

RESIDENTIAL LIGHTING: SOME QUALITY AND ENERGY ASPECTS

Luciano DI FRAIA
Università di Napoli "Federico II"

1. Introduction

The sector of residential lighting is delicate because it accounts for a major electrical energy consumption and, on the other hand, the quality of lighting must be high. Actually, the requirements to meet are not only of visual types, such as moving quickly and safely from one space to another, properly seeing people and objects, flexibility in multipurpose spaces such as living rooms and kitchens, but are also related to the need of a comfortable rest of stressed people of the 3rd millennium and of a pleasant living environments. Thus, the technologies aimed at improving energy should not conflict with such requirements and be economically justified if they are to be accepted by the residential market.

The problem is still more critical with people affected by limited physical capabilities, such as the elder, who need more quantity and quality of light.

2. Some quality aspects

Light influences the emotional responses of the people to a space, probably more than other design elements, such as texture, line and form. Factors of influence are the illuminance level, how the luminaires distribute light, the interaction between color of light and that of objects and other factors such as the ratio between horizontal and vertical illuminance, glare, contrast and flicker.

In areas for relaxation, low levels of general illumination are required to create a pleasant atmosphere for conversation or for listening to music. In fact, the primary considerations for these spaces are comfort and aesthetics satisfaction.

On the contrary, in areas where visual activities are performed, residential lighting is to be designed to meet the requirements of these activities.

Since general lighting or local lighting alone is seldom totally satisfactory or comfortable, a combination of them is preferable in providing the recommended illuminance on the task.

Traffic zones. Zones, such as doorways, hall, passages and stairways, need special attention because it is here that poor seeing conditions can cause accidents. Lighting should be glare-free. If halls and stairways lead to an interior area with a higher illuminance, international recommendation state that their level should be no less than one-fifth that of the adjacent area for reasons of visual adaptation. A sensation of lightness and a reduction of shadows on the stairs can be created directing light to the walls, and using high reflectance values for their finishes. In the entry hall, a flexible lighting will enable visual adaptation during both the daytime and the nighttime.

Living room. This is the heart of the home, because of the many and diverse activities taking place there, such as talking, reading, watching television, but also eating and writing. Therefore, the key criterion is flexibility, combined with aesthetics. Each occasion requires its own lighting conditions.

For the ambient lighting, a traditional floor or standard lamp, emitting light upwards and allowing comfortable close-up reading could be a better solution than the conventional single ceiling-mounted luminaire.

For conversation, the lighting should facilitate eye contact and model faces in a pleasant way. A good ambient lighting is usually sufficient to provide eye contact, but for a modeling effect light should come from several directions.

Dimmers allow the general lighting level to be easily adjusted to create the required mood or atmosphere.

While watching television, dark is very tiring on the eyes. A low ambient lighting overcomes the problem.

Homes having living-room looking out into a garden can use this to increase the visual size of the room, since a lighted garden attracts the eye and gives an impression of increased space in the room.

Dining area. Here, a feeling of intimacy can be created with a light concentrated on the dining table, rather than with a uniform illumination of the entire area or room. In this way, the faces of the diners can be seen. A dimmer can adjust the lighting level to the occasion.

Kitchen. It is a sort of workshop and therefore a virtually shadow-free lighting, reaching the horizontal work surfaces as well as the vertical ones, should be provided.

In order to easily discern even slight color differences in the food, the lamps should have a high color rendering index ($R_a \geq 80$), and provide a color appearance in accordance with that of the rest of the house.

Other indoor areas Functional spaces and rooms, such as loft, cellar, hobby room, shed and garage, call for functional lighting, with longer burning hours and a higher efficiency than the decorative lighting used elsewhere in the home.

The hobby room, preferably decorated in light tones, requires a general lighting giving good color rendition (i.e. $R_a \geq 80$). Here, a localized lighting (500 – 1000 lux), concentrated over the work-bench or table, is a good solution. A power-track can provide a flexible lighting system, together with a power supply outlet for electrical tools wherever needed.

In the garage, the main purpose of lighting is to avoid unexpected obstacles while driving, such as bicycles and carelessly abandoned toys. The light source should also allow inspection of the engine when the car bonnet is raised.

In the bedroom, a general lighting is required, as well as a local lighting for the dressing table and for reading in bed.

In the bathroom, the general lighting should be strong enough to penetrate the shower curtain or screen. For the mirror above the washbasin, the local light source should be directed towards the person and not toward the mirror.

Environmental lighting For the visual comfort, the IES suggests certain ratios between the luminance of immediate surround (zone 2) and of areas in the general surround (zone 3) and that of the task (Table 1)

Table 1 Recommended luminance ratios

Zone	Luminance ratios
Area adjacent to the visual task	1/3 to 1
General surrounding	1/5 to 5
Typical task luminance range: 40 to 120 cd/m ²	

These relationships should not be exceeded for visual comfort in visually demanding tasks such as studying, sewing or reading.

Pale, high-reflectance colors for rooms' surfaces and furnishings are important and often essential in achieving desirable luminance ratios. Suitable surface reflectances are indicated in Table 2, together with the corresponding approximate Munsell values.

Table 2 Suggested reflectances and relative approximate Munsell values

Surface	Reflectance, %	Munsell Value
Ceiling	60 – 90	8 and above
Curtain and drapery	35 – 60	6.5 – 8
Walls	35 – 60	6.5 – 8
Floors	15 – 35	4.0 – 6.5

Luminaires. Luminaires for interior living spaces range from portable luminaires to custom-made architectural lighting. Their light distribution can be direct, semidirect or indirect. The choice depends upon structural, aesthetic and economic factors. For a proper selection of lighting equipment, some calculations should be made on the basis of the photometric manufacturers' literature.

