

IEA ANNEX 45 ENERGY EFFICIENT ELECTRIC LIGHTING FOR BUILDINGS

Eino TETRI

Lighting Laboratory, Helsinki University of Technology

The Executive Committee of the Energy Conservation in Buildings and Community Systems (ECBCS) program established a new international research project (Annex) in June 2004 called Energy Efficient Electric Lighting for Buildings. Professor Liisa Halonen from Lighting Laboratory of Helsinki University of Technology was elected for the Operating Agent of the Annex 45. The objectives of the Annex 45 is to identify and accelerate the use of energy efficient high-quality lighting technologies and their integration with other building system, assess and document the technical performance of existing and future lighting technologies and to assess and document barriers preventing the adoption of energy efficient technologies and propose means to resolve these barriers. Currently there are 10 participating countries and 15 organisations in the Annex 45.

1. Introduction

International Energy Agency (IEA) is an intergovernmental body committed to advancing security of energy supply, economic growth and environmental sustainability through energy policy co-operation. IEA has Implementing Agreements (IA) to organize research. One of these IAs is Energy Conservation in Buildings and Community Systems (ECBCS). The function of ECBCS is to undertake research and provide an international focus for building energy efficiency. Tasks are undertaken through a series of annexes that are directed at energy saving technologies and activities that support their application in practice. Results are also used in the formulation of energy conservation policies and standards.

The Executive Committee of the ECBCS program established a new Annex in June 2004 called Energy Efficient Electric Lighting for Buildings. Professor Liisa Halonen from Lighting Laboratory of Helsinki University of Technology was elected for the Operating Agent of the Annex 45 and Doctor of Science Eino Tetri for the Leader of the Subtask D Documentation and Dissemination.

2. Background

Lighting-related electricity production for the year 1997 was 2016 TWh of which 1066 TWh was attributable to IEA member countries. Global lighting

electricity use is distributed approximately 28% to the residential sector, 48% to the service sector, 16% to the industrial sector, and 8% to street and other lighting. For the industrialized countries national lighting electricity use ranges from 5% to 15%, while in developing countries the value can be as high as 86% of the total electricity use. The corresponding carbon dioxide emissions were 1775 million tonnes, of which approximately 511 million tonnes was attributable to the IEA member countries. [1]

More efficient use of lighting energy would limit the rate of increase of electric power consumption, reduce the economic and social costs resulting from constructing new generating capacity, and reduce the emissions of greenhouse gases and other pollutants. New aspects of desired lighting are energy savings, daylight use, individual control of light, quality of light, emissions during life cycle and total costs.

LEDs (Light Emitting Diodes) are new alternative light sources, which are foreseen to revolutionise the lighting technology in the near future. According to Agilent Technologies the lm/package value of red LEDs is increasing 30 times per decade whereas the price is decreasing 10 times per decade [2]. LED's share of lighting market will be 20% on 2010 and 50% on year 2020 [3]. The use of LED based lighting will decrease the lighting energy consumption by 50% by the year 2025 [4]. The foreseeable future of LED luminaires targeted for general illumination will use arrays of LEDs and not a single LED [5].

At present, high pressure discharge lamps cannot replace other lamp types. Reasons are given in the start performance and in the fact that they cannot be dimmed well. On the other hand, their advantages are good colour rendering and high luminous efficacy. The high pressure discharge lamps are very energy-efficient lamp types. Their small discharge body allows a more efficient reflector design for luminaires so that the luminous flux leaving the luminaire can be distributed effectively in the room. Typically, it takes 3 minutes to emit 80% of the luminous flux of high pressure discharge lamp. For car lamps, this time has been reduced to 3 seconds already [6]. Research on the interaction of ballast electronics and high pressure discharge lamps may generally improve the performance of this lamp type.

The building sector in the EU consumes over 40% of energy use in EU and is responsible for over 40% of its carbon dioxide emissions. Lighting is a substantial energy consumer, and a major component of the service costs in many buildings. The percentage of the electricity used for lighting in European buildings is 50% in offices, 20-30% in hospitals, 15% in factories, 10-15% in schools and 10% in residential buildings [7]. To promote the improvement of the energy performance of buildings within the community, the European Parliament has adopted the Directive 2002/91/EC on the energy performance of buildings. [8]

3. Objectives

The objectives of the Annex 45 are:

- Identify and accelerate the use of energy efficient high-quality lighting technologies and their integration with other building systems.
- Assess and document the technical performance of existing and future lighting technologies.
- Assess and document barriers preventing the adoption of energy efficient technologies and propose means to resolve these barriers.

4. Structure

The work of Annex 45 is divided to four Subtasks.

