

ISBN 978 3 900 734 57 2



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

TECHNICAL REPORT

**METHOD OF MEASURING AND SPECIFYING
COLOUR RENDERING PROPERTIES
OF LIGHT SOURCES**

CIE 13.3-1995

CD008-1995 INCLUDED

UDC: 628.938
628.97
628.981

Descriptor: Influence of the colour of the light
Lighting with respect to object illuminated
Evaluation of light sources

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 40 countries and one geographical area and of 16 individual members.

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 40 pays plus un territoire géographique, et de 16 membres individuels.

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 40 Ländern und einem geographischen Gebiet und aus 16 persönlichen Mitgliedern.

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.

Tagungen werden alle vier Jahre abgehalten, in der die Arbeiten der Divisionen überprüft und 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(0)1714 31 87 0, Fax: +43(0)1714 31 87 18
e-mail: ciecb@cie.co.at - WWW: <http://www.cie.co.at>

© CIE 1995

ISBN 978 3 900734 57 2



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

TECHNICAL REPORT

**METHOD OF MEASURING AND SPECIFYING
COLOUR RENDERING PROPERTIES
OF LIGHT SOURCES**

CIE 13.3-1995

UDC: 628.938
628.97
628.981

Descriptor: Influence of the colour of the light
Lighting with respect to object illuminated
Evaluation of light sources

This Technical Report has been prepared by CIE 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 is in its technical content unchanged, editorially updated version of CIE 13.2-1974, it 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 préparé par la Division 1 "Vision et couleur" et a été approuvé par le Bureau d'Administration de la Commission Internationale de l'Eclairage, pour étude et application. Le document est une édition éditorialement nouvelle, mais inchangée dans son contenu, de CIE 13.2-1974, traite des connaissances courantes et de l'expérience dans le domaine spécifique indiqué de la lumière et de l'éclairage, et il est établi pour l'usage des membres de la CIE et autres groupements intéressés. Il faut cependant noter que ce document est indicatif et non obligatoire. Pour connaître d'éventuels amendements, consulter les plus récents comptes rendus de la CIE ou le CIE NEWS.

Dieser Technische Bericht ist von der Division 1 der CIE "Sehen und Farbe" ausgearbeitet und vom Vorstand der Commission Internationale de l'Eclairage gebilligt worden. Das Dokument ist eine in seinem technischen Inhalt unveränderte, nur editorisch überarbeitete Neuausgabe der Empfehlung CIE 13.2-1974, es 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 das 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.

FOREWORD

This Technical Report is based on CIE 13.2-1974, misprints of the original publication have been corrected, the tables and terminology have been updated. Two software programs are now also available at the CIE Central Bureau (disk CIE D008), enabling the calculation of the colour rendering indices by a personal computer.

Credit for the content of the publication is however due to its original authors, as stated in CIE 13.2-1974:

President:	Münch, W	Germany
Secretary:	Richter, M	Germany
Experts:	Azuma, T	Japan
	Barthés, E	France
	Einhorn, HD	South Africa
	Halstead, M	Great Britain
	Jerome, CW	USA
	Kerf, J de	Belgium
	Krtíl, J	Czechoslovakia
	Ouweltjes, JL	Netherlands
	Siljeholm, G(† 1970)	Sweden

Correspondants:	Agustsson, D	Island
	Airola, A	Finland
	Bruckmüller, O	Austria
	Buchmann, B	Denmark
	Fuentes, A	Chile
	Mäder, F	Switzerland
	Matveev, AB	USSR
	Petrovic, Z	Yougoslavia
	Robertson, AR	Canada
	Röed, J	Norway
	Sanchez, A	Spain
	Shaw, JE	Australia
	Somkuti, A	Hungary
	Stanioch, W	Poland
	Tchetchik, A	Israel
	Vandoni, C	Italy
Vlatchkov, P	Bulgaria	

Updating and editing of the present edition was done by:

Walter, W	USA
Sylveszer, P	Hungary
Schanda, J	CIE Central Bureau

CONTENTS

FOREWORD	III
TABLE OF CONTENTS	IV
Summary	V
Résumé	V
Zusammenfassung	V
1. Introduction	1
2. Purpose	4
3. Scope	4
4. Rating	4
5. Rating procedure	4
5.1 General remarks	4
5.2 Reference illuminant	4
5.3 Tolerances for reference illuminant	5
5.4 Test-colour samples	5
5.5 Determination of CIE 1931 tristimulus values of test-colour samples	6
5.6 Transformation into CIE 1960 UCS co-ordinates	6
5.7 Consideration of adaptive colour shift	6
5.8 Transformation into 1964 Uniform Space co-ordinates	7
5.9 Determination of the resultant colour shift	7
6. Calculation of Colour Rendering Indices	7
6.1 Designation of Colour Rendering Index	7
6.2 Calculation of Special Colour Rendering Indices	8
6.3 Calculation of the General Colour Rendering Index	8
7. Explanatory comments	8
7.1 Meaning of the Colour Rendering Indices	8
7.2 Uncertainties in the determination of R	8
7.3 Influences of test conditions	9
7.4 Just perceptible differences in terms of R	9
7.5 Interchangeability of lamps with regard to their colour rendering properties	9
8. TABLES	10
Table 1 Spectral radiance factor $b_i(l)$ of CIE-1974 test-colour samples Nos. 1...8	10
Table 2 Spectral radiance factor $b_i(l)$ of CIE -1974 test-colour samples Nos. 9...14	12
9. Bibliography	14
Appendix 1. Terminology	15
Appendix 2. CIE Disk D008. Computer program to calculate CRIs	16

SUMMARY

Method of Measuring and Specifying Colour Rendering Properties of Light Sources

The CIE recommended in 1965 the procedure of measuring and specifying colour rendering properties of light sources, based on a test colour sample method. This method was updated in 1974 taking the chromatic adaptation shift into account. During the past 20 years several misprints were observed and corrected reprints were published from time to time. CIE 13.3-1995 is the corrected version of 13.2-1974 that has been brought up to date to present spectroradiometric and calculation practice. The technical recommendations have not been changed,

Two computer programs to calculate the CIE colour rendering indices according to the present publication are available for "DOS"-computers to be run in a DOS or in an "MS-WINDOWS" environment as CIE D008.

This Technical Report establishes the CIE recommended method of measuring and specifying colour rendering properties of light sources based on resultant colour shifts of test objects, referred to as the "Test-colour Method". It is the fundamental method for appraisal of colour rendering properties of light sources, and is recommended for type testing as well as for testing individual lamps.

This specification applies to most general purpose illuminants (e.g. tungsten filament lamps, tubular fluorescent lamps, and all other kinds of gaseous discharge electrical lamps except sources of predominantly monochromatic radiation such as low pressure sodium, etc.). This method may also be applied to modified daylight.

The rating consists of a General Colour Rendering Index which may be supplemented by a set of Special Colour Rendering Indices. The derivation of the Special Colour Rendering Indices is based on a general comparison of the length of colour difference vectors in the CIE 1964 Uniform Space.

To apply the recommended Test-Colour Method the resultant colour shifts for suitably chosen test-colour samples must be calculated. A set of eight test-colour samples is specified by their spectral radiance factors for calculating the General Colour Rendering Index. These samples cover the hue circle, are moderate in saturation, and are approximately the same in lightness. Data for six additional test-colour samples representing a strong red, yellow, green and blue as well as representing complexion and foliage colours are also supplied. From the colour shifts Colour Rendering Indices may be found.

RESUME

Méthode de mesure et de spécification des qualités de rendu des couleurs des sources de lumière

La CIE a recommandé en 1965 la méthode de mesure et de spécification des qualités de rendu des couleurs par les sources de lumière, basée sur la méthode des couleurs-tests. Cette méthode a été mise à jour en 1974, en tenant compte de la distorsion de couleur pour l'adaptation. Pendant les dernières 20 années, plusieurs fautes d'impression ont été observées, et des reproductions corrigées ont été publiées de temps en temps. CIE 13.3-1995 est la version corrigée de 13.2-1974, qui a été mise à jour pour tenir compte de la pratique actuelle de spectroradiométrie et de calcul. Les recommandations techniques n'ont pas été changées.

Deux programmes d'ordinateur (CIE D008) pour calculer les indices de rendu des couleurs CIE conformément à la publication présente sont disponibles pour utilisation sur ordinateurs "DOS" sous DOS ou "MS-WINDOWS".

Ce rapport technique décrit la méthode recommandée par la CIE pour mesurer et spécifier les qualités de rendu des couleurs des sources de lumière. Elle est basée sur les distorsions totales de la couleur des objets-tests, et est appelée en abrégé "Méthode des couleurs-tests". Cette méthode est la méthode fondamentale pour l'appréciation des qualités de rendu des couleurs des sources de lumière, elle est recommandée aussi bien pour l'étude d'un type de lampe, que pour l'examen d'une lampe particulière.