IES recommends that average luminance values of luminaires for residential general illumination should not exceed 1700 cd/m², except in utility areas, where luminances as high as 2700 cd/m² are acceptable. The luminance of the brightest part of the diffusing element should not exceed twice its average luminance. Luminance ratios between the luminaire and the ceiling should not exceed 20:1. Even with the best diffusing glass or plastic, spottiness will occur if the lamps inside are widely spaced or too close to the diffuser.

Light and color. Color of objects depends on the spectral characteristics of the light source and the spectral reflectance of the object.

Therefore colors of objects and surfaces may appear quite differently under incandescent lighting and under daylighting. This fact should

be taken into account when selecting materials and pigments for dye lots for interior surfaces. Colors of objects often appear to change with surface finish. Specular or mirror reflections from glossy surfaces may, in some cases, increase the chroma and saturation depending on the viewing angle. A matte finish reflects light diffusely and will appear more or less the same for any viewing angle. Other objects, such as carpets, take a color strongly depending on the viewing direction. Deeply textured finishes, such as velvet or deep-pile carpeting, cause shadows within the fibers that make the materials appear darker than smooth-surfaced materials such as satin, silk or plastic laminates of the same color.

Attention should be paid to the fact that light fades fabrics and furnishings, especially ultraviolet radiation. This should be considered when exposing objects of great value.

Other lighting effects Sparkle is another means to add visual interest to objects in a space and attract attention; however, glare will result if the source is too bright or adjacent surfaces reflect as a mirror.

Uniform lighting can make a space seem larger, but at the same time it can make the space seem flat or dull if there are no shadows. In contrast, non-uniform lighting can make a space seem smaller, particularly if walls and corners are dark, and can also create a sense of intimacy.

Exterior lighting Residential landscape lighting serves several purposes. Besides providing safety and security, lighting can accentuate the features of the landscape, expand the hours of enjoyment of residential property and create a welcoming atmosphere. The use of control options can help obtain the desired effects.

The appropriate lamps to be used in landscape lighting depend on the size of the property and the desired effects. Typically, lower-wattage lamps work best in small landscapes to integrate with the surrounding community lighting. For large properties, higher-wattage lamps may be the right choice, as a smaller number of fixtures providing the desired ambient lighting are required.

The selection of luminaires constitutes the most important decision in landscape lighting. During daytime, the luminaires need to complement the landscape or disappear from

view. All the equipment must be protected against the weather conditions, because the outdoor environment can damage the appearance and structure of luminaires and cause them to stop functioning. For instance, lamps rated as weatherproof may fail sooner if exposed to water.

Since the landscape will be continually changing due to plant growth, luminaire maintenance needs to be simple and lamp access easy.

Recent researches on lighting quality Recent researches have shown that perceived brightness is not simply a function of the cones in the retina (photopic response), but that the rods (scotopic response) also play an important role by influencing pupil size (an indicator of brightness perception). In other words, light sources with equivalent lumen production produce very different perceptions of brightness, depending on their color temperature. These results complicate the problem of defining meaningful measures of lighting services (both in terms of energy use and illumination quality).

A further complication is that human beings differ in their preferences for illumination level and quality, due to age, gender, time of day, time of year, and other factors. In addition, human perception of “comfortable”, “good”, or “pleasant lighting does not necessarily correlate with the horizontal levels that are optimal for task performance. Further, luminances and luminance variations of wall and ceilings tend to influence the preferred lighting level. It is clear that this problem deserves much more research, possibly on the field, before it can be fully understood

3. Energy strategies

The lighting of a residential building should be considered early in the design stage, because it is at this stage that the major decisions affecting the daylighting are made. Significant changes to the daylighting are very difficult and costly, although in some cases it may be cost effective.

The energy efficiency of a lighting installation depends on:

- the various components of the system, i.e. lamps, ballasts, luminaires

- its time of use
- the use of a control system;
- the daylight availability
- the quality of the design
- the maintenance program

Reflectances of ceiling, walls and floor are important because, for a given illuminance, less luminaires are required in a room with light coloured surfaces than with dark surfaces. The efficiency of a lighting installation in a small room is generally less than in a larger room.

Light sources The most common electric light sources used in residential interiors are incandescent, tungsten-halogen, florescent and compact fluorescent lamps. Tungsten-halogen sources provide whither light, longer life and higher efficacy than standard incandescent lamps.

Standard T-12 linear fluorescent lamps and the more energy-efficient, smaller-diameter T-8 lamps, available in versions with very good color rendering properties, are appropriate in kitchens, bathrooms, utility rooms and any other space where valances, coves or soffits are used. The self-ballasted compact fluorescent lamps are a very economic energy-efficient alternative to standard incandescent lamps because of their much higher luminous efficacy. However, there exist two main factors affecting the diffusion of such lamps, i.e.

- high initial cost
- complains about colour qualities of light emitted compared to incandescent lamps.

The result is that, despite the years of promotions effected by utility company on screwbase CFLs, incandescent lamps still are the most used light sources in homes. According to a research of a few years ago, more than 87 percent of the lamps used in U.S. homes were incandescent.

Luminaires The residential sector is probably the slowest in accepting energy-efficient luminaires.

