generally accessible on the market of graphic software (fig. 7).

At the last stage of the project the multidirectional visualisation can be carried

out. It is possible to discuss with the investor the final location of flood-lights, selection of lighting equipment and means for the control of illumination installation [17].

In case of large projects it is possible to try to introduce the dynamic turning on and turning off the groups of flood-lights. At last it is possible to elaborate the full illumination variants (solemn variant) with all flood-lights turned on and economy illumination with selected flood-lights turned on. All these problems can be verified using the simulation methods.



Figure 7 Computer visualisation of illumination of the front facade of the Basilica in Licheń

5 Conclusions

Although the functionality of available software for the creation of visualisation of smaller architectural objects was confirmed a few years ago, the application of the same software for large-size objects was questionable first of all because of limited possibilities of hardware used for calculations. The example of the visualisation project of the Basilica in Licheń shows that it is possible to create the complex simulation of the body not only in day light but also in complex illumination design.

All this shows that dynamic development of computer technology and graphic software shall allow to work out both the static visualisations and animation sequences soon. During the preparation of this paper, the trials of using the computer network were carried out for the realisation of illuminated animation of the Basilica.

Gratitude

The Basilica of the Holy Virgin in Licheń is built according to the design of the group of

architects headed by Ms Barbara Bielecka from Gdynia. The simulation works were carried out through the kindness of this group and thanks to rendering the technical documentation of the object accessible. The project of the Basilica was created by the following group of authors:

Author of project, co-ordinator of project and supervision: MSc Eng. Architect Barbara Bielecka,

Main constructors: MSc Eng. Ryszard Wojdak, MSc Eng. Marek Kin,

Main designers of architecture: MSc Eng. Piotr Gawłowski, MSc Eng. Jarosław Romanowicz, MSc Eng. Anna Kasprzycka, MSc Eng. Katarzyna Wojdak, MSc Eng. Barbara Woźniak,

Main designers of engineering: MSc Eng. Barbara Jodłowska, MSc Eng. Renata Kin, MSc Eng. Piotr Biela, MSc Eng. Mariusz Katzig,

Main designers of art: MSc Eng. Jadwiga Bielecka, MSc Eng. Robert Kaja, MSc Anna Skierkowska,

Verification and supervision: Prof. Tadeusz Godycki-Ćwirko, Prof. Jerzy Ziółko, Doctor Zbigniew Wilk,

Designer of illumination: Prof. Wojciech Żagan

Computer light simulations: MSc Eng.
Henryk Wachta,
Visualisation: MSc Eng. Rafał Szkudlarek,
Animation: MSc Eng. Marek Nizioł.

References

- [1] Bartsev A. A.: 3D Computer graphics in the outdoor architectural lighting design. 24-th Session of the CIE. Publication no. 133, page 262-264, Warsaw 1999.
- [2] Bielecka B.: Dokumentacja projektowa Bazyliki Licheńskiej, Gdańsk 1999.
- [3] Brzozowski S.: Oświetlenie elewacji budynków. Po radnik – Informator Technika Światła '96, str. 395 – 402, Warszawa 1996.
- [4] CIE Technical Report No 94 – Guide for Floodlighting.
- [5] Górczewska M.: Oświetlenie iluminacyjne współczesnych obiektów architektonicznych. Światło nr 4/1998, str. 39-43.
- [6] Górczewska M.: Oświetlenie obiektów sakralnych. Światło nr 2/1998, str. 6-9.
- [7] Kołodziej M.: Wizualizacja oświetlenia wnętrz – możliwości, doświadczenia, perspektywy. Technika Światła 2000, str. 135 – 142, Warszawa 2000.
- [8] Krupiński R.: Wielowariantowe symulacje komputerowe iluminacji. Elektroinstalator nr 3/2001, str. 90-94, Warszawa 2001.
- [9] Lightscape ver. 3.2, Autodesk 1999.
- [10] LightWave ver. 6.5, NewTek 2000.
- [11] Muras J.: Wizualizacja we współczesnym projektowaniu. CadCam Forum Nr 9/2000, str. 29-32.
- [12] Nizioł M.: Dokumentacja fotograficzna stanu budowy Bazyliki Licheńskiej. Licheń 2000.
- [13] Nizioł M., Szkudlarek R., Wachta H.: Uwarunkowania możliwości wykorzystania fotorealistycznych wizualizacji komputerowych złożonych obiektów geometrycznych w oświetleniu dziennym. Technika Światła '01, str. 172-183, Warszawa 2001.
- [14] Philips: Oświetlenie zewnętrzne - katalog wyrobów 1999.
- [15] Sz wajka J., Wachta H.: Charakterystyka cech użytkowych wybranych projektorów marki Philips. Światło nr 3/1999, str. 68-71.
- [16] Wachta H.: Zastosowanie modeli naświetlaczy do wizualizacji iluminacji rzeczywistych obiektów architektonicznych. 3-rd International Modelling School, CRIMEA'99, Alushta, Ukraine, page 261-268, Ukraine 1999.
- [17] Wachta H.: Mathematical modelling of flood-lights in 3D graphics computer programmes. 2-nd International Conference of PHD Students, page 197-204, Hungary 1999.
- [18] Wiórek A.: Sztuczne oświetlenie – narzędziem w procesie upiększania miasta. Technika Światła '98, str. 273-276 Warszawa 1998.
- [19] Żagan W.: Harmonia i wrażliwość estetyczna to podstawa – zasady oświetlenia zewnętrznego budynków. ElektroInfo nr 1/2001, str. 5-10, Warszawa 2001.

Henryk WACHTA, M. Sc. (Eng)
Department of Power Electronics and Electrical Engineering
Faculty of Electrical Engineering and Computer Science
2 W. Pola Street
35-959 Rzeszów, Poland
e-Mail: hwachta @zee.prz-rzeszow.pl



Graduated from Rzeszów University of Technology, Poland. Since 1993, assistant in the Department of Power Electronics and Electrical Engineering. In 2000 undertook studies for doctor's degree at the Electrical Engineering Dept. of Technical University, Warsaw. Realises the doctor's degree in the special subject of light technology comprising the issues of computer-aided lighting fitting designing. Author of numerous papers published in the native country and abroad. Co-author of computer visualisations of lighting systems for several major sacral building complexes in Poland.

Received at 09.11.2001

*References: Prof. Luciano Di FRAIA
Prof. Ramon SAN MARTIN*

TEHNICI DE VIZUALIZARE PE CALCULATOR UTILIZATE ÎN PROIECTAREA ILUMINATULUI OBIECTIVELOR SACRE

Rezumat

În prezent, aplicarea tehnicilor de calcul și mai exact a funcțiilor sale de vizualizare devine un criteriu utilizat de către proiectantul iluminatului. Proiectele create, în afara informațiilor tehnice caracteristice, cum ar fi selectarea și amplasarea echipamentului de iluminat, sunt dezvoltate prin vizualizarea soluțiilor propuse pentru iluminat. Acest element are doar o importanță estetică, prezentând o idee asupra modului de distribuție a intensității luminoase asupra planurilor care reprezintă obiectivul iluminat.

Unele programe grafice avansate au o posibilitate suplimentară prin care se obține un model al punctelor de măsurarea a intensității luminoase și luminanței pentru planul indicat al obiectului de pe monitor.

Se pare că în literatura de specialitate au apărut multe publicații în domeniul de vizualizare care tratează acest subiect în detaliu [7]. Totuși,

merită remarcat faptul că, în general, vizualizările prezentate privesc obiectele obișnuite, relativ simple. Domeniul pentru corpurile de iluminat detaliate pentru iluminatul interior și ornamentarea fațadelor pentru iluminatul exterior nu este prea mare. Se pune întrebarea: ce rezultă din aceasta? În primul rând, limitarea posibilităților de calcul a hardware-ului disponibil care determină durata totală de realizare a vizualizării.

Care sunt restricțiile în utilizarea efectivă a avantajului principal al metodelor numerice de proiectare a iluminatului – posibilitățile de eliminare încercărilor reale repetate ale selectării iluminatului? Această lucrare este o prezentare sumară a experienței acumulate pe perioada încercărilor de vizualizare a proiectului iluminatului pentru cel mai mare complex sacru din Polonia.

1 Introducere

Iluminarea(tul) ca un exercițiu al tehnicii iluminatului este o formă de utilizare spectaculară a luminii în practică. Influența unui obiect iluminat asupra caracterului simțurilor estetice ale observatorului este incontestabilă [19]. Acesta decide dacă va fi calificat atractiv sau nu într-un mediu nocturn de iluminat. Valoarea estetică domină printre alte argumente (reclamă, creșterea siguranței persoanelor pasagere care traversează zona obiectivului iluminat etc.) care susțin aplicația.

Pe baza acestei considerații, se poate formula cu ușurință un postulat pentru proiectanții în iluminat. Pe lângă îndeplinirea unui număr de criterii pentru un iluminat bun (eliminând orbirea directă și echipamentul de iluminat să nu fie vizibil pentru observatori, etc.), sarcina iluminatului este de a crea cele mai atractive imagini nocturne posibile ale obiectului [6]. Totuși, posibilitățile în acest domeniu sunt limitate în principal de către structura fațadei. Iluminatul monumentelor istorice sau clădirilor sacre oferă mult mai multe posibilități de utilizare a luminii și umbrelor decât în cazul arhitecturii moderne cu forme simple și suprafețe mari ale ferestrelor [5]. Astfel de obiecte sunt foarte dificil de iluminat – acestea sunt un test real al deprinderilor unui proiectant de iluminat.

Deși iluminatul monumentelor istorice pare să fie ușor, se ridică problema metodei de abordare a selectării iluminatului fațadei. Problema este că ar trebui utilizată tehnica iluminatului disponibil, fără pierderea spiritului de epocă sau a funcției reprezentate de obiect. Sunt necesare încercări laborioase și de durată cu echipamentul pe teren, împreună cu determinarea direcțiilor principale de observare, selectarea punctelor de amplasare și stabilirea direcțiilor reflectoarelor. În prezent, tehnicile de calcul prezintă posibilități mari, ceea ce conduce la renunțarea metodelor test tradiționale. [18]. În particular, în cazul unei instalări plane a unui număr mare de echipament de iluminat, aplicarea tehnicilor de vizualizare este singurul mod corespunzător pentru soluționarea unui proiect interesant [1, 3, 8, 11].

Desigur, este foarte important momentul deciderii asupra selectării tehnicilor de vizualizare. Selectarea este o problemă de estimare a cantității de muncă necesară pentru pregătirea modelului spațial al obiectului și a numărului preliminar presupus al fluxurilor de lumină aplicate. Pentru proiectele cu un număr mic de puncte de iluminare pot fi întreprinse teste pe teren, fără ezitare. Altfel, după pregătirea vizualizării finale pe calculator se poate observa că timpul necesar pentru crearea unui model virtual al obiectului poate fi mult mai mare decât timpul necesar conceperii iluminatului și selectării echipamentului. Aceasta este cu siguranță neprofitabilă. Astfel, considerând un obiect mare, ornamentele sale și un număr mare de reflectoare utilizat pentru iluminatul său, se poate întreprinde o încercare de aplicare a programelor grafice de calcul pentru pregătirea conceperii și apoi pentru realizarea proiectului de iluminat.

