

ПОТЕНЦИАЛНИ ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ИКОНОМИЯ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЯ ЗА ОСВЕТЛЕНИЕ ПРИ ПЪТНИ ТУНЕЛИ В РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

Росен Стефанов, Красимир Велинов

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София, E-mail: candela@mail.bg; <http://light-bg.eu/>

РЕЗЮМЕ: В доклада са обследвани енергийните разходи на около 40 пътни тунела на територията на Република България. За осветлението на адаптацията и преходната зона на входа на всеки от тези тунели са необходими от 20 - 80kW. И това е само за едната тръба на тунела. В същото време висока адаптивна яркост е необходимо да се постига при силно слънчево греене. При ниска външна яркост не е необходимо осветителите във входната зона да работят на пълна мощност. На практика силата на светене на тези осветители трябва да бъде пропорционална на външната осветеност. В доклада се предлага адаптивното осветление да се захранва от енергия, генерирана от фотоволтаични панели, монтиране пред входа на тунела. Извършени са икономически изчисления за капиталните разходи и срока на откупуване на направените капиталовложения.

Ключови думи: естествена осветеност, соларни панели, светодиодно осветление, пътни тунели

POTENTIAL FOR ENERGY SAVING LIGHTING IN ROAD TUNNELS IN THE REPUBLIC OF BULGARIA

Rosen Stefanov, Krasimir Velinov

University of mining and geology "St. Ivan Rilski" E-mail: candela@mail.bg, <http://light-bg.eu/>

ABSTRACT: The report investigated the energy costs of about 40 road tunnel on the territory of the Republic of Bulgaria. For illumination of the adaptation and the transition zone at the entrance of each of these tunnels are needed 20 - 80kW. And only one tunnel tube. At the same time, high brightness adaptation should be achieved in the strong sunshine. At low external brightness is not necessary luminaires in the entrance area to operate at full power. In practice, the light output of these lamps must be proportionate to the external illumination. The report offers adaptive lighting to be powered by energy generated by photovoltaic panels installed at the entrance of the tunnel. Economic calculations are made for capital costs and payback period of the costs incurred.

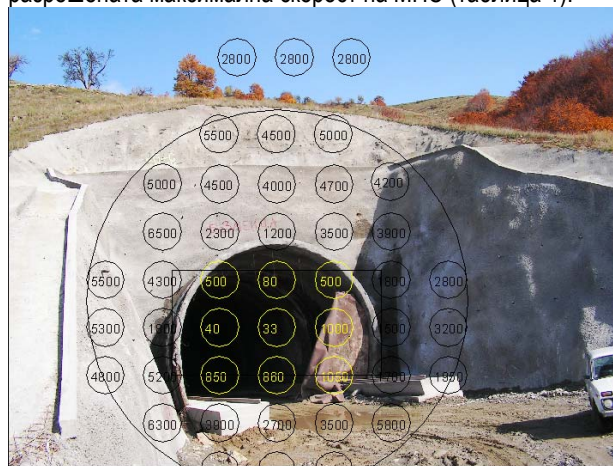
Keywords: natural lighting, solar panels, LED lighting, road tunnels

Въведение

Осветителната уредба на пътен тунел е сложно съоръжение. При проектирането ѝ трябва да се съобразяват много и сложни изисквания (CEN CR 14380). За осигуряване на висока безопасност на движение на МПС при преминаване през пътен тунел от особено значение са количествените и качествените светлотехнически параметри, които се реализират във входните и преходните зони на тунела. Правилният им избор е определящ както за безопасността на движение при навлизане в тунела, така и за изграждането на високоефективна и икономична осветителна уредба. Определящо значение при избора на тези параметри има яркостта (L_{20}) в така наречената "зона на приближаване" на водача на МПС, която до голяма степен определя адаптивната яркост (L_{th}) във входната зона на тунела (CIE Technical Report, 1990). Най-тежкият случай е при ясен слънчев ден през зимата и наличие на снежна покривка (фиг. 1).

В зависимост от яркостта в "зоната на приближаване" (L_{20}), както и от такива показатели като допустима скорост на движение, интензивност на движението и други се определя яркостта, която трябва да се реализира във входната зона на тунела L_{th} . Съотношението на яркостите

L_{th}/L_{20} е в границите от 5 до 10% в зависимост от разрешената максимална скорост на МПС (таблица 1).

