

Миомир Костић

“Историјат развоја светлосне
технике”

Саветовање Српског друштва за осветљење

ОСВЕТЉЕЊЕ 2015.

Октобар 2015.

Поред природне светлости (светлости Сунца, Месеца и звезда), стотинама хиљада година човек је као једини вештачки извор светлости користио ватру, чија је примарна улога била загревање унутрашњих простора у којима је човек боравио.

А онда су за осветљење кућа почели да се користе луч од боровине, уље и маст, да би их касније заменила свећа лојаница, а њу, развојем пчеларства, воштана свећа.



Лукијерна у којој
су горели луч,
уље или маст



Лустер у који
се могла
ставити свећа

Петролеј (или гас, како га је народ називао) представљао је последњу етапу у развоју вештачког неелектричног осветљења.



Почетком XIX века (дакле, пре пуна два века) започела је ера вештачког електричног осветљења, које у укупној потрошњи електричне енергије на глобалном нивоу данас учествује са чак 20%.

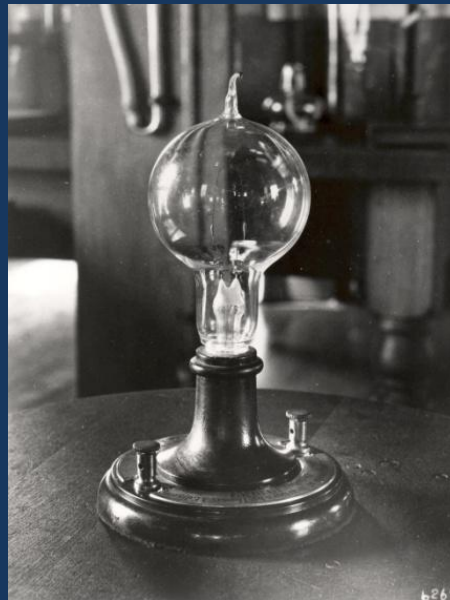
Развијена су (и данас су у употреби) три типа сијалица:

- сијалице са ужареним влакном,
- сијалице са електричним пражњењем, и
- LED сијалице (засноване на полупроводничкој технологији).

Појаву да метал загрејан до високе температуре емитује светлост први пут је демонстрирао Хемфри Дејви пред члановима Британског краљевског друштва, далеке 1809. године. Светлост је емитовало влакно израђено од платине.

Прва сијалица са ужареним влакном конструисана је 1835. године у Шкотској.

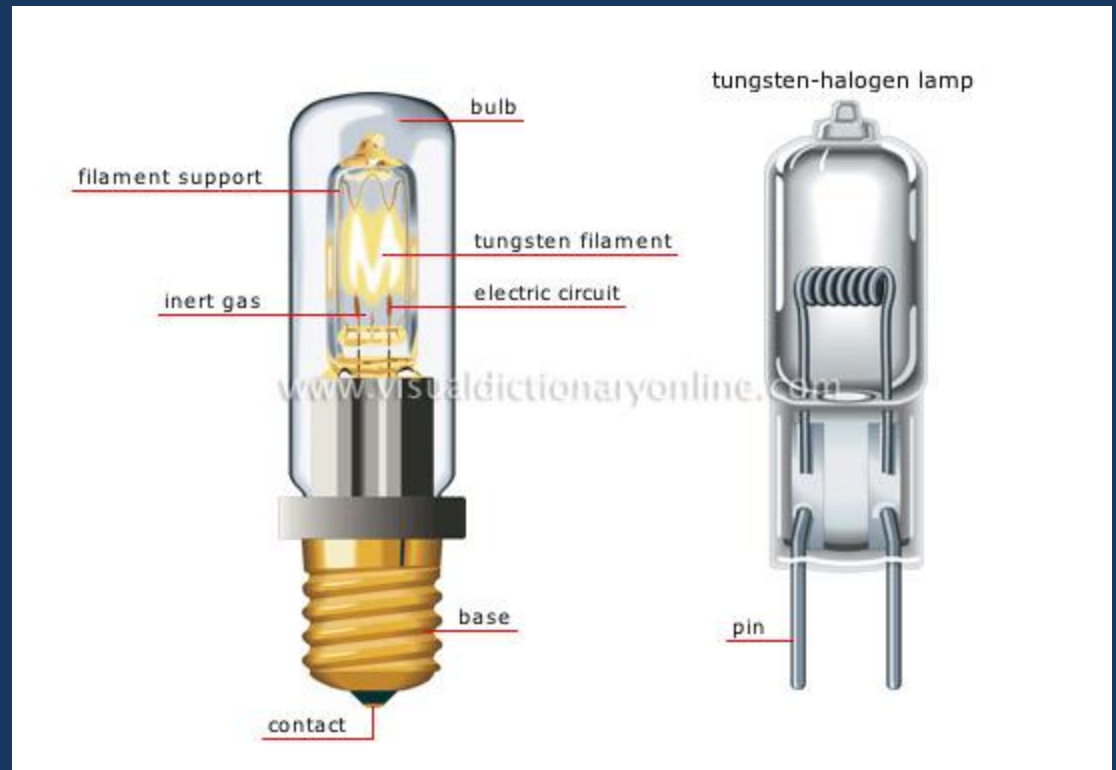
Прву комерцијалну сијалицу са ужареним влакном, израђеним од угљена, конструисао је Американац Томас Едисон, 1878. године.



Сијалице са влакном од волфрама, које се и данас користе, први пут су се појавиле на тржишту 1911. године.

Волфрам поседује оптималне карактеристике са аспекта емисивности, степена испаравања и механичке чврстоће.

