



ISBN 978 3 901906 85 5

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE
INTERNATIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION
INTERNATIONALE BELEUCHTUNGSKOMMISSION

TECHNICAL REPORT

CALCULATION OF TUNNEL LIGHTING QUALITY CRITERIA

CIE 189:2010

UDC: 628.971.6:624.19
628.931

Descriptor: Lighting of tunnels
Artificial lighting: Design and calculation

THE INTERNATIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION

The International Commission on Illumination (CIE) is an organisation 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 organisations concerned with matters related to the science, technology, standardisation and art in the fields of light and lighting.

The work of the CIE is carried on by seven Divisions each with about 20 Technical Committees. 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 reviewed, reported and plans are made for the future. The CIE is recognised as the authority on all aspects of light and lighting. As such it occupies an important position among international organisations.

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 7 Divisions, ayant chacune environ 20 Comités Techniques. 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 internationaler Mittelpunkt 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 in 7 Divisionen, jede mit etwa 20 Technischen Komitees, geleistet. Diese Arbeit betrifft Gebiete mit grundlegendem Inhalt bis zu allen Arten der Lichtanwendung. Die Normen und Technischen Berichte, die von diesen international zusammengesetzten Divisionen ausgearbeitet werden, sind von der ganzen Welt anerkannt.

Alle vier Jahre findet eine Session statt, in der die Arbeiten der Divisionen überprüft, berichtet und 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
Kegelgasse 27, A-1030 Vienna, AUSTRIA
Tel: +43(1)714 31 87 0, Fax: +43(1)714 31 87 18
e-mail: ciecb@cie.co.at
WWW: <http://www.cie.co.at/>

© CIE 2010 - All rights reserved



ISBN 978 3 901906 85 5

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE
INTERNATIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION
INTERNATIONALE BELEUCHTUNGSKOMMISSION

TECHNICAL REPORT

CALCULATION OF TUNNEL LIGHTING QUALITY CRITERIA

CIE 189:2010

UDC: 628.971.6:624.19
628.931

Descriptor: Lighting of tunnels
Artificial lighting: Design and calculation

This Technical Report has been prepared by CIE Technical Committee 4-24 of Division 4 "Lighting and Signalling for Transport" and has been approved by the Board of Administration 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. The latest CIE proceedings or CIE NEWS should be consulted regarding possible subsequent amendments.

Ce rapport technique a été élaboré par le Comité Technique CIE 4-24 de la Division 4 "Eclairage et signalisation pour les transports" et a été approuvé par le Bureau 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. Il faut consulter les plus récents comptes rendus de la CIE, ou le CIE NEWS, en ce qui concerne des amendements nouveaux éventuels.

Dieser Technische Bericht ist vom Technischen Komitee CIE 4-24 der Division 4 "Beleuchtung und Signale für den Verkehr" ausgearbeitet und vom Vorstand 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. Die neuesten CIE-Tagungsberichte oder die CIE NEWS sollten im Hinblick auf mögliche spätere Änderungen zu Rate gezogen werden.

Any mention of organisations 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, ist es möglich, dass diese nicht vollständig sind.

The following members of TC 4-24, "Calculation of Tunnel Lighting Quality Criteria" took part in the preparation of this Technical Report. The committee comes under Division 4 "Lighting and Signalling for Transport".

Members:

A. Augdal	Norway
M. Bizjak	Slovenia
P. Blaser	Switzerland (Chair from 2004 until Oct. 2007)
P. Blattner	Switzerland
J. de Vlieger †	Netherlands
J.-J. Embrechts	Belgium
N. Farges	France
P. Gandon-Leger	France
M. Gillet	Belgium
J.M. Hart	USA
P. Hautala	Finland
H. Huijben	Netherlands
M. Justin	Belgium (Chair from Oct. 2007)
J. Kotek	Czech Republic
J.-C. Martin	France
K. Narisada	Japan
S. Onaygil	Turkey
J. Rands	United Kingdom
P. Raynham	United Kingdom
W. Riemenschneider †	Switzerland (Chair until 2003)
C. Rocca	Italy
G. Rossi	Italy
P. Soardo	Italy
R. Stark	USA
A. Stockmar	Germany
F. Vila	Spain