The reasons are various. The main one is that people does not consider a luminaire as something worth spending much money on. Another factor is that, after price, most consumers look at luminaire shape and color to see if they match their taste or home decor. The factor performance comes in, at best, third after price and style. On the other hand, it is difficult to find out performance information when

making purchases. Only information on price, style, type and number of lamps needed are usually available for a residential luminaire. This lack of performance information is a major difficult in promoting energy-efficient residential luminaires.

Probably, for a successful promotion, it is required that the promoted luminaires should perform equal to or better than the incandescent lamp luminaires to be replaced, otherwise the homeowners will simply not accept the replacement. To help solve this problem, a research was carried on in U.S. on several ceiling-mounted residential luminaires types for indoor applications of different manufacturers. These luminaire types account for the highest home electricity consumption. It resulted that:

1. while total lamp power is always available, information on luminaire efficiency and system efficacy is rarely available

2. energy-efficient residential luminaires generally are more efficient over dominant incandescent lamp luminaires, but there are significant variations in product performance being the product with the worst performance twice as efficient as the luminaires using incandescent lamps, and the product with the best performance 8-9 times as efficient. The choice of the right luminaires for home applications is therefore made difficult because of the lack of product information on the market.

3. significant variations were also found in electrical characteristics of current energy-efficient residential luminaires Some featured high power factor and low total harmonic distortion (THD); some low power and low THD (mostly magnetically ballasted products); others, low power factor and high THD (mostly electronically ballasted products).

To help differentiate the luminaire product, a performance based criterion was developed. It is the luminaire efficacy rating (LER), a sort of utilization factor, describing the efficacy of the entire luminaire in terms of total lumen output per watt of input power. LER is thus specific to a given luminaire because it incorporates the single and combined effects of lamps, ballast and optics. Once the LERs of luminaires are known product selection and evaluation becomes much easier and more accurate for

everyone. Therefore, it is recommended that luminaire manufacturers provide LER information. However, this is easy to say, but difficult to do. Providing LER data means that the manufacturers have to incur extra costs to cover standard photometric and electrical testing expenses. Another problem is that many residential luminaire manufacturers do not even know what a photometric test is or why anybody would need one. Extra expenses may also be simply unrealistic for commodity products that are already so inexpensive.

A suggestion for government agencies and/or utility companies is to use LER rather than other, less accurate performance indicators in their labeling or promotional programs. But again, this is not an easy thing to do. LER is not a concept familiar to either the manufacturers or the promoters, while consumers simply have no clue what it is and how to use it to make purchasing decisions. In any case, promoters of energy efficiency and energy-efficient residential luminaires certainly have much to think about in how to effectively transform the residential lighting market. More work and studies in this area certainly needed.

Controls Ideally, the aims of a lighting control system are to allow to choose the desired level and to improve the lighting energy efficiency. Fortunately, the current flexible technologies offer opportunities to achieve both these aims. In residential lighting, the basic strategies for control lighting are four: time based control, daylight linked control, occupancy linked control and localized switching.

The first one is mainly used in stairways or other common parts of the residential building. The transmission of time signals to the luminaires is effected through a communications channel, i.e. the mains wiring itself or a dedicated low voltage wiring bus connected to receivers in each luminaire or group of luminaires.

The control of electrical lighting as a function of daylighting by using photoelectric devices can be accomplished in two ways: simple on/off switching or dimming. The photocell may either be positioned externally or internally in a proper location. In this latter case, the electric light is sensed too. To avoid repeated rapid switching caused, for example, by fast moving clouds, time delays can be

incorporated into the control system. Since the photoelectric switching can cause sudden and noticeable changes in lighting level, it is better to use this method where daylighting is abundant and where switching frequency is low, for example close to windows.

The photoelectric control system using dimming is less obtrusive than the switching one. It operates in such a way that the electric lighting is decreased when daylight increases or when the electric lighting level itself is higher than the rated one because, for example, the lighting installation is new. The dimming control offers a greater potential to save energy compared to simple photoelectric switching and its mode of control seems to be more acceptable to the occupants.

Localized switching is important where only part of a space is occupied or because daylight is adequate. Studies have shown that localized switching produces noticeable energy savings compared with the common solution of a single switch controlling the entire space.

Also the users' behaviour has great influence on saving energy. Research has shown that people entering a space decide to switch on electric lighting mainly on the basis of the daylight availability, but switching off rarely occurs when the available daylight becomes sufficient. Therefore, a switch placed in a location where the occupants' perception of daylight adequacy is closer to their needs is a more effective solution than a switch placed at the entrance to the space.

Another strategy is to use automatic sensing of daylight levels or occupancy detectors. These can be of infrared, acoustic, ultrasonic or microwave types. They usually switch the lighting on when there are occupants and off in the opposite case. The system can incorporate a time delay to avoid that occupants, still or quiet for short periods, will remain without lighting.

When the occupancy is intermittent, localized switching and occupancy detectors are also suitable to keep lit an area only when used.

Lighting control systems can combine some of the strategies outlined above. For example, photoelectric sensors on luminaires close to the windows can be combined with localized switching so that only areas which are occupied be lit. To avoid the users' resistance to the introduction of controls it is important that they

are consulted and fully informed about the new system. Other recent technologies, such as glazings with variable transmittance, are opening up new possibilities for a human control of lighting.

Examples of potential actions. Table 3 gives energy savings and payback periods for a range of measures in existing installations.

