

EEN SYSTEEM VOOR CLASSIFICATIE VAN KORTE TUNNELS

R-85-59

Dr. ir. D.A. Schreuder (SWOV) & ing. P. Fournier (Directie Sluizen en
Stuwen)

Leidschendam, 1985

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

1. INLEIDING

De moeilijkste problemen bij het verlichten van verkerstunnels doen zich overdag voor, en meer in het bijzonder bij de ingang ervan. Immers, bestuurders van motorvoertuigen die de tunnel naderen, moeten in staat zijn om reeds van buiten de tunnel in te kunnen kijken om het wegverloop en eventuele obstakels te kunnen ontwaren. Echter, een onverlichte of onvoldoende verlichte tunnel doet zich als een zwart gat voor, waarin geen enkel detail kan worden waargenomen. Dit "zwarte gat"-probleem kan worden opgelost door in het eerste gedeelte van de tunnel (de zgn. ingangszone) een hoog verlichtingsniveau te realiseren. Voor lange tunnels die zelf reeds een zeer grote kapitaalinvestering vereisen kan een dergelijke dure ingangsverlichting meestal zonder bezwaar worden geïnstalleerd. Voor korte tunnels is dat echter niet steeds het geval. Het is dus van belang om na te gaan voor welke tunnels van geringere lengte een dergelijke ingangsverlichting noodzakelijk is. Meestal stelt men het probleem anders: men stelt gewoonlijk dat een "lange" tunnel een volledige ingangsverlichting moet hebben, een "korte" tunnel daarentegen niet. Zo gesteld wordt het probleem het vaststellen welke tunnels als "lang" en welke als "kort" moeten worden beschouwd. Wanneer deze vraag is opgelost komt de moeilijkste vraag: op welke wijze moeten korte tunnels worden verlicht om een veilig en vlot verkeer (voor het gemotoriseerde snelverkeer) mogelijk te maken?

Voor het beantwoorden van deze vraag is onderzoek nodig. Voor men echter aan een dergelijk onderzoek kan beginnen moet eerst worden uitgemaakt over welke tunnels het daarbij eigenlijk gaat. Eerst is dus een classificatie van tunnels nodig. Daarbij dient men een onderscheid te maken tussen lange en korte tunnels, en binnen de korte tunnels moet men een onderscheid maken tussen tunnels die wel, resp. niet van een (min of meer complete) ingangsverlichting moeten worden voorzien.

In het verleden is men bij het opzetten van dergelijke classificaties gewoonlijk uitgegaan van de lengte zelf van de tunnel, meestal gemeten langs de wegas. Gebleken is dat deze manier niets opleverde. In de praktijk kan men tunnels van meer dan honderd meter tegenkomen die onder een enkele omstandigheid van weer of verkeer verlichting nodig hebben, maar

ook tunnels van 20 of 25 meter die zonder een volledige verlichting zeer gevaarlijk zijn. De onderhavige studie betreft het zoeken naar een betere maat en het voorbereiden van een classificatie. De studie is uitgevoerd door de Directie Sluizen en Stuwen van de Rijkswaterstaat en de SWOV, onder auspiciën van de Begeleidingsgroep Verlichtingsonderzoeken van de Rijkswaterstaat.

2. HET DOORZICHTGETAL

Omdat de lengte van de tunnel niet zonder meer geschikt bleek te zijn voor het classificeren van tunnels, of eigenlijk voor het karakteriseren van de "lengte" ervan, is naar een alternatief gezocht. Aan de hand van de overweging dat de zichtproblemen bij korte tunnels niet zozeer door een "zwart gat", maar eerder door een "zwarte lijst" worden veroorzaakt, is een "doorzichtgetal" gedefiniëerd. Daarbij is overwogen dat men in vele gevallen door een korte tunnel heen kan kijken; dit betekent dat obstakels in zo'n tunnel veelal - tenminste ten dele - tegen de heldere achtergrond achter de tunnelingang afsteken. De breedte van de zwarte lijst is dus maatgevend voor de mate waarin de tunnel een belemmering voor de waarneming vormt.

