



International Commission on Illumination
Commission Internationale de l'Eclairage
Internationale Beleuchtungskommission

ISBN 978-3-902842-09-1

TECHNICAL REPORT

Decision Scheme for Lighting Controls in Non-Residential Buildings

CIE 222:2017

UDC: 28.97.972

Descriptor: Interior lighting

THE INTERNATIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION

The International Commission on Illumination (CIE) is an organization devoted to international co-operation and exchange of information among its member countries on all matters relating to the art and science of lighting. Its membership consists of the National Committees in about 40 countries.

The objectives of the CIE are:

1. To provide an international forum for the discussion of all matters relating to the science, technology and art in the fields of light and lighting and for the interchange of information in these fields between countries.
2. To develop basic standards and procedures of metrology in the fields of light and lighting.
3. To provide guidance in the application of principles and procedures in the development of international and national standards in the fields of light and lighting.
4. To prepare and publish standards, reports and other publications concerned with all matters relating to the science, technology and art in the fields of light and lighting.
5. To maintain liaison and technical interaction with other international organizations concerned with matters related to the science, technology, standardization and art in the fields of light and lighting.

The work of the CIE is carried out by Technical Committees, organized in seven Divisions. This work covers subjects ranging from fundamental matters to all types of lighting applications. The standards and technical reports developed by these international Divisions of the CIE are accepted throughout the world.

A plenary session is held every four years at which the work of the Divisions and Technical Committees is reported and reviewed, and plans are made for the future. The CIE is recognized as the authority on all aspects of light and lighting. As such it occupies an important position among international organizations.

LA COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE

La Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) est une organisation qui se donne pour but la coopération internationale et l'échange d'informations entre les Pays membres sur toutes les questions relatives à l'art et à la science de l'éclairage. Elle est composée de Comités Nationaux représentant environ 40 pays.

Les objectifs de la CIE sont :

1. De constituer un centre d'étude international pour toute matière relevant de la science, de la technologie et de l'art de la lumière et de l'éclairage et pour l'échange entre pays d'informations dans ces domaines.
2. D'élaborer des normes et des méthodes de base pour la métrologie dans les domaines de la lumière et de l'éclairage.
3. De donner des directives pour l'application des principes et des méthodes d'élaboration de normes internationales et nationales dans les domaines de la lumière et de l'éclairage.
4. De préparer et publier des normes, rapports et autres textes, concernant toutes matières relatives à la science, la technologie et l'art dans les domaines de la lumière et de l'éclairage.
5. De maintenir une liaison et une collaboration technique avec les autres organisations internationales concernées par des sujets relatifs à la science, la technologie, la normalisation et l'art dans les domaines de la lumière et de l'éclairage.

Les travaux de la CIE sont effectués par Comités Techniques, organisés en sept Divisions. Les sujets d'études s'étendent des questions fondamentales, à tous les types d'applications de l'éclairage. Les normes et les rapports techniques élaborés par ces Divisions Internationales de la CIE sont reconnus dans le monde entier.

Tous les quatre ans, une Session plénière passe en revue le travail des Divisions et des Comités Techniques, en fait rapport et établit les projets de travaux pour l'avenir. La CIE est reconnue comme la plus haute autorité en ce qui concerne tous les aspects de la lumière et de l'éclairage. Elle occupe comme telle une position importante parmi les organisations internationales.

DIE INTERNATIONALE BELEUCHTUNGSKOMMISSION

Die Internationale Beleuchtungskommission (CIE) ist eine Organisation, die sich der internationalen Zusammenarbeit und dem Austausch von Informationen zwischen ihren Mitgliedsländern bezüglich der Kunst und Wissenschaft der Lichttechnik widmet. Die Mitgliedschaft besteht aus den Nationalen Komitees in rund 40 Ländern.