Subtask A Targets for energy performance and human well-being

Subtask B Innovative technical solutions

Subtask C Energy-efficient controls and integration

Subtask D Documentation and dissemination

Subtask A

Targets for energy performance and human well-being

The objective is to document the effect of design and targets for energy use, lighting quality and human well-being and performance and give examples of good practice.

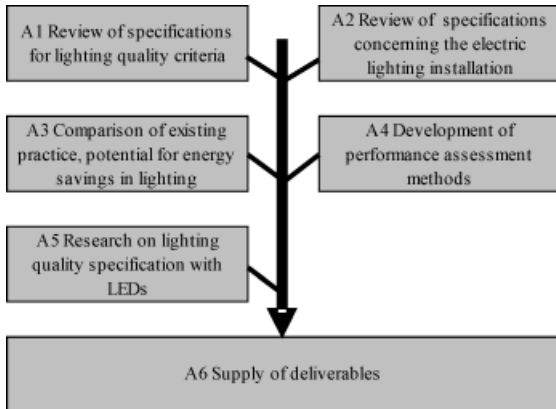


Figure 1 Structure of Subtask A.

Different demands on levels of lighting quality have a strong impact on the technical solutions. The performance criteria include the spectral (colour rendering, colour temperature), electrical (harmonics, power factor, power supply) and user related issues (acceptability, glare considerations). The energy criteria include energy efficiency as well as suitability for other energy savings systems, life cycle energy considerations, maintenance and operation. The economical criteria include cost of devices and of application.

Subtask B

Innovative technical solutions

The objective of the Subtask B is to identify, assess and document the performance, energy and economical criteria of the existing promising and innovative future lighting technologies and their impact on other building equipment and systems. The purpose is to reduce the energy use of buildings by investigating the saving potential by comparing the existing and future technologies and by applying information on concepts, products and lighting solutions.

The innovative technical solutions of subtask B cover power supply, light sources, luminaires

and concepts of controls. These result in principal lighting solutions (planning methods, lighting design layouts and installations). The Subtask B covers solutions to existing and new buildings.

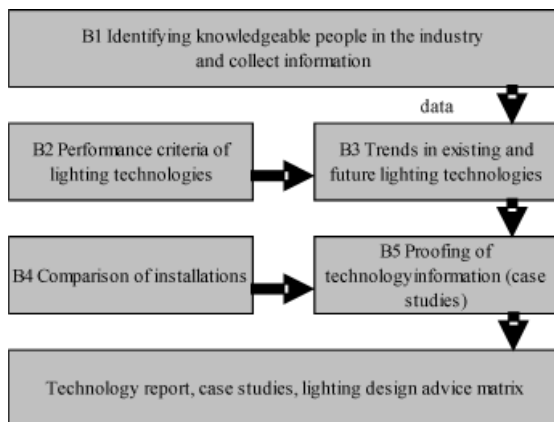


Figure 2 Structure of Subtask B.

Subtask C

Energy-efficient controls and integration

The Subtask C will focus on controls that enable the occupant and facility manager to modify the electric lighting according to personal needs and preferences, within acceptable building operative requirements focusing on energy savings. The personalisation and integration of these controls with other building systems (daylighting, HVAC, and demand energy management) will be an important part of the Subtask work. The communication and data exchange between the control components (such as sensors, actuators and electronic ballasts) is the key focus of control strategies.

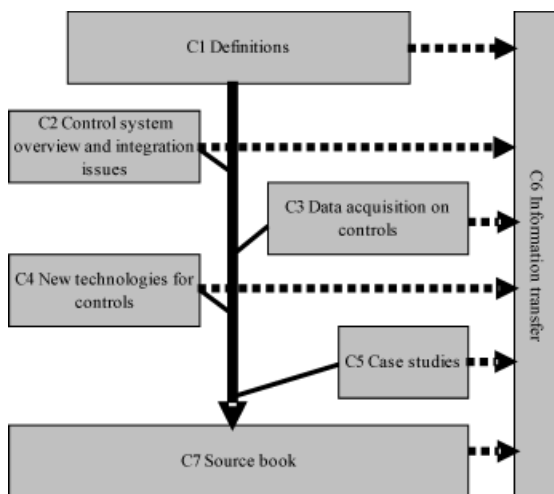


Figure 3 Structure of Subtask C.

Subtask D

Documentation and dissemination

The objective of Subtask D is to positively affect the current lighting practices in a manner that accelerates the use of energy efficient products, improves overall building performance and enhances occupants environmental satisfaction. The objective of Subtask D is to compile and widely disseminate the Annex research results of Subtasks A, B and C and to identify the means to influence the energy policies and regulations in order to promote the use of energy efficient lighting.

