

Технико-икономическо и енергийно изследване на съвременни осветители за улично осветление

проф. д-р инж. Николай Василев, Борис Тошев



Целта на настоящето изследване е да се установи количествено ефективността на улични осветителни уредби с натриеви лампи с високо налягане и със светодиоди при следните ограничителни условия:

- съблюдаване на нормените светлотехнически предписания за светлотехническите класове M1, M2, M3, M4, M5 и M6;
- избрана типична геометрия на улиците;
- за всеки светлотехнически клас се избира най-целесъобразния осветител на фирмата, определят се оптималното разположение, височина на окачване и разстояние между осветителите;
- сравняват се двата вида осветители по отношение на инсталираната мощност, консумирана електрическа енергия при 4 000 часа годишна работа, стойност на консумираната енергия и стойност на осветителите за 1 км дължина на улицата;
- експлоатационен фактор, определен съгласно рекомендациите на CIE 154:2003;
- светлотехническите изчисления са направени с програмата DIALux;
- актуална цена на ел. енергия, доставена от ЧЕЗ;
- икономическото сравнение е направено по следните методи:
 - Срок на откупуване;
 - Разходи за целия жизнен период (Life cycle cost).

Получените изчислителни резултати са представени в табличен вид за шестте светлотехнически класове за улици с моторизирано движение:

Светлотехнически клас M1

$$L \geq 2 \text{ cd/m}^2 \quad U_0 \geq 0.4 \quad U_L \geq 0.7 \quad TI \leq 10 \% \quad SR \geq 0.50$$

характеристика на уличното осветление	осветител с НЛВН 400W	осветител със светодиоди		
		43	40	35
разстояние между осветителите m	55			
брой на осветителите n/km	$n_1 = 18 \times 2 = 36$	$n_2 \text{ } 23 \times 2 = 46; 25 \times 2 = 50; 28 \times 2 = 56$		
мощност на осветителя $p_o = p_l \times p_b, W$	$p_{o1} = 433$	$p_{o2} = 447;$	406;	365
инсталирана мощност $P = p_o \cdot n, kW/km$	$P_1 = 15.588$	$P_2 = 20.562;$	20.3;	20.44
консумирана енергия $E = P \cdot 4000, kWh/km$	$E_1 = 62\ 352$	$E_2 = 82\ 248;$	81\ 200;	81\ 760
стойност на енергията $C = E \cdot \beta, \text{ лв/km}$	$C_1 = 10\ 060$	$C_2 = 13\ 149;$	12\ 981;	13\ 071
стойност на осветителите $K, \text{ лв/km}$	$K_1 = 38\ 700$	$K_2 = ?$?	?
срок на откупуване $K_2 - K_1 / C_1 - C_2, \text{ година}$				
разходи за период 40 години, лв/km				

Светлотехнически клас M2

$$L \geq 1.5 \text{ cd/m}^2 \quad U_0 \geq 0.4 \quad U_L \geq 0.7 \quad TI \leq 10 \% \quad SR \geq 0.50$$

характеристика на уличното осветление	осветител с НЛВН 250W	осветител със светодиоди
разстояние между осветителите, m	46	36
брой на осветителите n/km	$n_1 = 21 \times 2 = 42$	$n_2 = 27 \times 2 = 54$
мощност на осветителя $p_o = p_n + p_b$, W	$p_{o1} = 276$	$p_{o2} = 248$
инсталирана мощност $P \in p_o \cdot n$, kW/km	$P_1 = 11.592$	$P_2 = 13.392$
консумирана енергия $E = P \cdot 4000$, kWh/km	$E_1 = 46\ 368$	$E_2 = 53\ 568$
стойност на енергията $C = E \cdot \beta$, лв/km	$C_1 = 7\ 481$	$C_2 = 8\ 564$
стойност на осветителите K , лв/km	$K_1 = 40\ 087$	$K_2 = ?$
срок на откупуване $K_2 - K_1 / C_1 - C_2$, година		
разходи за период 40 години, лв/km		

Светлотехнически клас М3

$$L \geq 1 \text{ cd/m}^2 \quad U_0 \geq 0.4 \quad U_L \geq 0.6 \quad \text{TI} \leq 15 \% \quad \text{SR} \geq 0.50$$

характеристика на уличното осветление	осветител с НЛВН 150W	осветител със светодиоди
разстояние между осветителите m	58	45
брой на осветителите n/km	$n_1 = 17 \times 2 = 34$	$n_2 = 22 \times 2 = 44$
мощност на осветителя $p_o = p_l + p_s, W$	$p_{o1} = 169$	$p_{o2} = 154$
инсталирана мощност $P = p_o \cdot n, kW/km$	$P_1 = 5.746$	$P_2 = 6.776$
консумирана енергия $E = P \cdot 4000, kWh/km$	$E_1 = 22\ 984$	$E_2 = 27\ 104$
стойност на енергията $C = E \cdot \beta, \text{ лв/km}$	$C_1 = 3\ 708$	$C_2 = 4\ 333$
стойност на осветителите $K, \text{ лв/km}$	$K_1 = 29\ 592$	$K_2 = ?$
срок на откупуване $K_2 - K_1 / C_1 - C_2, \text{ година}$		
разходи за период 40 години, лв/km		