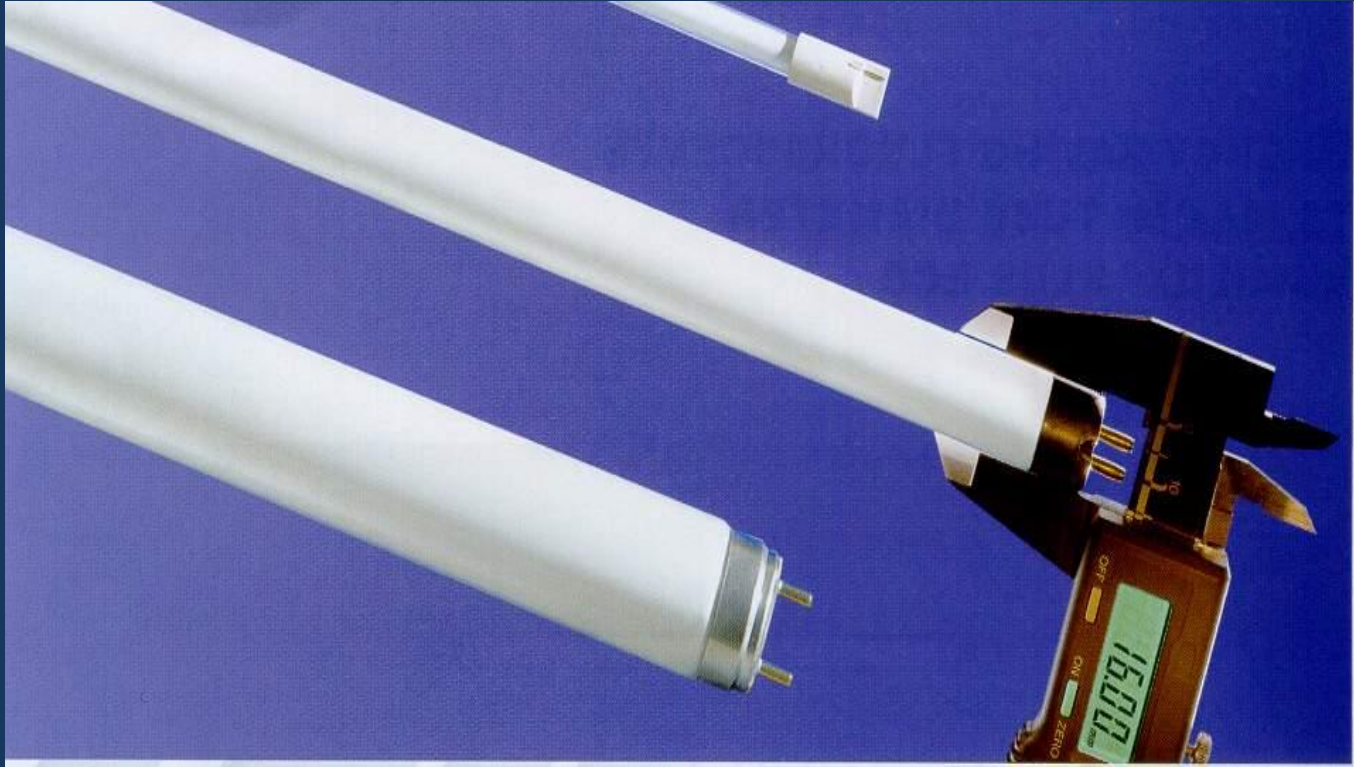
Прве халогене сијалице (са балоном израђеним од кварца) појавиле су се пре педесетак година.



Особина јонизованог гаса да може да производи светлост први пут је примећена далеке 1675. године.

Лучна лампа са електродама од угљена први пут је представљена 1801. године.

Неонске лампе су се први пут појавиле 1911. године, а флуоресцентне цеви које су биле претходница онима које се данас користе 1938. године.



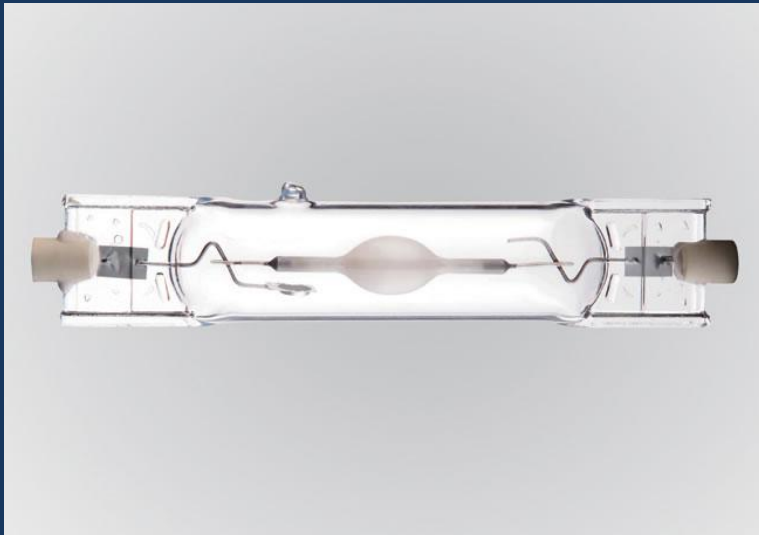
Компактни флуо извори (“штедљиве сијалице”) појавили су се на тржишту почетком осамдесетих година прошлог века.



Живине сијалице високог притиска конструисане су приближно истовремено кад и флуоресцентне цеви (тридесетих година прошлог века).



Шездесетих година двадесетог века конструисане су метал-халогене сијалице, а пре двадесетак година и метал-халогене сијалице са керамичким гориоником.



Зграда Министарства финансија у Београду



Почетком педесетих година двадесетог века конструисане су натријумове сијалице ниског притиска, а десетак година касније и натријумове сијалице високог притиска.

