



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Bezoek proefopstelling Montblanc Tunnel 8 april 2019

Harry de Haan – Elumint
Johan Naber – RWS GPO

De invloed van kleurtemperatuur
op zichtbaarheid in tunnels

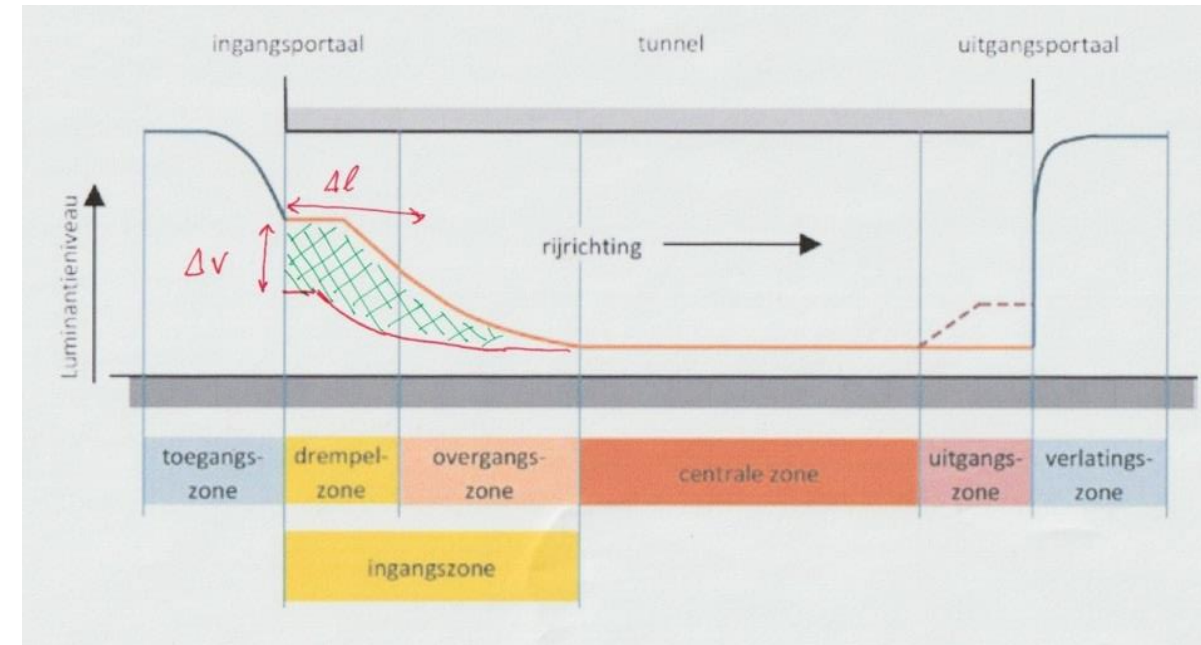
Met medewerking van:

Dirk Hetebrij – Light Surface Control
Willem Zandvliet – RWS GPO
Jeroen van der Vlugt – Signify
Tineke Wiersma – RWS GPO
Ferry Paalman – RWS GPO