CONTENTS

SUMMARY	V
RESUME	V
ZUSAMMENFASSUNG	V
FOREWORD	1
1 INTRODUCTION	1
2 SCOPE	1
3 DEFINITIONS	1
4 QUALITY PARAMETERS FOR TUNNEL LIGHTING INSTALLATIONS	2
5 CALCULATION RULES	2
5.1 General Remarks	2
5.2 Conventions and Input Data	3
5.3 Direct Components from the Luminaires	4
5.3.1 On the Road Surface	5
5.3.2 On the Walls	6
5.4 Interreflection	6
5.5 Longitudinal Uniformity in the Transition Zone	8
5.6 Calculation of Threshold Increment	8
5.7 Computation Fields	9
5.8 Flux Balance Check	9
6 REFERENCES	10
7 BIBLIOGRAPHY	10

CALCULATION OF TUNNEL LIGHTING QUALITY CRITERIA

SUMMARY

Experience of making road tunnel lighting designs in accordance with CIE-publication 88:2004 [1] has shown that there are some aspects of calculation of the different lighting criteria where more specific guidance to the designers is necessary. This document explains how the tunnel environment differs significantly from the open road situation. In particular, the presence of walls along the traffic road involves reflection effects between different surfaces. The variation of luminance level along the tunnel, the changes in the lighting installation along the entrance section of the tunnel and the use of different lighting systems in different parts of the tunnel introduce more complexity in the lighting calculations. The report gives guidance on determining the method for calculating the relevant lighting quality criteria for tunnel situations.

CALCUL DES CRITERES DE QUALITE POUR L'ECLAIRAGE DES TUNNELS

RESUME

L'expérience des études d'éclairage de tunnels routiers conformément à la publication CIE 88:2004 [1] a montré que certains aspects du calcul des différents critères de qualité demandent des conseils spécifiques pour les projeteurs. Ce document explique en quoi l'environnement d'un tunnel diffère considérablement de celui d'une route en plein air. En particulier, la présence des parois le long de la chaussée induit des effets de réflexions entre les différentes surfaces. La variation du niveau de luminance au long du tunnel, les changements dans l'installation d'éclairage le long de la zone d'entrée du tunnel et l'utilisation de différents systèmes d'éclairage dans différentes parties du tunnel introduisent une plus grande complexité dans les calculs d'éclairage. Ce rapport guide l'utilisateur dans la détermination de la méthode de calcul des critères de qualité pertinents pour les situations de tunnel.

BERECHNUNG VON BELEUCHTUNGSQUALITÄTSKRITERIEN FÜR TUNNEL

ZUSAMMENFASSUNG

Erfahrungen bei der Planung der Beleuchtung von Straßentunnels nach CIE-Publikation 88:2004 [1] haben deutlich gemacht, dass es bei der Berechnung der verschiedenen Beleuchtungskriterien einige Aspekte gibt, die einer näheren Erläuterung für die Planer bedürfen. Dieses Dokument beschreibt, wie sich das Tunnelumfeld deutlich von der Situation auf offener Straße unterscheidet. So bedingt die Anwesenheit von Wänden entlang der Verkehrsstraße Reflexionseffekte zwischen verschiedenen Flächen. Die Änderung des Leuchtdichteniveaus im Verlauf des Tunnels, die Änderungen in der Beleuchtungsinstallation im Verlauf der Eingangsstrecke und die Anwendung verschiedener Beleuchtungssysteme in verschiedenen Teilen des Tunnels führen zu einer größeren Komplexität der Beleuchtungsberechnungen. Der Bericht liefert einen Leitfaden zur Bestimmung der Berechnungsmethode für die relevanten Beleuchtungsqualitätskriterien für Tunnelsituationen.