

Sammenstilling af kriterier for belysning af vejunderføringer om dagen

Kai Sørensen, 16. februar 2022

Indledning og anbefaling

Sammenstillingen angår kriterier for særskilt belysning af korte og mellemlange vejunderføringer om dagen og omfatter metoder fra disse publikationer:

- Håndbog for vejbelysning 2020
- CIE 88:2004 "Guide for the lighting of tunnels and underpasses".
- CEN/CR 14380:2003 "Lighting applications – Tunnel lighting"

NOTE 1: NVF report No. 4:1995 "Road tunnel lighting" er ikke medtaget da den kun angår lange tunneler.

NOTE 2: Håndbog for vejbelysning 2020 har detaljerede anvisninger om særskilt belysning om natten, som er vist herunder. De to andre publikationer har ikke sådanne anvisninger.

Længde af underføring	Særskilt belysning om natten
Op til cirka 20 m:	Ingen særskilt belysning om natten
Cirka 20 til 60 m:	
Gode oversigtsforhold	Ubelyst eller samme belysningsklasse som på tilstødende veje, dog belyses nødspor altid
Dårlige oversigtsforhold	Samme belysningsklasse eller én klasse højere
Cirka 60 til 120 m:	
Gode synsforhold *)	En belysningsklasse højere end på tilstødende veje, mindst L5
Dårlige synsforhold *)	I henhold til NVF Rapport nr. 4:1995 "Belysning af vejtunneler"
Over 120 m:	I henhold til NVF Rapport nr. 4:1995 "Belysning af vejtunneler"
*) Der er gode synsforhold, hvis udkørslen er fuldt synlig i stopsigtelængden fra indkørslen og arealmæssigt fylder mindst 2° i synsfeltet i både højde og bredde.	

Desuden bemærkes at CIE 88:2004 har samme kriterier som den tidligere udgave fra 1990, hvorfor omtalen af CIE 88:2004 også dækker den tidligere udgave.

De tre metoder beskrives i afsnit 1, 2 og 3 og der foretages en sammenligning i afsnit 4. Desuden er der en overordnet diskussion i afsnit 5.

Der peges ikke umiddelbart på nogen af de tre metoder, som alle har svagheder. Derimod peges der på at en kombination af metoderne i håndbog for vejbelysning og CEN/CR 14380:2003 kunne føre til et godt resultat.

1. Metode i henhold til håndbog for vejbelysning

Kriterierne fremgår af tabel 1.

Tabel 1: Særskilt belysning af vejunderføringer i henhold til Håndbog for vejbelysning.

Længde af underføring	Særskilt belysning om dagen
Op til cirka 60 m:	Ingen særskilt belysning om dagen
Cirka 60 til 120 m:	
Gode synsforhold	En midterzone på 30-40 m belyses til en luminans af kørebanen på 60 til 200 cd/m ² afhængigt af dagslyset
Dårlige synsforhold	Fuld belysning i henhold til NVF Rapport nr. 4:1995 " <i>Belysning af vejtunneler</i> "
Over 120 m:	Fuld belysning i henhold til NVF Rapport nr. 4:1995 " <i>Belysning af vejtunneler</i> "

Sigtforholdene regnes for at være gode, hvis udkørslen er fuldt synlig i stopsigtelængden fra indkørslen og fra denne position arealmæssigt fylder mindst 2° i synsfeltet.

Kravet om at hele udkørslen er synlig i stopsigtelængden kan medføre at der kræves fuld tunnelbelysning af underføringer, som krummer. Dette kommenteres ikke nærmere.

Kravet om at udkørslen arealmæssigt fylder mindst 2° i synsfeltet kan kontrolleres således:

Det areal A, der udgøres af et 2° synsfelt ved en afstand D, kan beregnes ved $A = \pi \cdot (D \cdot \pi / 180)^2 = 0,000957 \cdot D^2$.

