

Enhancement of Street Lighting Infrastructure with DC link

Alexander Suzdalenko (Riga Technical University – RTU) and Ilya Galkin (RTU)

Keywords – Lighting, DC power supply, photovoltaic.

I. INTRODUCTION

The artificial lighting is one of major electrical energy consumer, which shares about fifth part of the global electricity market.

For this reason enhancement of street lighting infrastructure is an important task, leading to minimization of global energy demand and reduction of municipal expenditures on illumination of public places and streets.

II. EXPENDITURES DYNAMICS

The electricity price in Europe is rising rapidly. In the year 2015 the price per electricity is expecting to be about 0.15 EUR/kW·h [2], influencing the rise of expenditures for municipal organization, paying bills for lighting. On the other hand, prices per LED lighting are getting lower, while its efficiency is improving.

Thus it is reasonable to analyze the use of LED in street lighting making prognoses for price per light in 2015.

The Department of Energy USA (DoE) has launched the project entitled CALiPER (Commercially Available LED Product Evaluation and Reporting) aimed to benchmarking of commercially available SSL products, providing detailed test results and real parameter comparison with those, mentioned in specification.

At the given time experts from DoE prognoses, that SSL technology remains development and by year 2015 commercially available LED luminaries with efficacy of 138 lm/W will appear on the market (see Fig.5 in f.v.) [5].

The “cost of light” is calculated (see Table I) by using following formula [6]:

$$C_{light} = \left(\frac{1000}{\Phi_{lm}} \right) \cdot \left(\frac{C_{inst} + C_{lamp}}{T_{lamp}} + P_{lamp} \cdot C_{electricity} \right),$$

where C_{light} is price per light [EUR/Mlm·h], Φ_{lm} - luminous flux [lm], C_{inst} - installation cost (50 EUR), C_{lamp} - lamp's cost [EUR], P_{lamp} - lamp's wattage [W], $C_{electricity}$ - price per electricity [EUR/kW·h].

III. ADVANTAGES OF DC LINK FOR STREET LIGHTING INFRASTRUCTURE

Concerning advantages that have been drawn in previous chapter, it may be assumed that SSL is going to be replacement technology in the lighting sphere in the nearest future. Another assumption can be drawn on base of the fact, that LEDs are DC load, what for street lighting grid could be supplied with DC voltage.

In this case configuration of LED luminary could be as it is drawn below (see Fig.4).

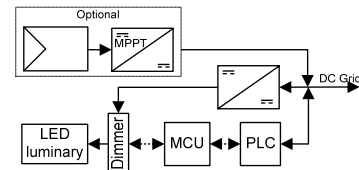


Fig. 4 Configuration of street lighting unit.

It could greatly reduce the elements count in the luminary's power supply unit (PSU) (see Table II in f.v.), because it contain only primary DC/DC converter adjusting grids DC voltage to admissible value, which further is regulated by dimmer, which is controlled by microcontroller unit, which communicates over power lines.

V. CONCLUSIONS

As the electricity price is rapidly rising, the total cost of consumed energy by luminaries during its lifetime is getting more noticeable in contrast to initial expenditures. The prognosis for year 2015 is drawn, approximating the electricity price and LEDs parameters. The use of DC link as interface in street lighting infrastructure is described as preferable, due to a lot of advantages, concerning simple connection of RESs to the DC grid, improving total efficiency of the street lighting, more reliable communication.

REFERENCES

- [2] “Eurostat Home.” [Online]. Available: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>.
- [5] A. Setlur, “Phosphors for LED-based solid-state lighting,” *The Electrochemical Society Interface*, no. Winter, pp. 32-36, 2009.
- [6] “The Cost of Light Color Kinetics Incorporated,” *Technology*. [Online]. Available: <http://www.fredrickandemilys.com/pdfs/CostofLight.pdf>.