Светлотехнически клас М4

$L \geq 0.75 \text{ cd/m}^2$ $U_0 \geq 0.4$ $U_L \geq 0.6$ $TI \leq 15 \%$ $SR \geq 0.50$

характеристика на уличното осветление	осветител с НЛВН 100W	осветител със светодиоди
разстояние между осветителите m	50	40
брой на осветителите n/km	$n_1 = 20 \times 2 = 40$	$n_2 = 25 \times 2 = 50$
мощност на осветителя $p_o = p_n + p_b$, W	$p_{o1} = 114$	$p_{o2} = 70$
инсталирана мощност $P = p_o n$, kW/km	$P_1 = 4.560$	$P_2 = 3.500$
консумирана енергия $E = P \cdot 4000$, kWh/km	$E_1 = 18\ 240$	$E_2 = 14\ 000$
стойност на енергията $C = E \cdot \beta$, лв/km	$C_1 = 2\ 943$	$C_2 = 2\ 238$
стойност на осветителите K , лв/km	$K_1 = 30\ 511$	$K_2 = 90\ 600$
срок на откупуване $K_2 - K_1 / C_1 - C_2$, година	$60\ 089 / 705 = 85$	
разходи за период 40 години, лв/km	221 232	329 879

Светлотехнически клас M5

$L \geq 0.5 \text{ cd/m}^2$ $U_0 \geq 0.35$ $U_L \geq 0.4$ $TI \leq 15 \%$ $SR \geq 0.50$

характеристика на уличното осветление	осветител с НЛВН 70W	осветител със светодиоди
разстояние между осветителите m	43	38
брой на осветителите n/km	$n_1 = 23$	$n_2 = 26$
мощност на осветителя $p_0 = p_a + p_b$, W	$p_{01} = 79$	$p_{02} = 52$
инсталирана мощност $P = p_0 \cdot n$, kW/km	$P_1 = 1.817$	$P_2 = 1.352$
консумирана енергия $E = P \cdot 4000$, kWh/km	$E_1 = 7\,268$	$E_2 = 5\,408$
стойност на енергията $C = E \cdot \beta$, лв/km	$C_1 = 1\,173$	$C_2 = 865$
стойност на осветителите K, лв/km	$K_1 = 32\,164$	$K_2 = 52\,416$
срок на откупуване $K_2 - K_1 / C_1 - C_2$, година	20 252 / 308 = 66	
разходи за период 40 години, лв/km	138 628	169 905

Светлотехнически клас М6

$$L \geq 0.3 \text{ cd/m}^2 \quad U_0 \geq 0.35 \quad U_L \geq 0.4 \quad TI \leq 15 \% \quad SR \geq \dots$$

характеристика на уличното осветление	осветител с НЛВН 50W	осветител със светодиоди
разстояние между осветителите m	41	40
брой на осветителите n/km	$n_1 = 24$	$n_2 = 25$
мощност на осветителя $p_o = p_n + p_s, W$	$p_{o1} = 61$	$p_{o2} = 29$
инсталирана мощност $P = p_o \cdot n, kW/km$	$P_1 = 1.464$	$P_2 = 0.725$
консумирана енергия $E = P \cdot 4000, kWh/km$	$E_1 = 5\ 856$	$E_2 = 2\ 900$
стойност на енергията $C = E \cdot \beta, лв/km$	$C_1 = 945$	$C_2 = 464$
стойност на осветителите $K, лв/km$	$K_1 = 17\ 602$	$K_2 = 44\ 100$
срок на откупуване $K_2 - K_1 / C_1 - C_2, година$	$26\ 498 / 481 = 55$	
разходи за период 40 години, лв/km	108 951	139 708

характеристика на уличното осветление	осветител с НЛВН 50W	осветител със светодиоди
разстояние между осветителите m	43	40
брой на осветителите n/km	$n_1 = 23$	$n_2 = 25$
мощност на осветителя $p_o = p_n + p_s, W$	$p_{o1} = 56$	$p_{o2} = 29$
инсталирана мощност $P = p_o \cdot n, kW/km$	$P_1 = 1.288$	$P_2 = 0.725$
консумирана енергия $E = P \cdot 4000, kWh/km$	$E_1 = 5\ 152$	$E_2 = 2\ 900$
стойност на енергията $C = E \cdot \beta, лв/km$	$C_1 = 831$	$C_2 = 464$
стойност на осветителите $K, лв/km$	$K_1 = 32\ 164$	$K_2 = 44\ 100$
срок на откупуване $K_2 - K_1 / C_1 - C_2, година$	$11\ 936 / 367 = 32$	
разходи за период 40 години, лв/km	131 505	139 708



Изводи, предложения, препоръки

1. Светлодиодите са очевидно най-перспективният светлинен източник и неговото използване в уличното осветление ще се увеличава с бързи темпове.