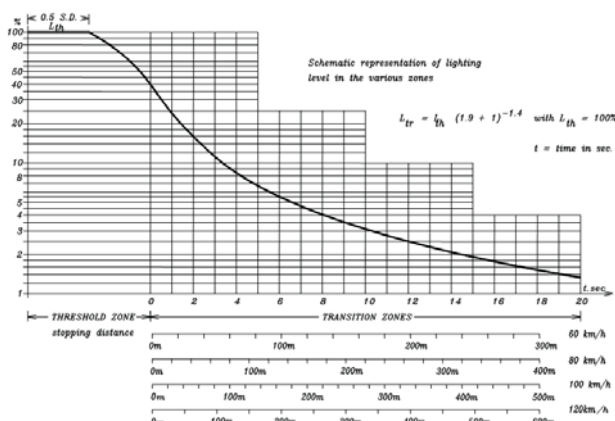


Фиг. 1. Измерена яркост L_{20} в зоната на приближаване на пътен тунел.

Таблица 1.

Скорост, km/h	L_{th}/L_{20}
≤ 60	0,05
80	0,06
120	0,10

Преминаването на водача на МПС през тунела е свързано с голямо натоварване на зрителния анализатор. Натоварването се определя от бързата преадаптация на окоето от високата яркост пред входа на тунела до яркостта на вътрешнотунелната зона (фиг. 2).



Фиг. 2. Криви на минимална яркост, гарантиращи влизането в тунела, според препоръката на CIE

В зависимост от горните условия яркостта във входната зона трябва да бъде от 90–250cd/m². Реализирането на толкова висока яркост и то по протежение на 100–200m тунел изисква инсталирането на голяма мощност на осветителната уредба.

В настоящия доклад е направен преглед на съществуващите пътни тунели в Република България и потенциалните възможности за икономия на енергия при замяна на съществуващата осветителна инсталация на адаптацията и преходна зона на тези тунели с нов тип светодиодно осветление, както и захранването му от възобновяеми източници на енергия.

Обследване на осветлението на пътни тунели в България

При направено проучване на осветителни уредби на приблизително 40 пътни тунели (Велинов К., Р. Стефанов, 2014) се установява, че необходимата мощност за осветлението на адаптацията и преходната зона на входа на тунела е в границите от 20-120kW. Годишната използваемост на максималния товар е 2500 часа, което съответства на 50 000 до 275 000kWh годишен разход на електроенергия. Този разход е в дневната и върховата зона на потреблението, което съответства при сегашни цени на електроенергията от 10 000 до 55 000лв. годишно. И това е само за едната тръба на тунела.

В същото време висока адаптация яркост е необходимо да се постига при силно слънчево греене. При ниска външна яркост не е необходимо осветителите във входната зона да работят на пълна мощност. На практика силата на светене на тези осветители трябва да бъде пропорционална на външната осветеност. Това е идеална предпоставка адаптацията осветление да се захранва от енергия, генерирана от фотоволтаични панели, монтирани пред входа на тунела. При подходяща система на захранване на осветителите няма да е необходима и отделна система за управление, тъй като яркостта във

входната зона ще бъде пропорционална на слънчевата радиация.

Таблица 2.

Пътен тунел	kW
1. ПТ "Витиня"- АМ "Хемус"	122.0
2. ПТ "Топли дол"- АМ "Хемус"	122.0
3. ПТ "Ечемишка"- АМ "Хемус"	122.0
4. ПТ "Правешки ханове"- АМ "Хемус"	122.5
5. ПТ "Траянови врата"-АМ "Тракия"	122.5
6. ПТ "Мало Бучино"- АМ "Люлин"	74.0
7. ПТ "Среден тунел"- АМ "Люлин"	72.6
8. ПТ "Голямо Бучино"- АМ "Люлин"	74.0
9. ПТ "Кашана" – път Пирдоп - Етрополе	15.8
10. ГТ "Люлин"	44.9
11. ГТ "Под НДК" *	44.9
12. ГТ "Обеля" – Кара	32.9
13. ГТ "бул. България – Гешов"	28.3
14. ГТ "Подлез Печатница"	22.8
15. ПТ при гр. Ловеч	24.2
16. ПТ на път III-35 м/с. Грохотно и гр. Девин	33.5
17. ПТ на път I-1/Е-79/ гр. Дупница	41.2
18. ПТ "Конника" на път II-86 гр. Асеновград - с. Бачково	33.5
19. ПТ "Мъртвица-4 на път II-86 гр. Асеновград - с. Бачково	33.5
20. ПТ "Рибарника" на път II-86 с. Бачково – с. Наречен бани	18.5
21. ПТ на път III-866 с. Михалково – гр. Кричим	33.5
22. тунел при с. Лясково	28.7
23. ГТ гр. Пловдив – под пощата	30.4
24. ГТ гр. Пловдив – под тепето	28.0
25. ПТ №1 на път I-5 гр. Русе-гр. В. Търново – обходен път В. Търново	33.5
26. ПТ №2 на път I-5 гр. Русе-гр. В. Търново – обходен път В. Търново	33.5
27. ПТ "Железница" на път I-1/Е-79	25.2
28. ПТ "Кресна" на път I-1/Е-79	26.4
29. ПТ при ГКПП "Илинден" на път II-19	21.4
30. III-5004 "Обход на град Габрово", Пети етап, Тунел № 1, от км. 22+720 до 22+880	65.1
31. III-5004 "Обход на град Габрово", Пети етап, Тунел № 3, от км. 27+800 до 28+040	65.1
32. III-5004 "Обход на град Габрово, Трети етап, Тунел № 1,	65.1
33. Тунел под връх Шипка	73.5
34. "АМ Хемус" (А2), Тунел при км 91+044.00	72.0

В таблица 2 са събрани данни за инсталираната мощност на адаптацията осветление на повечето пътни тунели в България. Общата мощност на осветлението е 1807kW.