Table 3 Energy efficiency measures, energy savings and typical payback periods for existing installations

Energy efficiency measure	Energy savings, %	Payback, yrs
Replace tungsten lamps with compact fluorescent lamps	70	2
Replace tungsten spotlights with tungsten halogen	50	3
High frequency ballasts for fluorescent lamps	15	10
Automatic lighting controls	30	4
Localized instead of general lighting	60	7

4. Conclusions

Quality requirements for home lighting are more stringent than other applications.

There exist on the market products for home lighting, such as lamps, luminaires and various types of control systems, that could allow important energy savings over the products traditionally used to be achieved.

However, such products encounter difficulties in entering the home market mainly for two

reasons, i.e. the lack of information provided by the manufactures concerning their performances and, on the other hand, the scarce attention paid by the uses to the energy aspects. Well conducted campaigns to promote efficient home lighting products would improve the general attention to the positive impact of saving energy on the environment and economics.

References

1. Illuminating Engineering Society of North America "Lighting Handbook" 2000 New York

Luciano DI FRAIA

Università di Napoli "Federico II"
Via Claudio, 21 – 80125 Napoli
Tel./Fax: +390817611957
e.mail: difraia@unina.it

Professor of Lighting at the University of Naples "Federico II" and head of the Lighting Laboratory Electrical Engineer. AIDI Coordinator for Campania and Calabria. Member of IESNA and of CIE and CEN working groups. Author of more than 50 publications in the field of lighting.

Some themes of research:

development of softwares for energy and economic optimisation of indoor and outdoor lighting design and maintenance, lighting for museums, mathematical models of gas discharge lamps, control systems for lighting, daylighting.

Intrat în redacție – 18.10.2000

ILUMINATUL LOCUINTELOR, ASPECTE PRIVIND CALITATEA ȘI ENERGIA

1. Introducere

Sectorul iluminatului rezidențial este sensibil datorită faptului că vizează un consum de energie electrică important și, pe de altă parte, calitatea iluminatului trebuie să fie ridicată. În fapt, cerințele de îndeplinit sunt nu numai cu caracter vizual, cum ar fi cele determinate de mișcarea rapidă și sigură dintr-

un spațiu în altul, de vederea corectă a persoanelor și obiectelor, flexibilitatea unor spații cu multiple destinații cum sunt camerele de zi și bucătăriile, ci și în corelație cu necesitatea unei odihne confortabile a persoanelor stresate ale mileniului al 3 – lea și cu o ambianță plăcută. Astfel, tehnologia care are ca scop îmbunătățirea consumului de energie nu va intra în conflict cu astfel de cerințe și ea va fi trebui să se justifice economic dacă se dorește să fie acceptată de piața rezidențială.

Problema este încă mai critică în cazul persoanelor cu anumite handicapuri fizice, cum

sunt vârstnicii, ce au nevoie de o lumină mai bună și mai multă.

2. Unele aspecte calitative

Lumina influențează răspunsul emoțional al unei persoane față de spațiul în care se află, probabil mai mult decât alte elemente, precum textura, liniile sau forma acestuia. Factorii de influență sunt nivelul de iluminare, distribuirea luminii de către corpurile de iluminat, interacțiunea dintre culoarea luminii și cea a obiectelor și alți factori, precum raportul dintre iluminarea orizontală și verticală, orbirea, contrastul și flickerul.

În spațiile de relaxare, nivelurile scăzute de iluminare generală sunt recomandate pentru a crea o atmosferă plăcută pentru conversație sau ascultarea muzicii. În fapt, considerațiile de bază pentru aceste spații sunt confortul și satisfacția estetică.

Contrar, în zonele în care se desfășoară activități vizuale, iluminatul trebuie dimensionat astfel încât să îndeplinească cerințele acestor activități.

Dacă iluminatul general sau iluminatul local sunt arareori satisfăcătoare sau confortabile fiecare în parte, o combinație a acestora este preferabilă pentru asigurarea iluminării recomandate pe sarcina vizuală.

Zonele de circulație. Zone precum căile de acces, holuri, pasaje și casele scărilor necesită o atenție specială pentru că, aici, condiții de vedere proaste pot provoca accidente. Iluminatul trebuie să nu producă orbire. Dacă holurile și casele scărilor conduc spre spații interioare cu o iluminare ridicată, recomandările internaționale prevăd ca nivelul de iluminare să nu fie mai scăzut de 1/5 față de zonele adiacente, din rațiuni de adaptare vizuală. O senzație de calm și de reducere a umbrelor pe scări poate fi creată direcționând lumina spre pereți și folosind finisaje cu reflexivitate ridicată. În holul de intrare, un iluminat flexibil va permite adaptarea vizuală atât în cursul zilei cât și pe timpul nopții.

Camera de zi. Aceasta este inima unei locuințe, datorită multiplelor și diverselor activități ce se desfășoară, precum conversația, lectura, privitul televizorului, uneori luatul mesei și scrisul.

De aceea, criteriul cheie este flexibilitatea, combinată cu estetica. Fiecare ocazie cere condiții de iluminat specifice. Pentru iluminatul ambiental, o lampă tradițională de podea sau standard, emițând lumina spre tavan și asigurând o lectură confortabilă poate fi o soluție mai bună decât un singur corp de iluminat convențional montat pe tavan. Pentru conversație, iluminatul trebuie să faciliteze contactul vizual și să modeleze fețele într-un mod plăcut. Un iluminat ambiental de calitate este de obicei suficient pentru a asigura contactul vizual, dar pentru efectul de modelare, de reliefare a formelor, trebuie ca lumina să vină din mai multe direcții.

