

Adaptation de l'éclairage de tunnel en fonction du trafic horaire et de la vitesse

Idée

Les exigences en matière d'éclairage des tunnels dépendent, entre autres facteurs (voir VSS 40551-1, tableau 1), de l'intensité du trafic et de la vitesse.

Grâce aux luminaires à LED, à la gestion de l'éclairage et à la détection de la densité actuelle du trafic (par ex. capteur radar ou caméra) et de la vitesse, la luminosité de l'éclairage du tunnel peut être adaptée aux conditions du moment.

Des points d'évaluation sont attribués en fonction du débit de circulation, ce qui permet de déterminer la classe du tunnel et de régler la luminosité correspondante de l'éclairage du tunnel.

Base

Norme VSS 40551-1 « Éclairage public dans les tunnels routiers, galeries et passages inférieurs, partie 1 : Exigences photométriques, définitions et exigences de qualité ».

- P. 7: Définition Débit de circulation (6.1) et Trafic déterminant (6.2)
- P. 14: Tableau 1: Détermination de la classe de tunnel - Extrait des paramètres de l'intensité du trafic

Bestimmung der Tunnelklasse anhand von Wertungspunkten Détermination de la classe de tunnel à l'aide de points d'évaluation			
Verkehrsstärke ¹⁾ Débit de circulation ¹⁾			Wertungspunkte Points d'évaluation
Einrichtungsverkehr 3 Fahrstreifen ²⁾ Trafic unidirectionnel 3 voies de circulation ²⁾	Einrichtungsverkehr 2 Fahrstreifen Trafic unidirectionnel 2 voies de circulation	Gegenverkehr Trafic bidirectionnel	
[Fz · h ⁻¹] / [vhc · h ⁻¹]			
> 4700	> 2800	> 1800	3
2400...4700	1200...2800	800...1800	2
< 2400	< 1200	< 800	1

¹⁾ Le trafic horaire MSV déterminant est fixé selon la SN 640 005 «Recensements du trafic; courbes de variation et trafic journalier moyen des jours ouvrables», ainsi que les VSS 40 016 et SN 640 017 und SN 640 017.

Figure 1 : Extrait VSS 40551-1 (p. 14 tableau 1)

•

1. Détermination des points d'évaluation pour le volume de trafic correspondant au trafic horaire

Exemples des trois différents types de tunnels :

Trafic unidirectionnel à 3 voies

Trafic unidirectionnel à 2 voies

Trafic bidirectionnel

Heure de comptage	Débit de circulation (véhicules par heure pour un sens de circulation à 3 voies)	Zone	Points d'évaluation	Heure de comptage	Débit de circulation (véhicules par heure pour un sens de circulation)	Zone	Points d'évaluation	Heure de comptage	Débit de circulation (véhicules par heure pour les deux sens de circulation)	Zone	Points d'évaluation
0000-0100	780	<2400	1	0000-0100	520	<1200	1	0000-0100	100	<800	1
0100-0200	435	<2400	1	0100-0200	290	<1200	1	0100-0200	100	<800	1
0200-0300	360	<2400	1	0200-0300	240	<1200	1	0200-0300	100	<800	1
0300-0400	420	<2400	1	0300-0400	280	<1200	1	0300-0400	200	<800	1
0400-0500	885	<2400	1	0400-0500	590	<1200	1	0400-0500	600	<800	1
0500-0600	3 000	2400-4700	2	0500-0600	2 000	1200-2800	2	0500-0600	2 700	>1800	3
0600-0700	6 600	>4700	3	0600-0700	4 400	>2800	3	0600-0700	3 700	>1800	3
0700-0800	7 200	>4700	3	0700-0800	4 800	>2800	3	0700-0800	3 000	>1800	3
0800-0900	6 375	>4700	3	0800-0900	4 250	>2800	3	0800-0900	2 500	>1800	3
0900-1000	5 850	>4700	3	0900-1000	3 900	>2800	3	0900-1000	2 500	>1800	3
1000-1100	6 000	>4700	3	1000-1100	4 000	>2800	3	1000-1100	2 600	>1800	3
1100-1200	6 150	>4700	3	1100-1200	4 100	>2800	3	1100-1200	2 500	>1800	3
1200-1300	6 300	>4700	3	1200-1300	4 200	>2800	3	1200-1300	2 700	>1800	3
1300-1400	6 450	>4700	3	1300-1400	4 300	>2800	3	1300-1400	2 600	>1800	3
1400-1500	6 600	>4700	3	1400-1500	4 400	>2800	3	1400-1500	2 600	>1800	3
1500-1600	7 125	>4700	3	1500-1600	4 750	>2800	3	1500-1600	2 900	>1800	3
1600-1700	7 800	>4700	3	1600-1700	5 200	>2800	3	1600-1700	3 000	>1800	3
1700-1800	7 650	>4700	3	1700-1800	5 100	>2800	3	1700-1800	2 600	>1800	3
1800-1900	6 600	>4700	3	1800-1900	4 400	>2800	3	1800-1900	1 900	>1800	3
1900-2000	4 800	>4700	3	1900-2000	3 200	>2800	3	1900-2000	1 300	800-1800	2
2000-2100	3 450	2400-4700	2	2000-2100	2 300	1200-2800	2	2000-2100	1 100	800-1800	2
2100-2200	2 775	2400-4700	2	2100-2200	1 850	1200-2800	2	2100-2200	900	800-1800	2
2200-2300	2 250	<2400	1	2200-2300	1 500	1200-2800	2	2200-2300	600	<800	1
2300-2400	1 575	<2400	1	2300-2400	1 050	<1200	1	2300-2400	300	<800	1

