



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

ISBN 978-3-902842-48-0

DOI: 10.25039/TR.150.2017

TECHNICAL REPORT

Guide on the Limitation of the Effects of Obtrusive Light, 2nd Edition

CIE 150:2017

UDC: 628.931
628.971

Descriptor: Artificial lighting: Design and calculation
Exterior 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 978-3-902842-48-0

DOI: 10.25039/TR.150.2017

TECHNICAL REPORT

Guide on the Limitation of the Effects of Obtrusive Light, 2nd Edition

CIE 150:2017

UDC: 628.931
628.971

Descriptor: Artificial lighting: Design and calculation
Exterior lighting

This Technical Report has been prepared by CIE Technical Committee 5-28 of Division 5 "Exterior Lighting and Other Applications" and has been approved by the Board of Administration as well as by Division 5 of the Commission Internationale de l'Eclairage for study and application. 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 5-28 de la Division 5 "Eclairage extérieur et autres applications" et a été approuvé par le Bureau et Division 5 de la Commission Internationale de l'Eclairage, pour étude et emploi. 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 5-28 der Division 5 "Außenbeleuchtung und andere Lichtanwendungen" ausgearbeitet und vom Vorstand sowie Division 5 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 5-28 "Guide on the Limitation of the Effects of Obtrusive Light" took part in the preparation of this Technical Report. The committee comes under Division 5 "Exterior Lighting and Other Applications".

Authors:

Pollard, N. E. (Chair)

Bommel, W. van

Diaz Castro, J.

Lecocq, J.

Pong, B.-J.

Walkling, A.

United Kingdom

Netherlands

Spain

France

Chinese Taipei

Germany

Advisors:

Alvarez del Castillo, E.

Schwarcz, P.

USA

Hungary

CONTENTS

Summary	VI
Résumé	VI
Zusammenfassung.....	VII
1 Scope.....	1
2 Terms and definitions	1
3 Potential obtrusive effects and associated light technical parameters	2
3.1 The purposes of outdoor lighting	2
3.2 Total environmental effects of a development.....	2
3.3 Potential effects of outdoor lighting	3
3.4 Influence of surrounding developments	3
3.5 Specific effects and relevant light technical parameters.....	4
3.5.1 Effects on residents.....	4
3.5.2 Effects on transport system users	4
3.5.3 Effects on sightseers	5
3.5.4 Effects on astronomical observations.....	5
3.6 Recommended limits for light technical parameters	6
3.6.1 Basis of recommendations.....	6
3.6.2 Applicable limits	6
3.6.3 Determination of compliance	7
3.6.4 Basis for differentiation of limits according to area type	8
3.6.5 Recommended maximum values of light technical parameters for the control of obtrusive light	8
4 Design, installation, operation and maintenance	11
4.1 Design objectives	11
4.1.1 Establishment of objectives	11
4.1.2 Functional or performance-related objectives	12
4.1.3 Environmental objectives	12
4.2 Design guidelines	15
4.2.1 Examination of alternatives.....	15
4.2.2 Location of illuminated area/activity	15
4.2.3 Selection of luminaires	15
4.2.4 Siting and aiming of luminaires	15
4.2.5 Reflective properties of illuminated surface.....	16
4.3 Installation and commissioning.....	16
4.4 Operation	17
4.5 Maintenance.....	17
4.6 Remedial measures for existing installations	18
5 Documentation of lighting design	18
5.1 Statement of objectives	18
5.2 Supporting documentation	18
5.2.1 General	18
5.2.2 Information relating to the environment.....	19
5.2.3 Information relating to the lighting installation	19
5.2.4 Information relating to the operation of the lighting	19
5.3 Check measurements and appraisals	19