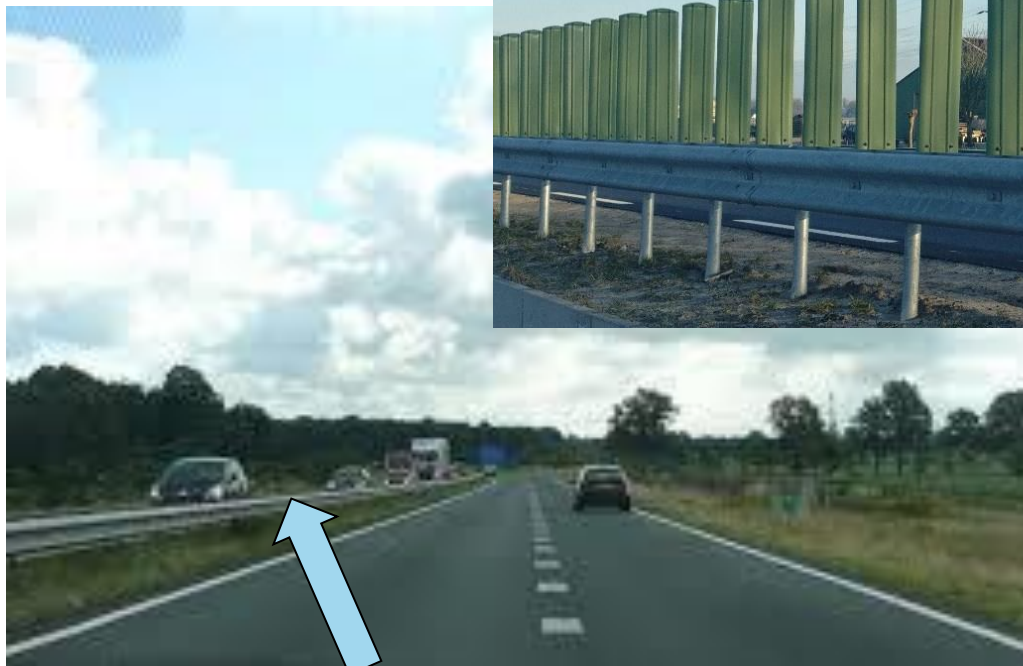
Wat speelt er nog meer?



1. Lichte wanden – Landelijke taak RWS
2. Nabeelden – Duco Schreuder
3. Rijproeven Gaasperdammertunnel:
 - Lagere niveaus ingang en basisverlichting?
 - Kortere ingangszone?
 - Invloed lagere snelheid
4. Aanscherpen $V(\lambda)$ voor blauw component?
5. Anti-verblindingsmiddenberm



Anti-verblindingsmiddenberm

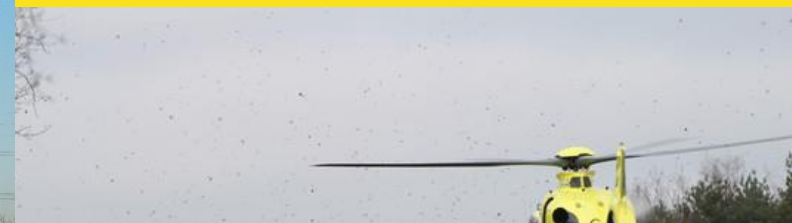


Middenberm snelwegen (NL):

- Koplampen alle tegenliggers zichtbaar

Middenberm Autobahn (D)

- Koplampen tegenliggers niet zichtbaar



Wat speelt er nog meer?



1. Lichte wanden – Landelijke taak RWS
2. Nabeelden – Duco Schreuder
3. Rijproeven Gaasperdammertunnel:
 - Lagere niveaus ingang en basisverlichting?
 - Kortere ingangszone?
 - Invloed lagere snelheid
4. Aanscherpen $V(\lambda)$ voor blauw component?
5. Anti-verblindingsmiddenberm
6. Modulair bouwen / renoveren
7. NSVV-werkgroep tunnelverlichting:
 - Adviesaanvragen vanuit projecten
 - Addendum opstellen
8. Waar inbrengen?
 - Bij Rijkswaterstaat (met hulp van DGMO)
 - Met COB (Centrum Ondergronds Bouwen) Europees aanpakken

Het afgelopen jaar is er intensieve afstemming tussen CETU in Frankrijk en het COB en RWS geweest. Hierbij bleek dat in de MontBlanc Tunnel een experiment gaande was met helderheid van de wanden.

Na een bezoek op 5 november 2018 bleek dat de tunnel de uitgelezen kans bood om een A/B-vergelijking te doen tussen SONT/TL en led. Daarom is op 8 april de tunnel opnieuw bezocht door een illustrer gezelschap bestaande uit vertegenwoordigers van RWS en de NSVV.



