



ISBN 978 3 901906 88 6

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

TECHNICAL REPORT

**RECOMMENDED SYSTEM FOR
MESOPIC PHOTOMETRY BASED
ON VISUAL PERFORMANCE**

CIE 191:2010

UDC: 612.843.362.3
535.24
612.843.364.2

Descriptor: Mesopic vision
Photometry
Night value curve

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 88 6

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

TECHNICAL REPORT

**RECOMMENDED SYSTEM FOR
MESOPIC PHOTOMETRY BASED
ON VISUAL PERFORMANCE**

CIE 191:2010

UDC: 612.843.362.3
535.24
612.843.364.2

Descriptor: Mesopic vision
Photometry
Night value curve

CIE 191:2010

This Draft Technical Report has been prepared by CIE Technical Committee 1-58 of Division 1 „Vision and Colour“ 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 1-58 de la Division 1 "Vision et Couleur" 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 Entwurf eines Technischen Berichts ist vom Technischen Komitee CIE 1-58 der Division 1 "Sehen und Farbe" 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.

© CIE 2010 - All rights reserved

The following members of TC 1-58 “Visual Performance in the Mesopic Range“ took part in the preparation of this Technical Report. The committee comes under Division 1 “Vision and Colour”.

L. Halonen	Finland	(chair)
M. Puolakka	Finland	(secretary)
M. Ayama	Japan	
P. Bodrogi	Germany	
J. Bullough	USA	
E.C. Burini	Brazil	
D.L. Crawford	USA	
K. ChangSoon	Republic of Korea	
O. DaPos	Italy	
T. Goodman	United Kingdom	
N. Itoh	Japan	
C. Knight	Netherlands	
L. Leetzow	USA	
M.S. Rea	USA	
K. Sagawa	Japan	
J. Schanda	Hungary	
F. Viénot	France	
S. Völker	Germany	
L. Yandan	China	
E. Yandek	USA	

CONTENTS

SUMMARY	V
RESUME	V
ZUSAMMENFASSUNG	V
TERMINOLOGY	1
1 INTRODUCTION	2
1.1 Background	2
1.2 Objectives	3
2 RECOMMENDED SYSTEM FOR PERFORMANCE BASED MESOPIC PHOTOMETRY	4
3 MESOPIC VISUAL PERFORMANCE AND MESOPIC CONDITIONS	5
3.1 Most Relevant Mesopic Applications	5
3.2 Critical Visual Tasks	6
3.2.1 Characteristics of the Visual Tasks	6
3.2.2 Parameters for Defining Visual Performance	8
3.3 Definition of Mesopic Visual Performance	13
4 SYSTEMS FOR MESOPIC PHOTOMETRY BASED ON VISUAL TASK PERFORMANCE	14
4.1 Introduction	14
4.2 USP-System	14
4.3 MOVE-System	19
4.4 Intermediate System	24
5 TEST DATA AND PROCEDURES	31
5.1 Procedures for Testing the Proposed Systems	31
5.1.1 Calculation of Mesopic Contrasts for Constant Visual Performance	31
5.1.2 Trend Analysis	31
5.2 Data Sources	32
5.2.1 General Requirements	32
5.2.2 Data Sources for Mesopic Contrast Analysis	32
5.2.3 Data Sources for Trend Analysis	34
6 TESTING THE CANDIDATE SYSTEMS	37
6.1 General Comparison of the Systems	37
6.2 Mesopic Contrast Analysis	41
6.2.1 Contrast Threshold Data of Raphael and Leibenger	41
6.2.2 Contrast Threshold Data of Vas and Bodrogi	44
6.2.3 Reaction Time Data of Orreveteläinen	44
6.2.4 Discussion of Mesopic Contrast Analysis	45
6.3 Trend Analysis	48
6.3.1 Driver Decision Data of Akashi et al.	48
6.3.2 Contrast Threshold Data of Viikari et al.	61
6.3.3 Reaction Time Data of Viikari et al.	62
6.4 Summary of Test Results	63
7 SUMMARY AND CONCLUSIONS	65
8 REFERENCES	69
9 BIBLIOGRAPHY	71
APPENDIX	72

RECOMMENDED SYSTEM FOR MESOPIC PHOTOMETRY BASED ON VISUAL PERFORMANCE**SUMMARY**

This report deals with visual task performance based approaches to mesopic photometry, with a major aim to establish appropriate mesopic spectral sensitivity functions to serve as the foundation of a system of mesopic photometry. A review of the most important visual tasks and the range of visual conditions typically encountered in the context of night-time driving is given.

The existing visual performance based systems for mesopic photometry were reviewed and tested with new independent data sources. The outcome of the analysis and testing is a recommended system for mesopic photometry based on visual performance. The report summarises the justifications for the recommended system and gives general guidelines for its use and application.

SYSTEME DE PHOTOMETRIE MESOPIQUE RECOMMANDE FONDE SUR LA PERFORMANCE VISUELLE**RESUME**

Ce rapport traite d'approches de la photométrie mésopique fondées sur la performance de tâches visuelles, avec l'objectif principal d'établir des fonctions de sensibilité spectrale mésopique convenables servant de base à un système de photométrie mésopique. Le rapport donne un inventaire des tâches visuelles les plus importantes, ainsi que l'éventail des conditions visuelles caractéristiques rencontrées dans le cadre de la conduite de nuit.

Les systèmes existants fondés sur la performance visuelle pour la photométrie mésopique sont passés en revue et testés avec de nouvelles sources indépendantes de données. Le résultat de cette analyse et de ces tests est un système de photométrie mésopique recommandé, fondé sur la performance visuelle. Le rapport récapitule les justifications du système recommandé et donne des orientations générales pour son usage et son application.

EMPFOHLENES SYSTEM FÜR MESOPISCHE PHOTOMETRIE BASIEREND AUF VISUELLER LEISTUNG**ZUSAMMENFASSUNG**

Dieser Bericht behandelt Ansätze für mesopische Photometrie basierend auf visueller Leistung, mit dem wesentlichen Ziel, geeignete mesopische spektrale Empfindlichkeitsfunktionen festzulegen, die als Grundlage eines Systems der mesopischen Photometrie dienen sollen. Es wird ein Überblick über die wichtigsten visuellen Aufgaben und den Bereich visueller Bedingungen, die typischerweise im Zusammenhang mit nächtlichem Autofahren anzutreffen sind, gegeben.

Die bestehenden auf visueller Leistung basierenden Ansätze für mesopische Photometrie wurden überprüft und mit neuen unabhängigen Datenquellen getestet. Das Ergebnis der Analyse und der Tests ist ein empfohlenes System für mesopische Photometrie basierend auf visueller Leistung. Der Bericht fasst die Begründungen für das empfohlene System zusammen und vermittelt allgemeine Richtlinien für Gebrauch und Anwendung.