6	Calculation of light technical parameters	20
6.1	Determination of illuminance	20
6.1.1	General	20
6.1.2	Illuminance calculations.....	20
6.2	Determination of luminous intensities	20
6.2.1	General	20
6.2.2	Luminous intensity calculations	21
6.3	Determination of veiling luminance	24
6.3.1	General	24
6.3.2	Calculation of veiling luminance.....	24
6.4	Determination of the upward light parameters.....	24
6.4.1	General	24
6.4.2	Calculation of the upward light ratio (ULR).....	25
6.4.3	Determination of upward flux ratio (UFR).....	25
6.4.4	Calculation examples of UFR for three main types of outdoor lighting	28
6.4.5	Determination of luminous intensities between 90° and 110° ($I_{90^{\circ}-110^{\circ}}$)	30
6.5	Determination of average surface luminance	30
6.6	Calculation of average surface luminance	30
7	Measurement of light technical parameters.....	30
7.1	Status of measurements.....	30
7.2	General measurement conditions and reporting of results	30
7.2.1	Types of measurements	30
7.2.2	Record of measurements.....	31
7.2.3	Interpretation of measured values.....	31
7.3	Measurement of illuminances	32
7.3.1	General methodology	32
7.3.2	Measuring instrument	32
7.3.3	Measurement conditions and procedures.....	32
7.4	Measurement of luminous intensity.....	32
7.4.1	General methodology	32
7.4.2	Measurement procedures	32
7.5	Measurement of veiling luminance.....	33
7.6	Measurement of upward light parameters	33
7.7	Measurement of surface luminances	34
7.7.1	General methodology	34
7.7.2	Measurement conditions and procedures.....	34
	Annex A Illustration of floodlight classification.....	35
	Annex B Illustrations of luminaire accessories for limiting obtrusive light	37
	Annex C Derivation of Table 3	38
	Annex D Derivation of UFR formula	40
	Annex E Determination of the reflectance of the ground surface	43
	References	44
	Bibliography.....	45

GUIDE ON THE LIMITATION OF THE EFFECTS OF OBTRUSIVE LIGHT FROM OUTDOOR LIGHTING INSTALLATIONS

Summary

This report is a revision and update of CIE 150:2003 *Guide on the Limitation of the Effects of Obtrusive Light from Outdoor Lighting Installations*. The purpose of this Guide is to help formulate guidelines for assessing the environmental impacts of outdoor lighting and to give recommended limits for relevant lighting parameters to contain the obtrusive effects of outdoor lighting within tolerable levels. As the obtrusive effects of outdoor lighting are best controlled initially by appropriate design, the guidance given is primarily applicable to new installations; however, some advice is also provided on remedial measures which may be taken for existing installations.

This Guide refers to the potentially adverse effects of outdoor lighting on both natural and man-made environments for people in most aspects of daily life, from residents, sightseers, transport users to environmentalists and astronomers. (Astronomers also see CIE 126-1997.)

The daytime appearance of the lighting installation is important. The size and nature of the lighting support structures may be intrusive by day although this subject is not addressed in this Guide.

The publication replaces CIE 150:2003 *Guide on the Limitation of the Effects of Obtrusive Light from Outdoor Lighting Installations*.

GUIDE SUR LA LIMITATION DES EFFETS DE LA LUMIERE INDESIRABLE DUS AUX INSTALLATIONS D'ÉCLAIRAGE EXTERIEUR

Résumé

Ce rapport a pour objet la mise à jour du rapport technique CIE 150:2003 *Guide on the Limitation of the Effects of Obtrusive Light from Outdoor Lighting Installations*. Le but de ce guide est d'aider à la formulation de directives pour évaluer l'impact sur l'environnement de l'éclairage extérieur et de recommander des limites pour les paramètres pertinents de l'éclairage afin de maintenir les effets indésirables de l'éclairage extérieur dans des limites tolérables. Comme le contrôle des effets indésirables dus à l'éclairage extérieur est plus efficace s'il est pris en compte dès la conception de l'installation, les directives données s'appliquent principalement aux installations neuves ; cependant quelques conseils sur les mesures correctives qui peuvent s'appliquer aux installations existantes sont également fournis.

Ce guide s'applique aux effets potentiellement néfastes de l'éclairage extérieur sur les environnements naturel et artificiel, et sur les individus tels que les résidents, les touristes, les usagers des transports, les écologistes et les astronomes, dans la plupart des aspects de leur vie quotidienne. (Pour les astronomes voir également CIE 126-1997).

L'aspect visuel des installations d'éclairage dans la journée est important. La taille et la nature des structures supportant les luminaires peuvent être également inopportunes dans la journée, mais ce sujet n'est pas traité dans ce guide.

Le rapport remplace CIE 150:2003 *Guide on the Limitation of the Effects of Obtrusive Light from Outdoor Lighting Installations*.