2. Като нов технически продукт трябва да се провежда много сериозен контрол на качеството и надеждността на светодиодите, в лаборатории разполагащи с необходимата за целта апаратура.

Светлодиодният осветител е многокомпонентен: диоден чип, оптика, драйвер, електропроводна част, топлоотвеждаща система, корпус, цветови филтри. Най-често производителите на светодиодни осветители асемблират доставените гореизброени компоненти от различни фирми. Информацията от европейския опит на съществуващи светодиодни осветителни уредби показва сериозен разброс в качеството на различните осветители.

3. Новото поколение натриеви лампи с високо налягане с мощност $P \geq 100 \text{ W}$ имат висок светлинен добив $110 \div 130 \text{ lm/W}$ и трайност $40000 \div 70000 \text{ h}$, а метал-халогенните лампи 110 lm/W и трайност 24000 h . Следователно е необходимо многовариантно проектиране със светодиоди и с натриеви лампи с високо налягане и с метал-халогенни лампи.

4. Сравнението на вариантите не трябва да се прави само по светлинен добив, а задължително по официално утвърдените методи:

Life Cycle Cost, Present Value, Total Annual Value, Срок на откупуване.

5. Предвид на предстоящата генерална модернизация на външното осветление е необходимо да се разработи Мастер план, в който да се определят главните насоки на развитие на уличното и художествено архитектурното осветление на София и етапите на тяхното осъществяване. Не е допустимо да се работи безпланово, „на парче”. Мастер планът ще формира „политиката“ на Столична община по външното осветление на София.

6. Никъде в България не се контролира дали са спазени нормените светлотехнически предписания. В София сега има недостатъчно осветени улици, но също така има и преосветени улици. Естествено е преди да се пристъпи към реконструкция на осветителната уредба, да се измерят осветености и яркости и след това да се реши необходимо ли е обновяване на осветлението. Показателен пример за неоправдани разходи - през последните 55 години 6 пъти бяха сменени уличните осветители по бул. „Цар Освободител“!

7. Предстои голямо модернизиране на осветлението на редица столични улици. Задължително трябва да се провери състоянието на осветлението на улиците, преди да се пристъпи към реализация на изготвените проекти! Това е елементарно условие, чието изпълнение ще гарантира правилното изразходване на предвидените средства и постигане на максимална енергийна ефективност!
8. Освен това предлаганото решение за бъдещото осветление на всяка конкретна улица трябва да бъде обосновано с многовариантно проектиране с различни светлинни източници и улични осветители и съответното технико-икономическо сравнение.

Благодаря за вниманието!

НКО - Национален форум
"Проблеми на външното осветление на населените места" (08.05.2014)



Национален форум, София, 8 май 2014 г.
Проблеми на външното осветление на населените места

Светлодиодите в съвременното улично осветление-обхват, обем и тенденции

*Проф. д-р инж. Николай Василев, маг. инж. Борис Тошев,
маг. физ. Николина Янева*



Светлодиодите безспорно са светлоизточниците на бъдещето.

Добре известни са техните качества и преимущества: голяма трайност, висок светлинен добив, широка гама от цветови температури, добро цвето предаване, възможности за най-ефективно регулиране, компактност и пр.

Не трябва да се забравя обаче, че светлодиодите са нов продукт и трябва професионално и компетентно да се използват.

Пълноценното използване на предимствата на светлодиодите изисква отговорен контрол на качеството на светлодиодните продукти. Според Европейската практика контролът е на 4 етапа:

- ❖ Контрол на проекта
- ❖ Контрол на доставените компоненти на осветителната уредба
- ❖ Контрол на строително монтажните работи
- ❖ Контрол на функционирането на осветителната уредба в реални условия

У нас практически на нито един от четирите етапи не се осъществява действителен контрол.

С оглед на нашите намерения и „политиката“ която ще се осъществява у нас относно използването на светлодиодите в уличното осветление , считаме че представлява интерес опитът на някои европейски и други страни

ЕВРОПА – 2013 год.