TABLE I

PRICE PER LIGHT COMPARISON FOR SSL AND HPS LIGHTING TECHNOLOGIES CONCERNING 2015 YEAR'S PRICES AND LED EFFICACY PROGNOSSES

Type of lamp	*Lamp cost (2012/2015) [EUR]	Lifetime [h]	Luminous flux (2012/2015) [lm]	Wattage [W]	Efficacy (2012/2015) [lm/W]	Price per light (2012) [EUR/Mlm·h]	Price per light (2015) [EUR/Mlm·h]
150 W Na (HLF-175MH150HPS)	71.14	24000	16000	186	86	1.483	1.744
2*80 W LED (LEDFLA80392)	2*450/2*350	50000	2*5600/2*11040	2*80	70/138	1.823	1.088
400 W Na (RAB MEGS400SFQT)	229.80	24000	50000	464	108	1.183	1.392

Ielas apgaismojuma infrastruktūras parametru uzlabošana ar līdzstrāvas tīklu

Alexander Suzdalenko (Riga Technical University – RTU) and Ilya Galkin (RTU)

Atslēgvārdi (angl.) – Lighting, DC power supply, photovoltaic.

I. IEVADS

Mākslīgā apgaismojuma sfēra ir viena no lielākajām elektroenerģijas patērētājām, kas pasaules mērogā aizņem piekto daļu no elektrības tirgus. Līdz ar to ielas apgaismojuma infrastruktūras uzlabojums ir svarīgs uzdevums, kas var izraisīt globālu elektroenerģijas pieprasījuma samazinājumu, kā arī samazināt municipālo iestāžu izmaksas, kuras saistītas ar publisko vietu un ielu apgaismojumu.

II. IZMAKSU DINAMIKA

Elektrības cena Eiropā regulāri tiek paaugstināta, kas 2015. gadā pie tādas pašas dinamikas var sastādīt 0.15 EUR/kW·h [2], kas izraisītu izmaksu paaugstinājumu municipālajām iestādēm, maksājot rēķinus par apgaismojumu. Tajā pašā laikā cenas LED produktiem tiek samazinātas, bet to darba parametri tiek uzlaboti.

Tāpēc ir vērts izanalizēt LED tehnoloģijas izmantošanu ielas apgaismojumā, novērtējot prognozējamo cenu par gaismu 2015. gadā.

ASV Enerģētikas ministrija (EM) ir palaidusi projektu ar nosaukumu CALiPER, kas ir domāts komerciālo LED produktu testēšanai un atskaišu rakstīšanai, ziņojot par testa rezultātiem salīdzinājumā ar specifiskajām norādītiem parametriem, kā arī novērojot cietķermeņa apgaismojuma (CĶA) tehnoloģijas attīstību.

Uz doto brīdi EM eksperti prognozē, ka CĶA turpinās attīstīties un 2015. gadā tirgū parādīsies LED produkti ar efektivitāti 138 lm/W (sk. 5. att.p.v.) [5].

Tika aprēķināta „cena par gaismu” (sk. 1.tabulu), izmantojot sekojošu formulu[6]:

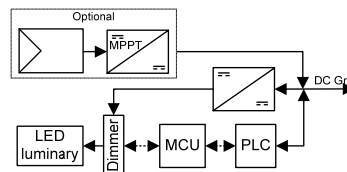
$$C_{light} = \left(\frac{1000}{\Phi_{lm}} \right) \cdot \left(\frac{C_{inst} + C_{lamp}}{T_{lamp}} + P_{lamp} \cdot C_{electricity} \right),$$

kur C_{light} ir cena par gaismu [EUR/Mlm·h], Φ_{lm} - gaismas plūsma [lm], C_{inst} - montāžas izmaksas (50 EUR), C_{lamp} - lampas cena [EUR], P_{lamp} - lampas jauda [W], $C_{electricity}$ - ir elektrības cena [EUR/kW·h].

III. DC PRIEKŠROCĪBAS IELAS APGAISMOJUMA INFRASTRUKTŪRĀ

Ievērojot priekšrocības, kuras bija pieminētas iepriekšējā sadaļā, var pieņemt, ka CĶA var aizvietot tradicionālo ielas apgaismojuma tehnoloģiju tuvākajā nākotnē. Cits pieņēmums ir bāzēts uz to, ka LED pēc būtības ir DC slodze, līdz ar to ir pamatoti izmantot DC ielas apgaismojuma tīklu barošanai.