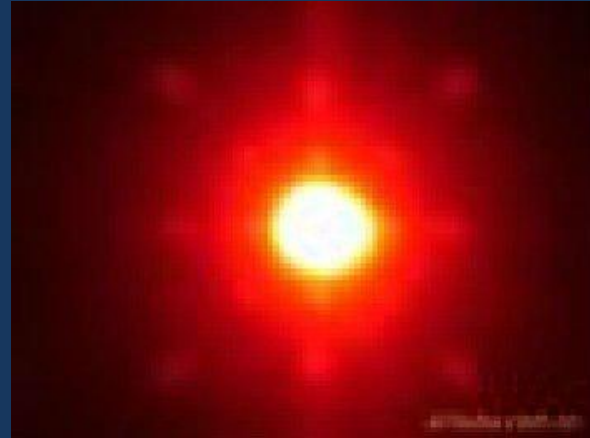
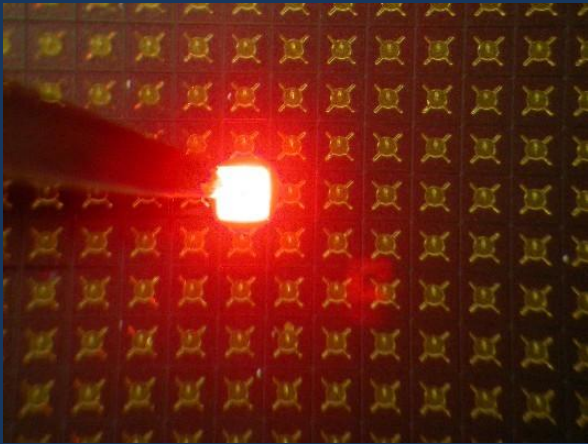


Давне 1907. године, прикључивши кристал израђен од два полупроводничка материјала на једносмерни извор напона 10 V, Енглески Хенри Џозеф Раунд био је запањен оним што је видео – кристал је емитовао жућкасту светлост.

Први патент у области LED технологије припада Русу Олегу Владимировичу Лосеву (1929. године).

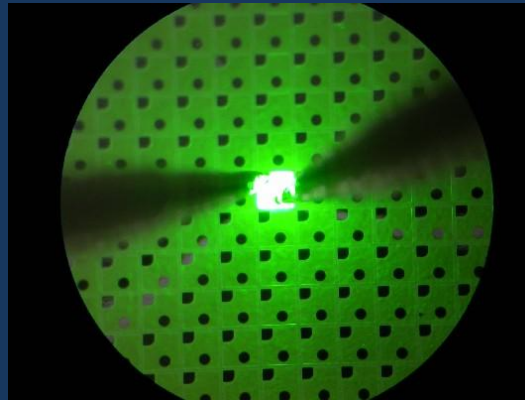
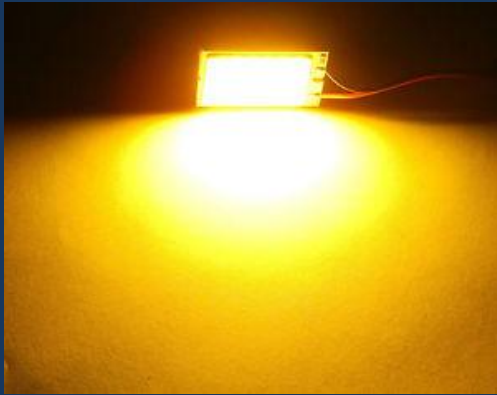
Ипак, сматра се да је први LED чип конструисао Енглеz Ник Холонајк (1962. године).

Комерцијална употреба LED чипова (црвене боје) започела је 1968. године.