Die Ziele der CIE sind:

1. Ein internationales Forum für Diskussionen aller Fragen auf dem Gebiet der Wissenschaft, Technik und Kunst der Lichttechnik und für den Informationsaustausch auf diesen Gebieten zwischen den einzelnen Ländern zu sein.
2. Grundnormen und Verfahren der Messtechnik auf dem Gebiet der Lichttechnik zu entwickeln.
3. Richtlinien für die Anwendung von Prinzipien und Vorgängen in der Entwicklung internationaler und nationaler Normen auf dem Gebiet der Lichttechnik zu erstellen.
4. Normen, Berichte und andere Publikationen zu erstellen und zu veröffentlichen, die alle Fragen auf dem Gebiet der Wissenschaft, Technik und Kunst der Lichttechnik betreffen.
5. Liaison und technische Zusammenarbeit mit anderen internationalen Organisationen zu unterhalten, die mit Fragen der Wissenschaft, Technik, Normung und Kunst auf dem Gebiet der Lichttechnik zu tun haben.

Die Arbeit der CIE wird durch Technische Komitees geleistet, die in sieben Divisionen organisiert sind. Diese Arbeit betrifft Gebiete mit grundlegendem Inhalt bis zu allen Arten der Lichtenwendung. Die Normen und Technischen Berichte, die von diesen international zusammengesetzten Divisionen ausgearbeitet werden, sind auf der ganzen Welt anerkannt.

Alle vier Jahre findet eine Session statt, in der die Arbeiten der Divisionen berichtet und überprüft werden, sowie neue Pläne für die Zukunft ausgearbeitet werden. Die CIE wird als höchste Autorität für alle Aspekte des Lichtes und der Beleuchtung angesehen. Auf diese Weise unterhält sie eine bedeutende Stellung unter den internationalen Organisationen.

Published by the

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE
CIE Central Bureau
Babenbergerstrasse 9, A-1010 Vienna, AUSTRIA
Tel: +43(1)714 31 87
e-mail: ciecb@cie.co.at
www.cie.co.at



International Commission on Illumination
Commission Internationale de l'Eclairage
Internationale Beleuchtungskommission

ISBN 978-3-902842-09-1

TECHNICAL REPORT

Decision Scheme for Lighting Controls in Non-Residential Buildings

CIE 222:2017

UDC: 28.97.972

Descriptor: Interior lighting

This Technical Report has been prepared by CIE Technical Committee 3-49 of Division 3 "Interior Environment and Lighting Design" and has been approved by the Board of Administration as well as by Division 3 of the Commission Internationale de l'Eclairage. The document reports on current knowledge and experience within the specific field of light and lighting described, and is intended to be used by the CIE membership and other interested parties. It should be noted, however, that the status of this document is advisory and not mandatory.

Ce rapport technique a été élaboré par le Comité Technique CIE 3-49 de la Division 3 "Environnement intérieur et étude de l'éclairage" et a été approuvé par le Bureau et Division 3 de la Commission Internationale de l'Eclairage. Le document expose les connaissances et l'expérience actuelles dans le domaine particulier de la lumière et de l'éclairage décrit ici. Il est destiné à être utilisé par les membres de la CIE et par tous les intéressés. Il faut cependant noter que ce document est indicatif et non obligatoire.

Dieser Technische Bericht ist vom Technischen Komitee CIE 3-49 der Division 3 "Innenraum und Beleuchtungsentwurf" ausgearbeitet und vom Vorstand sowie Division 3 der Commission Internationale de l'Eclairage gebilligt worden. Das Dokument berichtet über den derzeitigen Stand des Wissens und Erfahrung in dem behandelten Gebiet von Licht und Beleuchtung; es ist zur Verwendung durch CIE-Mitglieder und durch andere Interessierte bestimmt. Es sollte jedoch beachtet werden, dass das Dokument eine Empfehlung und keine Vorschrift ist.

Any mention of organizations or products does not imply endorsement by the CIE. Whilst every care has been taken in the compilation of any lists, up to the time of going to press, these may not be comprehensive.

Toute mention d'organisme ou de produit n'implique pas une préférence de la CIE. Malgré le soin apporté à la compilation de tous les documents jusqu'à la mise sous presse, ce travail ne saurait être exhaustif.