- Ter plekke bleek de proefopstelling ook de mogelijkheid te bieden voor:
 - A/B-vergelijking tussen SONT en led
 - Invloed van kleurtemperatuur led

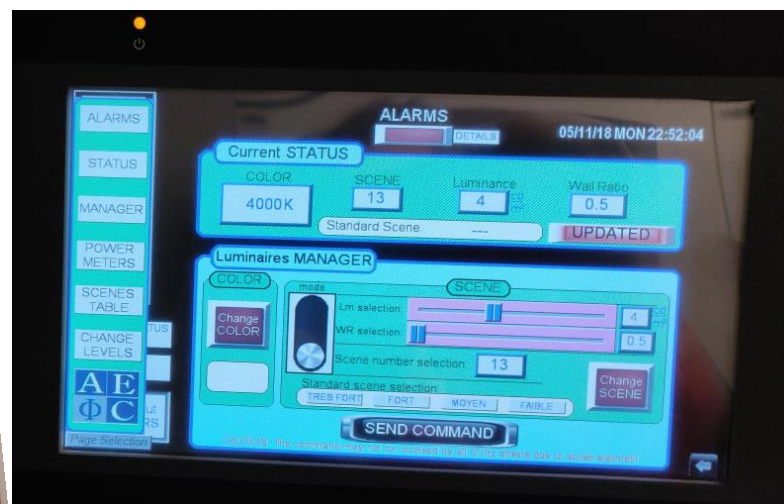
Daarom op 8 april 2019 opnieuw bezocht



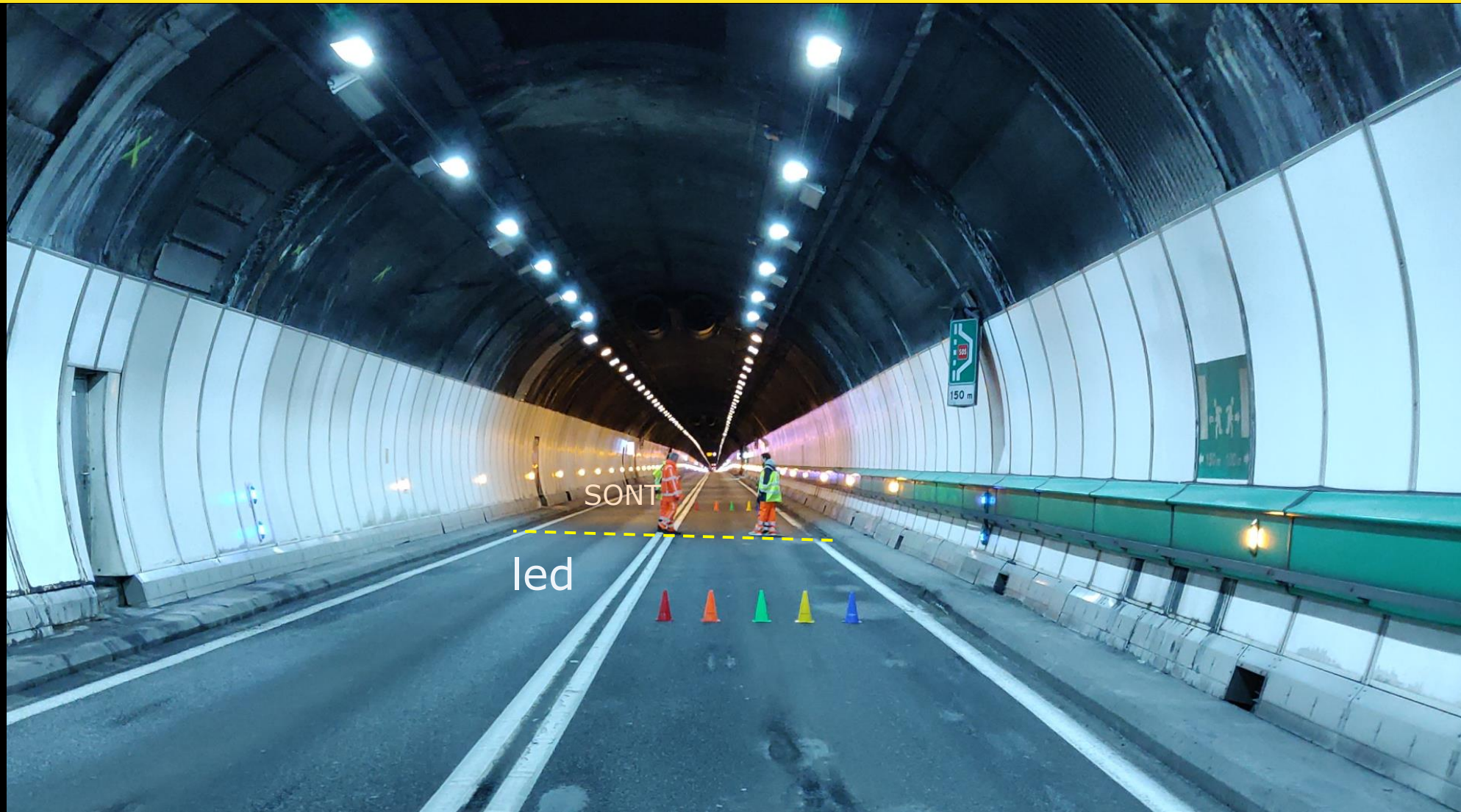
- **Armaturen/opstelling**
- 400 meter in centrale zone Montblanc tunnel, 5m LPH
- 8 secties in armatuur waarmee 72 scenario's instelbaar, zie lijst
- Variatie in:
 - Wegdekluminantie: 2; 3; 4; 5; 6; 7 cd/m²
 - Wandluminantie: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 x wegdekluminantie
 - Kleurtemperatuur: 4000 of 5700K (neutraal wit of koud wit)

