



Освещение
тоннелей и
подземных
переходов



Освещение тоннелей и подземных переходов

Что необходимо знать об освещении тоннелей

Технология освещения тоннелей

Для обеспечения плавного движения транспортного потока днем и ночью и при любых погодных условиях освещение тоннеля должно быть таким, чтобы водители чувствовали себя столь же безопасно и комфортно, как и на открытом шоссе. Это означает, что водителям должна предоставляться адекватная зрительная информация о поведении других участников дорожного движения, о курсе дороги впереди и о наличии любых препятствий при въезде в тоннель, чтобы водители имели возможность среагировать на препятствие в пределах расстояния равного безопасному остановочному пути. Рекомендации МКО, изложенные в Публикации 88, приведены ниже и в специальной литературе.

Освещение в дневное время

При адаптации к относительно высоким уровням яркости снаружи, водители не имеют возможности видеть детали внутри протяженного тоннеля, который при приближении воспринимается как "черная дыра". Внутри короткого тоннеля детали могут восприниматься с отрицательным контрастом, при этом тоннель выглядит как темная рама вокруг яркого фона. Принятие решения о необходимости освещать тоннель в дневное время зависит от ряда факторов, а именно: от протяженности тоннеля, от того виден ли выход из тоннеля, от количества естественного света, проникающего в тоннель, и от плотности транспортного потока. При принятии решения следует руководствоваться рекомендациями МКО.

Как освещать в дневное время

В основе хорошего освещения тоннеля лежит обеспечение нормальных условий видимости для участников дорожного движения. Уровни освещенности должны соответствовать уровням адаптации зрения водителей. По мере последовательного изменения уровня адаптации при движении внутри тоннеля последний условно делится на пять зон: въездную, пороговую, переходную, внутреннюю и выездную.

Въездная зона

Въездная зона не является частью самого тоннеля, а относится к дороге на подступе ко въезду в тоннель. В пределах этой зоны водители должны суметь увидеть препятствие внутри тоннеля и вовремя остановиться. Следовательно, протяженность въездной зоны равна безопасному остановочному пути. Условия максимальной световой адаптации водителей в этой зоне определяют яркость в пороговой зоне в начале тоннеля. МКО предлагает характеризовать состояние адаптации величиной L_{20} , т.е. средней яркостью в пределах конического поля зрения размером $2 \times 10^\circ$ с центром в середине входа в тоннель, определяемой с расстояния равного безопасному остановочному пути от входного отверстия.

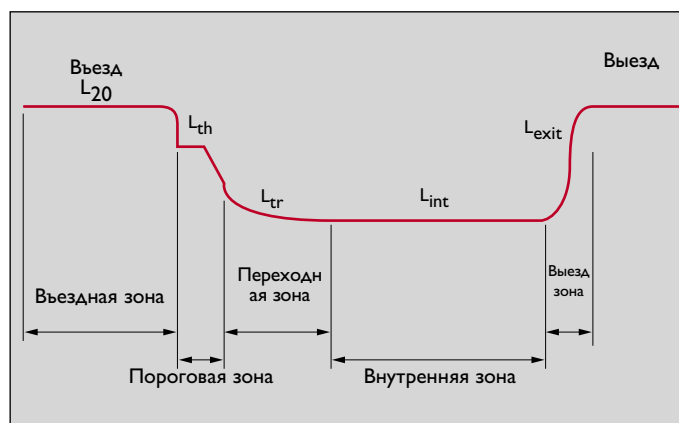
Измерения L_{20} , выполненные в течение длительного времени, составляют основу для проектирования освещения въездной зоны.

Таблица 1. Рекомендуемые соотношения между яркостями в пороговой и въездной зонах

Остановочный путь (м)	Симметричная система освещения	
	Система встречного освещения	Система встречного освещения
60	L_{th}/L_{20}	L_{th}/L_{20}
100	0.05	0.04
160	0.06	0.05
160	0.10	0.07

Таблица 2. Рекомендуемые яркости во внутренней зоне (кд/м²)

Остановочный путь (м)	Плотность транспортного потока		
	<100 авт./час	100<авт./час < 1000	>1000 авт./час
60	1	2	3
100	2	4	6
160	5	10	15



Пять зон внутри тоннеля, выделенных для проектирования системы освещения.