LEITFADEN ZUR BEGRENZUNG DER STÖRLICHTWIRKUNGEN VON AUSSEN- BELEUCHTUNGSANLAGEN

Zusammenfassung

Dieser Bericht ist mit dem Ziel erarbeitet worden, die Publikation CIE 150:2003 *Guide on the Limitation of the Effects of Obtrusive Light from Outdoor Lighting Installations* auf den neuesten Stand zu bringen. Dieser Leitfaden dient dem Zweck, Richtlinien zur Bewertung von Einflüssen der Außenbeleuchtung auf die Umwelt formulieren zu helfen und Grenzen für relevante lichttechnische Größen zu empfehlen, damit von der Außenbeleuchtung ausgehende Störungen im tolerierbaren Bereich gehalten werden können. Da von der Außenbeleuchtung ausgehende Störungen am besten von Beginn an durch eine geeignete Planung begrenzt werden können, ist der vorliegende Leitfaden vor allem für neue Anlagen gedacht; es werden daneben aber auch einige Ratschläge für Verbesserungsmaßnahmen gegeben, die an bestehenden Anlagen durchgeführt werden können.

Dieser Leitfaden bezieht sich auf mögliche negative Auswirkungen der Außenbeleuchtung sowohl auf die natürliche als auch auf die vom Menschen geschaffene Umwelt für Menschen in den meisten Bereichen des täglichen Lebens, von Anwohnern, Touristen und Verkehrsteilnehmern bis zu Umweltschützern und Astronomen. (Astronomen siehe auch CIE 126-1997.)

Das äußere Erscheinungsbild der Beleuchtungsanlage bei Tage ist wichtig. Die Größe und Beschaffenheit der die Beleuchtung tragenden Konstruktionen mag zwar bei Tag störend sein, dieses Thema wird jedoch in diesem Leitfaden nicht behandelt.

Die Publikation ersetzt CIE 150:2003 *Guide on the Limitation of the Effects of Obtrusive Light from Outdoor Lighting Installations*.

1 Scope

This Guide is an update of Publication 150:2003 which sets out guidelines for assessing the environmental impacts of outdoor lighting and gives recommended limits for relevant lighting parameters to contain the obtrusive effects of outdoor lighting within tolerable levels. As the obtrusive effects of outdoor lighting are best controlled initially by appropriate design, the guidance given is primarily applicable to new installations; however, some advice is also provided on remedial measures which may be taken for existing installations.

The Guide specifically refers to the potentially adverse effects of outdoor lighting on nearby residents (e.g. of dwellings such as houses, hotels, hospitals), users of adjacent roads (e.g. vehicle drivers, pedestrians, cyclists), sightseers and transport signalling systems (e.g. air, marine, rail), and on astronomical observations.

The effects of lighting on the natural environment can be difficult to quantify. When there are fields, mountains, forests, rivers, lakes and/or coastline, located close to a lighting installation, there is the possibility, depending upon the season, of the lighting having an adverse effect on insects, plants and animals within the area.

This Guide does not deal with the environmental impacts associated with the daytime appearance of outdoor lighting systems, including their support structures.

The Guide is intended for reference by the following:

- (a) Planning bodies, particularly local government authorities, to assist in assessing the potential obtrusiveness of outdoor lighting installations.
- (b) Designers of outdoor lighting as an aid to producing lighting systems which control obtrusive effects to an acceptable degree.

2 Terms and definitions

For the purpose of this Guide, the definitions given in the International Lighting Vocabulary (CIE, 2011a) and the following apply:

2.1

upward light output ratio

ULOR_α

$R_{ULO,α}$

proportion of the total luminous flux of all lamps considered in a luminaire or a lighting installation which is emitted above the horizontal plane passing through the luminaires in their installed position

Note 1 to entry: The index α points out that the installed position on site is defined by the tilting angle, α , of the luminaire which must be taken into account.

2.2

downward light output ratio

DLOR_α

$R_{DLO,α}$

proportion of the total luminous flux of all lamps considered in a luminaire or a lighting installation which is emitted under the horizontal plane passing through the luminaires in their installed position

Note 1 to entry: The index α points out that the installed position on site is defined by the tilting angle, α , of the luminaire which must be taken into account.