



ISBN 3 900 734 37 2

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

TECHNICAL REPORT

FUNDAMENTALS OF THE VISUAL TASK
OF NIGHT DRIVING

Pub. N° CIE 100

1st Edition 1992

UDC: 628.971
617.754

Descriptor: Exterior Lighting
Visual Field

This Technical Report has been prepared by CIE Technical Committee 4-09 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 préparé par le Comité Technique CIE 4-09 de la Division 4 'Eclairage et signalisation pour les transports' et a été approuvé par le Bureau d'Administration de la Commission Internationale de l'Eclairage, pour étude et application. Le document 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 vom CIE-Technischen Komitee 4-09 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 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.

© CIE 1992

FOREWORD

The following members of TC 4-09, Fundamentals of the Visual Task of Night Driving, took part in the preparation of this Technical Report. The Committee comes under CIE Division 4, Lighting and Signalling for Transport.

W. Adrian	Canada
H. R. Blackwell	United States
T. L. Flodina	USSR
G. Helmers (until 1991)	Sweden
M. Keck	United States
P. Padmos	The Netherlands
D. A. Schreuder	The Netherlands
R. N. Schwab (Chairman)	United States
B. W. Tansley	Canada
H. L. Woltman	United States
Y. Yoshimura	Japan

TABLE OF CONTENTS	Page
Foreword	III
Table of Contents	IV
Summary	VII
Résumé	VII
Zusammenfassung	VII
 1. ANALYSIS OF THE NIGHT DRIVING TASK	 1
1.1 Introduction	1
1.2 Scope of Report	4
1.3 Driving as a Complex of Behavioural Subtasks	4
1.3.1 Positional Information Requirements	4
1.3.2 Situational Information Requirements	5
1.3.3 Navigational Information Requirements	6
1.4 Types of Visual Stimuli in the Driving Environment	6
1.5 The Visual Tasks of Driving	7
1.5.1 Visual Attention	7
1.5.2 Visual Detection	10
1.5.3 Visual Recognition	11
1.5.4 Decision Making	12
1.5.5 Visually Guided Responses	13
1.6 How Specific Visual Tasks Change During Night Driving	13
1.6.1 Reading During Driving	14
1.6.2 Fine Spatial Vision (Near)	15
1.6.3 Fine Spatial Vision (Far)	16
1.6.4 Coarse Spatial Vision	16
1.6.5 Visual Detection Tasks and Vision Near Detection Threshold	16
1.6.6 Visually Guided Movement	17
1.6.7 Colour Perception	17
1.7 Other Factors that Affect the Performance of the Visual Task of Night Driving	18
1.7.1 Weather/Atmospheric Transmissivity	18
1.7.2 Glare	18
1.7.3 Poor Roadway and Sign Illumination	19
1.7.4 Sensory/Perceptual Impairment	19
1.7.5 Driver Fatigue and Stress	20
1.7.6 Alcohol and Drug Use	20
1.8 Conclusions	20
 2. CRITICAL VISUAL ELEMENTS IN NIGHT DRIVING	 21
2.1 Introduction	21
2.2 Visual Elements	22
2.2.1 Lane Delineation and Roadway Edge Boundaries	22
2.2.2 Intersections, Entry and Exit Points	22

V

2.2.3	Sharp Curves, Discontinuities in Lane Path or Course of the Roadway	23
2.2.4	Roadway Obstructions and Condition of Pavement	23
2.2.5	Presence of Adverse Weather Conditions	24
2.2.6	Presence of Other Motorized Vehicles	24
2.2.7	Speed and Position of Other Vehicles	24
2.2.8	Presence of Pedestrians and Large Animals	24
2.2.9	Presence of Non-Motorized Traffic	25
2.2.10	Speed and Position of Pedestrians, Bicyclists and Related Objects	25
2.2.11	Objects on the Roadway	25
2.2.12	Stationary Vehicles	25
2.2.13	Warning and Regulatory Signs and Signals	25
2.2.14	Directional Signing	26
2.2.15	Informal Location References and Landmarks	26
2.3	Conditions that Influence the Criticality of Visual Elements	26
2.3.1	Motorways	26
2.3.2	Bi-Directional Roads Outside Built-Up Areas	27
2.3.3	Roads in Urban Areas	27
2.3.4	Influence of Reduced Visibility Conditions	28
2.4	Critical Visual Elements	28
2.4.1	Studies of Critical Visual Elements	28
2.5	Conclusions on Critical Visual Elements	31
3.	SIGHT DISTANCE CRITERIA	33
3.1	Introduction	33
3.2	Positional Level	33
3.2.1	Short Range Preview Distance	33
3.2.2	Long Range Preview Distance	34
3.3	Situational Level	35
3.3.1	Deceleration Sight Distance	35
3.3.1.1	Comfortable Deceleration	35
3.3.1.2	Panic Stop	35
3.3.2	Lane Change Sight Distance	36
3.3.3	Overtaking Sight Distance	37
3.3.4	Intersection Sight Distance	38
3.4	Navigational Level	39
4.	PREDICTING VISIBILITY	41
4.1	Visibility Models	41
4.2	Visibility Level - Visibility Distance	42
4.3	Application to Objects Seen in Driving	42
4.4	Evaluation and Use of Visibility Models	44