Пороговая зона

В первой части пороговой зоны, имеющей протяженность равную безопасному остановочному пути, требуемая яркость зависит от величины L_{20} (уровня яркости снаружи), от остановочного пути и принятой системы освещения. Устройства для экранирования естественного света, жалюзи и другие средства, призванные снизить величину L_{20} , позволяют пропорционально уменьшить освещенность и энергоемкость осветительной установки в первых зонах тоннеля. Во второй части пороговой зоны яркость быстро снижается до 40% от начального уровня.

Переходная зона

В переходной зоне освещенность непрерывно уменьшается до уровня, который требуется для движения во внутренней зоне. Скорость снижения освещенности зависит от скорости переадаптации зрения, то есть является функцией времени. Перепады освещенности при дискретном снижении освещенности не должны превышать соотношение 3:1.

Внутренняя зона

Во внутренней зоне, которая часто является самой протяженной секцией тоннеля, нормируемые уровни освещенности определяются скоростью движения и плотностью транспортного потока.

Зона выезда

Переход с низкого на высокий уровень яркости в этой зоне происходит мгновенно. Но помимо этой, есть еще причины, по которым в зоне выезда создаются высокие уровни освещенности:

- 1 даже в яркий солнечный день необходимо, чтобы на выезде были ясно видны легковые автомобили, следующие за большими грузовиками,
- 2 в зеркале заднего вида автомобиля, выезжающего из тоннеля, должны быть ясно видны следующие за ним транспортные средства;
- 3 в аварийных ситуациях или для целей обслуживания должна существовать возможность превращения выезда из тоннеля во въезд (но с пониженной скоростью).

Аварийное освещение

Система аварийного освещения, как правило, является частью системы ночного освещения, но включена в сеть источника бесперебойного питания.

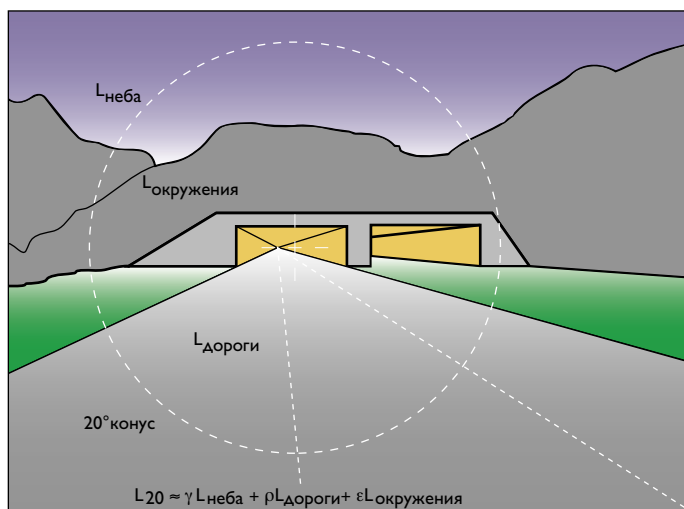


Рис.2. 20° коническое поле зрения

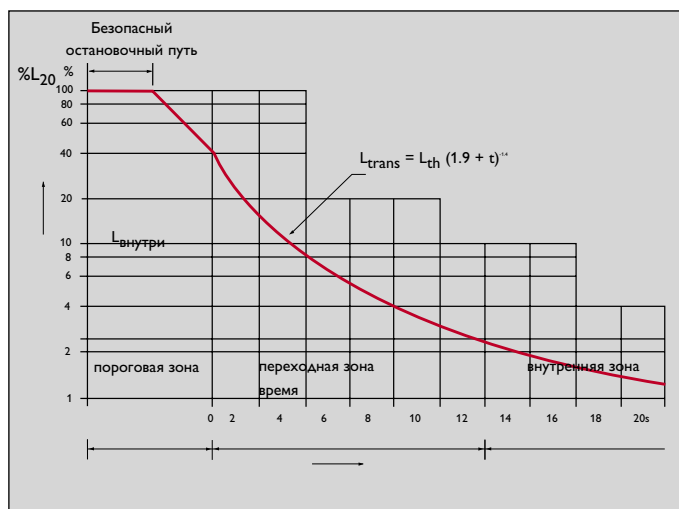


Рис.3. Уровни освещения в различных зонах

Освещение тоннелей и подземных переходов



Тоннель Birth-Velbert, Германия.
1: пороговая зона.
2 и 3: переходные зоны.

Система освещения

-Симметричное освещение применяется во въездной и внутренней зонах.

-Асимметричное освещение (по направлению движения или против) применяется во въездной зоне, когда необходимо создать высокие контрасты или когда тоннель не слишком короткий.