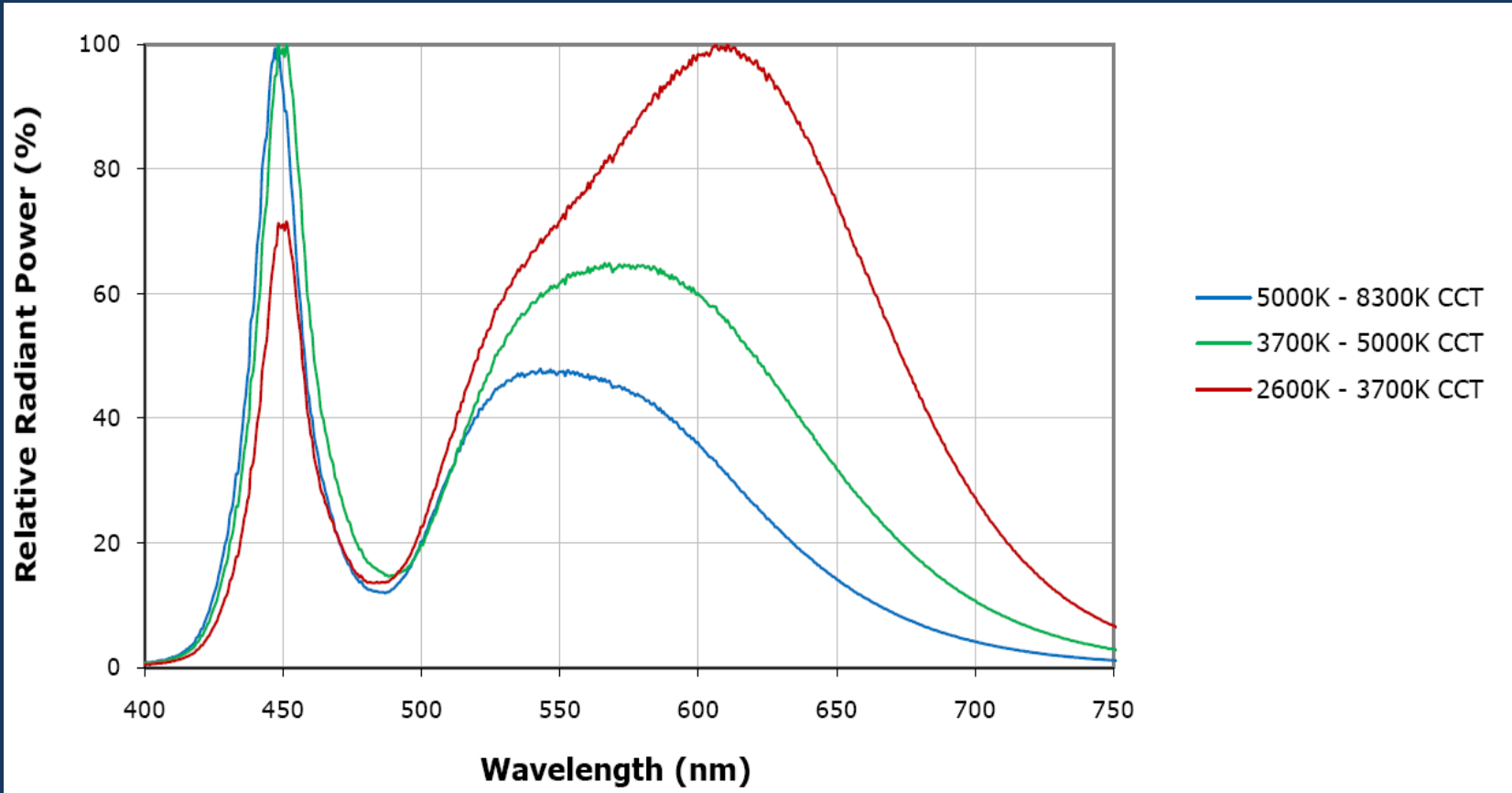


Од тада, сваке деценије, светлосна искористивост LED чипова повећавана је 20 пута, док је у истом периоду њихова цена падала 10 пута.

После чипова црвене боје конструисани су чипови жуте, зелене и, на крају, плаве боје.



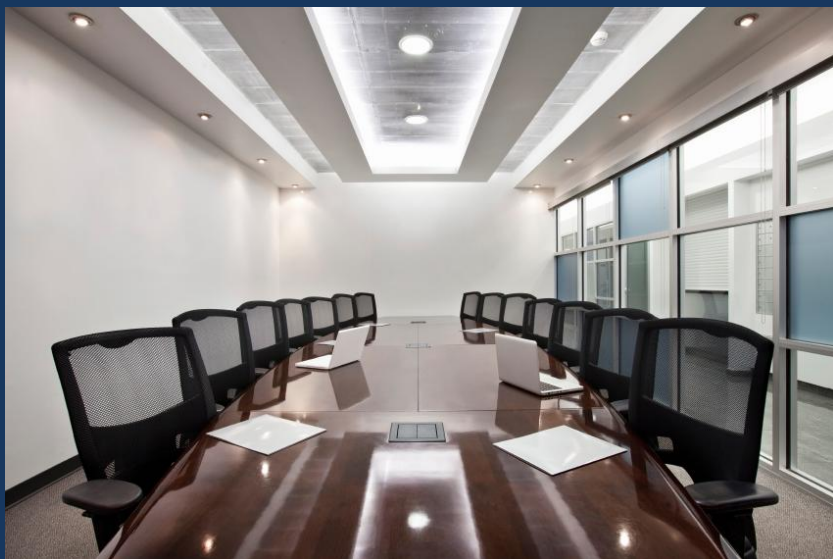
Први LED извор беле светлости конструисао је Јапанац Shuji Nakamura (1993. године), који је прошле године за то добио Нобелову награду.

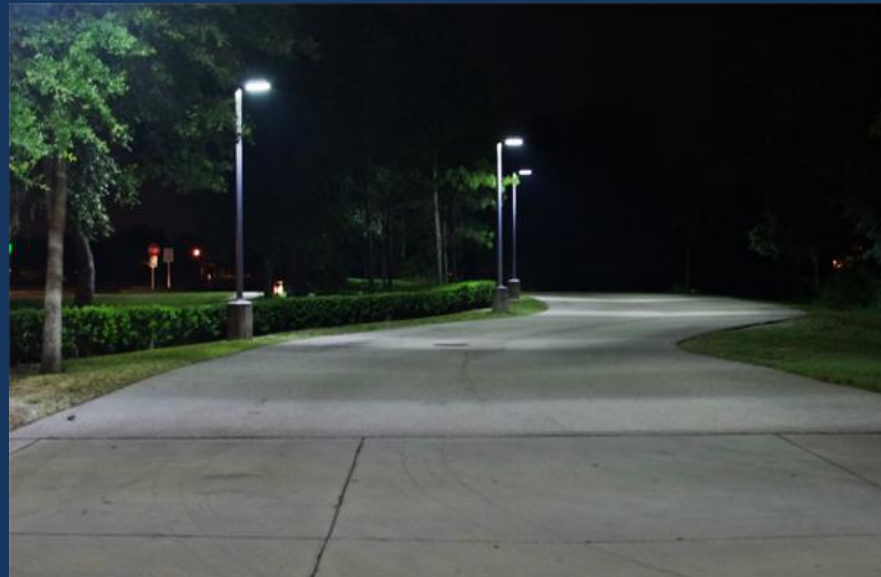


Очекује се да до 2025. године комерцијални LED извори беле светлости достигну 200 lm/W. Верује се да ће убрзо после тога остали типови извора светлости полако престајати да се производе.