Bij het opstellen van een numerieke waarde voor het doorzichtgetal is voorts nog in de overweging betrokken het feit dat het plafond (het bovendeel van de lijst) vrijwel nooit een visuele belemmering zal opleveren. Het doorzichtgetal is derhalve gedefiniëerd als de verhouding tussen twee vierhoeken (meestal rechthoeken)

$$K = \frac{EFGH}{ABCD} \times 10 \text{ (zoals weergegeven in Afbeelding 1)}$$

De vraag was nu in hoeverre tunnels van verschillende lengte kunnen worden gekarakteriseerd door middel van dit doorzichtgetal. Om dit na te gaan zijn door de Directie Sluizen en Stuwen een aantal onderzoeken uitgevoerd.

3. HET ONDERZOEK

Het onderzoek is opgezet in de vorm van een subjectieve beoordeling. Van 26 tunnels van verschillende lengte (maar allemaal "min of meer kort") zijn dia-opnamen gemaakt, die door een aantal waarnemers zijn beoordeeld.

De beoordeling omvatte het beantwoorden van de volgende twee vragen:

1. Stelt u zich voor dat de getoonde tunnel in een autoweg is gelegen, zoudt u hier dan zonder snelheid te minderen doorheen rijden?
2. Stelt u zich voor dat de getoonde tunnel in een autoweg is gelegen, zoudt u dan een in de tunnel stilstaande auto of fietser tijdig waar kunnen nemen?

In beide gevallen kon met Ja, Nee of Geen Mening worden geantwoord.

Deze enquête is in twee fasen gehouden. De eerste keer is hij aangevuld met een aantal andere vragen; daarbij werden bovendien dia's vertoond die van verschillende afstand waren genomen. De tweede fase was eenvoudiger: allerlei bijkomende vragen zijn achterwege gelaten en alleen dia's die van 50 m afstand zijn genomen, zijn vertoond. De eerste fase omvatte 22 waarnemers, de tweede 27 waarnemers. Voor de analyse zijn de resultaten van de twee fasen samen genomen. Voorts is in eerste instantie alleen naar de eerste vraag gekeken. Tenslotte is Geen Mening bij Nee gevoegd. Op deze wijze is voor iedere tunnel het resultaat weer te geven in het aantal Ja-antwoorden bij een totaal van 49 beoordelingen genormeerd op een schaal van 0 t/m 10. Deze resultaten zijn in Tabel 1 weergegeven, samen met het doorzichtgetal dat voor iedere tunnel is bepaald aan de hand van de opnamen die ook voor de beoordeling zijn gebruikt - dus van 50 m afstand genomen.

4. DISCUSSIE

In Tabel 1 zijn de resultaten weergegeven, opgesomd in de willekeurige volgorde waarin de tunnels zijn vertoond. In Tabel 2 zijn de resultaten herhaald, maar dan gegroepeerd in een opklimmende volgorde van de beoordeling. Voor iedere beoordeling zijn het nummer (of de nummers) van de tunnel toegevoegd te zamen met de doorzichtgetallen. Deze gegevens zijn ook weergegeven in Afbeelding 2. Uit deze gegevens blijkt dat er inderdaad een zekere samenhang te zien is tussen het doorzichtgetal en de beoordeling: een groter doorzichtgetal (een smallere zwarte lijst) correspondeert globaal met een hogere beoordeling (meer Ja-antwoorden).

Een nadere beschouwing van Afbeelding 2 levert de suggestie op dat er van drie groepen waarnemingen (drie "clusters") sprake is. De beoordelingen zijn in drie groepen te onderscheiden ofschoon de doorzichtgetallen een tamelijk continue verzameling lijken te vertegenwoordigen. Het vermoeden zou kunnen worden geformuleerd dat de waarnemers in een aantal gevallen in twijfel zijn (beoordelingen tussen 4 en 7,5); de beoordeling is niet eenstemmig. In andere gevallen echter is er eenstemmigheid of tenminste een grote eensgezindheid: beoordeling tussen 0 en 2, resp. tussen 8,5 en 10. In die gevallen was het overgrote deel van de waarnemers het dus eens: hetzij zeer slechte tunnels (bijna geen Ja-antwoorden) of juist zeer goede tunnels (bijna uitsluitend Ja-antwoorden).