The design guidebook of energy efficient lighting will be the final product of the Annex. It will be published as a book, as a CD-ROM and in the web. The other deliverables are semi-annual newsletters, seminars and a web-site.

5. Management of the Annex

The Annex is managed by the Operating Agent with the assistance of the Subtask Leaders. Currently there are 10 participating countries and 15 organisations in the Annex 45.

Operating Agent:

Helsinki University of Technology
Professor Liisa Halonen, Finland

Subtask A Leader:

École Nationale des Travaux Publics de l'État
Professor Marc Fontoynt, France

Subtask B Leader:

Zumtobel Staff GmbH,
Dipl.Ing. Peter Dehoff, Austria

Subtask C Leader:

Technische Universität Berlin,
Professor Dr. rer. nat. Heinrich Kaase,
Germany

Subtask D Leader:

Helsinki University of Technology,
D.Sc. Eino Tetri, Finland.

6. Schedule

The Annex will run for four and a half year from July 2004. Preparation and planning will be carried

out during the first half a year and the following four years will be full working years.

For more information of the Annex, please contact Liisa Halonen (liisa.halonen@hut.fi) or Eino Tetri (eino.tetri@hut.fi) from Helsinki University of Technology or check the Annex web-site:

<http://www.lightinglab.fi/IEAAnnex45>.

7. References

- 1 Mills E. 2002. Why we're here: The \$320-billion global lighting energy bill. Right Light 5, Nice, France. pp. 369-385.
- 2 Haitz, R. 2001. Another Semiconductor Revolution: This Time it's Lighting; Proceedings of 9th International Symposium on the Science and technology of Light Sources; Ithaca, NY, USA.
- 3 Kendall M. & Scholand M. 2001. Energy Savings Potential of Solid State Lighting in General Lighting Applications, Final Report. Prepared by Arthur D. Little, Inc. for U.S. Department of Energy.
- 4 Edited by Tsao J. Y. 2002. Light Emitting Diodes (LEDs) for General Illumination An OIDA Technology Roadmap Update 2002 September 2002 Optoelectronics Industry Development Association (OIDA) Sandia National Laboratories
- 5 Narendran, N. & Bullough, J. D. 2001. Light Emitting Diodes as Light Sources; Proceedings of

9th International Symposium on the Science and technology of Light Sources; Ithaca, NY, USA.

- 6 Kaase, H. 2004. Entwicklungstendenzen, Strategien und Visionen der Lichttechnik; LICHT 4/04; Germany.
- 7 http://www.europa.eu.int/comm/energy_transport/atlas/html/lightdintro.html, accessed on 24th of April 2004.
- 8 Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings, 6 p.



Eino TETRI

D.Sc. (Tech.), Research Scientist
Helsinki University of Technology
Lighting Laboratory
P.O.Box 3000; 02015 HUT; Finland
phone +358 9 4512420
fax + 358 9 4514982
e-mail: eino.tetri@hut.fi
<http://www.lightinglab.fi/IEAAnnex45>

Graduated from the Department of Electrical and Communications Engineering of Helsinki University of Technology in 1988 and obtained D.Sc. in 2001. Research Scientist at the Lighting Laboratory of Helsinki University of Technology. Author of more than 50 national and international articles in the field of lighting. Research areas are light sources and energy.

Received 10 December 2004

IEA ANEXA 45 ILUMINAT ELECTRIC EFICIENT ENERGETIC PENTRU CLĂDIRI

Comitetul executiv al Programului “Conservarea Energiei în Clădiri și Sisteme Comunitare” (ECBCS) a înființat un nou proiect de cercetare internațional (vezi Anexa) intitulat “Iluminat Electric Eficient Energetic pentru Clădiri”, în iunie 2004. În fruntea acestui proiect a fost desemnată Liisa Halonen din cadrul Laboratorului de Iluminat al Universității Tehnice din Helsinki. Obiectivele acestui proiect sunt următoarele: identificarea și folosirea tehnologiilor de iluminat cu o înaltă eficiență energetică, integrarea acestora cu alte sisteme ale clădirilor; evaluarea și documentarea performanțelor tehnice al sistemelor de iluminat existente și viitoare, identificarea barierelor întâlnite în calea adoptării acestor tehnologii, dar și a mijloacelor de înlăturare a acestora. În prezent, Anexa 45 numără 15 organizații și 10 țări participante.