Realizarea unui proiect constă în crearea unui model spațial pseudo-realistic care să descrie suprafețele exterioare ale tuturor fațadelor esențiale și aplicarea modelelor de reflectoare pentru crearea celui mai interesant concept de iluminat utilizând metoda următoarelor teste [13, 16]. Care este modul efectiv de utilizare a unui program grafic disponibil pentru a îndeplini cerințele acestei acțiuni? Încercarea de soluționare a proiectului de iluminat pentru Catedrala Holy Virgin din Licheń, Polonia [2] oferă un răspuns.

Echipa constituită din angajați și studenți ai Universității de Tehnologie Rzeszów, secția informatică a obținut aprobarea investitorului pentru realizarea modelului de calcul a Catedralei. Prin bunăvoința sa, echipa de arhitecți din Gdańsk, Polonia, condusă de Dna. Barbara Bielecka a asigurat accesul la documentația tehnică AutoCAD a clădirii. Referitor la dimensiune, Catedrala este cel mai mare obiectiv religios din Polonia, al șaptelea din Europa și al unsprezecelea din lume. Este la ultimul stadiu de construcție.

2 Reprezentarea corpului obiectului

Reprezentarea geometriei în proiecte, incluzând obiectele spațiale complicate, cum ar fi vizualizările complexelor arhitecturale, reprezintă o problemă căreia trebuie să i se atribuie o atenție specială.

Pe perioada desfășurării muncii de realizare a vizualizării Catedralei Holy Virgin din Licheń, s-au separat patru grupe diferite de suprafețe existente ale acestui obiectiv. Acestea sunt suprafețe plane, coronamente, colonade, cupole, elemente decorative ale coloanelor și un grup numeros de suprafețe reprezentate în principal prin imaginile colonadelor.

Una din considerațiile de bază care ar trebui acceptate pe perioada de realizare a acestui tip de proiect de vizualizare este cerința reproducerii exacte a ornamentelor obiectivului în proiectul arhitectural. Este atât de importantă încât nu poate fi omisă pe durata creării vizualizării. Ornamentele unui obiectiv arhitectural determină valoarea sa, în general din punct de vedere estetic, și estimarea finală dată de un observator. Metodele existente de reprezentare a ornamentelor se bazează pe scala de precizie definită de proiectanți la începutul lucrării în strânsă legătură cu proiectul. În cazul figurilor umane sau zoomorfe, sunt create obiecte de substituție care imită prototipul. O caracteristică a acestor obiecte este că sunt create direct din originalele grafice conținute în pachetul 3D. Aceste obiecte conțin cilindri, sfere și cuburi, cu alte cuvinte obiecte care păstrează similaritatea numai în ceea ce privește proporțiile. A doua caracteristică principală a obiectelor de acest tip este gradul redus de complexitate. Prin urmare, acestea nu reprezintă o greutate pentru

sistemul de calcul. Pe o scală mică de precizie, acceptată o astfel de soluție poate fi aplicată în proiectul creat.

Pe de altă parte, dacă în conformitate cu intenția unui proiectant, obiectul poate fi observat de aproape și de la distanță, ca și în cazul vizualizării Catedralei din Licheń o astfel de soluție nu poate fi acceptată datorită imperfecțiunii modelelor de prezentare a ornamentelor obiectului. Din acest motiv, pentru modelarea ornamentelor Catedralei s-au aplicat tipuri specifice de suprafețe modelate – suprafețe NURBS. Suprafețele NURBS reprezintă o colecție de suprafețe plane elementare care redau suprafețele complicate ale figurilor și detaliilor decorative ale fațadei.

Toate imaginile modelate au constituit 1/5 din complexitatea scenei, adică aproximativ 220.000 de suprafețe elementare. Acesta a reprezentat factorul principal care influențează viteza de generare a imaginii procesate, dar timpul de procesare a asigurat realismul imaginii redată.

Pe perioada efectuării vizualizării unui obiect cu dimensiuni mari, este foarte important să se accepte un astfel de nivel de precizie al geometriei reprezentate care să prezinte cât mai multe din caracteristicile obiectului real într-un timp scurt, acceptabil de generare a imaginii. Prin urmare, limita de compromis acceptată între precizia și calitatea vizualizării create și capacitatea sistemului grafic ar trebui convenită pe curba funcției care descrie relația dintre durata de calcul și precizia prezentării geometriei. Pe baza proiectului propus este posibil să se continue considerațiile asupra reprezentării geometriei cu ajutorul modelului de calcul, în special în ceea ce privește grupuri individuale de suprafețe în raport cu întregul obiect și posibilitatea de aplicare a tehnicilor avansate de simulare luminoasă atât pentru iluminatul natural, cât și pentru iluminatul artificial [16].

Complexitatea unui model tri-dimensional al Catedralei atinge un milion de suprafețe elementare și o concepție preliminară a iluminatului presupune aplicarea a aproximativ 350 de surse de lumină. Acordând mai mult timp creării materialelor de acoperire similare cu materialele reale pe modelul de calcul spațial creat anterior, se obțin rezultate vizuale

bune. De obicei, neglijența în acest stadiu reprezintă principalul motiv al creării unui model al corpului obiectului cu caracteristici pure, tipice pentru obiectul ideal. Soluționarea materialelor – texturilor corespunzătoare este o chestiune separată, interesantă în sine.

3 Probleme privind modelarea fenomenelor razelor de lumină din spațiu

Lumina modelată în mediul grafic este supusă în principiu aceluiași reguli și considerații obligatorii pentru lumina din lumea reală. Este posibil să se reprezinte unele caracteristici de bază, cum ar fi: intensitatea luminoasă sau culoarea. În același mod, se determină proprietățile de reflexie ale suprafețelor care sunt supuse incidenței razelor de lumină. Este posibilă determinarea parametrilor materialelor menționate anterior. Acești parametri permit simularea pe calculator a fenomenelor complicate: reflexia sau refracția repetată a luminii. Modelul fenomenelor de reflexii sau refracții repetate a luminii influențează puternic creșterea calității vizualizării create. Reprezentarea exactă a acestui fenomen implică aplicarea metodelor specifice de calcul a valorii RGB pentru un punct dat al imaginii și, de asemenea, mărește durata de generare a vizualizării 3D a imaginii.

Desigur, posibilitatea de definire a mărimilor fotometrice pentru fațade și pentru modelele de reflectoare rezultă din caracteristicile de aplicație ale programului grafic selectat. Ar trebui luată în considerare posibilitatea creării unor astfel de modele cu ajutorul programelor grafice pentru a asigura un grad ridicat de independență în modelarea echipamentelor de iluminat cu diferite caracteristici fotometrice. Este una dintre cele mai importante caracteristici ale programului grafic analizat pentru aplicația de iluminat [14, 15].

4 Realizarea conceptului de iluminat prin încercări de simulare

Crearea proiectului de iluminat al unui obiect și modelarea sa cu ajutorul unui program 3D reprezintă continuarea primei părți a proiectului de vizualizare. Activitatea de creare a conceptului de iluminat se orientează mai

întâi asupra creării obiectului mare, sacru care își va păstra demnitatea și măreția.

Una din caracteristicile principale ale modelului spațial creat a fost repetabilitatea mare a fragmentelor individuale ale fațadelor. Datorită acestui fapt, timpul necesar creării conceptului iluminatului s-a redus considerabil. În plus, prin stabilirea etapelor de dezvoltare a Catedralei a fost posibil să se realizeze încercări ale iluminatului pentru fragmente ale obiectului. În următoarea etapă s-a decis să se creeze vizualizarea integrală a Catedralei iluminate. O astfel de repetabilitate are loc, de obicei, în cazul fiecărui obiect religios, desigur, cu o intensitate mai mică sau mai mare.

Încercările repetate de simulare au dus la crearea finală a conceptului iluminatului pentru fațade, care îndeplinește criteriile artei iluminatului și, înainte de toate, criteriile estetice [4]. Originalitatea și dimensiunii catedralei au prezentat un interes mare pentru grupul proiectanților de iluminat. Pentru direcțiile presupuse de observare s-au făcut vizualizări ipotetice. Simularea procesată pe calculator a putut fi vizualizată pe baza calculelor numerice care au fost, accesibile pe piața programelor grafice.

În ultima etapă a proiectului se poate realiza vizualizarea multidirecțională. Este posibil să se discute cu investitorii despre amplasarea finală a reflectoarelor, selectarea echipamentului, și controlul instalației de iluminat [17].

În cazul proiectelor mari, este posibil să se încerce introducerea comutatoarelor dinamice de pornire și oprire a grupurilor de reflectoare. În final, este posibilă elaborarea variantelor de iluminat complet (variantele solemnă), cu toate reflectoarele aprinse, și variante de iluminat economic, cu reflectoare selectate în funcțiune. Verificarea utilizează metode de simulare.

5 Concluzii

Deși funcționalitatea programului de calcul disponibil pentru vizualizarea obiectelor arhitecturale cu dimensiuni mai mici a fost confirmată acum câțiva ani, aplicarea aceluiași program de calcul pentru obiecte de dimensiuni mari a fost discutabilă, în primul rând datorită posibilităților limitate ale hardware-ului utilizat pentru calcule. Exemplul proiectului de vizualizare a Catedralei din Licheń arată că este posibilă simularea complexă atât în iluminat natural, cât și în iluminatul artificial ...

STUDY OF A METHODOLOGY FOR EVALUATING LIGHTING QUALITY SERVICE FROM URBAN LIGHTING

Eduardo MANZANO

on leave from Depto. Luminotecnia Luz y Visión
Universidad Nacional de Tucumán, Argentina

Abstract

Urban lighting installations are frequently designed and built in a brief period of time. Yet they have a life of service that lasts many years. During that time lighting installations can not be left unattended. Care must be taken in order to guarantee a correct performance, reduce deterioration and adapt the installation to urban and technological evolution. But this care must begin in the design stage and continue during all the installation useful life. This is the field of lighting management.

Urban lighting management issues have been studied by means of surveys to lighting managers and from field measurements of lighting installations. The results show the possibility to improve installation behaviour and the need to design tools that could indicate which should be the appropriate criteria for using the resources. The impact due to the lack or reduction of lighting maintenance and management has also been studied. When making these studies, the indirect energy costs were evaluated in connection to their possible sources and to the economical impact involved.