In Afbeelding 2 is per cluster het gemiddelde en de standaardafwijking aangegeven (zie ook Tabel 3). Het verschil tussen cluster 1 en 2 is wat betreft het doorzichtgetal dus duidelijk niet-significant, tussen cluster 3 en de twee andere echter wel. Tenslotte is er een zekere tendens waar te nemen tot een toename van de beoordeling bij toenemend doorzichtgetal per cluster. Een nadere analyse is echter nodig om na te gaan of deze tendens systematisch van een toevallige is te onderscheiden.

5. CONCLUSIES

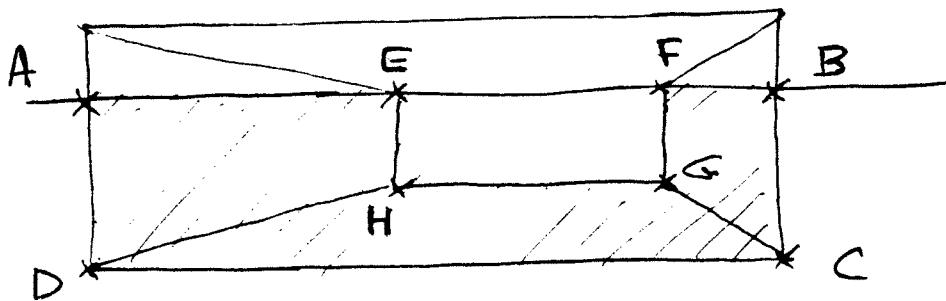
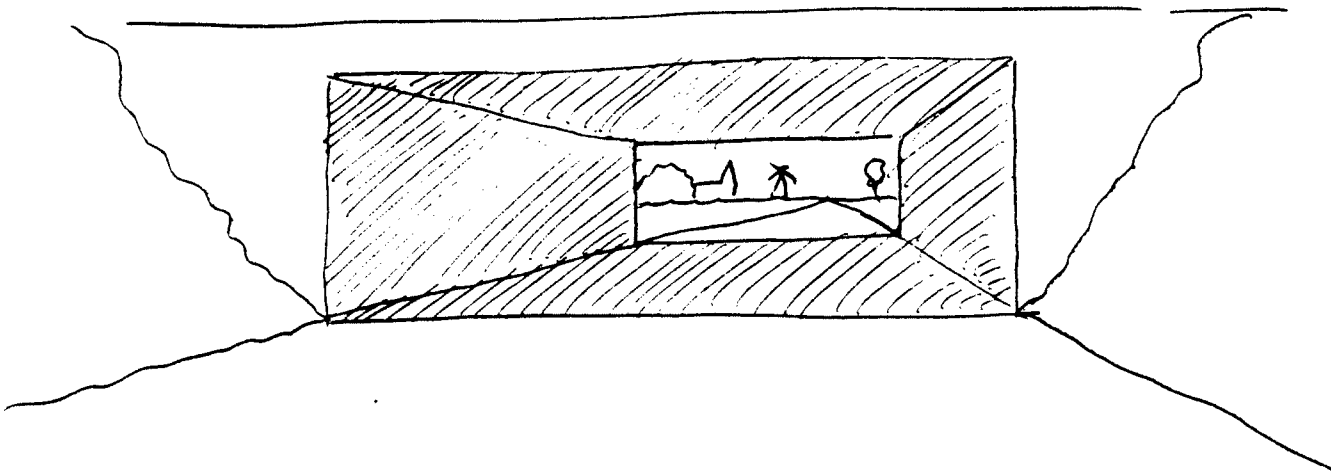
Uit het voorgaande kan worden geconcludeerd dat het doorzichtgetal een zekere aanwijzing kan geven omtrent de mate waarin beoordelaars problemen van visuele aard menen te kunnen verwachten wanneer zij door de betreffende tunnel heen zouden moeten rijden. Voorts blijkt het mogelijk te zijn dergelijke beoordelingen uit te voeren aan de hand van geprojecteerde diapositieven.