Освещение против направления движения применяется, когда требуются высокие уровни яркости (высокое соотношение L_{th}/L_{20} , или большой остановочный путь).

Симметричное поперечное освещение

Свет в основном падает под прямыми углами к оси тоннеля.

Система обеспечивает хорошую зрительную ориентацию, минимальное слепящее действие и освещение дорожного полотна в промежутках между автомобилями.

Симметричное осевое освещение

Свет в основном распространяется параллельно оси тоннеля.

Это высокоэффективная система, позволяющая размещать светильники с большими интервалами. К недостаткам системы относятся: возникновение теней и неравномерное распределение яркости по стенам.

Асимметричное освещение по направлению или против движения транспортного потока

Свет распространяется параллельно оси тоннеля, в основном против или по направлению движения транспортного потока.

Система освещения характеризуется высокой эффективностью и повышенными контрастами объектов. К недостаткам системы относятся: возникновение теней и неравномерное распределение яркости по стенам.

Какие источники света следует применять

Въезд в тоннель должен иметь высокий уровень освещения, который обеспечивается при использовании натриевых ламп высокого давления SON-T. В остальных зонах, где уровни освещения могут быть ниже, например, во внутренней зоне (или ночью), могут быть использованы компактные люминесцентные лампы. Philips Lighting рекомендует применять лампы TL-D/PL-L в симметричных системах бокового освещения и индукционные лампы QL в симметричных осевых системах освещения. Благодаря белому цвету и хорошей цветопередаче излучения, эти лампы более предпочтительны, чем высокоэффективные лампы SOX. Световой поток (компактных) люминесцентных ламп зависит от температуры. Их номинальные характеристики обеспечиваются при температуре 25 °С, но температура в тоннеле может быть значительно ниже, что необходимо учитывать при проектировании освещения.

Типовое светораспределение светильника	макс. скорость/км. час.	Возможный тип лампы	Эффективность кд/Вт (q0=0.1)
Симметричное поперечное	1.5	TL-D/PL-L	2.0
	1.5	SOX-E	4.0
	2.0	SON-T	2.8
Симметричное осевое	3.5	SOX-E	4.5
	3.5	QL	2.4
	4	SON-T	3.5 - 4
Асимметричное встречное	2-2.5	SON-T	4.5

Рис.4. Системы освещения тоннелей

Для получения более подробной информации и помощи в проектировании обращайтесь в местное представительство Philips



CRX204



CRX202



CRX206 (1-ламповый)



CRX203



CRX206 (2-ламповый)



CRX 202/203/204/206

Светильники для освещения тоннелей с лампами SON-T PLUS 70-400 Вт, SOX/SOX-E 26-180 Вт, PL-L/4P 36-55 Вт и QL 55-85 Вт.

Основные области применения

- Освещение тоннелей

Допустимые типы ламп

- SON-T PLUS 70-400 Вт
- SOX/SOX-E 26-180 Вт
- PL-L 4PIN 36-55 Вт
- QL 55-85 Вт

Функции

- Четыре типоразмера. Основу корпуса составляют штампованные профили из сплава AlMgSi, закругленные углы выполнены из литейного алюминия. Корпус собран путем аргоновой сварки
- Корпус хромирован в соответствии с DIN 50939, внешнее защитное покрытие толщиной 60 мкм (цвет RAL 7016) нанесено путем спекания полиэфирного порошка
- Световое отверстие перекрыто рамой с упрочненным защитным стеклом толщиной 5 мм. Защита от проникновения пыли и влаги по классу IP 66 обеспечена двумя силиконовыми уплотняющими прокладками, установленными на двух уровнях штампованной алюминиевой рамы
- Отражатель из анодированного алюминия высокой чистоты (99,9%). Оптический и электрический модули легко заменяются без применения инструментов, что упрощает установку и обслуживание
- Штепсельное соединение между оптическим блоком и блоком ПРА
- Кабельный сальник и клеммная коробка позволяют подключать 3 или 5 проводов с сечением до 16 мм². Открывание защитного стекла производится путем поворота четырех ручек из поликарбоната, армированного стекловолокном
- Стандартные светильники оборудованы ПРА 230 В/50 Гц
- Возможны другие напряжения

Дополнительные опции

- ПРА для светорегулирования
- Самоотключающееся зажигающее устройство
- Предохранитель (10 x 38 мм)
- Сквозная проводка
- Изоляция класса II только для ламп SON-T
- Клеммная коробка Entrelec™ для проводов 2 x 2,5 до 6 мм²
- Набор из четырех скоб ZRX 208 для установки на поверхность
- Набор из двух скоб с регулируемым углом наклона ZRX 209 для настенного крепления
- Набор из двух скоб ZRX 210 для установки в непрерывную линию