Figure 2 : Détermination des points d'évaluation en fonction du trafic horaire pour trois types de tunnels

- Pour déterminer la classe définitive du tunnel, il faut, conformément à la VSS 40551-1 (p. 14/tableau 1), prendre en compte les autres critères « trafic mixte ou véhicules à moteur uniquement », « luminance des parois » et « longueur du tunnel >2,5 km ou ≤2,5 km ».
- Selon la norme VSS 40551-1 (p. 19/tableau 2), il est alors possible de déterminer la valeur k et la luminance de la chaussée pour la zone d'entrée 1 et pour la zone centrale (p. 22/tableau 3).
- Dans les trois exemples ci-dessus, trois points d'évaluation sont atteints pour l'intensité du trafic au maximum, ce qui donne la possibilité d'abaisser deux classes de tunnel (zones jaunes et vertes).
Si le trafic maximal n'atteint que deux points d'évaluation, seule une classe de tunnel peut être abaissée.
Si le trafic maximal n'atteint qu'un seul point d'évaluation, il n'est pas possible d'abaisser le niveau.

Exemple : exemple pour les différentes valeurs k et luminances de la chaussée

Voici un exemple de tunnel avec trafic unidirectionnel et 2 voies de circulation correspondant aux chiffres de trafic horaire du tableau central de la figure 2, page 2.

Détermination de la classe du tunnel à l'aide de points d'évaluation			
Volume de trafic vhc/h	>2800	1200-2800	<1200
Points d'évaluation	3	2	1
Somme des autres critères (véhicules à moteur uniquement, luminance des murs ≤80% et longueur ≤2,5 km)	1	1	1
Total des points d'évaluation	4	3	2
Classe de tunnel	4	3	2
Détermination de la valeur k selon VSS 40551-1 tableau 2 :			
Exemple éclairage à contre flux et d'une vitesse de 100 km/h			
valeur k	30‰	25‰	20‰
Luminance de la chaussée pour le tronçon d'entrée 1 :			
Pour L20 = 4000 cd/m²			
L _{fe}	120 cd/m ²	100 cd/m ²	80 cd/m ²
Densité lumineuse de la chaussée pour le tronçon intérieur de jour selon VSS 40551-1 Tableau 3 :			
Pour un trafic unidirectionnel et 100 km/h			
L _{fi jours}	3.0 cd/m ²	2.5 cd/m ²	2.0 cd/m ²
Luminance de la chaussée pour la section intérieure de nuit selon VSS 40551-1 11.2.4 :			
Pour des zones de sortie à l'air libre non éclairées			
L _{fi Zone de sortie de nuit non éclairés}	1.0 cd/m ²	1.0 cd/m ²	0.5 cd/m ²
Luminance de la chaussée pour la section intérieure de nuit selon VSS 40551-1 11.2.4 :			
Pour des zones de sorties à l'air libre éclairées			
L _{fi Zone de sortie à l'air libre de nuit éclairées}	Le niveau d'éclairage doit être le même que sur les zones de sorties, sans être inférieur à la valeur minimale selon la norme du tunnel (voir ligne avec L_{fi Zone de sortie de nuit non éclairés})		

Remarques complémentaires :

- En cas de trafic bloqué ou d'embouteillage, le danger est accru et il faut donc renoncer à réduire l'éclairage.
- Pour pouvoir réagir suffisamment vite à la situation actuelle du trafic, il faut déterminer la densité du trafic à des intervalles de temps suffisamment courts (p. ex. 10 à 15 minutes). Dans les cas où le trafic augmente très rapidement et fortement (p. ex. tunnel de chargement des voitures, fin de manifestations sportives ou de concerts), des mesures supplémentaires peuvent être nécessaires pour adapter rapidement l'éclairage.
- Si des riverains se trouvent à proximité des portails du tunnel, la réduction de l'intensité lumineuse doit être aussi lente que possible pour éviter les effets gênants (comme c'est généralement le cas pour l'éclairage public, p. ex. 1 à 3 minutes).
- L'adaptation des luminances de la chaussée peut modifier (raccourcir ou allonger) la longueur du zone de transition et donc la longueur totale de l'éclairage d'adaptation.