Германия

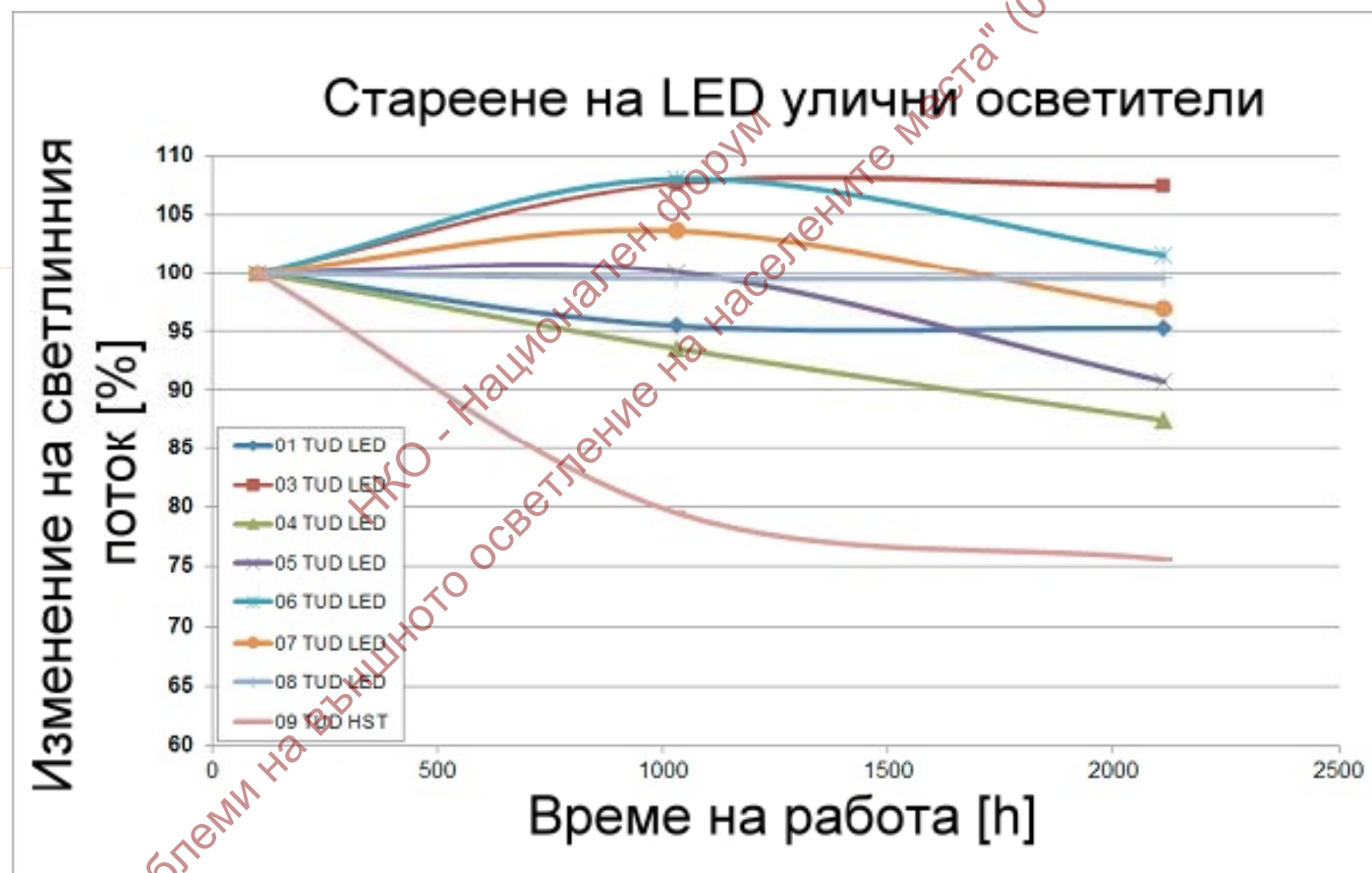
Министерството на околната среда на Германия (BMU) финансира в продължение на 5 години (2008 – 2013) модернизирани на уличното осветление с оглед повишаване на неговата енергийна. Понастоящем около 5-7 % от уличното осветление на Германия е със светодиоди.

Годишно в Германия се подменят 3-5 % осветители През 2012г. 60 % от подменените осветители са конвенционални, а 40% светодиодни.

Според различни източници срокът на изкупуване на инвестициите за преустройството на осветителните уредби е от 5 до 10 години.

Светлодиодите в съвременното улично осветление-обхват, обем и тенденции

Особена интересна и полезна е информацията от контролните изследвания провеждани в европейските страни на светодиодни улични осветителни уредби след няколко годишна експлоатация в реални условия.



Намаление на светлинните потоци вследствие стареене на осветителите Изследване в Дармщадт

Белгия

Подобни изследвания са проведени в Брюксел на улични осветители 8400 часа след тяхното монтиране.



Резултати след 8400h работа:

Неочаквано изменение
на светлинния поток
на някои от осветителите

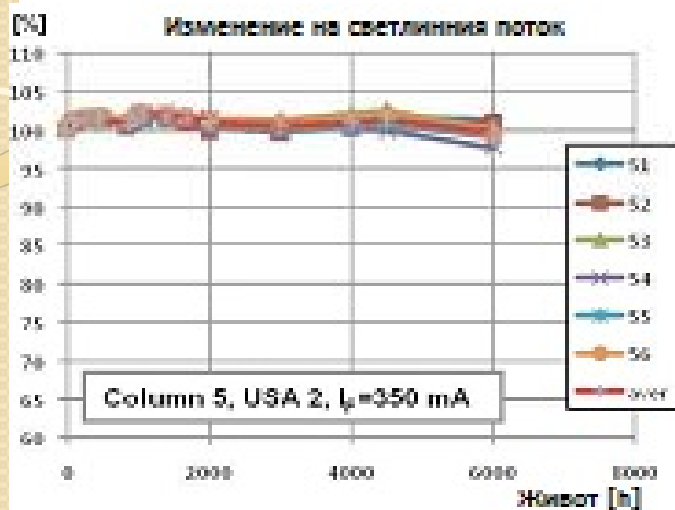
- 1 1/4 от осветителите са
- 2 изменили светлинния си поток
- 3 в рамките на 5%
- 4 2/4 от осветителите са
- 5 изменили светлинния си поток
- в рамките от 5% до 30%
- 1/4 от осветителите са извън употреба