The objective of this thesis is to study and propose a methodology to evaluate lighting installations, focused on the overall quality service of urban lighting. For this, the characteristics of the installations and their evolution in connection with service have been studied, by means of analysing the most relevant factors and establishing their behaviour models through field measures, analysis of historic registrations and simulation of situations. A methodology is proposed on the basis of these considerations. This methodology is designed from the analysis of

the benefit/cost relationship during the life cycle of the urban lighting installations. The benefit is assessed in terms of factors linked to the service, that is to say the performance during the use of the installations. The factors taken into consideration have been illuminance, failure rate, time of operation and the appearance of the installations. These factors have been evaluated taking, as a reference, values suitable established by standards or recommendations. The costs of installation, energy, maintenance, refurbishment and disposal during the life cycle of the installations are considered in relation to the financial cost of money.

The application of the methodology has been analysed in two situations: the design of new installations and the evaluation of existing installations. When considering the design of new installations, different alternatives have been simulated studying the effect of the specific characteristics of the installations in the benefit/cost relationship. When considering existing installations, the methodology has been applied to town and the results have been compared to an 'optimal' situation. This has enabled to assess the existing situation and to adjust maintenance policies.

The application of the methodology has shown satisfactory results in the evaluation of new, and existing lighting installations.

Estudio de una metodología para evaluar la calidad del servicio del alumbrado urbano
ISBN 84-669-4966-7. PhD Thesis. Universitat Politècnica de Catalunya. 143 pag. Spain, April 2001
Language: Spanish

Director: Professor **Ramón SAN MARTIN**,
Depto. Projectes, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain

Eduardo R. MANZANO

Depto. Luminotecnia Luz y Visión

Universidad Nacional de Tucumán

Av. Independencia 1800 - (4000) Tucumán, Argentina

Tel./Fax: +54 381 4361936

e-Mail: emanzano@herrera.unt.edu.ar



STUDIUL ASUPRA METODOLOGIEI DE EVALUARE A SERVICIULUI DE CALITATE AL ILUMINATULUI DIN MEDIUL URBAN

Rezumat

Instalațiile de iluminat urban sunt proiectate și montate deseori într-o perioadă scurtă de timp. Dar, ele au o durată de viață de mulți ani. Instalațiile de iluminat nu pot fi lăsate nesupravegheate în această perioadă. Trebuie acordată o grijă specială pentru a garanta performanța corectă, a reduce deteriorarea și a adapta instalația la evoluția tehnologică și urbană. Dar această grijă trebuie să înceapă din stadiul de proiectare și să continue pe toată durata de viață a instalației. Acesta este domeniul referitor la *managementul iluminatului*.

Aspectele privind managementul iluminatului urban au fost studiate cu ajutorul analizelor la nivelul managerilor în iluminat și măsurărilor instalațiilor de iluminat. Rezultatele arată posibilitatea de a îmbunătăți comportamentul instalației și necesitatea de a proiecta instrumente care ar putea indica criteriul corespunzător pentru utilizarea resurselor. De asemenea, a fost studiat impactul datorită lipsei

sau reducerii managementului și întreținerii instalației de iluminat. La efectuarea acestor studii, au fost evaluate costurile de energie indirecte în conexiune cu sursele sale posibile și impactul economic implicat.

Obiectivul acestei teze este studiul și propunerea unei metodologii de evaluare a instalațiilor de iluminat, orientată asupra serviciilor generale de iluminat din mediul urban. Pentru aceasta, au fost studiate caracteristicile instalațiilor și evoluția lor în conexiune cu serviciile, analizând cei mai relevanți factori și stabilind modelele lor de comportament prin măsurări în domeniu, analiza evidențelor istorice și simularea situațiilor. Pe baza acestor considerații este propusă o metodologie. Această metodologie este dezvoltată din analiza relației cost-beneficiu pe durata ciclului de viață a instalației de iluminat urban. Beneficiul este stabilit în termeni de factori legați de serviciu, ceea ce înseamnă performanța realizată pe perioada de utilizare a instalațiilor. Factorii luați în considerare au fost: iluminarea, rata defectărilor, timpul de funcționare și starea instalațiilor. Acești factori au fost evaluați în raport cu valori de referință, standardizate sau recomandate. Costurile instalației, de energie, de întreținere, de re tehnologizare și de înlocuire pe durata de viață a instalațiilor sunt considerate în raport cu costul financiar.

Aplicarea metodologiei a fost analizată în două situații: proiectarea de noi instalații și evaluarea instalațiilor existente. Considerându-se instalații noi, s-au simulat alternative prin studierea caracteristicilor specifice ale instalațiilor prin analiza cost-beneficiu. Considerându-se instalații existente, metodologia a fost aplicată în oraș și rezultatele au fost comparate cu o situație optimă. Aceasta a permis evaluarea situației existente și ajustarea politicilor de întreținere.

Aplicarea metodologiei a condus la rezultate satisfăcătoare în evaluarea instalațiilor de iluminat noi și existente.

CONTRIBUȚII LA CONCEPȚIA SISTEMELOR DE ILUMINAT ȘI ELECTRICE PENTRU CAMERE ALBE

Ernest NICA
S.C. ROMPROIECT S.A.

Pe data de 19 ianuarie 2001 a avut loc susținerea publică a tezei de doctorat cu titlul menționat mai sus, în cadrul Universității Tehnice de Construcții București – Facultatea de Instalații.

Comisia a fost alcătuită din prof. univ. dr. ing. Traian CRUCERU – prodecanul Facultății de Instalații, prof. univ. dr. ing. Cornel BIANCHI – conducător științific, Universitatea Tehnică de Construcții București, prof. univ. dr. ing. Puiu STOENESCU – referent, Universitatea Tehnică de Construcții București, prof. univ. dr. ing. Florin POP – referent, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca, prof. univ. dr. ing. Ioan BORZA – referent, Universitatea „Politehnica” Timișoara.

Domeniul de studiu al tezei este foarte actual și cu implicații pe multiple planuri: igienico – sanitare, sociale, economice deosebite. Dezvoltarea industriilor performante din domeniul microelectronicii, aerospațială, medicamente etc., deschiderea extraordinară creată de ingineria genetică spre aplicații vizând alimentația, sănătatea, depoluarea sunt numai câteva din argumentele ce se pot aduce studierii fenomenelor termice, electrice ș.a. care au loc în camerele curate.

În cadrul tezei se face o analiză extinsă a problemelor de ventilare și iluminat din spațiile albe, oprindu-se asupra unei soluții interesante de ventilare, cu aspirația aerului prin corpurile de iluminat. Această soluție este justificată pentru situația particulară a camerelor albe deoarece reduce zona de turbulență a aerului care se formează datorită curenților convectivi dezvoltați de fluxul de căldură emis de sursele de iluminat.

Contribuțiile originale sunt prezente în analiza câmpurilor electromagnetice care se dezvoltă în jurul unor surse, ca de exemplu: transformatoare electrice, ecrane de computer,

telefoane mobile. În mod particular sunt interesante cercetările experimentale privind sursele generatoare de câmp electromagnetic. Sunt de asemenea evidențiate îmbunătățiri aduse schemelor de automatizare a instalațiilor de climatizare din camerele albe. Mai trebuie evidențiate cercetările experimentale privind comportarea corpurilor de iluminat cu circulație de aer; s-au pus în evidență fenomene interesante ca reducerea temperaturii corpului de iluminat și reducerea în consecință a turbulenței aerului interior.

Într-o măsură tot mai mare tehnologiile moderne impun eliminarea particulelor contaminante (praf, virusi, bacterii) în special din medii unde se fabrică componente miniaturizate electronice, produse farmaceutice și medicale etc.

Astfel de produse vor trebui să fie fabricate și asamblate în zone speciale, unde sursele contaminante sunt eliminate sau menținute în limite bine stabilite. Aceste zone speciale, fără de care tehnologiile de vârf nu pot fi dezvoltate, se numesc camere curate (albe). În prezent, datorită proceselor de filtrare foarte avansate unde numărul particulelor aeropurtate din spațiul de lucru tinde către un număr foarte redus sau zero, aceste camere curate poartă denumirea de camere ultracurate. Aceste tipuri de camere curate se întâlnesc acolo unde procesul tehnologic este complet robotizat și în care factorul uman este exclus.

Obiectivul acestei teze de doctorat urmărește două direcții de abordare:

1. O analiză aprofundată a unor lucrări apărute în diverse publicații ale unor țări cu vechi tradiții în proiectarea și execuția camerelor curate, autorul a prezentat în această teză tipuri de camere curate utilizate pe domenii de activitate și pe clase de puritate. Pentru aceste tipuri de camere curate au fost analizate și

prezentate distinct sistemele de climatizare, sistemele de iluminat, electrice și automatizare aferente acestora. Prin analiza atentă a unor instalații de automatizare pentru climatizarea unor camere curate din anumite sectoare de activitate s-a adus unele completări și îmbunătățiri a acestora. Modul în care este prezentată lucrarea poate fi un ghid pentru specialiștii din țara noastră în proiectarea și execuția camerelor curate.

2. O cercetare experimentală în care, pornind de la ce s-a realizat pe plan mondial privind tehnologia camerelor curate și a claselor de puritate ce se pot realiza în aceste camere, precum și tipurile de sisteme de climatizare, de iluminat, de automatizare, reglaj și control asupra menținerii unor parametri impuși în camere curate, autorul și-a propus să aducă unele contribuții și idei noi privind:

- Sisteme integrate de iluminat – climatizare pentru camere curate;
- Sisteme de reglare, control și semnalizare în procesele de climatizare a camerelor curate;
- Analiza surselor generatoare de câmp electromagnetic într-o cameră curată și determinarea prin măsurări pentru câteva surse a câmpurilor electromagnetice generate de acestea;
- Prezentarea unor criterii de proiectare și construcție a camerelor curate;
- Determinarea experimentală a caracteristicilor unui corp de iluminat pentru camere curate inclus într-un sistem integrat de iluminat – climatizare.

Respectând în totalitate cerințele impuse camerelor curate din domeniul microelectronicii întâlnite în diferite țări cu vechi tradiții în proiectarea și execuția acestora, autorul propune un concept nou de sistem denumit "*Sistem complet de fabricație și control*" care întrunește toate aceste cerințe.

Analiza tezei de doctorat conduce la menționarea unor contribuții personale ce pot fi desprinse din întreaga teză, fiind prezente în

fiecare capitol, dintre care se remarcă următoarele:

1) Teza evidențiază locul și ponderea deținute de parametrii funcționali ai camerelor curate în asigurarea microclimatului necesar desfășurării activității umane.

2) Sunt propuse o serie de criterii de proiectare și sisteme de automatizare a procesului de climatizare.

3) Sunt efectuate determinări experimentale asupra funcționării corpurilor de iluminat într-un sistem integrat iluminat – climatizare și asupra câmpului electromagnetic emis de unele aparate electrice specifice.

4) Teza este dezvoltată pe plan teoretic și experimental.

În capitolul final sunt indicate o serie de direcții viitoare de cercetare în domeniu. Sunt prezentate direcțiile de cercetare ce vor permite ameliorarea ambientului sălilor curate. Se au în vedere: (a) determinarea experimentală a unor parametri specifici dezinfectării aerului cu radiații ultraviolete; (b) cercetarea experimentală a sistemelor integrate iluminat – climatizare adecvate și (c) determinarea câmpului electromagnetic total într-o cameră curată cu activitate umană.