Afstanden D findes som summen af underføringens længde og stopsigtelængden. Herefter bestemmes arealet A, og det kontrolleres, at udkørselens areal bestemt som højde gange bredde er mindst lige så stort. Hvis udkørselens bredde er mere end det dobbelte af højden, benyttes en bredde på det dobbelte af højden.

Denne fremgangsmåde er kopieret fra DIN 67524-1:2019 "Beleuchtung von Straßentunneln und Unterführungen – Teil 1: Allgemeine Gütemerkmale und Richtwerte", hvor den dog er udtrykt lidt anderledes.

Nogle eksempler viser at dette krav medfører at længden af underføringen og stopsigtelængden ikke kan være store samtidig.

Eksempel Minimum areal af udkørslen (m²).

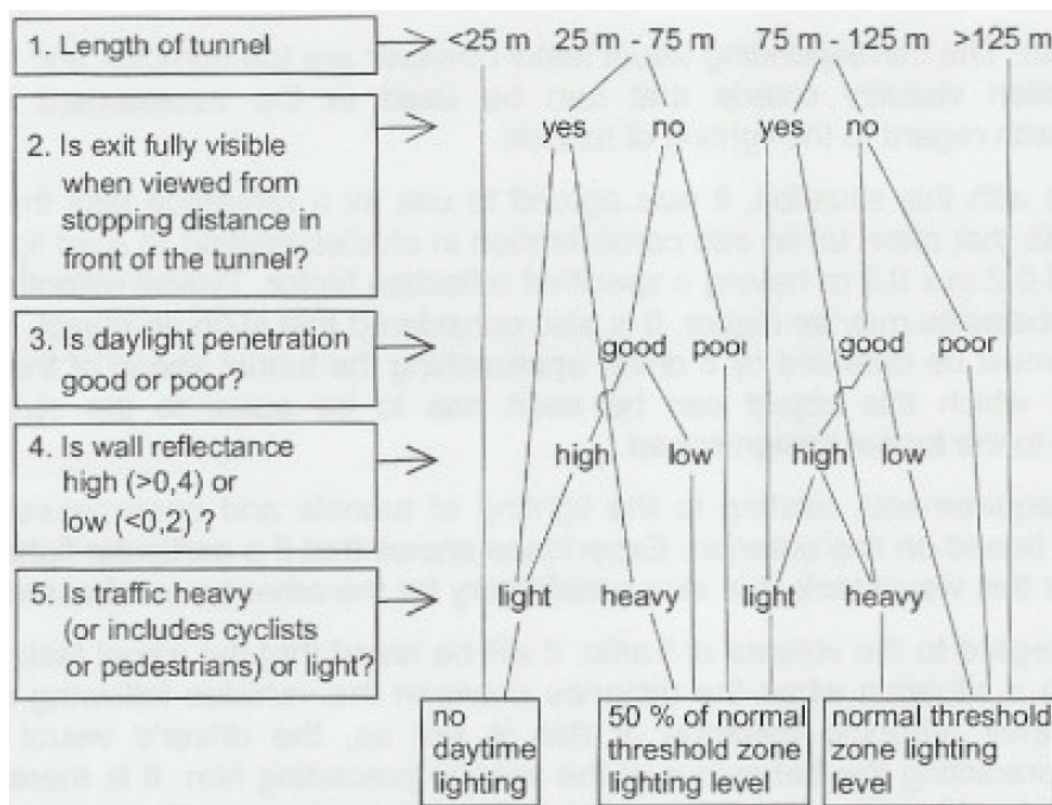
Hastighed (km/h)	60	70	80	90	100	110
Stopsigtelængde (m)	66	84	103	125	148	173
Længde af underføring (m)						
60	15	20	25	33	41	52
70	18	23	29	36	45	57
80	20	26	32	40	50	61
90	23	29	36	44	54	66
100	26	32	39	48	59	71
110	30	36	43	53	64	77
120	33	40	48	57	69	82

2. Metode i henhold til CIE 88:2004

Kriterierne fremgår af tabel 2.