Унгария

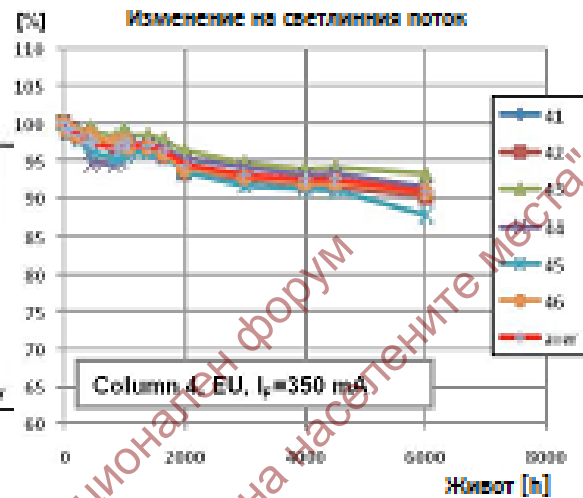
В Техническият университет в Будапеща и в Университета в Панония са изследвани групи светлодиодни осветители след 6000 часа светене. Изследвани са 7 светлодиодни осветители от САЩ, чиито светлинни потоци не са променени – по-долу на фиг. а. Светлинните потоци на 7 европейски светлодиоли след 6000 часа са се намалили с 10% - фиг. б. Светлинните потоци на светлодиоли на неизвестен производител са се намалили с 35% - показано на фиг. с по-долу.

Главната причина за значителното намаляване на светлинния поток на осветителите след 6000 часа светене е постепенното повишаване на термичното съпротивление и съответно на T_j - Junction temperature.

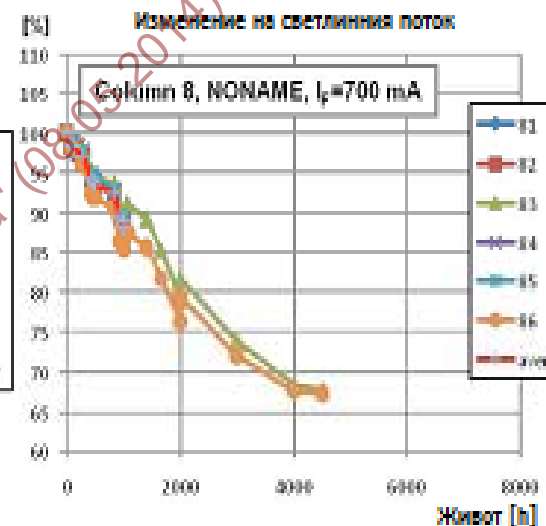
Светлодиодите в съвременното улично осветление-обхват, обем и тенденции



a.



b.



c.

a,b,c Изменение на светлинните потоци след 6000 часа работа

LED технологията във Финландия

LED уредбите във Финландия в повечето случаи са опитни уредби, обикновено състоящи се от малко на брой осветители (от 1 до 30). По груба оценка има около 100 опитни уредби с около 1000 инсталирани LED осветители.

Опитът с първите инсталирани LED уредби във Финландия в повечето случаи бе отрицателен. Но през последните години значително се развиха и се появиха много разработки на оптиката, топлинния контрол и управление, увеличение на времето на живот, проектирането, конструкцията и електронната технология при LED осветителите. Заедно с разширяването на познанията на производителите и консултантите се разшириха познанията в областта на LED технологиите и на общинските администрации и всички др. власти ангажирани с този процес.

Потенциалът на LED технологиите в адаптивното външно осветление е добре известен, но най-големият проблем при внедряването на тези технологии е преодоляването на относително високите разходи за изграждане.