Die Erwähnung von Organisationen oder Erzeugnissen bedeutet keine Billigung durch die CIE. Obgleich große Sorgfalt bei der Erstellung von Verzeichnissen bis zum Zeitpunkt der Drucklegung angewendet wurde, besteht die Möglichkeit, dass diese nicht vollständig sind.

The following members of TC 3-49 “Decision Scheme for Lighting Controls for Tertiary Non-Residential Lighting in Buildings” took part in the preparation of this Technical Report. The committee comes under Division 3 “Interior Environment and Lighting Design”.

Authors:

Dehoff, P. (Chair)	Austria
Bedocs, L.	United Kingdom
Bizjak, G.	Slovenia
Darula, S.	Slovakia
Dokuzer Öztürk, L.	Turkey
Erdem Atılğan, L.	Turkey
Hardardottir, P.	Iceland
Jouaneh, M.	USA
Knoop, M.	Germany
Govén, T.	Schweden
Littlefair, P.	United Kingdom
Pellegrino, A.	Italy
Thorns, P.	United Kingdom
Suvagau, C.	Canada

Advisors:

Berg, M.O.	Norway
Bisegna, F.	Italy
Deneyer, A.	Belgium
Koga, Y.	Japan
Langdown, S.	United Kingdom
Lillelien, E.	Norway
Henderson, R.	South Africa
Nordman, B.	USA
Pracki, P.	Poland
Selander, J. (†)	USA
Vissenberg, G.	Netherlands
Wambsganss, M.	Germany

CONTENTS

Summary	V
Resume	V
Zusammenfassung	V
1 Introduction	1
2 Terms of reference	1
3 Scope	1
4 Lighting control strategies	1
4.1 Personal control – Strategy: 1	5
4.2 Daylight harvesting – Strategy: 2, 3, 4, 5	6
4.3 Occupancy sensing – Strategy: 6, 7	7
4.4 Constant light control – Strategy: 8	9
4.5 Tuning – Strategy: 9	9
4.6 Load shedding, demand response – Strategy: 10	10
4.7 Time scheduling – Strategy: 11	11
4.8 Task demand control, user demand control – Strategy: 12	11
4.9 Algorithmic lighting – Strategy: 13	12
4.10 Scene setting – Strategy: 14	12
4.11 Daylight glare control – Strategy: 15, 16	12
5 Relevant application area characteristics	13
6 Lighting control design considerations	14
7 Concluding remarks	17
8 Tables 5–18	18
References	35

DECISION SCHEME FOR LIGHTING CONTROLS IN NON-RESIDENTIAL BUILDINGS

Summary

This report offers guidelines in order to balance lighting quality, user comfort and energy efficiency in lighting controls solutions for lighting in non-residential buildings (i.e. for commercial, institutional and industrial buildings).

It provides a decision scheme with a focus on the user requirements (visual comfort, performance, personal control) to determine the most applicable control solution, including the consequences for possible savings. In this, it assumes that there are no technological or financial hurdles. The decision scheme identifies 16 possible control strategies, for both daylight and electric lighting, and provides guidance for which strategy would be most effective in each of the 12 cases defined by space usage and occupancy.

AIDE A LA DECISION POUR LES SYSTEMES DE CONTROLE DE L'ECLAIRAGE DANS LES BATIMENTS NON RESIDENTIELS

Résumé

Ce rapport propose des recommandations permettant d'équilibrer qualité de l'éclairage, confort de l'utilisateur et efficacité énergétique, dans les bâtiments non résidentiels (ex.: bâtiments commerciaux, administratifs et industriels) où l'éclairage est contrôlé par des systèmes de gestion.

Il fournit une méthode d'aide à la décision basée sur les besoins des utilisateurs (confort visuel, performance, contrôle individuel) permettant de déterminer la stratégie de contrôle la plus adaptée tout en présentant les économies potentielles associées. La méthode fait l'hypothèse qu'il n'y a pas de restrictions financières ou techniques. Elle s'appuie sur 16 stratégies de contrôle possibles couvrant aussi bien l'éclairage naturel que l'éclairage électrique, elle indique quelle stratégie serait la plus efficace pour 12 cas d'usage et d'occupation d'un espace.