Šajā gadījumā LED gaismekļa konfigurācija var būt sekojoša (sk. 4.att.).



4.att. LED ielas gaismekļa konfigurācija.

Tas varētu ievērojami samazināt gaismekļa barošanas bloka elementu daudzumu (sk. 2.tabulu p.v.), jo satur tikai primāro DC/DC pārveidotāju, kas pielāgo tīkla spriegumu līdz LED draiverim vajadzīgajam līmenim, kurš regulē gaismas diodu strāvu. Pēdējais tiek kontrolēts ar mikrokontrolera palīdzību, kas spēj pārsūtīt informāciju pa spēka vadiem.

V. SECINĀJUMI

Tā kā elektrības cenas regulāri aug, kopējās izmaksas par lampas patērēto elektroenerģiju kļūst arvien nozīmīgākas salīdzinājumā ar sākotnējām izmaksām. Rakstā ir dota elektrības cenas un LED produktu parametru prognoze uz 2015. gadu, kas tika izmantota „cenas par gaismu” aprēķināšanai, no kuras var secināt par LED priekšrocībām. DC barošanas tīkla izmantošana ir vēlamākā, pateicoties lielākai kopējai efektivitātei, vieglākai atjaunojamo enerģijas avotu pieslēgšanai un vieglākai komunikāciju realizēšanai.

LITERATŪRA

- [2] “Eurostat Home.” [Online]. Available: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>.
- [5] A. Setlur, “Phosphors for LED-based solid-state lighting,” *The Electrochemical Society Interface*, no. Winter, pp. 32-36, 2009.
- [6] “The Cost of Light Color Kinetics Incorporated,” *Technology*. [Online]. Available: <http://www.fredrickandemilys.com/pdfs/CostofLight.pdf>.

1. TABULA

LED UN HPS APGAISMOJUMA TEHNOLOĢIJU CENAS PAR GAISMU SALĪDZINĀJUMS, ŅEMOT VĒRĀ 2015. GADĀ PROGNOZĒTO ELEKTRĪBAS CENU UN LED PARAMETRUS

Gaismeklis	*Cena (2012/2015) [EUR]	Darbmūžs [h]	Apgaismojuma plūsma (2012/2015) [lm]	Jauda [W]	Efektivitāte (2012/2015) [lm/W]	Cena par gaismu (2012) [EUR/Mlm·h]	Cena par gaismu (2015) [EUR/Mlm·h]
150 W Na (HLF-175MH150HPS)	71.14	24000	16000	186	86	1.483	1.744
2*80 W LED (LEDFLA80392)	2*450/2*350	50000	2*5600/2*11040	2*80	70/138	1.823	1.088
400 W Na (RAB MEGS400SFQT)	229.80	24000	50000	464	108	1.183	1.392

Улучшение характеристик инфраструктуры уличного освещения, используя DC-сеть

Alexander Suzdalenko (Riga Technical University – RTU) and Ilya Galkin (RTU)

Ключевые слова (англ.) – Lighting, DC power supply, photovoltaic.

I. ВВЕДЕНИЕ

Сфера искусственного освещения потребляет значительную часть электроэнергии, составляя пятую долю рынка в мировом масштабе. По этой причине улучшение характеристик уличного освещения является важной задачей, способной уменьшить глобальное потребление электроэнергии и расходы муниципалитетов на освещение публичных мест и дорог.

II. ДИНАМИКА РАСХОДОВ

Цена на электроэнергию в Европе регулярно растёт, и в 2015 году она может достигнуть 0.15 EUR/kW·h [2], что повлечёт увеличение расходов для муниципалитетов при оплате расходов на освещение. В тоже время цены на светодиодное освещение снижаются, при улучшении их характеристик. Исходя из вышесказанного, целесообразно будет сравнить ожидаемые расходы на светодиодное освещение улиц в 2015 году.

Министерство энергетики (МЭ) США запустило проект под названием CALiPER, предназначенный для сравнения коммерчески доступных светодиодных продуктов, публикуя детальные результаты тестов и сравнивая их с параметрами указанными в спецификациях.