1. Introducere

Agencia Internațională de Energie (IEA) este un organism interguvernamental care încearcă, prin adoptarea unor politici energetice de cooperare adecvate, să impună principii precum folosirea în mod rațional a resurselor energetice, dezvoltarea economică sau protecția mediului. IEA are Acorduri de Implementare (IA) pentru organizarea cercetării. Unul dintre acestea este “Conservarea Energiei în Clădiri și Sisteme Comunitare” (ECBCS). Scopul acestuia constă în asumarea cercetării și focalizarea internațională asupra eficienței energetice a clădirilor. Ca mijloace, programul folosește diverse Anexe orientate spre tehnologii de economisire a energiei și mijloacele de punere în practică a acestora. Rezultatele obținute sunt utilizate în formularea politicilor și standardelor de conservare a energiei.

În iunie 2004, Comitetul Executiv al Programului ECBCS a elaborat o nouă Anexă având ca scop iluminatul electric eficient energetic pentru clădiri. Prof. Liisa Halonen de la Laboratorul de Iluminat a Universității Tehnice din Helsinki a fost aleasă coordonator al acestui proiect intitulat “Anexa 45”. Dr. Eino Tetri se află în fruntea Subproiectului D “Certificare și Diseminare” al acestei Anexe.

2. Istoric

Producția de energie electrică pentru iluminat în anul 1997 a fost de 2016 TWh, din care 1066 TWh a fost atribuită țărilor membre IEA. Energia electrică folosită în iluminat este distribuită la nivel global după cum urmează: aproximativ 28% pentru sectorul rezidențial, 48% - sectorul de servicii, 16% - sectorul industrial, 8% - iluminatul public precum

și alte feluri de iluminat. În cazul țărilor puternic industrializate, energia electrică folosită în iluminat este cuprinsă între 5% și 15% din totalul necesarului de energie electrică, în timp ce în cazul țărilor în curs de dezvoltare poate ajunge până la 86%. Emisia de dioxid de carbon aferentă este de 1775 milioane de tone, din care aproximativ 511 milioane tone sunt atribuite țărilor membre IEA. [1]

Utilizarea în mod eficient a energiei electrice pentru iluminat ar limita rata de creștere a consumului energetic, ar reduce costurile economice și sociale corespunzătoare producerii acestei energii și, nu în ultimul rând, ar reduce emisiile gazelor de seră și ale altor agenți poluanți. Economia de energie, utilizarea luminii naturale, controlul individual al iluminatului, calitatea luminii, emisiile raportate la durata de viață precum și costurile totale reprezintă noi tendințe ale acestui domeniu.

LED-urile sunt surse alternative de lumină ce se așteaptă să revoluționeze tehnologia iluminatului în viitorul apropiat. Raportul lm/unitate pentru LED-urile roșii crește de 30 de ori într-o decadă, în timp ce pentru aceeași perioadă prețul scade de circa 10 ori [2]. LED-urile vor acoperi 20% din piața iluminatului în 2010 și 50% în anul 2020 [3]. Folosirea acestor noi surse de lumină va duce la o scădere a consumului de energie electrică pentru iluminat cu 50% până în anul 2025 [4]. Se presupune că viitorul LED-urilor ca surse pentru iluminatul general îl vor constitui matricile de LED-uri și nu un singur LED [5].

În prezent, lămpile de înaltă presiune cu descărcări nu pot înlocui celelalte tipuri de lămpi. Motivele constau în performanțele acestora la pornire (aprindere) și în faptul că fluxul nu poate fi ușor reglat. Pe de altă parte, aceste lămpi au o caracteristică de redare a culorilor ridicată și o bună eficiență luminoasă, având în același

timp o foarte bună eficiență energetică. Corpul de descărcare de dimensiuni reduse permite proiectarea eficientă a reflectoarelor aparatelor de iluminat, astfel că fluxul luminos emis poate fi distribuit optim în încăpere. În mod obișnuit sunt necesare circa trei minute pentru ca o astfel de lampă să emită 80% din fluxul său luminos. În cazul lămpilor de înaltă presiune cu descărcări utilizate la autovehicule, acest interval de timp a fost redus deja la trei secunde [6]. Cercetarea interacțiunii lampă - balast electronic poate să conducă la îmbunătățirea performanțelor acestui tip de lampă.