Variatoarele de lumină (dimmer-ele) permit o ajustare ușoară a nivelului de iluminare generală pentru crearea stării sau atmosferei dorite. Dacă se privește la televizor, întunecimea este foarte obositoare pentru ochi. Un iluminat ambiental redus înlătură acest neajuns.

Locuințele ce au o cameră de zi cu deschidere spre o grădină pot să folosească această oportunitate pentru a mări dimensiunea vizuală a încăperii, întrucât o grădină iluminată atrage privirea și dă o impresie de mărire a spațiului din încăpere.

Zona de mâncare. Aici, un sentiment de intimitate poate fi creat cu o lumină concentrată pe masa de prânz, mai degrabă decât cu o iluminare uniformă a întregii zone sau încăperi. În acest mod, fețele comensalilor pot fi distinse cu ușurință. Un variator de lumină poate ajusta nivelul de iluminare în funcție de necesități.

Bucătăria. Aceasta este un fel de atelier de lucru și de aceea trebuie să fie fără umbre, cu o iluminare corespunzătoare atât a suprafețelor orizontale cât și a celor verticale.

Pentru a discerne cu ușurință deosebirile de culoare ale hranei, chiar cu valori foarte reduse, lămpile trebuie să aibă un indice de redare a culorilor ridicat ($R_a \geq 80$) și să asigure o culoare aparentă în concordanță cu restul locuinței.

Alte zone interioare. Spațiile funcționale și încăperile cum sunt podul, camera, atelierul hobby, remiza și garajul necesită un iluminat funcțional, cu un număr de ore de funcționare (aprindere) și o eficacitate mai ridicate decât iluminatul decorativ folosit în oricare altă parte a locuinței.

Atelierul hobby, de preferat decorat în tonuri luminoase, necesită un iluminat general care să asigure o bună redare a culorii (i.e. $R_a \geq 80$). Aici, un iluminat localizat (500–1000 lux), concentrat pe bancul de lucru sau pe masă este o soluție bună. Un cablu prelungitor electric poate să asigure un sistem de iluminat flexibil, împreună cu alimentarea uneltelor electrice, în orice loc în care este necesar.

În garaj, scopul principal al iluminatului este să evite obstacolele neașteptate în timpul manevrării mașinii, cum sunt bicicletele sau jucăriile abandonate neglijent. Sursa de lumină trebuie de asemenea să permită inspectarea mașinii când capota acesteia este ridicată.

În dormitor este necesar atât un iluminat general cât și un iluminat local pe masa de toaletă și pentru cititul în pat.

În camera de baie, iluminatul general trebuie să fie suficient de puternic pentru a pătrunde prin perdeaua sau protecțiile transparente de la duș. La oglinda de deasupra lavoarului, sursa locală de lumină trebuie să fie direcționată spre persoană și nu spre oglindă.

Iluminatul ambiental. Pentru confortul vizual, IES sugerează anumite rapoarte între luminanțele suprafețelor imediat învecinate (zona 2) sau a celor din câmpul vizual (zona 3) și cea a sarcinii (Tabelul 1). Acestea trebuie să nu fie depășite pentru a se asigura un confort vizual în cazul unor sarcini vizuale precum studiul, cusutul sau cititul.

Culori pale cu reflexivitate ridicată pentru suprafețele încăperii și mobilier sunt importante și adesea esențiale în obținerea unor rapoarte de luminanțe dorite. În Tabelul 2 sunt indicate valori uzuale ale reflectanțelor suprafețelor, împreună cu valorile Munsell corespundente.

Corpurile de iluminat. Corpurile de iluminat pentru spațiile interioare de locuit sunt într-o gamă largă, de la lămpile portabile până la cele special proiectate pentru un iluminat arhitectural. Distribuția fluxului luminos poate fi directă, semidirectă sau indirectă. Alegerea depinde de factori constructivi, estetici și economici. Pentru o alegere optimă a echipamentului de iluminat trebuie făcute unele calcule în conformitate cu recomandările fotometrice ale furnizorilor. IES recomandă ca luminanța medie a corpurilor de iluminat pentru un iluminat general în locuințe să nu depășească 1700 cd/m^2 , cu excepția zonelor

utilitare, unde sunt admise și luminanțe mai mari de 2700 cd/m^2 . Luminanța părților celor mai strălucitoare ale difuzorului nu trebuie să fie mai mare de dublul luminanței medii. Raportul luminanțelor corpurilor de iluminat și tavanului trebuie să nu fie mai mari de 20:1. Chiar și cu cele mai bune difuzoare de sticlă sau plastic, pete de lumină se vor produce pe corpurile de iluminat dacă lămpile sunt distanțate sau montate prea aproape de difuzor.

Lumină și culoare. Culoarea obiectelor depinde de caracteristicile spectrale ale surselor de lumină și de reflectanța spectrală a obiectelor.

De aceea, culorile obiectelor și suprafețelor pot să fie deosebite sub un iluminat incandescent sau în lumina zilei. Acest fapt trebuie avut în vedere când se selectează materialele și pigmenții pentru finisajul suprafețelor interioare. Culorile obiectelor apar adeseori schimbate în funcție de finisajul suprafeței. Reflexii tip oglindă ale unei suprafețe lucioase pot, în anumite cazuri, să mărească tonalitatea și saturația în funcție de unghiul de privire. O suprafață mată reflectă difuz lumina și va apărea mai mult sau mai puțin la fel pentru diferite unghiuri de privire. Alte obiecte, cum sunt covoarele, apar colorate diferit în raport cu direcția de privire. Finsajele adânc texturate, cum este catifeaua sau carpetele cu fir lung, provoacă umbre între fibre ceea ce face ca materialele respective să apară mai întunecate decât materiale cu suprafețe fine, cum sunt satinul, mătasea sau laminate de plastic de aceeași culoare.