Figura 3: Tabella Scenari

Luminanza [cd/m ²]	Rapporto Pareti	Layout	SCENARIO	mA 5505	mA A25
7	3	TUTTI GLI APPARECCHI ACCESI	36	0	1000
7	2,5	TUTTI GLI APPARECCHI ACCESI	35	70	1000
7	2	TUTTI GLI APPARECCHI ACCESI	34	100	1000
7	1,5	TUTTI GLI APPARECCHI ACCESI	33	130	1000
7	1	TUTTI GLI APPARECCHI ACCESI	32	160	1000
7	0,5	TUTTI GLI APPARECCHI ACCESI	31	190	1000
6	3	TUTTI GLI APPARECCHI ACCESI	30	0	800
6	2,5	TUTTI GLI APPARECCHI ACCESI	29	60	800
6	2	TUTTI GLI APPARECCHI ACCESI	28	110	800
6	1,5	TUTTI GLI APPARECCHI ACCESI	27	170	800
6	1	TUTTI GLI APPARECCHI ACCESI	26	230	800
6	0,5	TUTTI GLI APPARECCHI ACCESI	25	290	800
5	3	TUTTI GLI APPARECCHI ACCESI	24	0	600
5	2,5	TUTTI GLI APPARECCHI ACCESI	23	50	600
5	2	TUTTI GLI APPARECCHI ACCESI	22	100	600
5	1,5	TUTTI GLI APPARECCHI ACCESI	21	140	600
5	1	TUTTI GLI APPARECCHI ACCESI	20	190	600
5	0,5	TUTTI GLI APPARECCHI ACCESI	19	250	600
4	3	TUTTI GLI APPARECCHI ACCESI	18	0	400
4	2,5	TUTTI GLI APPARECCHI ACCESI	17	40	400
4	2	TUTTI GLI APPARECCHI ACCESI	16	80	400
4	1,5	TUTTI GLI APPARECCHI ACCESI	15	110	400
4	1	TUTTI GLI APPARECCHI ACCESI	14	150	400
4	0,5	TUTTI GLI APPARECCHI ACCESI	13	190	400
3	3	TUTTI GLI APPARECCHI ACCESI	12	0	200
3	2,5	TUTTI GLI APPARECCHI ACCESI	11	30	200
3	2	TUTTI GLI APPARECCHI ACCESI	10	60	200
3	1,5	TUTTI GLI APPARECCHI ACCESI	9	90	200
3	1	TUTTI GLI APPARECCHI ACCESI	8	110	200
3	0,5	TUTTI GLI APPARECCHI ACCESI	7	140	200
2	3	QUINQUE APPARECCHI ACCESI	6	0	0
2	2,5	QUINQUE APPARECCHI ACCESI	5	40	0
2	2	QUINQUE APPARECCHI ACCESI	4	80	0
2	1,5	QUINQUE APPARECCHI ACCESI	3	110	0
2	1	QUINQUE APPARECCHI ACCESI	2	150	0
2	0,5	QUINQUE APPARECCHI ACCESI	1	190	0