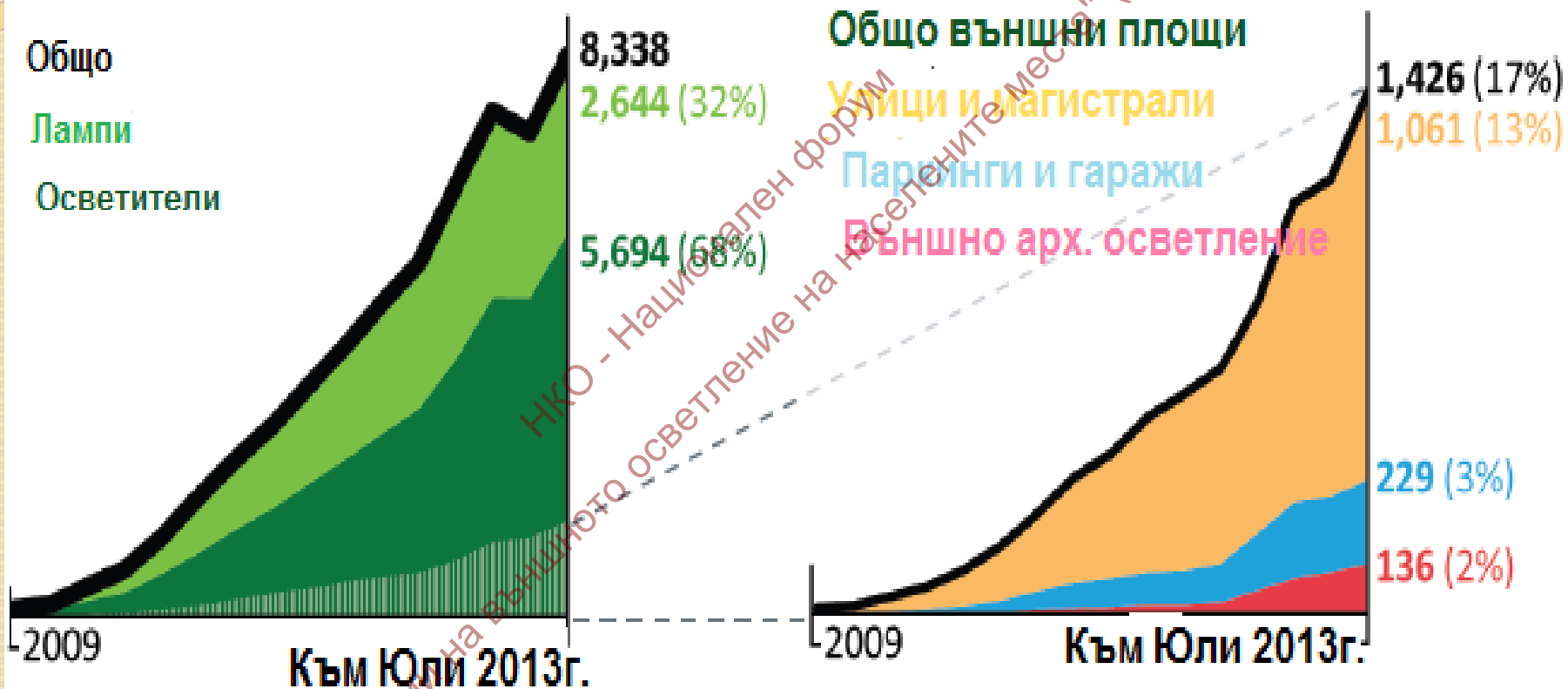
САЩ – 2013 г.

- ❖ Цена на светлодиодни осветители – 300÷700 \$ (за 2008 год.);
- ❖ Срок за откупване на нова уредба – от 4 до 15 години (Simple Payback);
- ❖ Срок за откупване на реновирана уредба – от 7 до 20 години (Simple Payback);
- ❖ Всички продукти нямат еднакво качество, необходимо е стандартизиране на осветителите, разработването на категории по мощност, да се валидира консумацията и показателите на продуктите съгласно стандарта IESNA LM-79;

САЩ – Юли 2013 год:

- 512 производителя
- 316 дистрибутора
- 280 професионални специалисти в осветлението
- 104 програми за енергийна ефективност
- 8338 LED продукта на пазара