Оценка на ефекта от икономия на енергия

От направено заснемане на режима на работа на пътните тунели, се установява, че годишната използваемост на максималния товар е 2500 часа. При 1800kW инсталирана мощност в адаптацията зона, годишният разход на енергия възлиза на 4500MWh. При цена на

енергията за осветление средно 190лв. за MWh (каквато е сегашната цена на енергията за тези обекти), годишният разход за електроенергия е 855 000 лева. В момента разходите за изграждане на фотоволтаичен генератор, който да захранва адаптационното осветление на тунела, са около 2.20 лева/W (не се налага акумулиране на енергията и няма връзка с енергийната система). За да се изградят такива инсталации за всички пътни тунели в България, ще са необходими около 4 млн. лева. Срокът за откупуване на тези капитални вложения е 4.5 години при просто откупуване и около 6 години при отчитане на нетна настояща стойност. При срок на експлоатация от 17 до 30 години на такива инсталации, направената инвестиция е ефективна.

Литература

- CEN CR 14380, 2003 "Lighting applicatiopon – Tunnel lighting".
- CIE. Technical Report, Guide for the Lighting of Road Tunnels and Underpasses. Publication № 88, 1990.
- Норми за проектиране на пътни и железопътни тунели, 1988.
- Велинов К., Р. Стефанов, Използване на фотоволтаични панели за осветление на пътни тунели. Национална конференция по осветление с международно участие BuLight 2014, 10–13.06.2014, Созопол, България.
- Велинов К., Х. Христов, Н. Лазарова. Енергоэффективна осветителна уредба. "Енергетика", София, бр.1/2000.
- Христов Х., К. Велинов, М. Шаферски. Нови осветителни уредби с автоматично управление в пътните тунели "Железница" и "Кресна" от международен път Е97. "Пътища", София, бр.1/2002.
- Василев Хр., Хр. Христов, К. Велинов, Новото в европейските препоръки към осветителните уредби в пътни тунели и приложението им българската практика, сп. „Пътища”, 2004/4, стр.15.

Василев Хр., К. Велинов, Хр. Христов, Нова тунелна осветителна уредба с плавно регулиране на яркостта на входната зона. Сборник с доклади на XII национална конференция по осветление с между-народно участие „Осветление 2004”, 15–17.06. 2004, Варна, България, стр. 81.

Велинов К., Eptun 2.1, Програмен продукт за проектиране на тунелни осветителни уредби. СД "Електро-програма", София 1995, <http://lighting-bg.eu/>

Велинов К., Идеен проект за доизграждане на автомагистрала „Хемус“ (етап 1), участък 1 от АМ "Хемус" (А2) Ябланица до път III-307, Тунел при км 91+044.00

Велинов К., Работен проект за осветителната и електрическата инсталация за ОБЕКТ: Збр. пътни тунели по "Магистрала - Люлин" при "Мало Бучино", "Среден тунел" и "Голямо Бучино".

Велинов К., Обект: III-5004 "Обход на град Габрово" Подобект: Реконструкция на пътни тунели от км. 20+120 до км. 30+673, (тунели № 1, 3, 4 и 5) и тунел № 1 от км. 12+420 до км. 13+020.

Велинов К., Работен проект: Изместване на съществуващ път III-868 „Девин – Михалково”, Тунел при с. Лясково.

Велинов К., Работен проект: А2–АМ "Хемус" тунел Ечемишка. Извършване на ремонтновъзстановителни работи от км 33+670 до км 34+422.26

Велинов К., Работен проект на тунелна осветителна уредба на тунел в гр. Пловдив "бул. Гладстон - под пощата", дог No 6191-10.

Велинов К., Работен проект на "Осветление на тунел" на подобект "Рехабилитация и доизграждане на директна връзка 3 между кръстовище с ул. "Д-р Москов" и "Източен пътен надлез".

Велинов К., Проектиране на тунелна осветителна уредба на пътен тунел "Ловеч – Троян", дог. № 04/1999 СД "Електропрограма"

Статията е препоръчана за публикуване от кат. „Електрификация на минното производство”.