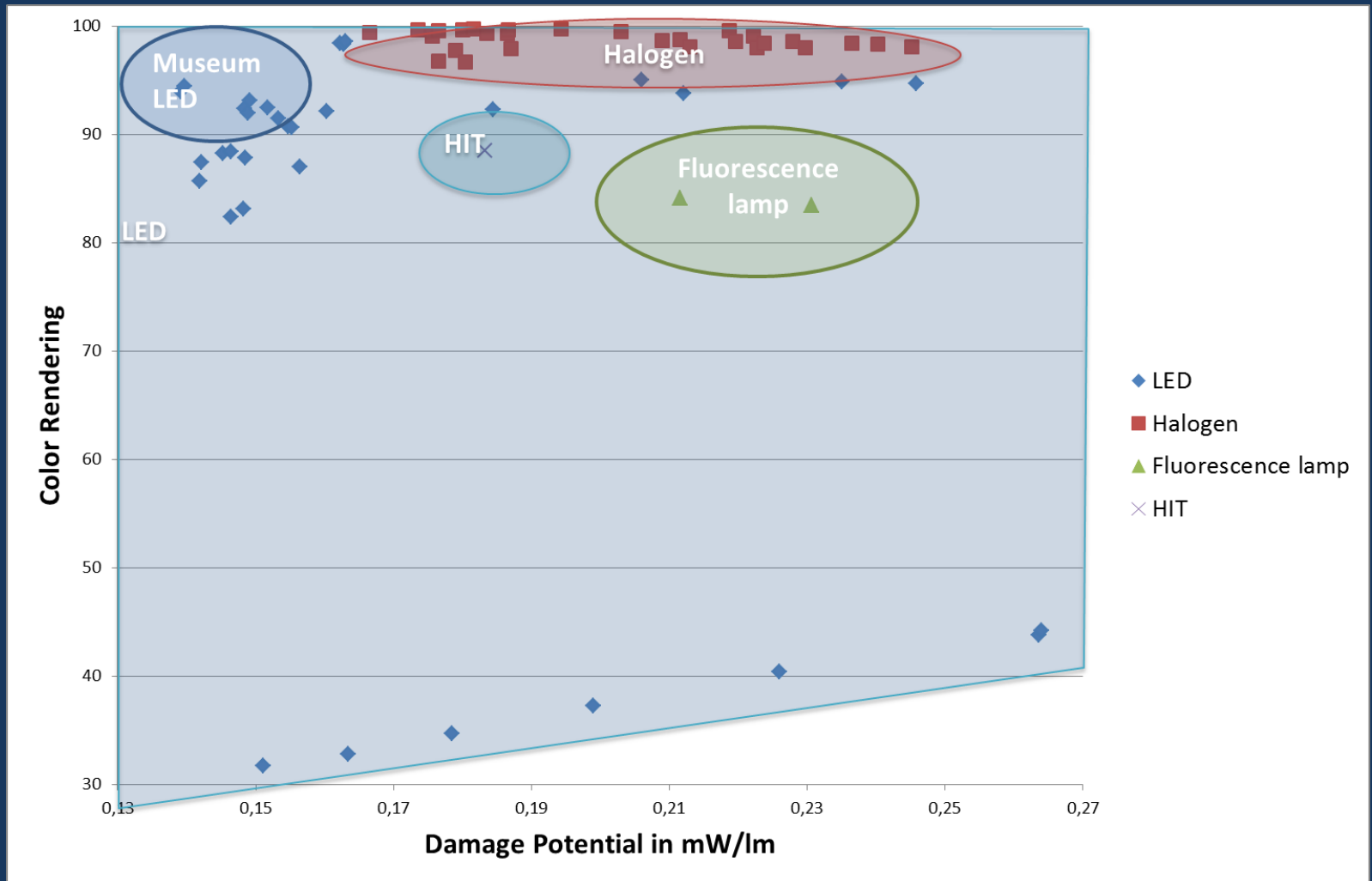
Процењује се да ће ексклузивна употреба LED технологије на глобалном нивоу омогућити уштеде електричне енергије које одговарају производњи чак 250 великих нуклеарних електрана.

Већ данас је LED технологија незаменљива у декоративном (архитектонском) осветљењу, а очекује се да ће за неколико година почети масовно да се примењује како за опште осветљење унутрашњих простора, тако и за осветљење улица и амбијената.



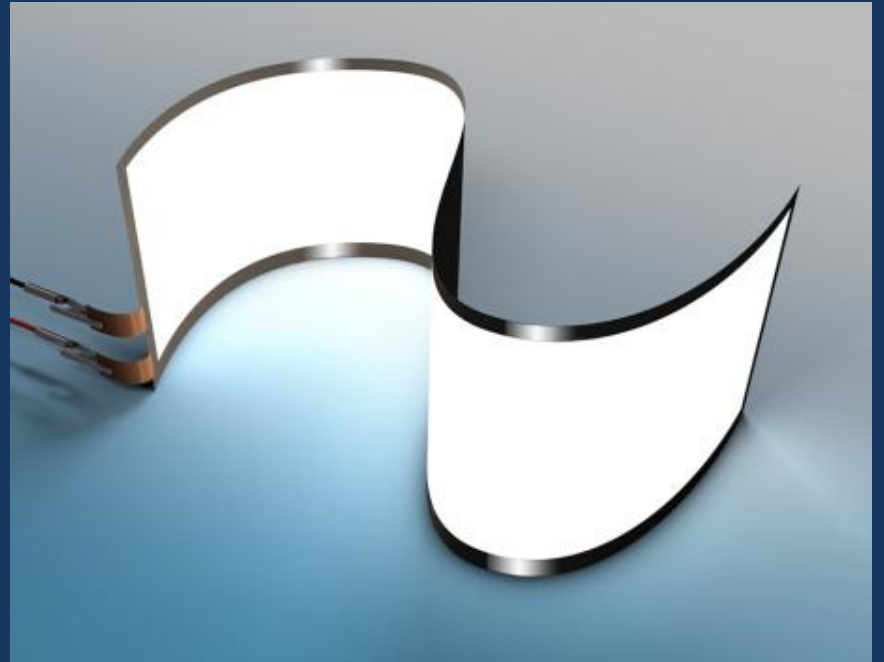
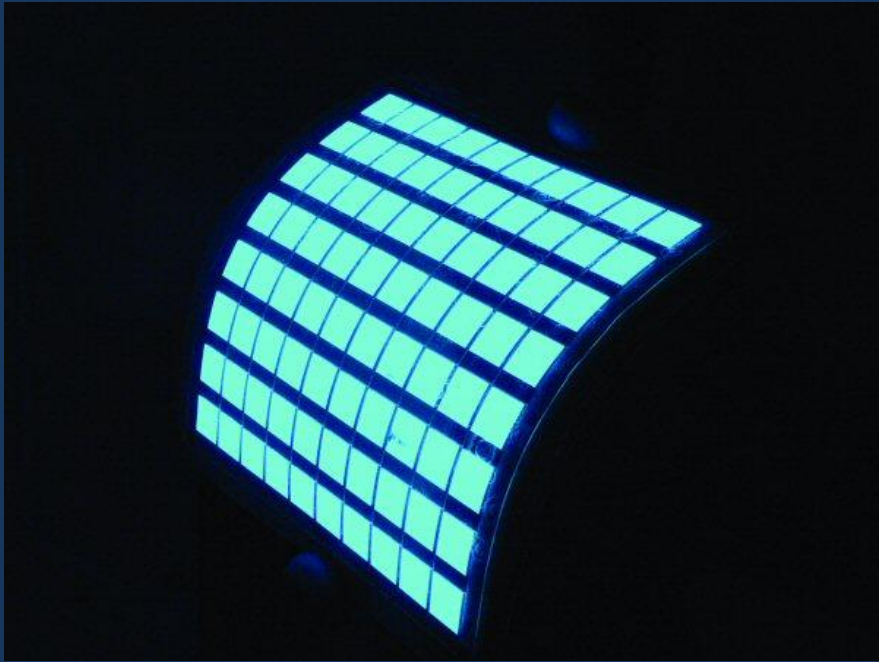