Dr. ing. Ernest NICA
Ing. Șef S.C. ROMPROIECT S.A.
București, Calea Griviței Nr. 6, sector 3
Tel.: (01) 6505105; 092.952594; Fax: (01) 3120131
e-Mail: rompro@starnets.ro



Specialist în domeniul instalațiilor de iluminat, forță și automatizare, realizând numeroase proiecte pentru țară și străinătate. A proiectat tablouri electrice pentru medii potențial explozive. A lucrat ca specialist în instalații electrice pe numeroase șantiere din străinătate (Rusia, Ucraina, Germania). A fost cadru didactic asociat la Catedra de Electricitate, Facultatea de Instalații. Autor a numeroase articole și lucrări de specialitate. Atestat verficator și expert tehnic.

EFFECT OF DIMMING AND CATHODE HEATING ON LAMP LIFE OF FLUORESCENT LAMPS

Eino TETRI

Helsinki University of Technology

Introduction

The Dissertation for the degree of Doctor of Science in Technology was done under supervise of Professor Liisa HALONEN from the Lighting Laboratory of Helsinki University of Technology. The pre-examiners of the thesis were prof. Dr.-Ing. D. GALL from the Fachgebiet Lichttechnik of Technischen Universität Ilmenau and prof. Dr.-Ing. M. NEIGER from the Lichttechnisches Institut of Universität Karlsruhe. The thesis was defended on 2nd of November, 2001. The honoured opponent was prof. Dr.-Ing. H.-J. SCHMIDT-CLAUSEN from the Fachgebiet Lichttechnik of Technischen Universität Darmstadt.

The research was carried out in the Lighting Laboratory of the Department of Electrical and Communication Engineering, Helsinki University of Technology. Most of the work was conducted as a part of the IDAS-project during the period 1996-1999. IDAS (Integrated daylighting system based on smart controls for user satisfaction) was funded in part by the European Commission within the framework of the Non-Nuclear Energy Programme JOULE III. The work presented in thesis forms part of the IDAS project.

1 Rules of an article dissertation

The thesis was made as an article dissertation. According to the degree regulations of Helsinki University of Technology, the following are acceptable as doctoral dissertations: either a monograph or an article dissertation, i.e., several scientific

articles, published or accepted for publication, and a summary of these. The article dissertation is now very popular in HUT, because of the following reasons. An article dissertation creates motivating intermediary goals and provides an opportunity to receive feedback and critique on the work from the academic community throughout the writing process. Writing an article dissertation is usually found to be motivating and an efficient way to learn how to compose scientific publications.

2 List of publications

The dissertation includes an overview and the following selection of the author's publications. The overview has 40 pages and it includes an introduction and a state-of-the-art review and it summarises the objectives, methods, results and conclusions of the research and the publications.

- I Tetri E. 1999. Effect of dimming on lamp life of fluorescent lamps. Proceedings of the 24th Session of the CIE, Publication no. 133, Warsaw, Poland. International Commission on Illumination. pp. 336-340.
- II Tetri E. 1997. Profitability of switching off fluorescent lamps: take-a-break. Right Light 4. Proceedings of the 4th European conference on energy-efficient lighting. Copenhagen, Denmark. pp. 113-116.
- III Lehtovaara J. & Tetri E. 2000. Energy savings through daylight. Ingineria Iluminatului 4. Romania. pp. 54-58.
- IV Tetri E. 2001. Daylight-linked dimming: effect on fluorescent lamp performance.

Lighting Research and Technology. 8 p.
(*To be published.*)

- V Tetri E. 2001. Effect of cathode heating on lamp life in dimming use. IEEE Industry Applications Society. 36th Annual Meeting. Chigaco, USA. 6 p.
- VI Tetri E. 2001. Lamp life test. Report 27. Espoo. Helsinki University of Technology. Lighting Laboratory. 34 p.

3 Summary of the thesis

The aim of the research was to find out the effect of dimming on lamp life, colour characteristics and blackening of the lamp ends of fluorescent lamps. In addition, the aim of the research was to find out the optimum cathode heating provided by the electronic ballast.

Lamp life was studied using a lamp life test. There were 24 test groups and in each test group there were 15 lamps. Lamps were dimmed statically to a 1%, 5% or 15% luminous flux level or dimmed dynamically up and down thus simulating dimming according to daylight. The effect of cathode heating was studied with modified electronic ballasts.

When lamps burn continuously at low dimming levels, the lumen maintenance is larger than when lamps burn undimmed. The lumen maintenance of the undimmed test groups was 91.5%. The lumen maintenance of the static dimming test groups was 94.3%, while the lumen maintenance of the dynamic dimming test groups was 90.9%.

The shifts in colour temperatures between different manufacturers were larger than the variations due to the burning of lamps. The variations in colour rendering indices between individual lamps and caused by burning were insignificant.

The mortality of the undimmed test groups or Phase 1 was 22 % after 18 000 burning hours without the magnetic ballasts test group and the electronic test groups from the other manufacturer. The mortality of the static dimmed test groups or Phase 2 after 18 000 burning hours was 32 %, while

that of the dynamic dimmed test groups or Phase 3 was 22 %. Phases 2 and 3 are not entirely comparable, because in Phase 3 there were only the cathode heating levels nominal and +20 %. Mortality was higher in the dimmed test groups than in the undimmed test groups. Of the dynamic dimming test groups, the mortality was lowest in Dynamic 3, only 7 %. In Dynamic 3 there were no breaks. With electronic ballasts, lamps will reach their nominal lamp life, even if lamps are dimmed statically or dynamically.

Differences up to -10% in the cathode heating voltages made about 2% difference in the lamp life. When the cathode voltage differed by -50% from the optimum, the lamp life was less than a half the maximum. Most of the measured cathode heating voltages did not exceed the optimum. Therefore the relationship between the cathode heating voltage and the lamp life, when the cathode is overheated, is still unclear.

Results show that neither the lamp nor the electronic ballast are obstacles for wider use of daylight with artificial lighting. With the proper cathode heating level, the lamp will reach the nominal lamp life even if the lamp is dimmed according to daylight.

References

- Tetri E. 2001. Effect of dimming and cathode heating on lamp life of fluorescent lamps. Doctoral Thesis. Espoo. Helsinki University of Technology, Lighting Laboratory. Report 28. 120 pp.



Eino TETRI

Doctor of Science (Tech.)
Helsinki University of
Technology
Lighting Laboratory
P.O.Box 3000
FIN-02015 HUT
Finland
eino.tetri@hut.fi
www.hut.fi/Units/Lighting/

EFFECTUL REGLĂRII NIVELULUI FLUXULUI ȘI ÎNCĂLZIRII CATODICE ASUPRA DURATEI DE VIAȚĂ A LĂMPILOR FLUORESCENTE

1 Introducere

Teza de dizertație pentru titlul de Doctor în Științe în Tehnologie a fost realizată sub coordonarea Profesorului Liisa HALONEN din cadrul Laboratorului de Iluminat de la Helsinki University of Technology (HUT). Pre-examinatorii tezei au fost Prof. Dr. Ing. D. GALL de la Fachgebiet Lichttechnik of Technischen Universität Ilmenau și Prof. Dr. Ing. M. NEIGER de la Lichttechnisches Institut of Universität Karlsruhe. Teza a fost susținută în 2 noiembrie 2001. Oponentul de onoare a fost Prof. Dr. Ing. H.-J. SCHMIDT-CLAUSEN de la Fachgebiet Lichttechnik of Technischen Universität Darmstadt

Cercetarea a fost realizată în Laboratorul de Iluminat din cadrul Departamentului de Inginerie Electrică și Comunicații al HUT. Majoritatea activității a fost îndreptată spre realizarea proiectului IDAS pe perioada 1996-1999. IDAS (Sistem integrat de iluminat natural bazat pe un control inteligent pentru satisfacția utilizatorilor) a fost finanțat în parte de către Comisia Europeană în cadrul Programului de energie ne-nucleară JOULE III. Lucrarea prezentată în teză face parte din proiectul IDAS.

2 Regurile unui articol de dizertație

Teza a fost realizată ca un articol de dizertație. Conform regulilor Helsinki University of Technology pentru obținerea titlului de doctor sunt acceptate următoarele: monografie sau articol, adică câteva articole științifice publicate sau acceptate pentru publicare și un sumar al acestora. Articolul de dizertație este acum foarte răspândit în HUT datorită următoarelor motive. Un articol creează scopuri intermediare motivate și asigură o oportunitate de a observa reacția și critica asupra lucrării de la

comunitatea academică prin procesul de redactare. Redactarea unei dizertații tip articol este deseori motivată și reprezintă un mod eficient de a învăța cum se întocmesc publicațiile științifice.

3 Lista de publicații

Teza de dizertație include o prezentare generală și următoarea listă de selecție a publicațiilor autorului. Prezentarea generală are 40 de pagini și cuprinde o introducere și o expunere a cunoașterii actuale și prezintă pe scurt obiectivele, metodele, rezultatele și concluziile cercetării și publicațiilor. *(vezi lista celor șase articole)*

4 Sumar al tezei

Scopul cercetării a fost de a determina efectul reglării nivelului fluxului luminos ("diming") asupra duratei de viață a lămpii, caracteristicile de culoare și înnegrirea capetelor lămpilor fluorescente. În plus, obiectivul cercetării a fost de a determina încălzirea optimă a catodului asigurată de balastul electronic.

Durata de viață a lămpii a fost studiată utilizând un test al duratei de viață a lămpii. S-au stabilit 24 de grupuri test și fiecare grup test a conținut 15 lămpi. Nivelul fluxului luminos al lămpilor a fost redus static până la 1%, 5% sau 15% sau reduse dinamic, astfel simulându-se diminuarea în raport cu lumina naturală disponibilă. Efectul încălzirii catodului a fost studiat cu ajutorul unor balasturi electronice modificate.

Dacă lămpile funcționează continuu la niveluri de reglare scăzute, menținerea fluxului este mai mare decât în cazul în care lămpile funcționează fără reglare. Menținerea fluxului luminos al grupurilor test fără reglare a fost de 91,5%. Menținerea fluxului luminos al grupurilor test reglate static a fost de 94,3%, în timp ce pentru grupurile test reglate dinamic a fost de 90,9%.

Diferențele de temperaturi de culoare ale diferiților producători sunt mai mari decât variațiile datorită funcționării lămpilor.

Variațiile privind indicii de redare a culorii între lămpi individuale și datorită funcționării acestora au fost ne semnificative.

