

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

Ledelite'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 Ergolite'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.

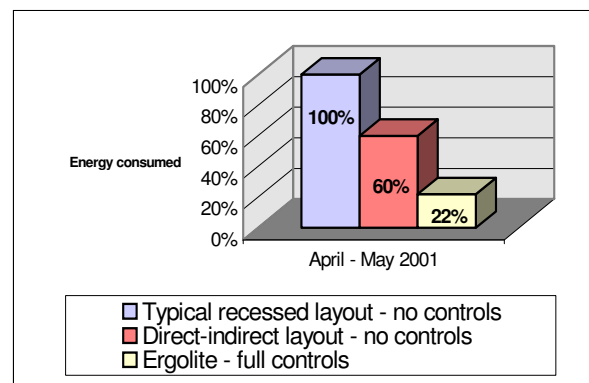


Figure 3 Compared percentages of the energy consumption at BC Hydro's new offices

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 cămaruțelor 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. Sensorii 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 creșterea 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 Hi-lume 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 conductoare 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. Transmițătorul 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 aplice, 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 anume 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 deservește 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 senzorilor 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.