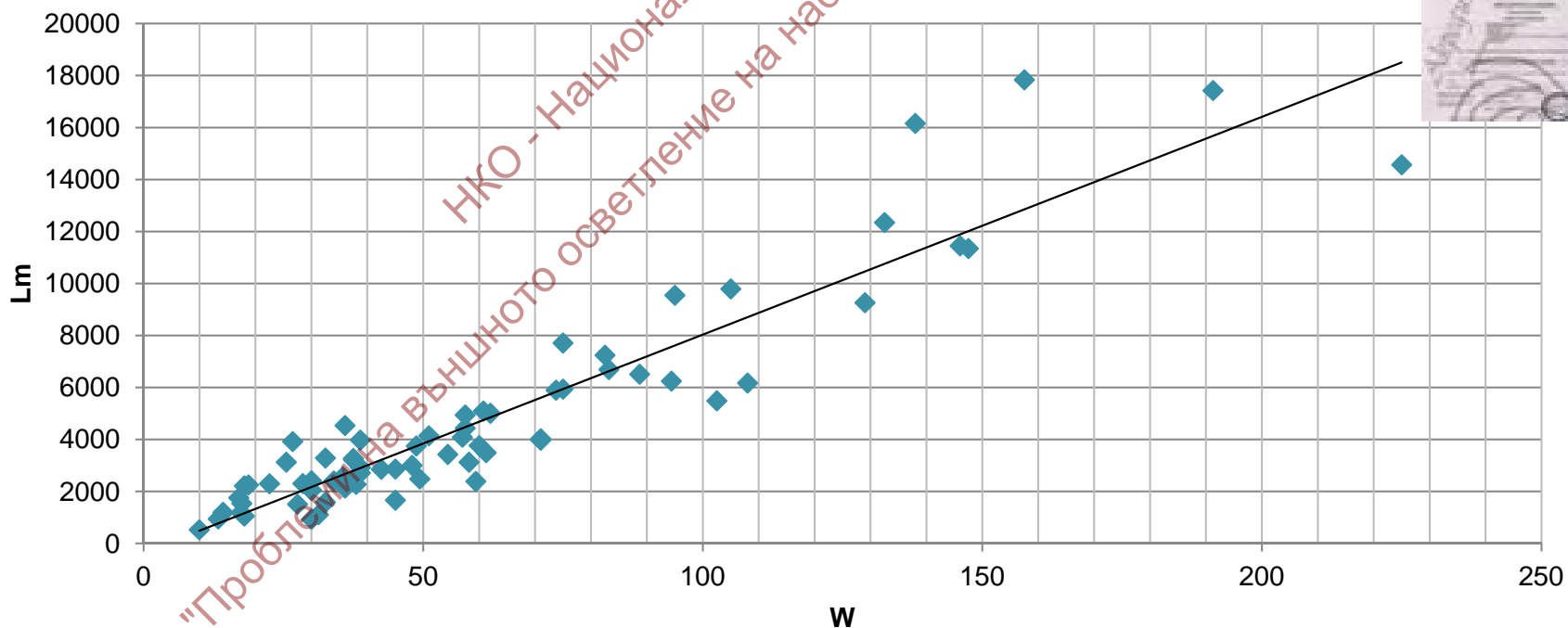
Разпределение на продуктите



БЪЛГАРИЯ – Юли 2013 год.

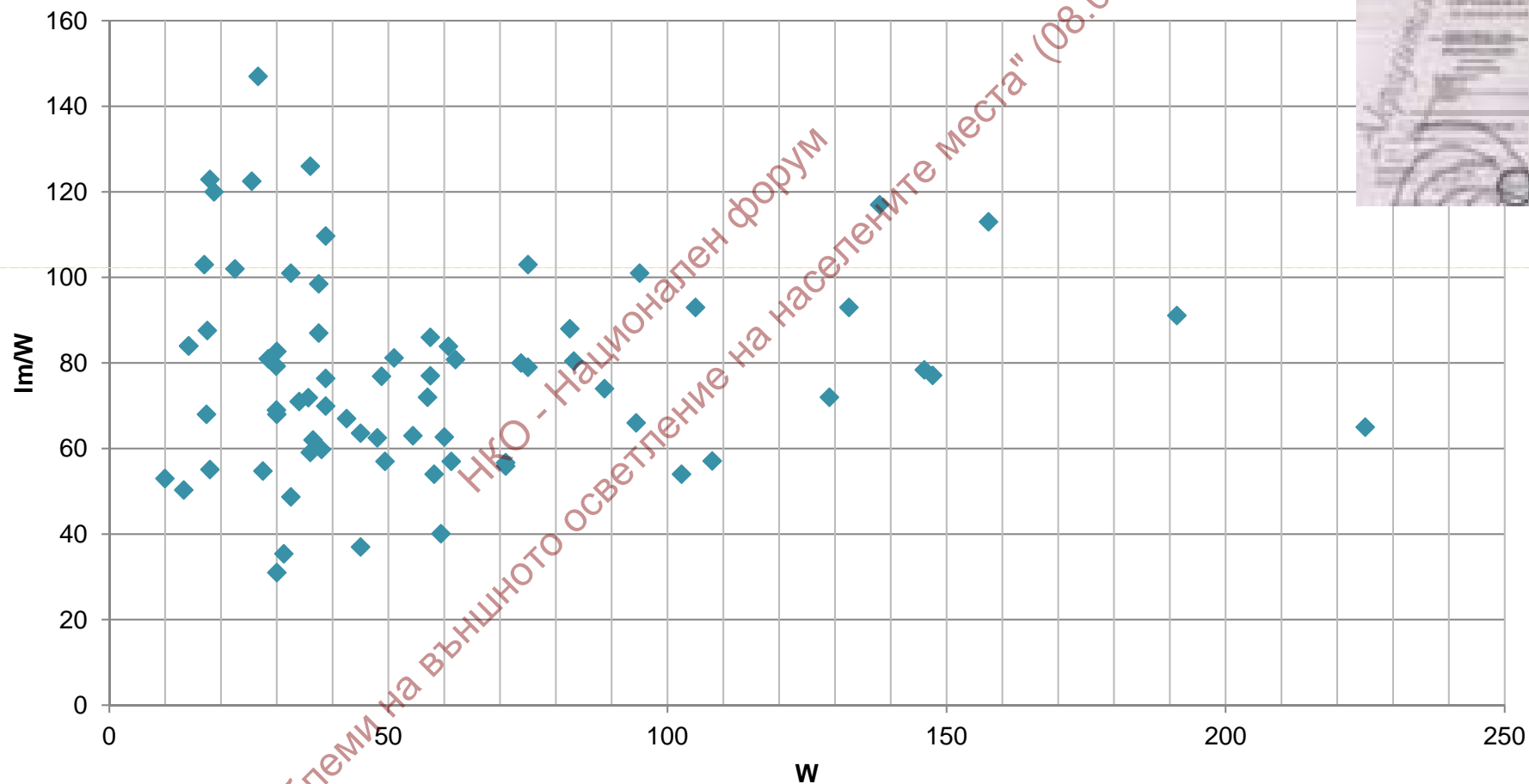
Не разполагаме със статистически данни за наличното светодиодно улично осветление в България. Предвид на това ще се ограничим с резултатите от контролните измервания на светодиодни осветители проведени в Лабораторията по Осветителна техника при ТУ София.