2. Détermination des luminances en fonction de la vitesse

Les luminances requises pour la chaussée dépendent également de la vitesse autorisée. Selon la VSS 40551-1 (p. 19/tableau 2), la valeur k et la luminance de la chaussée peuvent être déterminées pour la zone d'entrée 1 et pour la zone centrale (p. 22/tableau 3). Plus la vitesse est faible, plus la valeur k ou les luminances de la chaussée exigées sont faibles.

Erforderliche k-Werte (in ‰) zur Erzielung der Leuchtdichte der Einfahrtstrecke L_{fe} Valeurs k requises (en ‰) définissant le niveau de la luminance de la zone d'entrée L_{fe}									
Klasse Classe	Symmetrische Beleuchtung <i>Eclairage symétrique</i> ($q_c < 0,35$)				Asymmetrische Beleuchtung <i>Eclairage asymétrique</i> ($0,35 \leq q_c < 0,50$)	Gegenstrahlbeleuchtung <i>Eclairage à contre flux</i> ($q_c \geq 0,50$)			
	V_{max} [km · h ⁻¹]					V_{max} [km · h ⁻¹]			
	60	80	100	120		60	80	100	120
	k [‰]					k [‰]			
5	35	45	60	70	Siehe Anmerkung <i>Voir remarque</i>	20	27	35	40

Illustration 2 : Extrait VSS 40551-1 (p. 19 tableau 2)

Mittlere Fahrbahnleuchtdichten der Innenstrecke L_{fi} in Abhängigkeit der zulässigen Geschwindigkeit und der Tunnelklasse Luminances moyennes de la chaussée de la zone centrale L_{fi} en fonction de la vitesse autorisée et de la classe de tunnel								
Tunnels mit Einrichtungsverkehr <i>Tunnels unidirectionnels</i>					Tunnels mit Gegenverkehr <i>Tunnels bidirectionnels</i>			
Klasse Classe	V [km · h ⁻¹]				Klasse Classe	V [km · h ⁻¹]		
	60	80	100	120		60	80	100
	L_{fi} [cd · m ⁻²]					L_{fi} [cd · m ⁻²]		
6	2	2,5	4	6	6	2,5	4	6

Illustration 3 : Extrait VSS 40551-1 (p. 22 tableau 3)

Exemple des différentes valeurs k et des densités d'éclairage de la chaussée

Voici un exemple de tunnel avec trafic unidirectionnel, éclairage à contre flux, tunnel de classe 4 (éclairage d'adaptation) et de classe 5 (zone centrale) pour différentes vitesses.

Détermination de la classe du tunnel à l'aide de points d'évaluation			
Volume de trafic vhc/h	>2800		
Points d'évaluation	3		
Somme des autres critères (véhicules à moteur uniquement, luminance des murs ≤80% et longueur >2,5 km)	Éclairage d'adaptation : 1 zone centrale : 2		
Total des points d'évaluation	Éclairage d'adaptation : 4 zone centrale : 5		
Classe de tunnel	Éclairage d'adaptation : 4 zone centrale : 5		
Détermination de la valeur k selon VSS 40551-1 tableau 2 :			
Hypothèse d'un éclairage à contre flux			
Vitesse	100 km/h	80 km/h	60 km/h
Valeur k	30‰	22‰	16‰
Luminance de la chaussée pour la zone d'entrée 1 :			
Pou L₂₀ = 4000 cd/m²			
L_{fe}	120 cd/m²	88 cd/m²	64 cd/m²
Densité lumineuse de la chaussée pour la zone centrale de jour selon VSS 40551-1 Tableau 3 :			
Hypothèse de trafic unidirectionnel			
Vitesse	100 km/h	80 km/h	60 km/h
L_{fi} jour	3.5 cd/m²	2.0 cd/m²	1.7 cd/m²
Luminance de la chaussée pour la zone centrale de nuit selon VSS 40551-1 11.2.4 :			
Pour zones de sorties à l'air libre non éclairées			
L_{fi} Zone de sortie de nuit non éclairés	1.0 cd/m²		
Densité lumineuse de la chaussée pour la zone centrale de nuit selon VSS 40551-1 11.2.4 :			
Pour zones de sorties à l'air libre éclairées			
L_{fi} Zone de sortie à l'air libre de nuit éclairées	Le niveau d'éclairage doit être identique à celui des zones de sorties, sans être inférieur à la valeur minimale prévue par la norme sur les tunnels (voir ligne avec L_{fi} Zone de sortie de nuit non éclairés)		