Mortalitatea grupurilor test fără diminuare (faza 1) a fost de 22% după 18.000 de ore de funcționare, fără grupuri test cu balasturi magnetice și electronice de la alți producători. Mortalitatea grupurilor test reglate static (faza 2), după 18.000 de ore de funcționare a fost de 32%, iar pentru grupurile test reglate dinamic (faza 3) a fost de 22%. Fazele 2 și 3 nu sunt în totalitate comparabile, deoarece în faza 3 au existat numai niveluri de încălzire catodică nominale și +20%. Mortalitatea grupurilor test reglate a fost mai mare decât cea a grupurilor test nereglate. Referitor la grupurile test reglate dinamic, mortalitatea a fost cea mai scăzută în faza 3, de numai 7%. În faza 3 nu au existat întreruperi (pauze). Dacă lămpile sunt prevăzute cu balasturi electronice, acestea vor atinge durata de

viață nominală, chiar dacă lămpile sunt reglate static sau dinamic.

Diferențe de 10% în tensiunea de încălzire a catodului au condus la diferențe de 2% asupra duratei de viață a lămpii. Dacă tensiunea catodului variază cu -50% față de optim, durata de viață a lămpii este mai mică de jumătate din maxim. Majoritatea tensiunilor de încălzire a catodului măsurate nu au depășit optimul. Prin urmare, relația dintre tensiunea de încălzire a catodului și durata de viață a lămpii, atunci când catodul este supraîncălzit, nu este încă clară.

Rezultatele prezintă că nici lampa, nici balastul electronic nu reprezintă obstacole pentru utilizarea largă a luminii naturale în iluminatul artificial (corelare). Dacă nivelul de încălzire a catodului este corespunzător, lampa va atinge durata de viață nominală, chiar dacă lampa este reglată în raport cu lumina naturală.

CONFERINȚA INTERNAȚIONALĂ ILUMINAT 2001 - CLUJ-NAPOCA

Dorin BEU

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

Anul acesta, principala manifestare din România în domeniul iluminatului a avut loc la Cluj-Napoca. Conferința ILUMINAT 2001 s-a desfășurat în perioada 28-30 iunie în organizarea Universității Tehnice din Cluj-Napoca prin Centrul de Ingineria Iluminatului UTC-N, a societății Electrica S.A. prin Sucursala de Distribuție Cluj și a societății Energobit Schröder Lighting SRL Cluj-Napoca. De menționat că a fost pentru prima oară când o conferință internațională din domeniul iluminatului s-a desfășurat în afara Bucureștiului, marcând astfel creșterea rolului Centrului de Ingineria Iluminatului UTC-N ca pol regional.

Sponsorii conferinței au fost Energobit Schröder Lighting, Osram România și Pragmatic Comprest.

Lucrările Conferinței ILUMINAT 2001 au fost deschise de dr. Florin POP, președintele Centrului de Ingineria Iluminatului UTC-N, vice-președinte CNRI. În cadrul sesiunii de deschidere au luat cuvântul: Sándor KERÉKES, vice-președinte al Consiliului Județean Cluj; Silviu Lucian BOGHIU, director general Electrica, Wout van BOMMEL, vice-președinte al CIE, Cornel BIANCHI, președintele CNRI, Vasile IANCU, prorector al Universității Tehnice din Cluj-Napoca, Gabriel RUGA, directorul Sucursalei de Distribuție Cluj din cadrul Electrica, Axel STOCKMAR, președintele Comitetului Național German de Iluminat, Pál PÉTER, director general Energobit Schröder Lighting. A prezentat salutul său și d-l Michel de BRUYN, director comercial și marketing Comelec, Grupul Schröder

Președintele CIE, d-l Hans-Allan LÖFBERG care și-a anunțat inițial prezența, nu a mai putut participa din motive familiale, salutul CIE precum și discursul referitor la prezența CIE în lume fiind susținut de dr. Wout van BOMMEL, vice-președinte al CIE (și viitor

președinte al CIE în noul Quadreniu 2004-2008).

Conferința ILUMINAT 2001 a avut patru sesiuni: Mediul interior și proiectarea iluminatului – moderator Axel STOCKMAR, Iluminatul exterior – moderator Cornel BIANCHI, Vedere și culoare; aspecte generale ale iluminatului – moderator Florin POP, Alte aplicații – moderator Mircea CHINDRIȘ. Au participat în jur de 150 de specialiști din Austria, Canada, Belgia, Finlanda, Germania, Italia, Iugoslavia, Olanda și România, de la universități, firme de proiectare, producție sau distribuție.

În cadrul conferinței au fost susținute în plen 28 de lucrări a căror listă poate fi consultată în numărul 7 al revistei Ingineria Iluminatului. De remarcat lucrările referitoare la învățământul luminotehnic în România (proponeri de dezvoltare la facultățile de arhitectură), la dezvoltări viitoare în domeniul iluminatului stradal prin introducerea tuburilor de lumină și a LED-urilor, o propunere pentru o metodă europeană a factorului de utilizare. Dintre aplicațiile practice s-au remarcat iluminatul stâlpilor liniei de medie tensiune din Cluj-Napoca, iluminatul sălilor de conferințe (cu accent pe instalația de control a iluminatului), iluminatul arhitectural din Belgrad, iluminatul tunelului Cointe-Belgia și reabilitarea castelului Banffy din Bonțida. Referitor la noi echipamente sunt de remarcat lucrările ce vizează standardizarea stâlpilor conform reglementărilor europene și a balasturilor electronice cu protocol DALI. În ceea ce privește alte aplicații, sunt de remarcat analiza câmpului de luminanțe pentru zone de interes arhitectural și monitorizarea calității energiei electrice din clădiri de birouri cu sisteme de iluminat mari.

În prima zi, a avut loc și o prezentare a Editurii Artecno de către d-na Manuela DRĂGHICESCU,

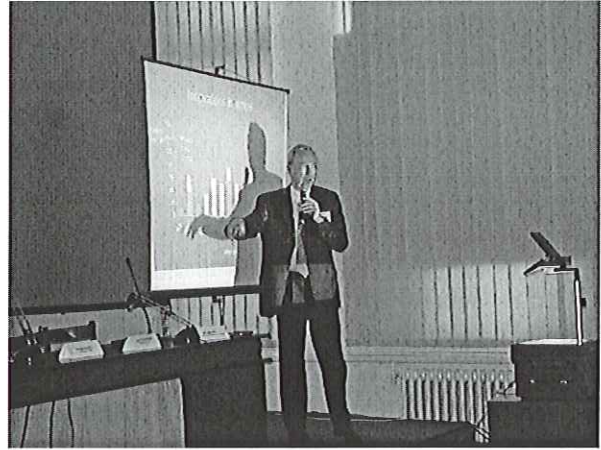
redactor șef al revistei Electricianul, cu ocazia mesei rotunde: „Interferență: proiectare, realizare, automatizare și management în modernizarea iluminatului în România”.

La sfârșitul conferinței participanții au desemnat într-un chestionar următoarele lucrări (premiat cu câte o sticlă de șampanie):

- cea mai bună lucrare: “Concepția modernă a sistemelor de iluminat interior – o necesitate actuală”, autor: prof.dr.ing. Cornel BIANCHI – președinte CNRI
- cea mai frumoasă prezentare: „Vizibilitate și confort vizual în Tunelul Cointe”, autor Aleksandra STOJCOVIC, R-Tech Liège.
- cea mai frumoasă aplicație: „Iluminatul arhitectural al instalațiilor industriale”, Pál PÉTER, Energobit Schröder Lighting

În paralel cu conferința a avut loc o expoziție de corpuri și sisteme de iluminat, la care au participat următoarele firme (în ordine alfabetică): Artecno, Demco, Energobit Schröder Lighting, Energolux, Nedal Aluminium BV – Olanda, Neon Lighting, Orion Electrics și Pragmatic Comprest. De remarcat prezența directă sau prin distribuitori a principalilor producători din domeniul iluminatului (în ordine alfabetică): Fagerhult, Nedal, Osram, Philips, Regianni, Schröder, Tridonic și Zumtobel Staff. În același timp, a fost regretabilă lipsa principalilor producători din România.

Programul social l-a completat în mod fericit pe cel științific. Turul orașului a oferit ocazia admirării Clujului istoric și modern, un moment de interes tehnic deosebit a fost prilejuit de vizitarea Muzeului Apei, prin bunăvoința RAJAC Cluj, iar excursia la Mărișelu - Barajul Fântânele a asigurat cadrul optim de apropiere a participanților și de cunoaștere a unei zone montane de un pitoresc deosebit. În ultima seară a avut loc banchetul tradițional de încheiere a conferințelor internaționale, în saloanele Hotelului Sport, ocazie cu care s-au personalizat relațiile de prietenie între participanți și s-au creionat viitoare proiecte de colaborare.



Prezentarea d-lui Wout van BOMMEL



Imagine din sala de conferințe



Prezentarea concluziilor Conferinței ILUMINAT 2001
- Dorin COSTEA, Cornel BIANCHI, Florin POP

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

Florin POP

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

Activitatea Centrului de Ingineria Iluminatului UTC-N – Lighting Engineering Center (LEC) a fost prezentată în numerele anterioare al revistei pentru acțiunile organizate începând cu înființarea acestuia în **25 aprilie 2000** prin decizie a Biroului Senatului Universității Tehnice, până în data de **28 - 30 iunie 2001** – când a avut loc Conferința Internațională ILUMINAT 2001.

Centrul de Ingineria Iluminatului UTC-N a luat ființă ca urmare a programului Tempus-Phare CME-03551-97 [programul derulat în perioada 15 decembrie 1998 – 14 martie 2000 este prezentat în pagina web <http://bavaria.utcluj.ro/~lec>].

28 - 30 iunie 2001 - Conferința Internațională ILUMINAT 2001, în colaborare cu S.C. Electrica S.A. prin Sucursala de Distribuție Cluj și S.C. Energobit Schröder Lighting S.R.L.



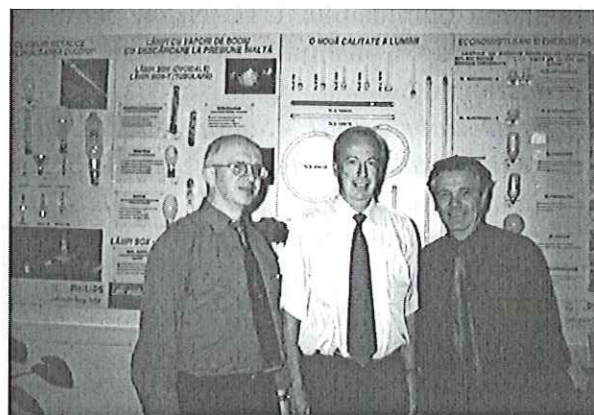
Prezidiul Conferinței (de la dreapta la stânga): Florin POP, vicepreședinte al CNRI, Cornel BIANCHI, președinte al CNRI, Silviu Lucian BOGHIU, director general S.C. Electrica S.A., Gabriel RUGA, director general Sucursala de Distribuție Cluj, Vasile IANCU, prorector Universitatea Tehnică, Wout van BOMMEL, vicepreședinte al CIE, Axel STOCKMAR, președinte al CNGI, Pál PÉTER, director general Energobit Schröder Lighting (lipsește din imagine Sándor KERÉKES, vicepreședinte al Consiliului Județean Cluj și Michel de BRUYN, director comercial și de marketing Grupul Schröder).