Differences between lamps for museums



OLED (Organic LED) извори светлости

- Танак луминисцентни филм органског полупроводног једињења или полимера, смештен између две електроде (од којих је најмање једна провидна), које су прикључене на једносмерни извор ниског напона
- Површински (дифузни) извор светлости произвољног облика
- За OLED беле светлости је $\eta \leq 70 \text{ lm/W}$
- Основни недостатак: кратак век трајања



Развој извора светлости био је праћен развојем светиљки, и то како оптичког блока (рефлектора и протектора), тако и електричног блока (предспојних уређаја, стартера, ...).



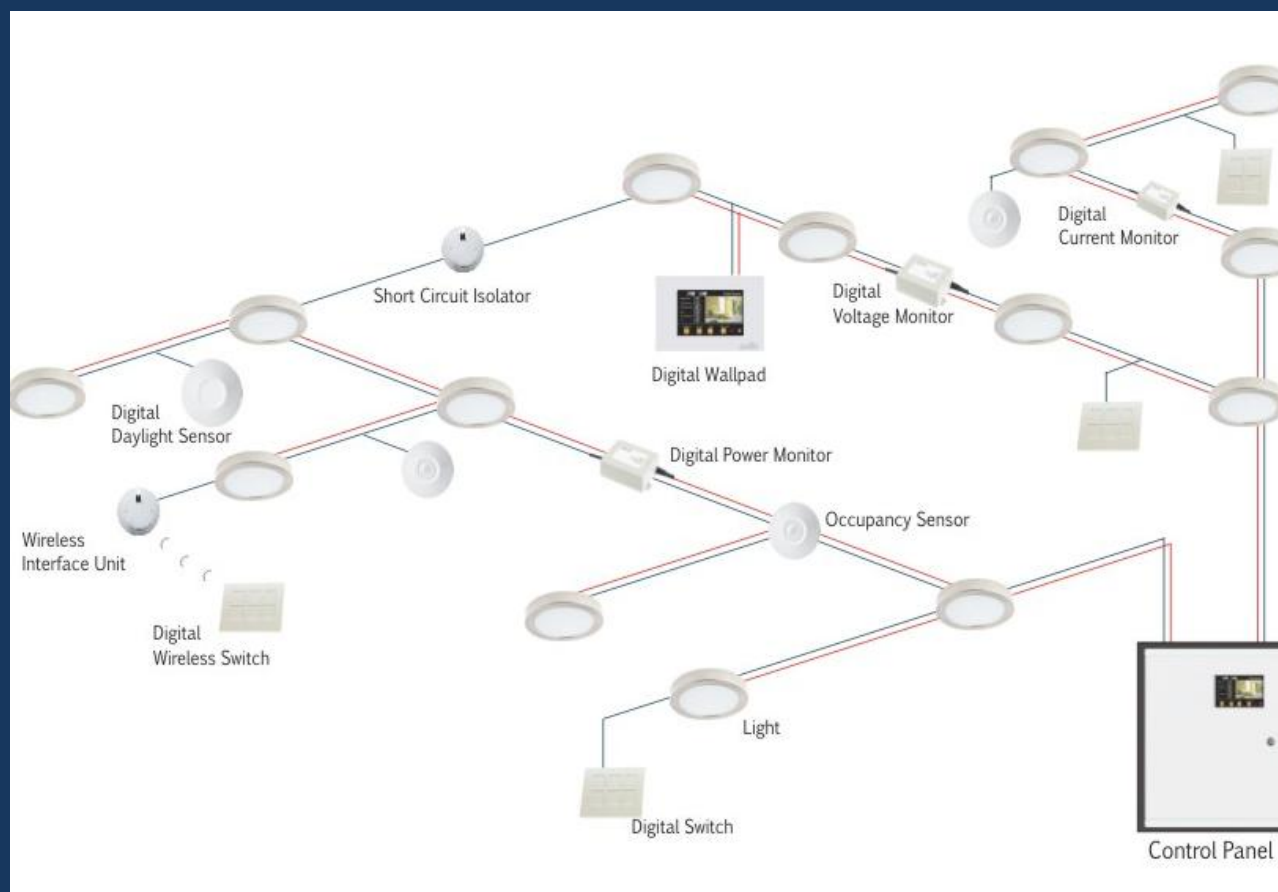
Данас се посебна пажња посвећује технологији производње сочива, која представљају један од кључних елемената LED светиљки.