Sectorul clădirilor în Uniunea Europeană consumă peste 40% din totalul de energie electrică și este responsabil pentru mai mult de 40% din emisiile de dioxid de carbon. Iluminatul este un consumator important de energie electrică și o componentă importantă a costului de utilizare în multe clădiri. La nivel european, procentul utilizării curentului electric pentru iluminatul clădirilor este de 50% pentru birouri, 20-30% pentru spitale, 15% pentru fabrici, 10-15% școli și 10% în cazul sectorului rezidențial [7]. Pentru a îmbunătăți eficiența energetică la nivelul clădirilor, Parlamentul European a adoptat Directiva 2002/91/EC cu privire la performanțele energetice ale clădirilor. [8]

3. Obiective

Obiectivele Anexei 45 sunt:

- Identificarea și accelerarea folosirii tehnologiilor de iluminat de înaltă eficiență, alături de integrarea acestora cu celelalte servicii ale clădirilor.
- Supravegherea și certificarea performanțelor tehnice ale tehnologiilor existente și viitoare.
- Identificarea barierelor în calea utilizării acestor tehnologii și propunerea mijloacelor de înlăturare a acestora.

4. Structura

Activitatea în cadrul Anexei 45 se desfășoară în patru Subproiecte:

- Subproiectul A – Ținte în vederea performanțelor energetice și a confortului uman
- Subproiectul B – Soluții tehnice inovatoare
- Subproiectul C – Sisteme de control eficiente energetic și integrarea acestora
- Subproiectul D – Documentare și diseminare

Subproiectul A. Ținte în vederea performanțelor energetice și a confortului uman

Obiectivul este de certificare a efectelor proiectării și Țintelor pentru utilizarea energiei, calitatea luminii și confortul uman și performanța și oferirea unor exemple de succes.

Diferitele cerințe asupra nivelului calității iluminatului au un efect direct asupra soluțiilor tehnice. Criteriile de performanță includ latura spectrală (redarea culorii, temperatura culorii),

electrică (armonicile, factorul de putere, sursa de putere) și cea legată de utilizator (adaptabilitate, orbire). Criteriile de energie includ eficiența energetică, încurajarea utilizării altor mijloace de economisire a energiei, considerații energetice privind ciclul de viață, mentenanța și funcționarea. Criteriul economic include costul acestor dispozitive și al aplicațiilor.

Subproiectul B. Soluții tehnice inovatoare

Obiectivele celui de al doilea subproiect sunt de identificare, observare și dezvoltare a performanței, criteriile energetice și economice ale acestor tehnologii promițătoare și inovative existente și viitoare, precum și impactul lor asupra altor echipamente și sisteme din cadrul clădirilor. Scopul este de a reduce consumul de energie al clădirilor prin investigarea potențialului de economisire a energiei, prin compararea tehnologiilor existente și viitoare și aplicarea informațiilor în concepte, produse și soluții în iluminat. Soluțiile tehnice inovative acoperă sursele de putere, sursele de lumină, aparatele de iluminat și conceptele de control. Toate acestea conduc spre soluțiile de iluminat (metode de planificare, proiectarea amplasării iluminatului și a instalațiilor). Subproiectul B are în vedere soluții pentru clădirile existente și cele viitoare.

Subproiectul C. Sisteme de control eficiente energetic și integrarea acestora

Subproiectul C va fi concentrat asupra controlului ce va permite ocupanților și gestionarilor de facilități să modifice iluminatul electric în acord cu necesitățile și preferințele personale, dar ținând cont de cerințele de eficiență energetică pentru clădiri. Personalizarea și integrarea acestor sisteme de control cu celelalte sisteme ale clădirii (lumina naturală, încălzire-ventilație-automatizare-climatizare, managementul energetic) va constitui unul dintre punctele cele mai importante ale acestui Subproiect. Comunicarea și schimbul de date între diferitele dispozitive de control (senzori, dispozitive de aprindere, balasturi electronice) este cheia strategiilor de control.

Subproiectul D. Documentare și diseminare

Obiectivul acestui Subproiect constă în influențarea pozitivă a practicilor în iluminat în scopul accelerării utilizării produselor eficiente energetic, îmbunătățirii în ansamblu a performanței clădirii și creșterii satisfacției ambientale a ocupanților. Obiectivul este de a compila și disemina la scară largă rezultatele cercetărilor subproiectelor A, B și C, dar și de a influența politicile și reglementările energetice în scopul promovării unui iluminat eficient.

Finalitatea acestui program o va constitui elaborarea unui ghid de proiectare a unui iluminat eficient energetic. Acesta va fi publicat ca o carte, un CD-ROM și o pagină web. Alte mijloace de mediatizare vor fi jurnalele bianuale, seminarii și pagini web.

Adrese de contact: Liisa Halonen (liisa.halonen@hut.fi) sau Eino Tetri (eino.tetri@hut.fi) din cadrul Universității Tehnice din Helsinki sau să consultați site-ul programului: <http://www.lightinglab.fi/IEAAnnex45>.

Traducere ing. Călin CIUGUDEANU