Скобы для крепления (дополнительно)

- Набор монтажных скоб из нержавеющей стали с болтами гайками и шайбами из нержавеющей стали
- Набор нейлоновых шайб, устанавливаемых между алюминиевым профилем и креплением из нержавеющей стали, для предотвращения электрохимической коррозии



Открытие светильника спереди без применения инструментов



Замена стекла производится без применения инструментов



Замена оптического/электрического блока производится без применения инструментов



Легкий доступ к оптическому и электрическому блокам



Клеммные колодки



Клеммная колодка Entrelec™ (по заказу)



Кронштейн для установки на потолке ZRX208



Кронштейн для установки на стене ZRX209



Кронштейн для установки на потолке непрерывной световой линии ZRX210



Tunlite™ матрица изделий CRX 202/203/204/206

Тип лампы				SON-T plus	
Оптический и электрический блоки	Тип оптической системы	3420	3412	3451	305
	Мощность ПРА	100 - 400 W	100 - 400 W	100 - 400 W	70 - 150 W
	Светотехнические параметры	CRX 202 3420 1xSON-T PLUS 400W l _{max} = 686 cd/1000 lm 1 x 55.000 lm 0° L.O.R. = 0.70 C = 8° γ = 54°	CRX 206 3412 2xSON-T PLUS 400W l _{max} = 289 cd/1000 lm 2 x 55.000 lm 0° L.O.R. = 0.75 C = 0° γ = 58°	CRX 204 3451 1xSON-T PLUS 400W l _{max} = 349 cd/1000 lm 1 x 55.000 lm 0° L.O.R. = 0.86 C = 35° γ = 38°	CRX 203 305 POS.9 2xSON-T PLUS150 l _{max} = 388 cd/1000 lm 2 x 16.500 lm 0° L.O.R. = 0.75 C = 29° γ = 55°
	Форма изделия				
Тип изделия	Тип I				
Тип корпуса		I-ламповый оптический и электрический блок типа I			
l _x w _x h = 625x545x190					
202					
l _x w _x h = 710x675x190					
		2-ламповый			
203 (2-ламповый)					
l _x w _x h = 710x380x190		I-ламповый			
204		I-ламповый			
l _x w _x h = 1380x380x190					
206 (2-ламповый)		I-ламповый			
206 (I-ламповый)					

	306	QL 3702/3701	PL-L 3951	SOX/SOX-E 3651	
W	250 - 400 W	55 / 85 W	36 - 55 W	26 - 90 W	91 - 180 W
4-T PLUS150W 2 x 16.500 lm L.O.R. = 0.75	CRX 204 306 POSS 1 x SONT PLUS400W lmax = 403 cd/1000 lm 0° \triangleleft C = 21° γ = 60°	CRX 204 3701 1 x QL 85W/840 lmax = 317 cd/1000 lm 0° \triangleleft C = 25° γ = 39°	CRX 204 3951 1 x PL-L 55W/840 lmax = 392 cd/1000 lm 0° \triangleleft C = 64° γ = 27°	CRX 204 3651 1 x SOX-E 66W lmax = 323 cd/1000 lm 0° \triangleleft C = 90° γ = 20°	CRX 206 3651 1 x SOX 180W lmax = 323 cd/1000 lm 0° \triangleleft C = 98° γ = 20°
1 x 55.000 lm L.O.R. = 0.78	1 x 6.000 lm L.O.R. = 0.75	1 x 4.800 lm L.O.R. = 0.82	1 x 10.500 lm L.O.R. = 0.81	1 x 32.500 lm L.O.R. = 0.81	
MIR346300001	(cd/1000 lm) MIR3521000	(cd/ lm) LVM7952000-00	(cd/ lm) LVM9704300-02	(cd/1000 lm) LVM9704200-00	(cd/1000 lm) LVM9704200-05

Тип II

Тип III

оптический и электрический блок типа II

оптический и электрический блок типа II

оптический и электрический блок типа II

**I-ламповый
оптический и
электрический блок
типа III**

Освещение коротких тоннелей

Что такое «короткий тоннель»?