Conferința a reunit peste 150 de participanți din țară și străinătate, personalități din lumea universitară, reprezentanți de firme de profil, ingineri și proiectanți, personal din administrația publică. Au fost prezentate 28 lucrări publicate în volumul conferinței și a fost organizată o expoziție cu produse și echipamente specifice la care au participat 9 firme.

Cu această ocazie D-nii Wout van BOMMEL, vicepreședinte al CIE și Axel STOCKMAR, președinte al Comitetului Național German de Iluminat au avut o întâlnire protocolară cu D-nul Prof.dr.ing. Vasile IANCU, prorector al Universității Tehnice și



au vizitat Centrul de Ingineria Iluminatului UTC-N/Laboratorul de Instalații electrice și de iluminat.



În zilele următoare, în cadrul unei călătorii turistice la mănăstiri din Moldova și Tara Oașului, d-nii Axel STOCKMAR și Florin POP au avut o întâlnire profesională la sediul S.C. SIACS S.R.L. – Suceava cu D-nii Gheorghe PRISĂCARI și Paul PĂDURARIU, moment binevenit pentru un schimb de informații referitor la activitatea de proiectare și execuție în domeniul instalațiilor electrice și de iluminat.



6-19 iulie 2001 - *Light and Lighting – Management, Ambiance and Systems*, curs de vară organizat în colaborare cu BEST – UTC-N. Au participat 21 studenți de la universități din Europa în care activează grupuri locale BEST. Prelegerile au fost susținute de cadre didactice și specialiști de la Universitatea Tehnică și Universitatea “Babeș-Bolyai” Cluj-Napoca, Universitatea Tehnică “Gheorghe Asachi” Iași și Philips România, Divizia Lighting.

22 noiembrie 2001 - *Prezentarea pachetului de servicii globale în domeniul iluminatului* a grupului de firme: S.C. ELBA S.A., S.C. PHILIPS AND ELBA STREET LIGHTING S.R.L. și S.C. ROSIGN S.R.L. Timișoara, Masă rotundă organizată în colaborare de Antrepriza de Construcții și Instalații - ACI - Cluj-Napoca, S.C. IMSAT Service Cluj S.A. și Centrul de Ingineria Iluminatului UTC-N, cu participarea specială a Consiliului Județean Cluj și Primăriei municipiului Cluj-Napoca.

6 decembrie 2001 - *Soluții SCHNEIDER în domeniul instalațiilor electrice*, Seminar organizat în colaborare cu S.C. SCHNEIDER Electric România pentru studenții anului V Instalații.

12 decembrie 2001 - *Soluții de iluminat: corpuri de iluminat ZUMTOBEL STAFF și sisteme de control LUXMATE*, Seminar organizat în colaborare cu S.C. Energolux S.R.L., Grupul Energobit.

Editarea revistei **Ingineria Iluminatului** cu o apariție semestrială, în colaborare cu S.C. Electrica S.A. prin Sucursala de Distribuție Cluj și editura MEDIAMIRA Cluj-Napoca. Numărul următor - anul 4, nr. 9/Summer - va apărea în iunie 2002.

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 al UTC-N. Între Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca și Helsinki University of Technology, respectiv Universitat Politecnica de Catalunya 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 și Profesor Ramon SAN MARTIN – Estudios Luminotecnicos 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
 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 – Alba Iulia
 MEGAVOX Confort – Petrești
 BURIDAVA 2000 Serv – Bistrița
 LIDER ProdCarn – Alba Iulia

LIGHT & LIGHTING - curs european de vară în domeniul iluminatului

Dorin BEU

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

În organizarea *Centrului de Ingineria Iluminatului – UTC-N* și a asociației *BEST* (Asociația Studenților Europeni din domeniul Tehnologiei) din cadrul Universității Tehnice din Cluj-Napoca, s-a desfășurat între 6 – 18 iulie 2001 cursul de vară “Light & Lighting – Ambience, Management and System”. Cursul s-a ținut în limba engleză și la el au participat 21 de studenți din Bulgaria, Croația, Danemarca, Estonia, Finlanda, Polonia, Portugalia, România, Slovenia și Spania. Coordonatorii cursului au fost dr. ing. Dorin BEU, din partea Centrului de Ingineria Iluminatului și Ciprian COSTEA, din partea BEST.

Cele 36 de ore de cursuri și lucrări au fost ținute sub formă de voluntariat de cadre didactice de la:

- Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca: prof. dr. ing. Florin POP, prof. dr. ing. Virgil MAIER, șef lucr. dr. ing. Dorin BEU, conf. dr. ing. Sorin PAVEL, șef lucr. arh. Șerban ȚIGĂNAȘ, șef lucr. ing. Silviu ȘTEFĂNESCU, șef lucr. ing. Corina RAFIROIU;
- Universitatea „Babeș-Bolyai” Cluj-Napoca: asist. univ. Mihai GIURGEA;
- Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” Iași: conf. dr. ing. Cătălin GĂLĂȚANU;
- PHILIPS România, Divizia Lighting: ing. Cornel SFETCU.

În cadrul cursului a avut loc și o întâlnire cu D-nii Stanislaw KOZLOWSKI, vicepreședinte al Philips Lighting, Director general C&EE Lamps și Ufuk N. EREL, Director Philips România, Divizia Lighting

De menționat sprijinul acordat de firma Energolux, distribuitor Zumtobel Staff, prin furnizarea de prezentări de specialitate în limba engleză, și de RAJAC Cluj, prin găzduirea unei zile de curs la Centrul de pregătire profesională

Muzeul Apei și furnizarea sistemului media necesar cursului.

Organizatorii - BEST - au fost sprijiniți pentru buna desfășurarea a cursului și prin sponsorizarea obținută din partea Napolact, Panemar - Morărit și Panificație, Discovery, Energobit, ACI, RATUC, Excelsior, Nobila Casa, Cin-Cin, Feleacul, European Drinks și Prodvinalco.

Programul cursurilor a fost dublat de diferite acțiuni organizate de asociația BEST: excursii la Mănăstirea Râmeț, seară românească, vizite ale Clujului și, bineînțeles, multe petreceri.

În încheiere, studenții au prezentat eseuri pe diverse teme legate de iluminat: sisteme de iluminat pentru loisir, influența iluminatului asupra stării psihice, reducerea emisiilor de CO₂ prin creșterea eficienței luminoase ș.a.

În ultima seară au fost acordate diplomele de absolvire a cursului. Studenții au completat formulare de apreciere referitoare la calitatea cursului și a profesorilor, trimise individual pe site-ul BEST; în urma analizării lor a rezultat o evaluare pozitivă a acestui curs.

Tematica cursului:

- Istoria iluminatului
- Abordarea filozofică și teologică a luminii
- Fundamentele luminotehnicii
- Lumina - a patra dimensiune a arhitecturii
- Ingineria iluminatului
- Aspecte practice ale iluminatului
- Proiectarea computerizată a sistemelor de iluminat
- Managementul energiei și al costurilor aferente iluminatului
- Calitatea iluminatului - calitatea vieții

that provide the user with energy savings, consistent lamp colour, improved lumen maintenance and extended lamp life (24,000 hr.)

- Philips has added a 165 W – 12,000 lm, 100,000 hr to the Induction lamp family.

Luminaires are becoming more interesting, with an accent on adjustability and European look:

- more “cool look” indirect pendants/wall sconces using T5 technology
- new, more and cheaper compact MH track fixtures with electronic ballasts, many twin-rail or cable light low voltage systems
- more recess or surface mounted adjustable 360 degrees in all directions multi heads frame luminaires for general and accent lighting
- more (compact) fluorescent industrial and commercial fixtures as an alternative to HID fixtures for medium and high-bay applications (Holophane, Hubbell, Sportlite)
- more shapes and styles for the Ledalite’s awarded Ergolite lighting fixture, with integrated personal dimming control, occupancy and daylight sensors, and system-wide energy management capability
- Best New Product of 2001 was awarded to MesoOptics™ a revolutionary new optical control technology based on materials using holographic techniques. MesoOptics™ ultra low-profile direct/indirect luminaire is made of a V-shaped translucent diffuser/reflector coated with holographic imprints to customize light distribution.

Controls are more versatile and make use of latest digital and wireless technologies:

- digital addressable protocols for lighting interface are coming to age. AddressPro from Energy Savings is one of them, however DALI (used in Europe and now in North America by OSI and Advance) seems to become the international standard for digital controllable ballasts.
- retrofit fluorescent dimmers eliminate the use of additional wiring (Leviton) and optional remote control (Lutron)
- LCD and sensitive touch standard or map customized control panels (Lutron, Leviton)
- 7-day programmable wireless controls with user-friendly Internet accessibility, excellent for recreational or remote applications (LLC).

LED's are coming in force, in applications far different of the usual exit sign applications:

- retrofit LED globes offering 100,000 hours of light and 90% energy savings; however, the costs are very high and the white LED technology requires much more R&D to be able to provide “general lighting”.
- digital colour changing LED technology designed for and structure/façade lighting (Colour Kinetics and TIR)
- color changing LED's in neon type tubes designed for outstanding lighting effects to alcoves and accent areas.
- improved high flux LED's as light source for fiber optic and tube light applications
- the battle for “white LED” for general lighting has now attracted the major lamp North American manufacturers: GE, Philips and Osram-Sylvania (OSI).
- Organic LED (OLED) is the new “kid on the block”. Very flexible (film format) and easy to manufacture, the OLED's are used from video monitors to car's dashboards and tail lights, but are still far from being able to provide general lighting (it may require a re-thinking of the conventional lighting-wall or ceiling emitting structures).

For more details on the highlighted products at LightFair 2001, please visit the following web site: <http://www.lightsearch.com/showcase>

Next episode: IES/ASHRAE – lighting efficiency standards

Cristian ȘUVĂGĂU

PhD, Peng, LC, BC Hydro, 6911 Southpoint Drive, Burnaby, BC, Canada
Fax. + 604-528-1552
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 at 25.09.2001

Seria "ILUMINATUL ÎN LUMEA NOUĂ" LightFair International 2001

În acest an, LightFair a aniversat 12 ani de existență și excelență în industria iluminatului. Ceea ce a demarat cu 12 ani în urmă ca o combinație experimentală de eveniment comercial și program educațional al IESNA (Societatea de Inginerie a Iluminatului din America de Nord), IALD (Asociația Internațională a Proiectanților în Iluminat) și producători de marcă în domeniul iluminatului din America de Nord, a evoluat de-a lungul anilor într-un eveniment anual internațional în domeniul iluminatului. LightFair International 2001 s-a desfășurat la Las Vegas, din mai până la 1 iunie, bucurându-se de o participare deosebită. Pentru a avea o imagine asupra amploarei și importanței evenimentului, iată câteva din datele și noutățile acestei ediții:

Secțiunea comercială:

- Peste 16.400 de participanți înregistrați: proiectanți în iluminat, ingineri și consultanți în domeniu electric, contractanți, arhitecți, reprezentanți de vânzări, decoratori de interior, distribuitori și vânzători în domeniul iluminatului, profesioniști ai utilităților, cadre didactice, studenți și alții;
- Au expus peste 520 de producători de marcă;
- Peste 1300 de standuri pe o suprafață de peste 12.000 m².