Proefopstelling led versus SONT



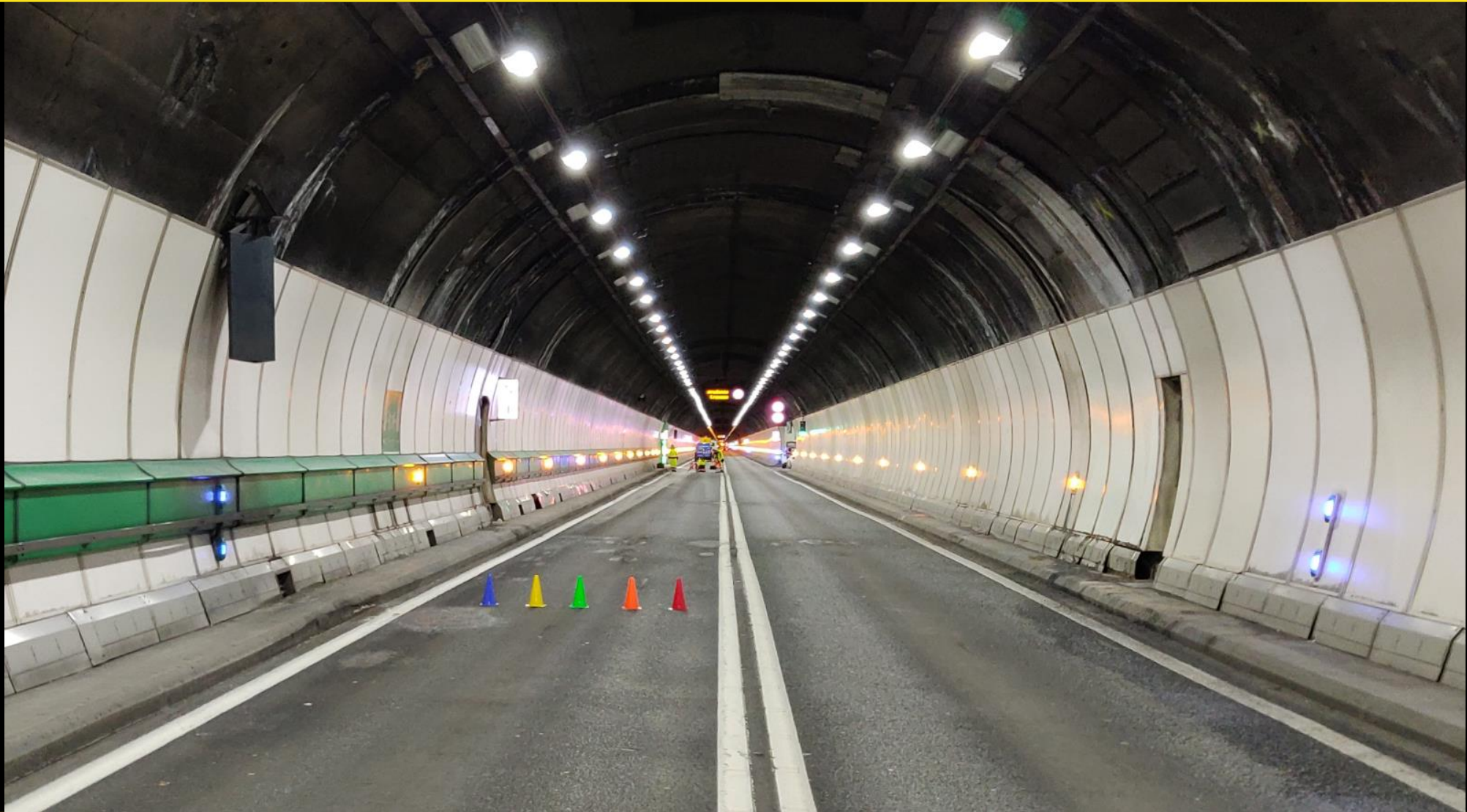
SONT+TL (bestaande systeem)