Короткий тоннель – это сооружение для проезда транспорта длиной свыше 25 м. Въезды в многоэтажные гаражи также относятся к этому классу. Высота тоннеля может быть 2.5 м и выше, ширина – от 5 до 20 м. Если тоннель имеет длину меньше 25 м, то искусственное освещение не требуется. Днем въезд в тоннель может восприниматься как «черное отверстие», а препятствия в этой зоне в пределах «безопасного остановочного пути» могут быть невидимы для водителя.

Дневное освещение

Освещение тоннеля днем зависит от многих факторов: длины тоннеля, видимости въезда, количества дневного света внутри тоннеля, яркости стен, плотности транспортного потока.

Ночное освещение

В соответствии с рекомендациями МКО уровень освещенности в тоннеле ночью должен быть таким же как на основной дороге. Английский стандарт BS 5489 предписывает, чтобы уровень освещенности в тоннеле был не более чем в 3 раза выше, чем на освещенной дороге перед тоннелем.



Освещение днем



Освещение на рассвете/закате



Освещение ночью

Рекомендуемые дневные уровни освещения (МКО 88-1990)

Длина тоннеля (m)	Въезд полностью виден с расстояния безопасного остановочного пути?	Проникновение естественного света хорошее или плохое ?	Отражение стен высокое (>0.4) или низкое (<0.2)?	Плотность транспортного потока высокая или низкая (включает в себя движение велосипедистов и пешеходов)?	% от требуемого уровня освещения пороговой зоны
<25					0
25-75	Да			Низкая	0
				Высокая	50
	Нет			Хорошее	Низкая
Высокая	50				
75-125	Да			Низкая	50
				Высокая	100
				Низкая	50
	Нет	Хорошее	Высокая	100	
			Низкая	100	
		Плохое		100	
>125					100

Замечание:

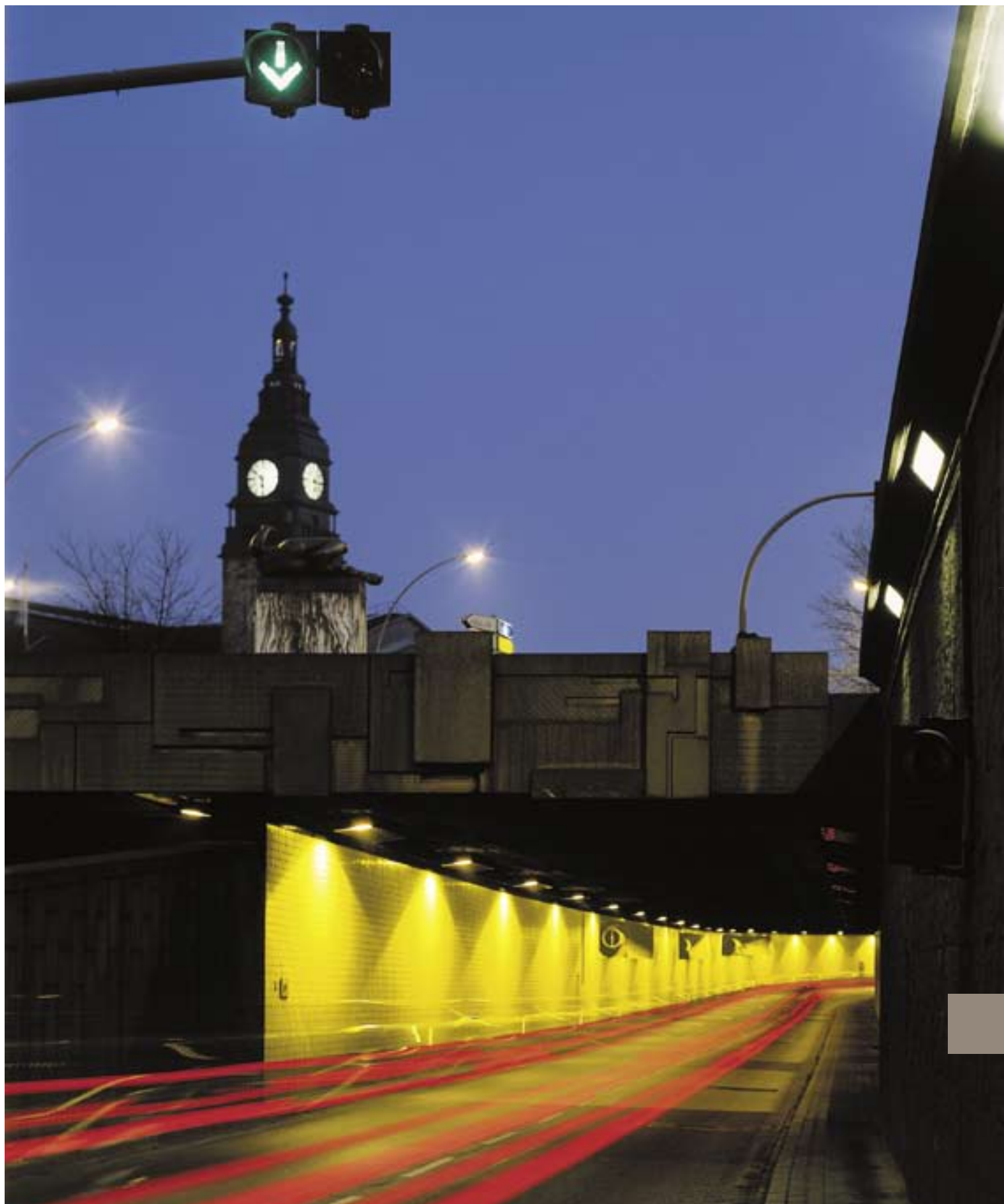
Стандарт BS 5489 предусматривает 4 класса освещения для тоннелей.