На данный момент специалисты из МЭ прогнозируют, что при сохранении динамики развития твердотельного освещения (ТТО) к 2015 году на рынке появятся коммерческие светодиодные продукты с эффективностью 138 lm/W (см. Рис.5 в п.в.) [5].

Для сравнения рассматриваемых технологий была рассчитана “Цена за свет” (см. Таблица I) по приведённой ниже формуле [6]:

$$C_{light} = \left(\frac{1000}{\Phi_{lm}} \right) \cdot \left(\frac{C_{inst} + C_{lamp}}{T_{lamp}} + P_{lamp} \cdot C_{electricity} \right),$$

где C_{light} - цена за свет [EUR/Mlm·h], Φ_{lm} - световой поток [lm], C_{inst} - стоимость монтажных работ (50 EUR), C_{lamp} - стоимость светильника [EUR], P_{lamp} - мощность лампы [W], $C_{electricity}$ - цена за электроэнергию [EUR/kW·h].

III. ПРЕИМУЩЕСТВА DC СЕТИ

Можно предположить, что ТТО будет заменой для традиционных систем освещения в ближайшем будущем. Другое предположение основано на том факте, что светодиоды питаются прямым током, для чего осветительные сети могут использовать постоянное напряжение для запитывания нагрузки. Конфигурация светодиодного светильника может выглядеть следующим образом (см. Рис.4).

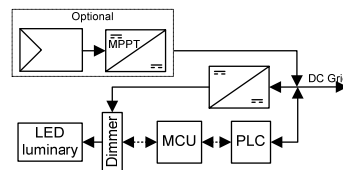


Рис. 4 Конфигурация уличного светодиодного светильника.

Данная конфигурация позволяет значительно снизить количество компонентов в блоке питания (см. Таблицу II в п.в.), т.к. он содержит лишь первичный DC/DC преобразователь, который понижает входное напряжение до необходимого уровня для питания регулятора тока, питающего светодиоды. Последний управляется при помощи микроконтроллера, который имеет возможность передавать данные по электрическим проводам.

V. ВЫВОДЫ

Из-за регулярного роста цен на электроэнергию, общая стоимость потраченной светильниками за их жизненный цикл энергии становится более значимой по сравнению с начальными затратами. В данной статье приведён прогноз цен на электроэнергию в 2015 году, а также прогнозируемые параметры светодиодов. Описаны преимущества использования DC сети в осветительных сетях, что позволяет более лёгкое подключение возобновляемых источников энергии, более надёжную коммуникацию, повышение общей эффективности.

ЛИТЕРАТУРА

- [2] “Eurostat Home.” [Online]. Available: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>.
- [5] A. Setlur, “Phosphors for LED-based solid-state lighting,” *The Electrochemical Society Interface*, no. Winter, pp. 32-36, 2009.
- [6] “The Cost of Light Color Kinetics Incorporated,” *Technology*. [Online]. Available: <http://www.fredrickandemilys.com/pdfs/CostofLight>.

ТАБЛИЦА I

СРАВНЕНИЕ ЦЕН ЗА СВЕТОДИАДНЫХ И НАТРИЕВЫХ ЛАМП УЧИТЫВАЯ ПРОГНОЗ ЦЕНЫ ЗА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ И ПАРАМЕТРОВ СВЕТОДИОДОВ К 2015 Г.

Светильник	*Стоимость (2012/2015) [EUR]	Срок [h]	Световой поток (2012/2015) [lm]	Мощность [W]	Эффективность (2012/2015) [lm/W]	Цена за свет (2012) [EUR/Mlm·h]	Цена за свет (2015) [EUR/Mlm·h]
150 W Na (HLF-175MH150HPS)	71.14	24000	16000	186	86	1.483	1.744
2*80 W LED (LEDFLA80392)	2*450/2*350	50000	2*5600/2*11040	2*80	70/138	1.823	1.088
400 W Na (RAB MEGS400SFQT)	229.80	24000	50000	464	108	1.183	1.392