De gevonden relatie tussen de visuele beoordeling en het doorzichtgetal is niet sterk genoeg om als basis te kunnen dienen voor een eventuele aanbeveling voor de verlichting voor korte tunnels. De gebruikte methode lijkt echter wel bruikbaar te zijn voor het opsporen en aanwijzen van een aantal tunnels die kunnen worden gebruikt voor nader onderzoek, meer in het bijzonder wanneer gebruik zou worden gemaakt van het feit dat er een drietal clusters lijkt te bestaan.

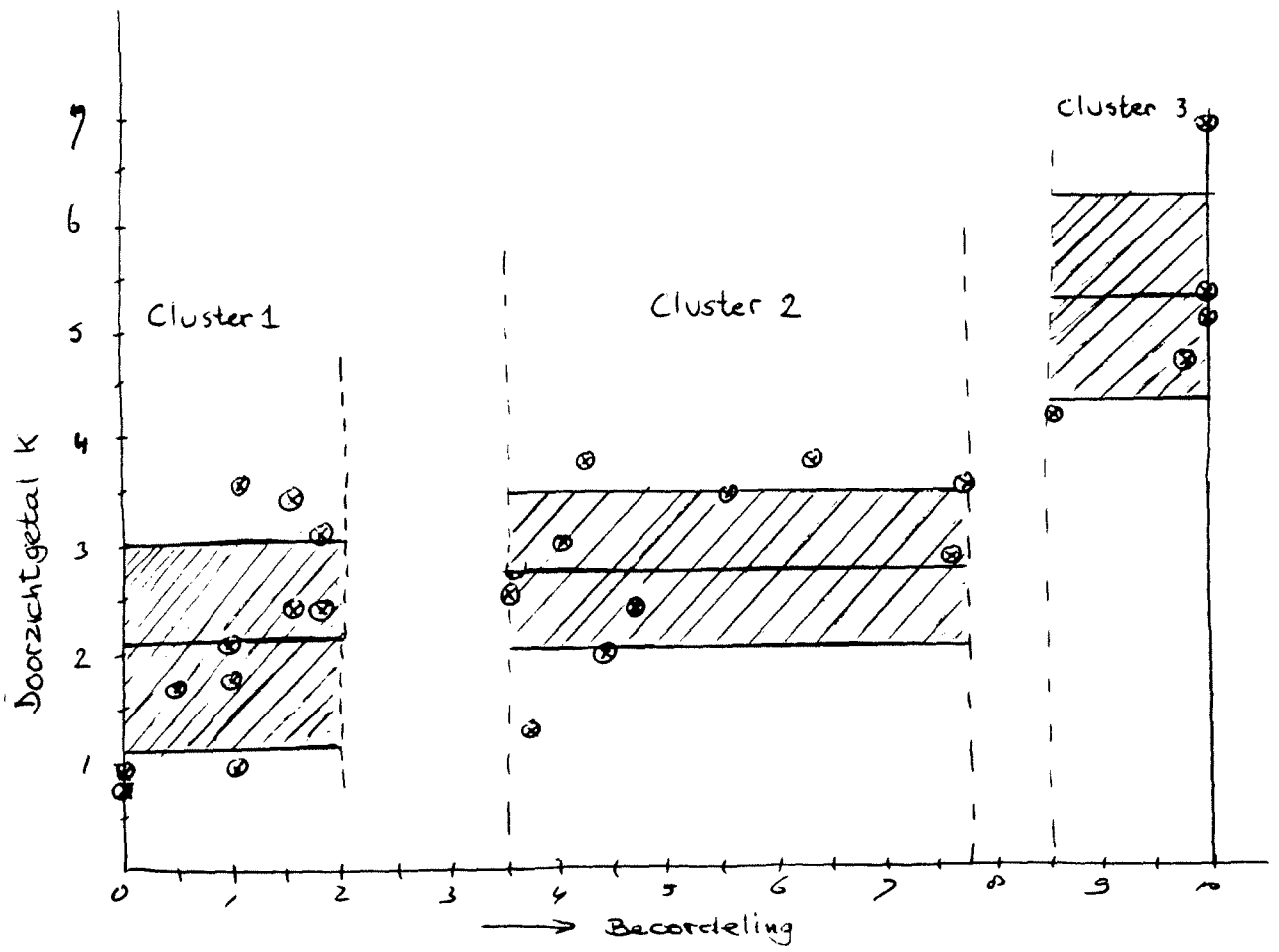
6. AANBEVELING

Ten behoeve van het nader onderzoek wordt aanbevolen om uit ieder van de drie clusters een klein aantal (bijv. 2 à 3) tunnels uit te zoeken en die nader te onderzoeken. Daarbij dient vooral aandacht te worden besteed aan het volgende:

- cluster 1 (zeer slecht) kan uitsluitseel geven over de optimale verlichting voor korte tunnels die grote visuele problemen opleveren;
- cluster 2 (middelgroot) kan verder uitsluitseel geven over de vraag welke "korte" tunnels echt kort zijn en zonder verlichting kunnen blijven en welke wel verlicht moeten worden - zo ja, hoe: net als cluster 1 of anders;
- cluster 3 (zeer goed) kan uitsluitseel geven over de vraag welke voorzieningen gewenst zijn in korte tunnels ("echte korte tunnels") die overdag onverlicht kunnen blijven.



Afbeelding 1. Doorzichtgetal $K = \frac{EFGH}{ABCD} \times 10$



Afbeelding 2. Resultaten van de beoordelingsproeven.