Led neutraal wit (4000K)



Led koud wit (5700K)



Deeltest A: Waarneming



SONT/TL

LED-NW
or
LED-CW



- SONT/TL: vast niveau: 7 cd/m²
- Led Neutraal wit:
 - Terugregelen van 7 naar 2 cd/m² (stapgrootte is 1)
 - Opregelen van 2 naar 7 cd/m² (stapgrootte is 1)
- Led Koud wit:
 - Terugregelen van 7 naar 2 cd/m² (stapgrootte is 1)
 - Opregelen van 2 naar 7 cd/m² (stapgrootte is 1)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
									LED	
	SONT				gelijk				beter	
	beter									

➤ **Vaststellen wanneer zichtbaarheid objecten even goed is**

5



Vastlegging beoordelingen



Deeltest A: Vergelijking SONT en led-verlichting					O = Objecten		K = Kegels (gekleurd)		5 = opmerkelijke beoordelingen		= overgang per beoordelaar		= onbruikbare beoordeling		Opm						
Ervaar je de zichtbaarheid van de objecten gelijkwaardig?					GEM	DEV	GEM	DEV	1	2	3	4	5	6							
					O	O	K	K	O	K	O	K	O	K		O	K				
Test A1 (SONT)	7	200%	NW	Landholt ring lopen (meters)	49,0	5,5			44		49		45		42		60		49		Beoordelaar 1 had hier last van ogen (te veel traanvocht)
Test A1 (LED)	7	200%	NW	Landholt ring lopen (meters)	50,8	5,0			32		52		49		42		60		51		geen significant verschil
Test A2,	7	200%	NW	Objecten beoordelen bij gelijke niveaus	4,3	0,9			5		5		5		4		2		5		klomp wordt wat minder
Test A3	7	200%	CW	Objecten beoordelen bij gelijke niveaus	6,0	1,0			7		7		6		4		7		5		
Test A4	6	200%	NW	Idem bij 1 cd/m2 lower	4,8	0,9			6		5		4		3		6		5		
Test A5	5	200%	NW	Idem bij 1 cd/m2 lower	4,3	1,0			5		5		3		3		6		4		SONT beter, maar led nog steeds zichtbaar
Test A6	4	200%	NW	Idem bij 1 cd/m2 lower	3,5	0,8			3		5		2		3		4		4		Bij Led objecten nog steeds wel zichtbaar, klomp niet te zien
Test A7	3	200%	NW	Idem bij 1 cd/m2 lower	2,4	0,5			2		2		2		3		3		3		Bij Led objecten nog steeds wel zichtbaar
Test A8	2	200%	NW	Idem bij 1 cd/m2 lower	2,0	0,6			1		2		2		2		3		3		Bij Led objecten nog steeds wel zichtbaar
Test A9	3	200%	NW	Idem bij 1 cd/m2 higher	2,6	0,6	3,67	1,33	2	2	3	5	2	2	3	5	3	3	4	5	Bij Led objecten nog steeds wel zichtbaar, + klomp te zien