Materialele se decolorează sub acțiunea luminii, mai ales datorită radiației ultraviolete. Acest fapt se va avea în vedere în mod special pentru obiecte de mare valoare.

Alte efecte luminoase. Licăririle sunt o altă modalitate de a adăuga un interes vizual obiectelor dintr-un spațiu sau de a atrage atenția. Totuși, dacă sursa este prea luminoasă sau suprafețele învecinate reflectă lumina ca o oglindă, pot să apară efecte de orbire.

Iluminatul uniform poate să facă un spațiu să pară mai mare, dar, în același timp, poată să creeze o impresie de plat sau mohorât, dacă nu are umbre. Contrar, un iluminat neuniform poată să facă un spațiu să pară mai mic, în mod special dacă pereții și colțurile sunt întunecate și, de asemenea, poate crea și o impresie de intimitate.

Iluminatul exterior. Iluminatul zonelor exterioare rezidențiale servește mai multor scopuri. Pe lângă faptul că asigură siguranță și securitate, iluminatul poate accentua anumite trăsături ale peisajului, să extindă orele de utilizare plăcută a proprietății rezidențiale și să creeze o atmosferă de ospitalitate. Utilizarea opțiunilor de control poate să ajute în obținerea efectelor dorite.

Lămpile ce pot fi utilizate în mod corespunzător depind de dimensiunea proprietății și de efectele dorite. În mod tipic, lămpile de putere mică lucrează cel mai bine în spații exterioare reduse și se vor integra cu iluminatul comunității învecinate. Pentru proprietățile de mari dimensiuni, lămpile de putere mare pot fi alegerea cea mai bună, cu un număr mic de corpuri de iluminat putând să se asigure iluminatul ambiental necesar.

Alegerea corpurilor de iluminat constituie cea mai importantă decizie în iluminatul peisagist. În cursul zilei, corpurile de iluminat trebuie să completeze imaginea și să nu deranjeze privirea. Toate echipamentele trebuie să fie protejate împotriva intemperiilor, întrucât mediul ambiant exterior poate să deterioreze aparența și structura corpurilor de iluminat și să provoace întreruperea funcționării acestora. De exemplu, corpurile de iluminat menționate ca fiind rezistente la intemperii pot să se distrugă mai repede dacă sunt supuse acțiunii apei.

Pentru că peisajul este în continuă schimbare, determinată de creșterea plantelor, întreținerea corpurilor de iluminat trebuie să fie simplă și lampa din interior ușor accesibilă.

Cercetări recente în calitate iluminatului. Cercetări recente au arătat că strălucirea percepută nu este doar o funcțiune a conurilor din retină (răspunsul fotopic), ci și bastonașele (răspunsul scotopic) au un rol important prin influențarea dimensiunii pupilei (un indicator al percepției strălucirii). Cu alte cuvinte, sursele de lumină cu o aceeași emisie de flux luminos vor determina percepții foarte diferite a strălucirii, în funcție de temperatura lor de culoare. Aceste rezultate complică problema definirii măsurilor semnificative relativ la serviciile de iluminat (ambele în termenii energiei utilizate și calității iluminatului).

O complicație viitoare este aceea că ființa umană diferă în preferințele față de nivelul și calitatea iluminării, datorită vârstei, sexului,

momentul din zi, momentul din an și alți factori. În plus, percepția umană referitoare la un iluminat “confortabil”, “bun” sau “plăcut” nu este în mod necear corelată cu un nivel de iluminare orizontală optim pentru acea performanță.

Mai mult, luminanțele și variația luminanțelor pereților și tavanelor tind să influențeze nivelurile de iluminare preferate. Este clar că această problemă necesită o cercetare amănunțită, posibil “in situ”, înainte ca ea să fie înțeleasă pe deplin.

4.Strategii energetice

Iluminatul clădirilor rezidențiale trebuie să fie considerat în etapele inițiale de proiectare, datorită faptului că în această fază se iau decizii majore care afectează iluminatul natural. Modificări ulterioare, semnificative, ale iluminatului natural sunt foarte dificile și costisitoare, chiar dacă în unele cazuri se dovedesc eficiente în costuri.

Eficiența energetică a instalației de iluminat depinde de:

- diferitele componente ale sistemului, de exemplu lămpile, balasturile, corpurile de iluminat;
- timpul de utilizare;
- utilizarea unui sistem de control;
- disponibilitatea luminii naturale;
- calitatea proiectului;
- programul de întreținere.

Reflectanțele tavanului, pereților și pardoselii sunt importante pentru că, la o iluminare dată, sunt necesare mai puține corpuri de iluminat într-o încăpere cu suprafețe în culori deschise (luminoase) decât în alta cu suprafețele în culori întunecate. Eficiența instalației de iluminat într-o încăpere mică este, în general, mai scăzută decât într-o încăpere mai mare.

Surse de lumină. Cele mai folosite surse de lumină în interioare rezidențiale sunt lămpile cu incandescență, cu halogeni, fluorescente și compacte. Lămpile cu incandescență cu halogeni asigură o lumină mai albă, o durată de viață mai mare și o eficacitate mai ridicată decât lămpile cu incandescență standard.