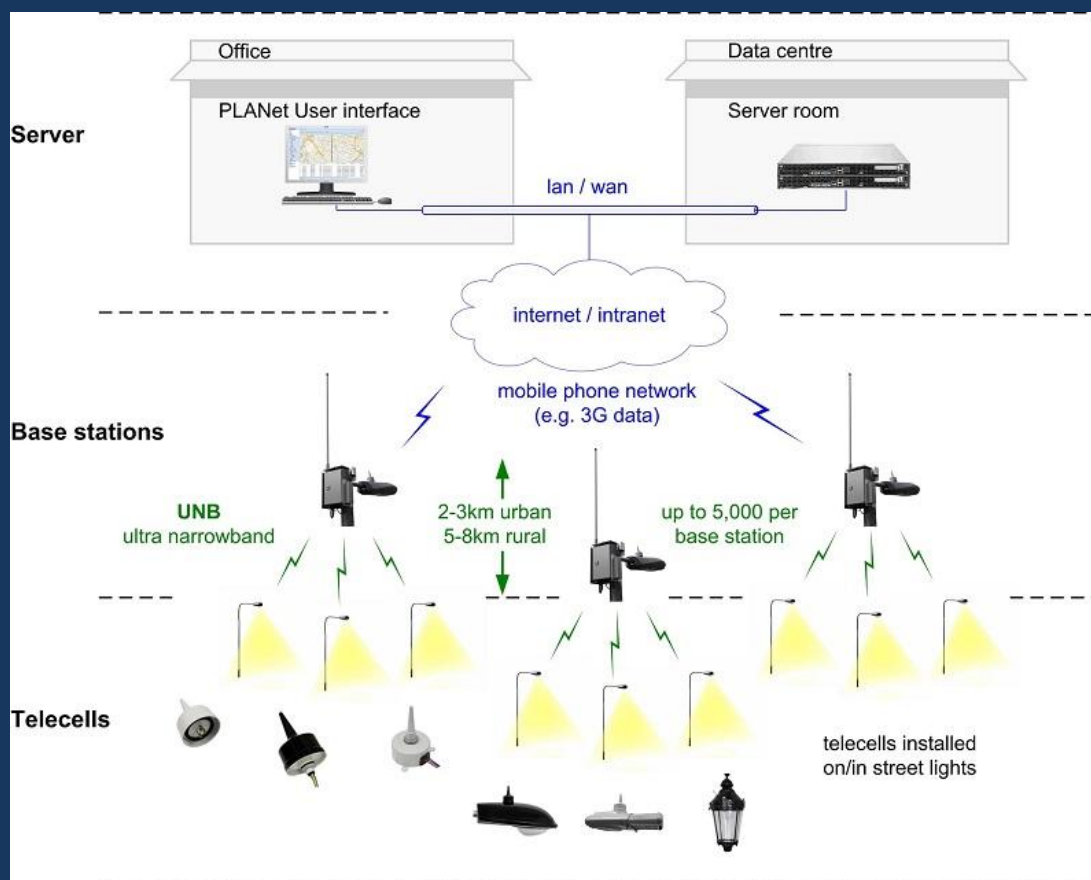
Иако се већ неколико деценија димери користе у унутрашњем осветљењу, њиховом развоју и проширењу области примене посебна пажња се посвећује тек последње деценије.

Применом димера се најчешће обезбеђује интеграција дневне и вештачке светлости. Поред димера, савремени фотосензори (помоћу којих се снима слика расподеле сјајности) представљају основне елементе система аутоматске контроле осветљења унутрашњих простора.

У канцеларијама високог стандарда системи аутоматске контроле обезбеђују и меморисање разних светлосних ситуација (сцена).



Тек 2010. године СЕ је “одобрила” употребу регулатора светлосног флуksа (adaptive systems) у уличном осветљењу.



Данас се у јавном осветљењу користе два типа адаптивних уређаја (система):

- уређаји за континуалну централну регулацију светлости, и
- телеменаџмент системи (системи за појединачну континуалну регулацију светлости и мониторинг).

Главну компоненту уређаја за континуалну централну регулацију светлости представља електронски контролер, који обезбеђује континуалну промену напона, а самим тим и светлосног флукса прикључене групе извора светлости.

Основне предности оваквих уређаја су:

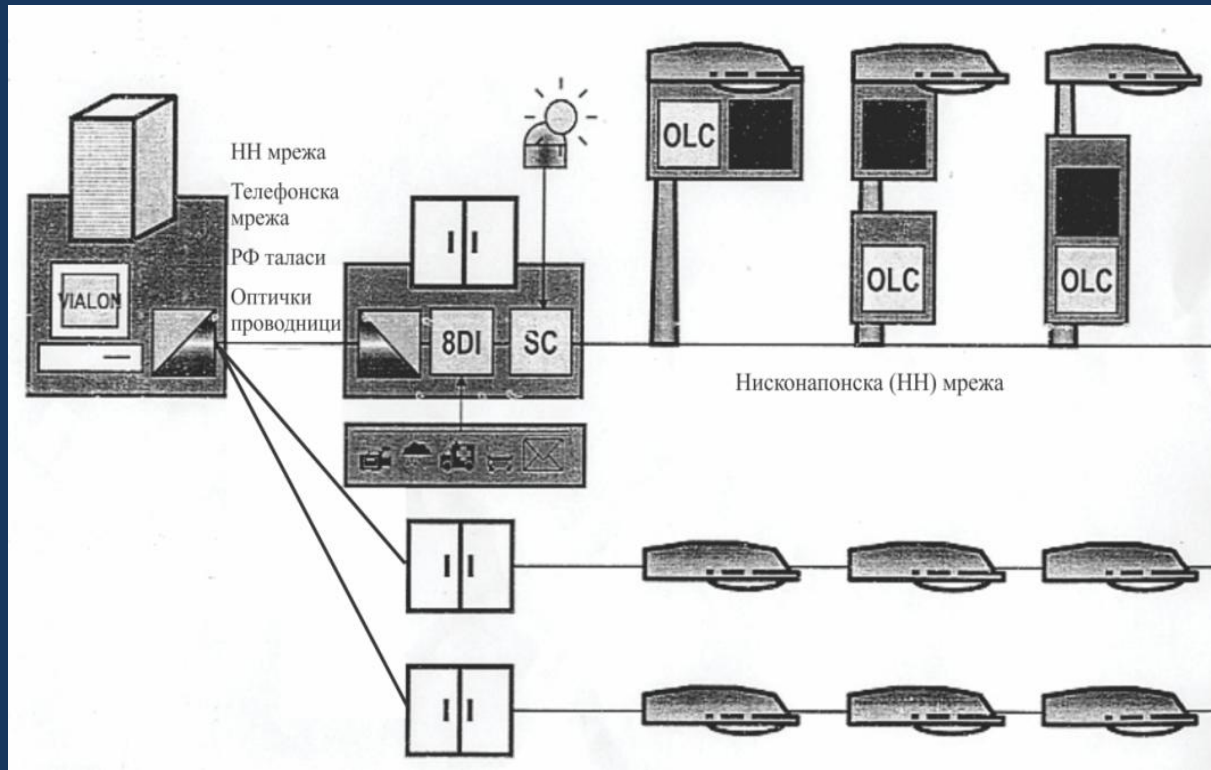
- рад са свим конвенционалним изворима светлости (флуо, Hg, MH, NaVP),
- једноставно одржавање, и
- ниска цена по светиљци.