Test A10	4	200%	NW	Idem bij 1 cd/m2 higher	3,2	0,3	3,83	0,89	3	4	3	5	3	4	3	5	4	2	2	3	Bij Led objecten nog steeds wel zichtbaar
Test A11	5	200%	NW	Idem bij 1 cd/m2 higher	4,2	1,2	4,17	1,17	5	4	5	6	3	5	3	5	5	2	2	3	Bij Led objecten nog steeds wel zichtbaar
Test A12	6	200%	NW	Idem bij 1 cd/m2 higher	4,6	0,8	4,83	0,61	5	5	5	6	4	5	4	5	5	5	2	3	Bij Led objecten nog steeds wel zichtbaar
Test A13	7	200%	NW	Idem bij 1 cd/m2 higher	5,2	0,6	6,33	0,67	6	6	5	6	5	7	4	5	5	7	6	7	Bij Led objecten nog steeds wel zichtbaar, weinig verschil
Test A14	7	200%	CW	Idem at Cold White led	6,8	0,3	6,83	0,61	7	7	7	7	6	7	7	5	7	7	7	8	Bij Led objecten nog steeds wel zichtbaar, weinig verschil
Test A15	6	200%	CW	Idem bij 1 cd/m2 lower	6,2	0,8	5,50	1,17	5	5	7	7	6	7	7	5	7	3	5	6	
Test A16	5	200%	CW	Idem bij 1 cd/m2 lower	6,0	0,7	4,83	0,89	5	5	5	5	6	4	7	5	7	3	5	6	
Test A17	4	200%	CW	Idem bij 1 cd/m2 lower	5,0	0,7	4,50	0,83	4	4	5	5	5	4	4	5	7	3	4	4	
Test A18	3	200%	CW	Idem bij 1 cd/m2 lower	4,0	0,7	3,83	0,56	4	4	5	5	3	3	3	4	5	3	4	4	zicht objecten minder. Led verblind iets
Test A19	2	200%	CW	Idem bij 1 cd/m2 lower	3,2	0,3	3,83	1,44	3	3	3	5	3	3	3	3	3	2	4	7	
Test A20	3	200%	CW	Idem bij 1 cd/m2 higher	3,5	1,3	3,50	1,67	3	3	5	5	1	1	3	3	3	2	6	7	
Test A21	4	200%	CW	Idem bij 1 cd/m2 higher	5,2	1,2	4,33	1,33	4	4	5	5	3	3	6	5	7	2	6	7	
Test A22	5	200%	CW	Idem bij 1 cd/m2 higher	6,0	1,0	5,50	1,17	5	4	5	7	5	5	7	6	7	4	7	7	te veel licht
Test A23	6	200%	CW	Idem bij 1 cd/m2 higher	6,5	0,5	6,00	0,67	6	6	6	7	6	6	7	6	7	4	7	7	te veel licht
Test A24	7	200%	CW	Idem bij 1 cd/m2 higher	7,0	0,3	6,67	0,44	7	7	6	7	7	7	7	7	6	7	6	8	7



Gelijke beoordeling zichtbaarheid objecten en bijbehorende besparing:

- Bij vergelijking SONT/TL met led-NW (4000K):
 - » -14% (o.b.v. gemiddelde over proefpersonen)
 - » 0% (o.b.v. alle proefpersonen)
- Bij vergelijking SONT/TL met led-CW (5700K):
 - » - 43 % (o.b.v. gemiddelde over proefpersonen)
 - » - 29 % (o.b.v. alle proefpersonen)
- Dit alles ondanks dat SONT met TL gemengd is.
- Mogelijk zou vergelijking led-NW en SONT zonder TL

Conclusie:

- » Bij led-NW (4000K): 0 % reductie
- » Bij led-CW (5700K): 29 % reductie