Lămpile fluorescente liniare standard T-12 și cele mai eficiente, cu diametrul mai mic T-8, disponibile în versiuni cu o foarte bună redare a culorilor, sunt recomandate în bucătării, băi, spațiile funcționale și altele.

Lămpile fluorescente compacte cu balast încorporat sunt o alternativă eficient-energetică foarte economică la lămpile cu incandescență standard prin eficacitatea lor foarte ridicată. Totuși, doi factori afectează răspândirea acestor lămpi:

- costul inițial ridicat;
- nemulțumirile legate de calitatea culorii luminii emise în comparație cu lămpile cu incandescență.

Rezultatul este acela că, în pofida anilor de vânzări promoționale ale companiilor de electricitate pentru pătrunderea lămpilor compacte pe piață, lămpile cu incandescență sunt încă cele mai utilizate lămpi în locuințe. O cercetare efectuată cu câțiva ani în urmă releva faptul că mai mult de 87% din lămpile folosite în locuințe în SUA au fost incandescente.

Corpuri de iluminat. Sectorul rezidențial este probabil cel mai refractar în a utiliza corpuri de iluminat eficiente energetic. Rațiunile sunt variate. Oamenii nu consideră corpul de iluminat ca pe ceva valoros pentru care să cheltuiască mulți bani. Mulți utilizatori sunt interesați de culoarea și forma corpului de iluminat, pentru a vedea dacă se armonizează cu gustul propriu și cu decorarea casei. Factorul de performanță este, în cel mai bun caz, al treilea după cost și stil. Pe de altă parte, este dificil să obții informații privind performanțele fotometrice la cumpărarea produsului. Pentru corpurile de iluminat rezidențiale sunt disponibile doar informații referitoare la cost, stil, tipul și numărul lămpilor. Această lipsă de informații constituie o dificultate majoră în promovarea unor corpuri de iluminat eficiente. Pentru succesul unei promovări, ar fi de dorit ca noile corpuri de iluminat să asigure performanțe egale sau superioare corpurilor de iluminat cu lămpi cu incandescență ce se doresc a fi înlocuite, în caz contrar, pur și simplu proprietarii de locuințe nu vor accepta această înlocuire.

În scopul clarificării acestei probleme, în SUA s-a desfășurat o cercetare pentru câteva corpuri de iluminat montate pe tavan, considerate ca fiind răspunzătoare de cel mai mare consum casnic de energie electrică. A rezultat că:

1. deși se cunoaște puterea lămpii, informațiile referitoare la eficacitate corpurilor de iluminat și a sistemului sunt rareori disponibile;

2. corpurile de iluminat eficiente energetic pentru locuințe sunt în general mai eficiente decât corpurile de iluminat cu lămpi cu incandescență majoritare, dar există diferențe semnificative în performanțele realizate, între de două până la de 8-9 ori. Alegerea corectă a unui corp de iluminat pentru aplicații casnice este adeseori dificil de făcut, din cauza lipsei informațiilor;

3. variații semnificative au fost de asemenea găsite în caracteristicile electrice ale corpurilor de iluminat uzuale eficiente energetic. Unele au un factor de putere ridicat și o distorsiune armonică totală (THD) redusă; altele – un factor de putere și THD reduse (cele mai multe produse echipate cu balasturi magnetice); în sfârșit, altele – un factor de putere scăzut și THD mare (cele mai multe produse echipate cu balasturi electronice).

În scopul diferențierii producției de corpuri de iluminat s-a dezvoltat un criteriu de performanță. Acesta este raportul eficacității corpului de iluminat (LER), un fel de factor de utilizare ce descrie eficacitatea ansamblului corpului de iluminat în termenii fluxului luminos total emis per puterea activă consumată. LER este, astfel, specific unui corp de iluminat dat pentru că el include efectele singulare și combinate ale lămpilor, balastului și sistemului optic. Odată ce LER ale corpurilor de iluminat sunt cunoscute, selecționarea și evaluarea produselor devine mult mai ușoară și mai riguroasă pentru oricine. Astfel, este recomandabil ca producătorii să asigure informația referitoare la LER. Totuși, aceasta este ușor de spus, dar greu de făcut. Pentru a prezenta informații LER, producătorii trebuie să aibă în considerație costuri suplimentare pentru acoperirea cheltuielilor determinate de testele fotometrice și electrice. O altă problemă constă în aceea că mulți producători de corpuri de iluminat pentru locuințe nu știu ce reprezintă un test fotometric și de ce ar avea cineva nevoie de el. Cheltuieli suplimentare sunt nereale pentru produse care, altfel, sunt foarte ieftine.

O sugestie pentru agențiile guvernamentale și/sau companiile de utilități este de a folosi LER față de alți indicatori de performanță mai puțin riguroși, în programele de etichetare și promoționale. Dar, din nou, acest lucru nu este ușor de făcut. LER nu este un concept familiar,

atât producătorilor cât și promotorilor, iar consumatorii nu au cum să știe ce reprezintă acesta și cum poate fi folosit în decizia de cumpărare a produsului. În orice caz, promotorii măsurilor de eficiență energetică și ai corpurilor de iluminat eficiente pentru locuințe trebuie să se gândească la modul în care aspectele de eficientizare modifică piața iluminatului rezidențial. Cu siguranță, multă muncă și studii sunt necesare în acest domeniu.