Tabel 2: Særskilt belysning af vejunderføringer i henhold til CIE 88:2004.

Længde af underføring	Særskilt belysning om dagen
Under 25 m:	Ingen særskilt belysning om dagen
25 til 75 m:	
Gode forhold *)	Ingen særskilt belysning om dagen
Dårlige forhold *)	50 % af normal belysning i indkørselszonen
75 til 125 m:	
Gode forhold *)	50 % af normal belysning i indkørselszonen
Dårlige forhold *)	Fuld tunnelbelysning i henhold til CIE 88:2004
Over 125 m:	Fuld tunnelbelysning i henhold til CIE 88:2004
*) Forholdene involverer synlighed af udkørslen, dagslysindfald, refleksion af vægge og trafik. Se diagrammet i figur 1.	



Figur 1: Kriterier for særskilt belysning af vejunderføringer i CIE 88:2004.

3. Metode i henhold til CEN/CR 14380:2003

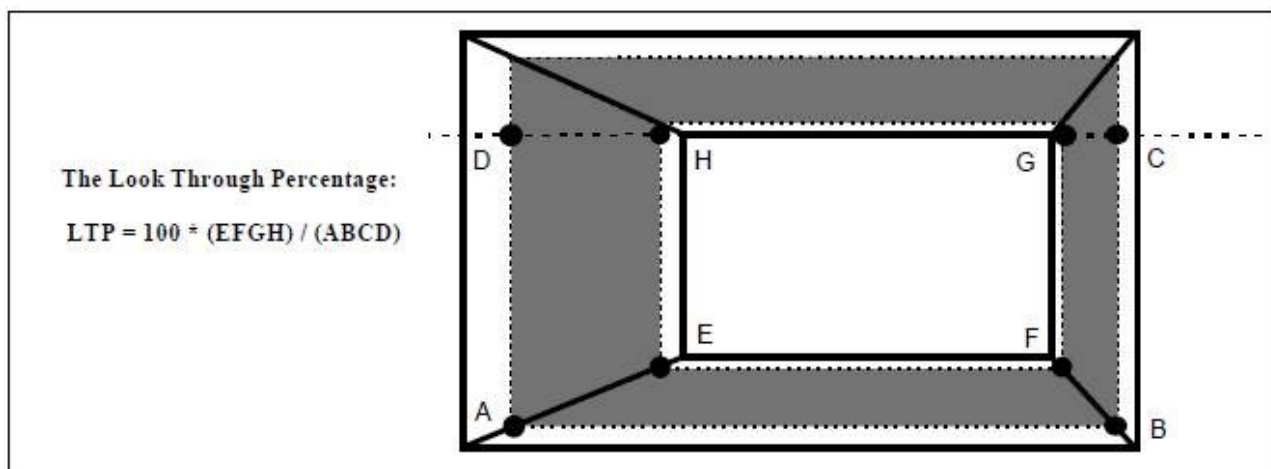
Kriterierne fremgår af tabel 3.

Tabel 3: Særskilt belysning af vejunderføringer i henhold til CEN/CR 14380:2003.

Længde af underføring	Særskilt belysning om dagen
Under 25 m:	Ingen særskilt belysning om dagen
25 til 200 m:	
50 % <LTP *)	Ingen særskilt belysning om dagen
20 % <LTP < 50 % *)	Særskilt belysning om dagen i henhold til yderligere kriterier
LTP < 20 % *)	Fuld tunnelbelysning i henhold til CEN/CR 14380:2003
Over 200 m:	Fuld tunnelbelysning i henhold til CEN/CR 14380:2003
*) LTP er "Look Through Percentage" som defineret i CEN/CR 14380:2003.	

De yderligere kriterier for situationen 20 % <LTP < 50 % angår synlighed af biler og eventuelt cyklister og fodgængere på baggrund af udkørslen.