Tunnel No.	Eerste proef		Tweede proef		Totaal		Beoord.	Doorzicht- getal K
	Ja	Nee	Ja	Nee*)	Ja	Nee*)		
1	0	22	5	22	5	44	1,020	2,1
2	14	8	24	3	38	11	7,755	3,4
3	6	16	12	15	18	31	3,673	2,5
4	8	14	18	9	26	23	4,694	2,4
5	1	21	20	7	21	28	4,286	3,8
6	4	18	4	23	8	41	1,633	2,4
7	10	12	12	15	22	27	4,490	2,0
8	2	20	3	24	5	44	1,020	3,6
9	16	6	21	6	37	12	7,551	2,8
10	4	18	5	22	9	40	1,837	3,1
11	6	16	3	24	9	40	1,837	2,4
12	20	2	22	5	42	7	8,571	4,4
13	2	20	6	21	8	41	1,633	3,4
14	22	0	27	0	49	0	10	6,8
15	22	0	27	0	49	0	10	5,1
16	22	0	27	0	49	0	10	5,3
17	0	22	0	27	0	49	0	0,75
18	0	22	0	27	0	49	0	0,8
19	3	19	16	11	19	30	3,878	1,3
20	21	1	27	0	48	1	9,780	4,7
21	8	14	19	8	27	22	5,510	3,4
22	13	9	18	9	31	18	6,327	3,8
23	0	22	2	25	2	47	0,408	1,65
24	4	18	1	26	5	44	1,020	1,8
25	0	22	6	21	6	43	1,224	0,9
26	4	18	16	11	20	29	4,082	3,0

*) inclusief Geen Mening

Tabel 1. Resultaten van de beoordelingsproeven

Beoordeling	Tunnels no.			Doorzichtgetal		
<u>Cluster 1</u>						
0,0	17	18		0,75	0,8	
0,41	23			1,65		
1,02	1	8	24	2,1	3,6	1,8
1,22	25			0,9		
1,63	6	13		2,4	3,4	
1,84	10	11		3,1	2,4	
<u>Cluster 2</u>						
3,67	3			2,5		
3,89	19			1,3		
4,08	26			3		
4,29	5			3,8		
4,49	7			2,0		
4,69	4			2,4		
5,51	21			3,4		
6,33	22			3,8		
7,55	2	9		3,4	2,8	
<u>Cluster 3</u>						
8,57	12			4,4		
9,87	20			4,7		
10,0	14	15	16	6,8	5,1	5,3

Tabel 2.

	Gemiddelde	Standaardafwijking
Cluster 1	2,082	1,018
2	2,74	0,735
3	5,26	0,929

Tabel 3.