Conferințe:

- Cel mai amplu și cuprinzător program de conferințe din domeniul arhitecturii și comerțului în iluminat, cu prezentări din domeniul industrial și academic din întreaga lume, care au acoperit niveluri de studii de la elementar la intermediar și avansat;
- 3 seminarii cu durata de o zi și opt seminarii cu durata de o jumătate de zi și un program de conferințe cu 27 de seminare din domeniul arhitecturii iluminatului.

Noutăți de mare interes

Ediția 2001 a prezentat câteva produse interesante și revoluționare pentru iluminat:

Lămpi și balasturile devin mai strălucitoare, mai bune, mai albe, mai eficiente și mai "curate":

- noile lămpi cu halogen cu emisie și în infraroșu (cu strat de acoperire) aproape au dublat durata de viață și randamentul becurilor cu incandescență/cu halogen;
- mai multe lămpi cu halogen de mică putere sunt produse pentru tensiunea de rețea (120 V) pentru a evita utilizarea și costurile transformatoarelor; GE a prezentat o lampă MR16 de 120 V, în timp ce OSI are o sursă G9 bi-pin la 120 V pentru corpuri de iluminat deschise;
- mai multe modele de lămpi T5 și T5HO și balasturi (reglabile) electronice ultrasubțiri (1"x1"x1") care deschid noi posibilități de proiectare a corpurilor de iluminat;
- lămpi T8 cu durata de viață foarte mare – dacă sunt utilizate în combinație cu balasturi de pornire programată, unele din lămpile T8 ale GE și OSRAM pot funcționa timp de 30.000 ore;
- GE oferă o lampă fluorescentă T8 de 30 W - GE afirmă că aceste lămpi consumă doar 48 W într-o unitate cu două surse;
- lămpi "monstru" de mare putere cu balast propriu CFL (55 W, 65 W, 80 W și 105 W) sunt disponibile de la mai mulți producători;
- după Philips (Alco), OSI și GE au ajuns la standardul propus pentru conținut redus de mercur pentru lămpile fluorescente și HID;
- mai multe companii au prezentat balasturi de diminuare digitale care pot fi adresabile – Tridonic, Energy Savings, Lutron, OSI, Advance;
- tehnologia Pulse Start Arc va înlocui complet (în curând) lămpile/balasturile standard cu halogenuri metalice (MH). Pe lângă lămpile tradiționale de mare putere de 300 W, 320 W, 350 W și 400 W, noile lămpi MH-PS (Philips, GE, OSI, Venture-1000W, Venture 750 W) sunt acum disponibile. Tubul ceramic Philips este oferit ca o alternativă mai bună de redare a culorilor pentru Pulse Start;
- putere constantă dublă (DCP) sunt noile balasturi electronice MH (de la 20 W la 200 W) care asigură utilizatorului reducerea consumului de energie, culoarea consistentă a lămpii, întreținerea îmbunătățită a fluxului și durată de viață extinsă (24.000 ore);

- Philips a adăugat o sursă de 165 W – 12.000 lm, 100.000 ore la familia lămpilor cu inducție.

Corpurile de iluminat devin mai interesante, cu accent pe reglabilitate și pe aspectul european:

- corpuri de iluminat indirecte suspendate/aplice de perete care utilizează tehnologia T5, cu aspect îmbunătățit;
- corpuri de iluminat compacte MH pe șină cu balasturi electronice, la un preț scăzut, sisteme cu șină dublă sau cablu, de joasă tensiune;
- corpuri de iluminat îngropate sau montate la suprafață, cu capete multiple, reglabile 360° în toate direcțiile, pentru iluminat general și direcționat;
- corpuri fluorescente (compacte) industriale și comerciale, ca alternativă la corpurile HID pentru aplicații de încăperi medii și înalte (Holophane, Hubbell, Sportlite);
- mai multe forme și stiluri pentru corpurile de iluminat Ergolite de la Ledalite, cu control personal integrat de diminuare, senzori de prezență și de lumină naturală și capacitate de management al energiei pentru întreg sistemul;
- Cel mai Bun Produs Nou pentru 2001 a fost acordat pentru MesoOptics™, o tehnologie revoluționară pentru control optic bazată pe materiale care utilizează tehnici holografice. Corpul de iluminat direct/indirect cu profil foarte jos MesoOptics™ este confecționat dintr-un difuzor/reflector translucid în formă de V, acoperit cu material holografic pentru distribuția luminii.

Sistemele de control sunt mai flexibile și utilizează cele mai recente tehnologii digitale și fără cablu:

- protocoale abordate digital pentru interfața de iluminat sunt tot mai folosite. AddressPro de la Energy Savings este unul din acestea, însă DALI (utilizat în Europa și acum și în America de Nord de către OSI și Advance) pare să devină standardul internațional pentru balasturile controlate digital;

- reglajele fluorescente retrofit elimină cablurile adiționale (Leviton) și controlul la distanță opțional (Lutron);
- panouri de control cu cristale lichide și sensibile la apăsare, standard sau specifice (adaptate cerințelor) (Lutron, Leviton);
- controale fără cablu programabile pentru 7 zile, cu acces la Internet, excelente pentru aplicații recreative sau la distanță (LLC).

LED-urile revin în forță, în aplicații mult diferite față de cele obișnuite de afișare:

- globuri LED retrofit care oferă 100.000 ore de iluminat și 90% economii de energie; totuși, costurile sunt foarte mari și tehnologia LED-urilor albe necesită mai multă cercetare pentru a putea oferi “iluminat general”;
- tehnologia de schimbare digitală a culorii LED-ului proiectată pentru iluminat de fațadă/structură (Colour Kinetics și TIR);
- LED-uri cu schimbarea culorii în tuburi de tip neon proiectate pentru efecte de lumină în nișe și zone de accent;
- LED-uri îmbunătățite cu flux ridicat ca surse de lumină pentru fibre optice și aplicații cu tuburi luminoase;
- lupta pentru “LED-ul alb” pentru iluminat general a atras producătorii majori din America de Nord: GE, Philips și Osram-Sylvania (OSI);
- LED-ul organic (OLED) este noua apariție. Foarte flexibil (format de peliculă) și ușor de fabricat, OLED-urile sunt utilizate de la monitoare video la borduri și stopuri de automobile, dar sunt încă de capacitatea de a asigura iluminat general (ar putea fi necesară o regândire a iluminatului convențional – structuri emițătoare în pereți sau tavan).

Pentru mai multe detalii asupra produselor de la LightFair 2001, vizitați următoarea pagină de Web: <http://www.lightsearch.com/showcase>

Noul episod: *IES/ASHRAE – standarde privind eficiența iluminatului*

CONTROLUL INDIVIDUAL POATE FI EFICIENT DIN PUNCT DE VEDERE ENERGETIC

Jennifer VEITCH, Guy NEWSHAM

Institute for Research in Construction, National Research Council of Canada

Există puține dovezi experimentale care să ateste că un mai mare control individual al lucrătorilor asupra mediului ambiant din birouri are efecte benefice. De fapt, câteva studii au arătat că un astfel de control poate fi chiar neavantajos. Proiectul de cercetare în calitatea iluminatului condus de NRC arată că opțiunile individuale asupra iluminatului interior nu numai că sunt conforme cu standardele și recomandările luminotehnice, dar sunt și văzute de către ocupanți ca fiind foarte satisfăcătoare. Mai mult decât atât, pe parcursul acestui experiment, mulți participanți au făcut alegeri care au condus la un consum de energie mai scăzut.

Mulți proiectanți, cercetători și personal din serviciile de construcții - ca să nu mai vorbim de ocupanții înșiși - consideră că este de dorit să se dea lucrătorilor control individual asupra propriului lor mediu de lucru. Opinia care prevalează sugerează că un mediu optimizat personal va oferi o mai mare satisfacție ambiantă și a muncii, rezultând într-o mai mare performanță și beneficii economice pentru angajator. În ciuda consensului general în favoarea unui mai mare control individual al habitatului birourilor, există doar puține dovezi empirice a beneficiilor posibile. Unele studii au arătat că, de fapt, controlul poate fi nefast.

Alt punct de discuție este efectul pe care acordarea unui control sporit lucrătorilor îl are asupra costurilor energetice. Oare numai o parte din utilizatori și-ar mări nivelul iluminatului local, conducând astfel la un nivel mai scăzut al iluminatului ambiant și, în consecință, la economii de energie? Sau se preferă niveluri ale iluminării atât de înalte încât acordarea controlului unor oameni care nu trebuie să plătească cheltuielile de energie va conduce la niveluri de iluminare excesive și poate compromite eficiența energetică?

Întrebările de interes tratate de experiment includ:

- Care sunt alegerile făcute de oameni?
- În ce mod sunt corelate aceste alegeri cu reglementările energetice?
- Cum influențează controlul satisfacția și performanțele lucrătorilor din birouri?

Metoda de cercetare

Acest studiu a fost desfășurat în același spațiu ca și primul experiment. În acest caz, un sistem de iluminat hibrid a fost instalat pe patru circuite controlabile. Aceste circuite au controlat:

- corpuri de iluminat încastrate în tavan fals 1'x4' cu lamele și reflector parabolic adânc (un circuit central și un circuit perimetral);
- iluminat indirect montat pe partiții;
- iluminat direct pe biroul de lucru de la un corp de iluminat montat sub etajera de cărți atașată de partiție.

Primele trei circuite au putut fi reglate continuu (continuously dimmable), în timp ce iluminatul pe biroul de lucru a avut un simplu control on/off. Toate corpurile de iluminat au utilizat balasturi electronice, iar lămpile au fost de tip T8, 3500 K cu $CRI > 80$.

Date utilizabile au fost colectate de la 94 de participanți (47 de perechi). În fiecare zi de test, doi participanți (potrivii după vârstă și sex) au fost așezați la cele două stații de lucru centrale. Un participant din fiecare pereche a fost desemnat ca fiind "controlor de lumină", în timp ce celălalt a fost identificat ca „fără control”. La începutul zilei, participantul controlor a ajustat sistemul de iluminat la preferințele sale. Datorită simetriei spațiului și designului instalației de iluminat, participantul lipsit de control a fost expus acelorași condiții de iluminat ca și controlorul, dar nu a fost informat asupra faptului că controlorul selectase condițiile de iluminat. Participanții și-au urmat apoi activitatea obișnuită de birou până la sfârșitul zilei, timp în care nici o altă modificare a condițiilor de iluminat nu a fost permisă. La sfârșitul sesiunii de lucru, participanții au completat un chestionar privind calitatea iluminatului, satisfacția ambiantă și orbirea fiziologică. La sfârșitul zilei, participantului lipsit de control i s-a oferit oportunitatea de ajustare a iluminatului conform preferințelor sale. Controlorul a fost întrebat, într-un chestionar separat, ce eventuale schimbări ar fi făcut retrospectiv la setarea inițială a iluminatului.