ENTSCHEIDUNGSSCHEMA FÜR BELEUCHTUNGSMANAGEMENT IN NICHTWOHNGBÄUDEN

Zusammenfassung

Dieser Bericht beinhaltet einen Leitfaden zur Abstimmung von Lichtqualität, Nutzerkomfort und Energieeffizienz von Lichtmanagementlösungen in Nichtwohngebäuden (z.B. gewerblichen, öffentlichen und industriellen Gebäuden).

Mit Blick auf die Nutzererwartungen (Sehkomfort, Leistungsfähigkeit und persönlicher Kontrolle) stellt der Bericht Entscheidungskriterien vor, um die bestmögliche Lichtsteuerung zu finden und dabei den Einfluss auf mögliche Einsparungen zu berücksichtigen. Technologische und finanzielle Einschränkungen bleiben unbeachtet. Das Entscheidungsschema identifiziert 16 mögliche Kontrollstrategien sowohl für Tageslicht als auch für elektrische Beleuchtung und gibt Anleitungen, welche Strategie in jedem der 12 Fälle, die durch Raumnutzung und Belegung definiert sind, am effektivsten ist.

1 Introduction

Lighting controls in non-residential buildings, particularly more complex systems, have shown slower uptake than many had hoped for, and a fairly low acceptance level. This could be due to the experience with early controls and a lack of knowledge about newer technology. The general theme of this Technical Report is to extend knowledge about the potential effect of lighting controls on lighting quality, user comfort and energy efficiency, by analysing the behaviour of each control strategy.

The use of all lighting control strategies will have an effect on the energy consumption. The actual use of energy will depend on the type of control applied, but also on the context (e.g. building, geographical location, climate, combination of controls and user behaviour) these controls are being used in. Therefore it is not possible to give one single number for the amount of possible energy consumption or savings.

The majority of existing energy efficiency evaluations and the resulting choice for the control strategy are made from a technology viewpoint only, whereas the user can greatly affect the actual savings. Based on an extensive literature review, this Technical Report presents a decision scheme to determine the most applicable control solution for a specific situation, taking lighting quality, user comfort and energy efficiency into account.

2 Terms of reference

In June 2009 a proposal for a new CIE Technical Committee (TC) *Decision Scheme for Lighting Controls for Non-Residential Lighting in Buildings* was approved with the following terms of reference:

- Offer guidelines in order to balance lighting quality, user comfort (acceptance) and energy efficiency in lighting controls solutions for non-residential lighting in buildings (i.e. for commercial, institutional and industrial buildings).
- Work on a decision scheme with focus on the user requirements (visual comfort, performance, personal control) to determine the most applicable control solution, including the consequences for possible savings.

3 Scope

Within this document, energy efficiency, user acceptance and lighting quality are evaluated on a qualitative scale from 'none' to 'very high'. The document will not result in a calculation method to assess energy consumption.

The aim of this Technical Report is to provide information about the effect of lighting controls and to promote the use of these controls to increase energy savings, user comfort and lighting quality in indoor applications. It is assumed that there are no technological or financial constraints. Developments in technology, ease of commissioning, user interfaces as well as costs are such that the currently perceived constraints will become less onerous in the near future.

This report focuses on energy savings for lighting only. Savings from an integral approach including other building services are not considered in this report. Research indicates that reducing the use of electrical lighting during the summer might have a beneficial effect on energy consumption for cooling, whereas additional required heating in winter seems to be minimal (e.g. Sullivan et al. 1992, Lee et al. 1997).

4 Lighting control strategies

Lighting controls are electrical devices added to the installed lighting circuit to manipulate the light output of the luminaires according to a pre-planned program or automatic detection regime or to operator managed actions. The control devices may be placed remotely or be incorporated into the luminaires. In general they consist of detectors (photoelectric, passive infrared, etc.), signal carriers (mains borne, wireless or wired, etc.) and activators (switch, dimming ballast, DALI ballast, etc.).