Definitionen af LTP (Look Through Percent) fremgår af figur 2. LTP skal beregnes for en position i stopsigtelængden fra indkørslen til vejunderføringen.

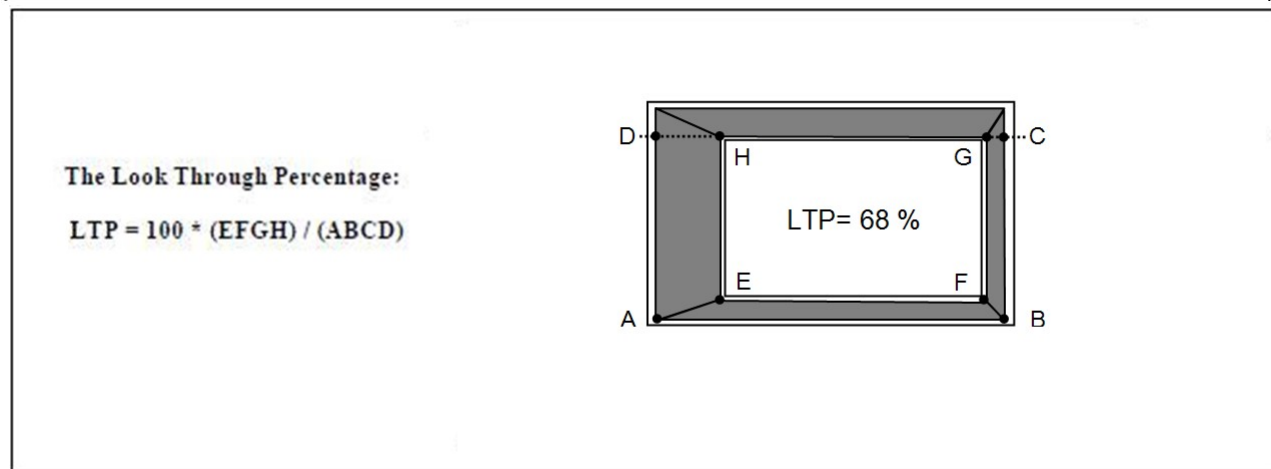
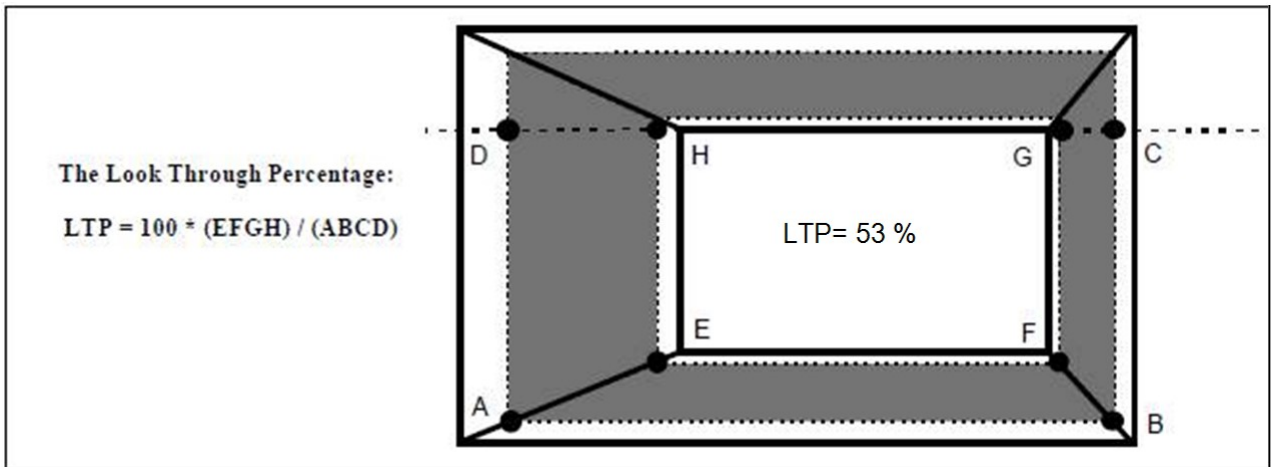


Figur 2: Definition af LTP.