Њихови основни недостаци су:

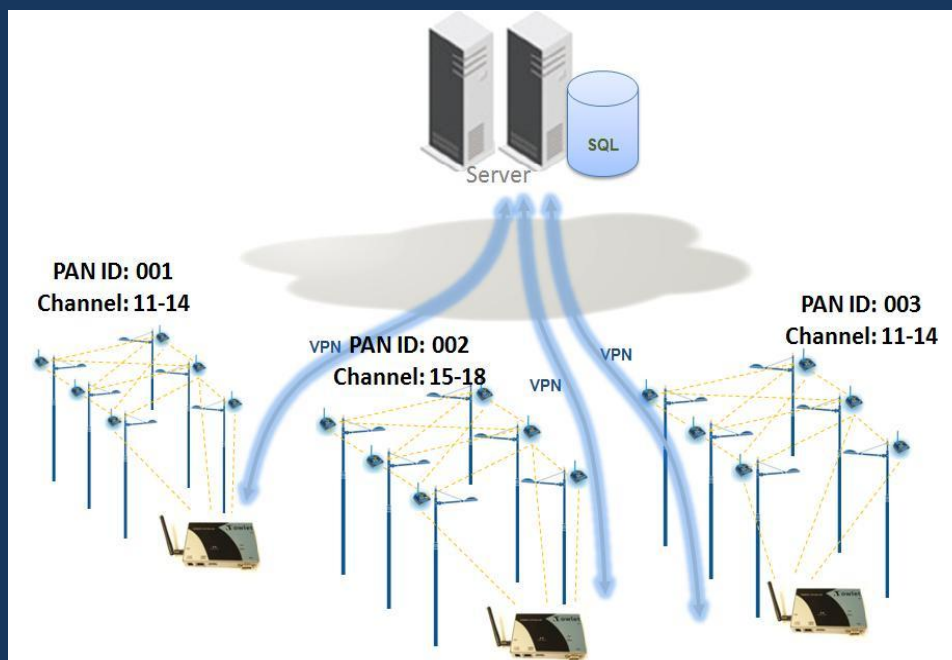
- једнака контрола свих прикључених извора светлости,
- ограничене могућности редукције светлосног флукса (до 50%), и
- немогућност рада са LED изворима.



Један од првих телеменаџмент система (тзв. Starsense систем) развио је Philips Lighting.



Због проблема са преносом сигнала кроз електроенергетске каблове, који се, поготово код старих мрежа јавног осветљења, јављају услед шума и других разлога, Schreder је развио комуникацију помоћу бежичног (Zig-Bee) система (сваки сегментни контролер и сваки стуб поседује антену).



Сваком појединачном светиљком централна управљачка јединица независно управља на основу унапред задатог програма (који може да се мења) или на основу информација које достављају мерачи густине саобраћаја, спољног нивоа осветљености итд. (то је могуће зато што свака светиљка има адресу).

Централна управљачка јединица континуално контролише све светиљке и податке о њиховом раду меморише у одговарајућу базу података.

Основна предност телеменаџмент система је његова флексибилност, док су његови технички недостаци немогућност регулисања рада флуо и живиних извора високог притиска, као и низак фактор снаге при великим редукцијама светлосног флукса.

Предност представља и чињеница да нема потребе за обилажењем инсталација јавног осветљења, јер све информације о престанку рада извора светлости стижу у контролну собу са РС-јем. Захваљујући томе, може да се гарантује рад уговореног процента укупног броја светиљки (обично 97%).

Основни недостатак оваквог софистицираног система је његова висока цена, која је, сведена на светиљку, углавном већа од цене саме светиљке. У будућности се очекује смањење цене појединих компоненти система (пре свих, специјалног електронског баласта и електронског контролера светиљке), чиме ће се, уз очекивано повећање цене електричне енергије, економски показатељи телеменаџмент система значајно побољшати.

Највеће процентуалне уштеде електричне енергије и најбољи економски показатељи карактеришу телеменаџмент системе који се примењују у инсталацијама са LED светиљкама.

Време повраћаја новца уложеног у уређаје за централну континуалну регулацију, са тренутном ценом електричне енергије у Србији (око 6 евроценти по kWh), износи 5–7 година, а преко 10 година за телеменаџмент системе који се користе у инсталацијама са класичним изворима светлости.

Док решење са уређајем помоћу кога се контролише напон генерално обезбеђује 25–35% уштеде електричне енергије на годишњем нивоу, телеменаџмент системи могу да обезбеде и процентуално веће уштеде, а пре свега у предимензионисаним инсталацијама уличног осветљења.

Turkish Technical Specifications on LED Based Road Lighting Luminaries

- LED luminaries will be installed in parallel to the road surface, they will operate for a minimum time of 50.000 hours under operating conditions together with all components.
- Constant current drivers will be used in order to operate LED modules in LED luminaries, the rated current of LED chips will not exceed 70% of maximum driver current and will not be higher than 700 mA, power factor will be at least 0,95, efficiency at design power will be at least 90%, total harmonic distortion (THD) will not be higher than 10% and luminous flux value could be adjusted to desired levels.
- LED packages should be 4.000 K \pm 5%, color rendering index should be at least 70, LED luminaire efficacy factor value should be at least 115 lm/W, and the upper light output ratio should not be higher than 5%.
- Required lighting quality criteria have to be provided in such way the average road luminance level does not exceed 5% of the desired value.

“Procedures and Principles on the Use of LED Luminaires in Road Lighting”

- The payback period should not exceed six years.
- It is mandatory to ensure at least 40% of energy savings with LED retrofit projects.
- The manufacturers will deliver their samples of LED luminaires that meet the lighting criteria stated in the specifications, together with the necessary certificates, test reports.
- The luminaires should be manufactured in Turkey!!!