Cette recommandation s'applique aux sources de lumière d'emploi général (p.e., lampes à filament de tungstène, lampes fluorescentes tubulaires, aussi bien qu'aux autres sortes de lampes électriques à décharge dans les gaz, excepté les sources de rayonnement essentiellement monochromatique, telles que les lampes à vapeur de sodium basse pression, etc.). Elle s'applique également à la lumière du jour modifiée artificiellement.

Il est recommandé d'évaluer au moyen d'un Indice Général de Rendu des Couleurs complété par un groupe d'Indices Particuliers de Rendu des Couleurs. La détermination des Indices Particuliers de Rendu des Couleurs repose sur la comparaison des longueurs des droites représentant les différences de couleur dans l'Espace Chromatique Uniforme CIE 1964.

Pour appliquer la méthode des couleurs-tests, on doit calculer les distorsions totales de la couleur de couleurs-tests convenablement choisis. Un groupe de huit couleurs-tests est spécifié par les facteurs spectraux de luminance énergétique pour calculer l'Indice Général de Rendu des Couleurs. Ces valeurs comprennent une série de teintes de saturation modérée se rangeant en cercle et ayant approximativement la même clarté. Les valeurs pour d'autres échantillons de couleurs-tests correspondant à un rouge, jaune, vert et bleu saturés, ainsi qu'à la couleur du teint et celle du feuillage, sont également données. Les Indices de Rendu des Couleurs sont obtenus à partir des distorsions totales de la couleur.

ZUSAMMENFASSUNG

Verfahren zur Messung und Kennzeichnung der Farbwiedergabe-Eigenschaften von Lichtquellen

Die CIE hat 1965 die Methode zur Messung und Kennzeichnung von Farbwiedergabe-Eigenschaften von Lichtquellen empfohlen, basierend auf einer Testfarbmethode. Diese Methode wurde 1974 auf den neuesten Stand gebracht, wobei die Farbumstimmungsadaptation berücksichtigt wurde. In den letzten 20 Jahren wurden mehrere Druckfehler festgestellt und von Zeit zu Zeit wurden korrigierte Neuauflagen veröffentlicht. CIE 13.3-1995 ist die korrigierte Version von 13.2-1974, die auf den neuesten Stand der derzeitigen Praxis der Spektroradiometrie und Berechnung gebracht wurde. Die technischen Empfehlungen blieben unverändert.

Zwei Computerprogramme zur Berechnung der CIE Farbwiedergabe-Indizes, entsprechend der vorliegenden Publikation, sind als CIE D008 für "DOS"-Computer, die unter DOS oder "MS-WINDOWS" laufen, erhältlich.

Diese Empfehlung legt die von der CIE vorgeschlagene Methode zur Messung und Kennzeichnung von Farbwiedergabe-Eigenschaften von Lichtquellen fest. Sie beruht auf der Farbverschiebung einer Serie von Testfarben, hier kurz Testfarbenverfahren genannt. Diese Methode ist das grundlegende Verfahren zur Bewertung der Farbwiedergabe-Eigenschaften von Lichtquellen. Sie wird sowohl für die Typprüfung als auch für die Untersuchung einzelner Lampen empfohlen.

Diese Empfehlung gilt für die meisten für allgemeine Beleuchtungszwecke angewendeten Lichtquellen (z.B. Glühlampen, Leuchtstofflampen, sowie alle anderen Arten von Entladungslampen, jedoch nicht für vorwiegend monochromatische Lichtquellen, wie Natriumdampf-Niederdrucklampen, etc.). Sie kann auch für künstlich verändertes Tageslicht angewendet werden.

Es wird empfohlen, für die Bewertung einen Allgemeinen Farbwiedergabe-Index zu verwenden, der durch eine Serie von Speziellen Farbwiedergabe-Indizes ergänzt wird. Die Speziellen Farbwiedergabe-Indizes sollen auf einem Vergleich der Entfernungen der Farbörter im gleichförmigen Farbenraum CIE 1964 beruhen.

Zur Anwendung des empfohlenen Testfarbenverfahrens werden die Farbverschiebungen geeignet ausgewählter Testfarben bestimmt. Ein Satz von acht Testfarben ist durch die dazugehörigen Werte der spektralen Strahldichtefaktoren festgelegt zur Berechnung des Allgemeinen Farbwiedergabe-Index. Diese Testfarben stellen einen Farbtonkreis mittlerer Sättigung dar und haben alle nahezu gleichen Hellbezugswert. Daten für weitere Testfarben, u.zw. für gesättigtes Rot, Gelb, Grün und Blau sowie Hautfarbe und Blattgrün werden ebenfalls mitgeteilt. Aus den Farbverschiebungen ermittelt man die Farbwiedergabe-Indizes.