Figur 3 viser at LTP for en plan og lige vejunderføring er højere for en position i lang afstand fra indkørslen end for en kort afstand. Dette er en konsekvens af perspektivet.

Af den grund er LTP højere for en høj hastighed, end for en lav, hvilket kan medføre at der er brug for særskilt belysning, hvis hastigheden er lav, men ikke hvis den er høj.

Det medgives at krumning af en vejunderføring kan påvirke resultatet, men reelt er der tale om en urimelighed, som må afhjælpes før metoden i CEN/CR 14380:2003 kan anvendes.



Figur 3: En vejunderføring set fra kort afstand (øverst) og en længere afstand (nederst).

4. Sammenligning af kriterier

Det er fælles at vejunderføringer, som er kortere end en nedre grænseværdi, ikke behøver særskilt belysning om dagen.

Tilsvarende er det fælles at vejunderføringer, der er længere end en øvre grænseværdi, skal have fuld tunnelbelysning.

Endvidere er det fælles at der ved længder mellem den nedre og den øvre grænseværdi findes supplerende kriterier for belysning.

Selve grænseværdierne er ikke ens, idet de nedre grænseværdier er henholdsvis 60 m, 25 m og 25 m, mens de øvre grænseværdier er henholdsvis 120 m, 125 m og 200 m.

Heraf fremgår det at håndbog for vejbelysning adskiller sig ved at der kan undværes særskilt belysning ved længder helt op til 60, mens CEN/CR 14380:2003 adskiller sig ved at der ikke nødvendigvis skal være fuld belysning ved længder helt op til 200 m.

De supplerende kriterier er heller ikke ens:

- Håndbog for vejbelysning har rent geometriske kriterier, som resulterer i enten belysning af en midterzone eller fuld tunnel belysning.
- CIE 88:2004 benytter et antal supplerende kriterier som kan medføre ingen behov for særskilt belysning, belysning til 50 % af fuld tunnel belysning eller fuld tunnel belysning.
- CEN/CR 14380:2003 benytter LTP (Look Through Percent) som supplerende kriterium, der kan resultere i ingen særskilt belysning, eller fuld tunnel belysning.

5. Overordnet diskussion

Det er svært at se hvad baggrunden er for de forskellige kriterier, men totalt set kan man give en bedømmelse som herunder.

Metoden i håndbog for vejbelysning er konkret og nem at bruge, og mellemløsningen med belysning af en midterzone er sikkert udmærket. Men som metoden er beskrevet vil den ofte resultere i fuld tunnel belysning, især ved hastigheder i den høje ende af skalaen.

Metoden i CIE 88:2004 er formentligt gennemprøvet, og dækker formentligt relevante situationer i betragtning af antallet af supplerende kriterier. Til gengæld er der nogle kriterier, det kan være vanskeligt at tage stilling til, som indtrængning af dagslys og trafikens sværhedsgrad. Desuden bemærkes at mellemløsningen om 50 % tunnelbelysning er lidt underlig og temmelig dyr.

Metoden i CEN/CR 14380:2003 er konkret og forholdsvis nem at bruge (der findes et regneark til det formål), og anvendes i Norge og Sverige. Men metoden bør ikke anvendes uden at det omtalte urimelige forhold – at LTP vokser med stopsigtelængen - afhjælpes.

Der kunne eventuelt være tale om at anvende kriterier fra flere metoder. Især er det interessant at kombinere den nuværende metode i håndbog for vejbelysning og metoden i CEN/CR 14380:2003.

Den ene metode prioriterer korte stopsigtelængder, mens den anden prioriterer lange stopsigtelængder. Så en kombination bør kunne føre til en rimelig prioritering af stopsigtelængden samtidig med at underføringens geometri behandles fornuftigt.