VI

5. IMPROVING THE DRIVER'S NIGHTTIME INFORMATION CUES	45
5.1 Determining What Needs Improvement	45
5.2 Vehicular Lighting	46
5.2.1 Positional Tasks	47
5.2.1.1 Retroreflective Delineation Treatments	47
5.2.1.2 Visibility Requirements	48
5.2.2 Situational Tasks	48
5.2.2.1 Visibility of Critical Elements	49
5.2.2.2 Visibility Requirements	49
5.2.3. Navigational Tasks	50
5.3 Public Lighting	50
5.3.1 Benefits of Public Lighting	51
5.3.2 Criteria for Design	51
5.3.2.1 Average pavement luminance	51
5.3.2.2 Arrangement and luminance distribution	52
5.3.2.3 Discomfort and disability glare	52
5.4 Opportunities for Improved Driver Performance	52
GLOSSARY OF TERMS	53
REFERENCES	55

FUNDAMENTALS OF THE VISUAL TASK OF NIGHT DRIVING

SUMMARY

This report presents the principal fundamental information known about the visual task of driving at night and provides insights as to how these principals may be used to make roadways safer and improve traffic flow at night. The first chapter describes the visual task of driving and establishes the elements in the perceptual process. It then discusses how night driving differs from daylight operations. Chapter two identifies and critically evaluates how the night driver acquires information from the roadway scene and discusses what are the important cues needed for vehicular operation. The third chapter discusses the required sight distances for carrying out the three major subtasks in driving. Chapter four discusses visibility models and their potential uses. The final chapter suggests methods for improving road design for nighttime conditions. Design elements discussed include public and vehicular lighting, the use of retroreflective materials and the use of self-luminous signals.

DONNEES DE BASE DE LA TACHE VISUELLE

DANS LA CONDUITE DE NUIT

RÉSUMÉ

Ce rapport présente les principales données de base concernant la tâche visuelle dans la conduite de nuit; il fournit aussi un aperçu des applications possibles de ces données pour rendre la route plus sûre et améliorer la circulation de nuit. Le premier chapitre décrit la tâche visuelle de conduite et les éléments du processus de perception. Il analyse ensuite les différences entre conduite de jour et conduite de nuit. Le chapitre 2 identifie et évalue de façon critique comment l'usager, de nuit, prélève l'information dans la scène routière et quels sont les objets importants, nécessaires pour la conduite du véhicule. Le troisième chapitre analyse les distances de visibilité nécessaires pour mener à bien les trois principales sous-tâches de la conduite. Le dernier chapitre propose des méthodes pour améliorer la route et ses équipements pour la circulation de nuit. Les éléments étudiés concernent l'éclairage, tant l'éclairage public que celui des véhicules, ainsi que l'emploi des matériaux rétro réfléchissants et des signaux lumineux.

GRUNDLAGEN DER SEHAUFGABE BEI NACHTFAHRTEN

ZUSAMMENFASSUNG

Dieser Bericht stellt die Grundlagen und Prinzipien dar, die uns über die Sehaufgabe bei Nachtfahrten bekannt sind. Er gibt Aufschluß, wie diese Prinzipien anzuwenden sind, um die Straßen sicherer zu machen und um den Verkehrsfluß bei Nacht zu verbessern. Das erste Kapitel beschreibt die Sehaufgabe beim Fahren und erläutert die wesentlichen Einzelheiten des Wahrnehmungsprozesses. Es wird dann untersucht, worin sich Fahrten bei Nacht von solchen bei Tage unterscheiden. Im zweiten Kapitel wird kritisch untersucht, wie der Fahrer bei Nacht die Information über das Straßenbild erfaßt und was die wichtigsten Punkte für das praktische Fahren sind. Das dritte Kapitel untersucht die Sehweiten, die erforderlich sind, um die wichtigsten drei Unteraufgaben beim Fahren ausführen zu können. Das vierte Kapitel untersucht die Sehmodelle und ihre Anwendungsmöglichkeiten. Das letzte Kapitel regt Methoden zur Verbesserung des Straßenbildes für Nachtzeitbedingungen an. Die Hinweise umfassen sowohl die Beleuchtung durch ortsfeste Anlagen als auch durch Fahrzeuge, sowie die Anwendung retroreflektierender Materialien und selbstleuchtender Zeichen.