Controlul. În mod ideal, scopul unui sistem de control este de a permite alegerea nivelului de iluminare dorit și de a îmbunătăți eficiența energetică a iluminatului. Din fericire, tehnologiile flexibile actuale oferă oportunități pentru îndeplinirea ambelor deziderate.

În iluminatul rezidențial, strategiile de bază pentru controlul iluminatului sunt următoarele: controlul bazat pe timp, controlul corelat cu lumina naturală, controlul corelat cu prezența persoanelor și conectarea localizată.

Controlul bazat pe timp este utilizat în mod curent în casele de scări sau alte părți comune ale clădirilor de locuit. Transmiterea semnalelor de timp către corpurile de iluminat este efectuată prin canale de comunicații, de exemplu rețeaua de conductoare electrice sau un bus de joasă tensiune special conectat la receptoare (receivere) în fiecare corp de iluminat sau grup de corpuri.

Controlul iluminatului electric corelat cu lumina naturală prin utilizarea dispozitivelor echipate cu fotocelule poate fi asigurat în două moduri: o simplă conectare on/off sau o diminuare (dimming). Fotocelula poate să fie poziționată în exterior sau în interior, într-un loc corespunzător. În acest din urmă caz, este “văzut” și iluminatul electric. Pentru a se evita conectări repetate, determinate, de exemplu, de mișcarea rapidă a norilor, în sistemul de control se poate încorpora un dispozitiv de întârziere. Deoarece comanda fotoelectrică poate cauza schimbări bruște și puternice în nivelul de iluminare, este mai bine ca această metodă să fie folosită acolo unde lumina naturală este abundentă și unde nu se produc conectări frecvente, de exemplu în zonele din apropierea ferestrelor. Sistemul de control fotoelectric care folosește reglajul prin diminuare este mai puțin deranjant. El operează prin scăderea iluminatului electric pe măsură ce lumina naturală crește sau când nivelul de iluminare al

iluminatului electric este mai mare decât valoarea prescrisă, cum este în cazul unei instalații noi. Sistemul de control prin diminuare prezintă un potențial de economisire mai ridicat decât o simplă conectare fotoelectrică și modul său de funcționare este mai acceptabil pentru utilizatori.

Comanda localizată este importantă doar în cazurile când o parte a spațiului este ocupată sau lumina naturală este insuficientă. Unele studii au dovedit remarcabile economii de energie ce pot fi realizate printr-o comandă localizată în comparație cu soluția comună a unui singur întreruptor pentru controlarea întregului spațiu. De asemenea, comportamentul utilizatorilor are o mare influență în economia de energie. Unele cercetări au arătat că oamenii, la intrarea în încăpere, se hotărăsc să aprindă lumina electrică în special în raport cu lumina naturală disponibilă la acel moment, dar rareori ei deconectează iluminatul electric atunci când lumina naturală devine suficientă. Astfel, un întreruptor amplasat într-un loc în care lumina naturală este corect percepută în raport cu necesitățile utilizatorului este mai eficient în comparație cu amplasarea întreruptorului lângă intrarea în spațiul respectiv.

O altă strategie constă în detectarea automată a nivelului luminii naturale sau utilizarea unor senzori de prezență. Aceștia pot fi de tipul cu radiații infraroșii, acustice, ultrasonice sau microunde. Ei conectează de obicei iluminatul când în spațiul vizat este detectată prezența unor persoane, respectiv deconectează iluminatul în caz contrar. Sistemul poate încorpora un dispozitiv de întârziere pentru a se evita ca ocupanții să rămână fără lumină, chiar și pentru perioade foarte scurte de timp. Dacă ocuparea spațiului este intermitentă, comanda localizată și senzorii de prezență sunt măsuri recomandabile pentru a păstra zona iluminată doar când este folosită.

Sistemele de control pot să combine unele din strategiile menționate mai sus. De exemplu, senzorii fotoelectrici în corpurile de iluminat apropiate ferestrelor pot fi combinați cu conectarea localizată, astfel încât să fie iluminate doar zonele care sunt ocupate la un moment dat. Pentru a se evita împotrivirea utilizatorilor la introducerea unui sistem de control al iluminatului este important ca ei să fie

consultați și informați complet cu privire la noul sistem de comandă. Alte tehnologii recente, cum sunt vitrările cu transmitanță variabilă, deschid noi căi și posibilități pentru utilizatori de a controla iluminatul.

Exemple de acțiuni posibile. Tabelul 3 prezintă economiile obținut și durata de recuperare a investiției pentru o serie de măsuri ce pot fi aplicate în instalațiile existente.

5. Concluzii

Cerințele de calitate pentru iluminatul locuinței sunt mult mai importante decât în alte aplicații.

Pe piață există produse pentru iluminatul locuinței, cum sunt lămpile, corpurile de

iluminat și diferitele tipuri de sisteme de control, care ar putea asigura o economie de energie importantă comparativ cu produsele tradiționale care se cumpără de obicei. Cu toate acestea, astfel de produse întâmpină dificultăți la pătrunderea pe piața echipamentelor de iluminat, în principal din două motive, pe de o parte – lipsa informațiilor producătorilor referitor la performanțele produselor proprii și, pe de altă parte – atenția scăzută față de aspectele energetice. Campanii promoționale bine conduse, pentru promovarea produselor de iluminat rezidențial eficiente energetic, vor îmbunătăți imaginea generală față de impactul pozitiv al economisirii energiei asupra mediului ambiant și în analizele economice.