Rezultate

Efecte ale controlului. După cum era de așteptat, participanții controlori s-au simțit ca având un mai mare control asupra iluminatului și asupra sesiunii experimentale în general; totuși, între cele două categorii nu au fost diferențe semnificative cu privire la performanță, dispoziție, nivel de satisfacție sau calitate a iluminatului și nici în senzațiile fizice raportate (ex. dureri de cap, de gât sau brațe).

Cu toate acestea, rezultatele noastre au demonstrat că controlul este asociat cu un beneficiu măsurabil atunci când este utilizat pentru a îmbunătăți condițiile de mediu. Analize statistice au relevat că atunci când participanților „fără control” li s-a oferit controlul manual al iluminatului la sfârșitul zilei, aceștia au utilizat corpurile de iluminat parabolice perimetrice mai puțin decât o făcuseră anterior participanții controlori. Aceasta a dus la niveluri sensibil mai mici ale strălucirii ecranelor terminalelor video și la o valoare mai scăzută a puterii electrice totale cerute. Este interesant că această concluzie a fost în concordanță cu răspunsurile participanților controlori la chestionarul de la sfârșitul sesiunii: aceștia au precizat că ar fi redus orbirea produsă de reflectarea imaginilor pe terminalul video prin micșorarea fluxului luminos al corpurilor de iluminat parabolice perimetrice, dacă ar fi avut posibilitatea să facă ajustări de iluminat în cursul zilei.

Alegerea tipului de iluminat și utilizarea energiei. Condițiile de iluminat create de participanții controlori au fost considerate ca fiind extrem de satisfăcătoare atât de ei înșiși cât și de participanții fără control. Rata medie a calității iluminatului a fost ridicată pentru ambele grupe (media = 4,07 pe o scală de la 1 la 5). Nivelul de satisfacție nu a diferit în mod semnificativ între grupa controlorilor și a celor fără control.

Opțiunile de iluminat alese de participanții la studiu s-au conformat recomandărilor standardelor și codurilor de iluminat din America de Nord. De exemplu, IESNA RP-1 (*American National Standard Practice for Office Lighting*, 1993) stabilește că iluminatul de birou în spații cu terminale video trebuie să fie mai mic de 500 lx. Mai mult de 70% dintre alegerile făcute de participanți au întrunit aceste condiții (Fig. 3).

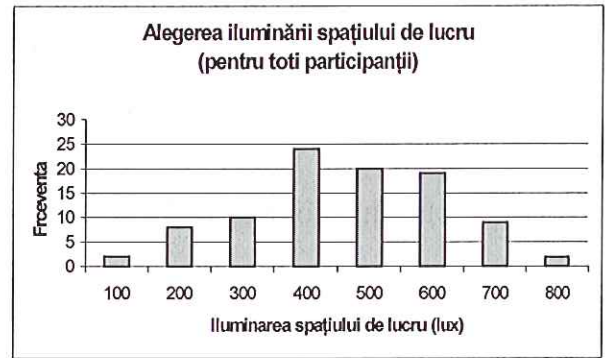


Figura 3

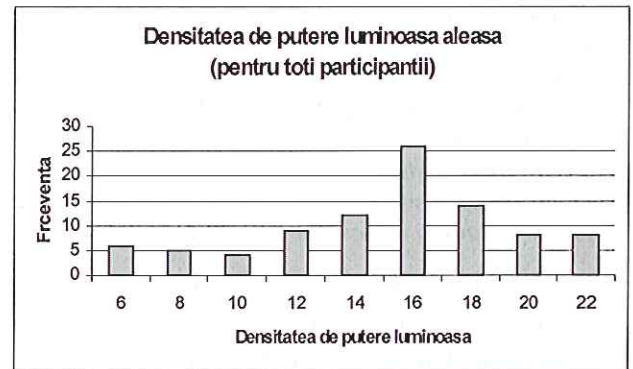


Figura 4

Cererile de putere electrică ale aranjamentelor de iluminat selectate de participanții cu control s-au conformat standardelor și reglementărilor energetice (Fig. 3). Chiar dacă instalațiile au permis opțiuni care depășeau valorile recomandate, mai mult de 80% dintre selecții au avut densități de putere ale iluminatului la sau sub nivelul recomandat (Fig. 4). Mai mult, densitatea de putere medie a iluminatului pentru întregul grup de participanți, de 14,3 W/m², a fost cu 25% mai scăzută decât densitatea curent recomandată.

Discuții

Rezultatele acestui studiu sugerează că ar putea fi înțelept să se permită ocupanților să controleze în mod individual iluminatul locului de muncă. Majoritatea participanților la acest studiu au declarat că ar prefera să aibă control asupra iluminatului spațiului lor de lucru și această preferință a fost asociată cu un mai mare simț al controlului asupra sesiunii experimentale în general. Pe deasupra, având puterea de a-și controla mediul ambiant, participanții controlori au avut tendința de a selecta aranjamente de iluminat care erau bune

atât în termeni obiectivi, cât și subiectivi. Aceste alegeri nu numai că au fost în conformitate cu standardele și recomandările în vigoare, dar au fost de asemenea considerate ca fiind și foarte satisfăcătoare. Participanții fără control au avut posibilitatea să-și îmbunătățească condițiile de iluminat stabilite de controlor la începutul zilei prin reducerea imaginilor reflectate pe monitoare.

În final, rezultatele sugerează că controlul individual asupra iluminatului proiectat corespunzător poate duce la economii de energie. Ambianța luminoasă selectată individual de utilizatori a fost obținută, în medie, cu o cerere de putere electrică mai scăzută în comparație cu recomandările și standardele în vigoare. Cu alte cuvinte, dând oamenilor posibilitatea de a-și controla iluminatul ei înșiși, se pot obține consumuri mai mici de energie în comparație cu un iluminat proiectat fără posibilitate de control.

Cu toate acestea, nu a fost găsită o corelație între controlul crescut asupra iluminatului și satisfacția ambientală sau performanța participanților. Această lipsă de corelație poate avea una sau mai multe din următoarele explicații: - nu există nici o astfel de relație; - controlul e benefic numai când oferă unei persoane posibilitatea să corecteze în mod semnificativ condițiile precare de iluminat; - beneficiile controlului se manifestă doar după o perioadă lungă de timp; - beneficiile sunt aparente doar, când controlul este disponibil în mod permanent. Teste suplimentare sunt necesare pentru clarificarea acestui aspect.

Concluzii

Proiectul de cercetare asupra calității iluminatului al NRC/IRC a examinat calitatea iluminatului și efectele sale asupra ocupanților în două experimente. În al doilea experiment, participanții, folosind echipament actual pentru birouri cu terminale video, au ales spontan condiții luminoase bune, ce se încadrează în limitele reglementărilor energetice referitoare la iluminatul birourilor, iar alegerile lor au condus la o înaltă rată de satisfacție privind iluminatul. În primul experiment, instalația de iluminat eficient-energetică încorporând iluminat ambiental, iluminat local al biroului de

lucru și utilizând balasturi electronice, a fost superioară din punct de vedere al performanței și satisfacției lucrătorilor. Este deci dovedit că un iluminat eficient energetic, când este atent proiectat, poate fi un iluminat de înaltă calitate.

Jennifer VEITCH, Guy NEWSHAM

Institutul pentru Cercetări în Construcții
Consiliul Național al Cercetării din Canada
e-Mail: jennifer.veitch@nrc.ca
guy.newsham@nrc.ca

Informații suplimentare despre cercetarea noastră în acest domeniu pot fi obținute din pagina web <http://www.nrc.ca/irc/ie/light>.

CIE LIGHTING QUALITY Proceedings.

Lucrările primului simpozion de Calitatea Iluminatului (CIE x015-1998) care a avut loc în Canada în mai 1998 sunt disponibile pentru achiziționare. Volumul cuprinde 247 de pagini, copertat subțire și include toate lucrările și posterele prezentate la simpozion, sumarul grupurilor de discuții și o concluzia conturată de comitetul conferinței în ceea ce privește calitatea iluminatului în cercetare, educație și practică. Publicația poate fi comandată, de asemenea, de la Consiliul Național al Cercetării din Canada/Institutul pentru Cercetări în Construcții sau la Biroul Central al CIE:

• **NRC/IRC Client Services Publication NRCC 42827 - Proceedings of the First CIE Symposium on Lighting Quality (CIE x015-1998)**

Preț: CAN\$100 + costuri de expediție
Fax: +1 613 952 7673 e-Mail: Irc.Client-Services@nrc.ca
Poștă: Publication Sales Institute for Research in Construction,
National Research Council, Canada
Ottawa K1 A 0R6, Canada

• **The CIE Central Bureau** Kegelgasse 27,
A-1030 Vienna/AUSTRIA Tel.: +43 1 714 31 87/0 Fax:
+43 1 713 0838/18 e-Mail: ciecb@ping.at
www.cie.co.at/cie/publ/order.html

*Articol preluat din IAEEL newsletter 1/99,
issue no. 22, vol. 8. Traducerea și preluarea
de Adrian GLIGOR și Horațiu GRIF*

Buletinul informativ IAEEL newsletter se distribuie gratuit, la cerere.

Editor Nils BORG, e-Mail: subscriptions@iaeel.org

CIE

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ÉCLAIRAGE
COMITETUL NAȚIONAL ROMÂN DE ILUMINAT

CNRI

DIPLOMA DE ONOARE

Se acordă filialei CNRI Cluj-Napoca și Centrului de Ingineria Iluminatului al Universității Tehnice
din Cluj-Napoca pentru realizarea în premieră la Cluj-Napoca a Conferinței Internaționale
LIGHTING 2001, care a reprezentat un succes deosebit.

București, 21 decembrie 2001



C. Bianchi
Prof. dr. Ing. CORNEL BIANCHI
Președinte C.N.R.I.

CIE

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ÉCLAIRAGE
COMITETUL NAȚIONAL ROMÂN DE ILUMINAT

CNRI

DIPLOMA DE ONOARE

Se acordă Centrului de Ingineria Iluminatului al Universității Tehnice din Cluj-Napoca
pentru realizarea primei reviste de specialitate exclusivă în domeniul luminotehnicii în România:
„INGINERIA ILUMINATULUI”.

București, 21 decembrie 2001



C. Bianchi
Prof. dr. Ing. CORNEL BIANCHI
Președinte C.N.R.I.



EDITURA MEDIAMIRA
ISSN 1454-5837

Tipărit la AdLiteram Cluj-Napoca, telefon 094/155147