<25 м: нет освещения.

25-50 м: ограниченное дневное освещение до уровня 15 лк/м² или в 3 раза выше уровня яркости во внутренней зоне, предписываемой для длинных тоннелей (выбирается большее значение). Включается, когда окружающая яркость снизилась до величины 10% от максимального значения L₂₀.

50-100 м: постоянный уровень освещения по всей длине тоннеля, такой же, как в пороговой зоне для длинных тоннелей.

>100 м: постоянное дневное освещение как для длинных тоннелей. В ночное время уровень освещения внутри тоннеля должен в 3 раза превышать уровень освещения внешней дороги.



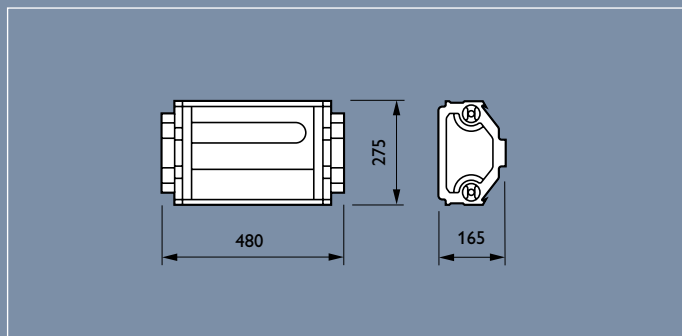
Тоннель Wallring, Гамбург, Германия



CRX100



Размеры, мм



CRX 100

Серия ударопрочных светильников для освещения подземных пешеходных переходов, проходов под мостами и других мест с тяжелыми условиями среды.

Каждый светильник поставляется вместе с соответствующей лампой и комплектом из двух устойчивых к коррозии кронштейнов, обеспечивающих наклон в пределах углов 60° или 30°.

Основные области применения

- Подземные переходы

Характеристики

- Аэродинамичный компактный корпус из экструдированного алюминия, без механических или сварных соединений; снабжен торцевыми крышками из литого алюминия
- Силиконовые прокладки между корпусом, торцевыми крышками и стеклом обеспечивают защиту по классу IP 66
- Ударопрочное стекло из поликарбоната (вандалопрочное, 20 Дж)
- Самофиксирующиеся алюминиевые торцевые крышки закрепляются болтами из нержавеющей стали
- Отражатели из анодированного алюминия высокой чистоты (99.9%)
- Для снижения габаритных размеров оптический блок объединен с блоком для ПРА
- Светильники соответствуют стандарту МЭК 60598-1/2-3
- Ввод кабеля осуществляется через сальник (макс. 13 мм), обеспечивающий защиту по классу IP 66
- Для электрического соединения используется герметичный разъем.

Опции

- Комплект из двух устойчивых к коррозии регулируемых (настенных) кронштейнов ZRX 109.

Установка и обслуживание

- Монтаж на стене или потолке выполняется с помощью кронштейнов из нержавеющей стали, которые позволяют наклонять светильник на 60° (при установке на стене) или 30° (на потолке)
- Доступ к лампе, оптическому и электрическому блокам осуществляется после отвинчивания болтов и снятия торцевых крышек.

Освещение тоннелей и подземных переходов

TU™ Kombi CRX100



ZRX 109



Светильник поставляется вместе с лампой и монтажными аксессуарами.



Ударопрочная и вандало-устойчивая конструкция.



Подземный переход в Эйндховене, Нидерланды