2010-2013 год.

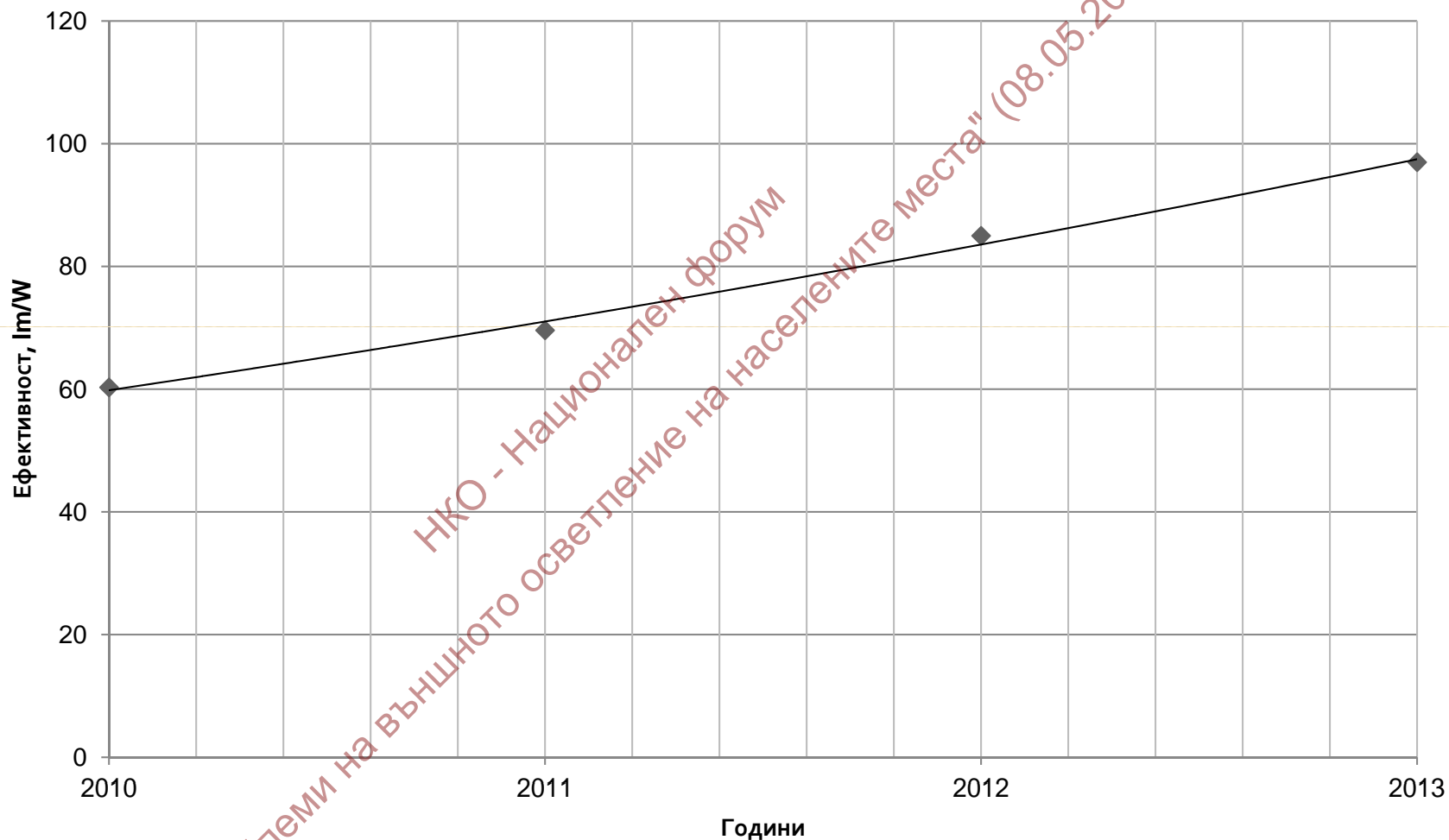


Светлодиодите в съвременното улично осветление-обхват, обем и тенденции

2010-2013 год.



Тренд на светлинната ефективност



Технико-икономическо и енергийно изследване на съвременни осветители за улично осветление

НКО - Национален форум
"Проблеми на външното осветление на населените места" (08.05.2014)



Технико-икономическо и енергийно изследване на съвременни осветители за улично осветление

НКО - Национален форум
"Проблеми на външното осветление на населените места" (08.05.2014)



Технико-икономическо и енергийно изследване на съвременни осветители за улично осветление

НКО - Национален форум
"Проблеми на външното осветление на населените места" (08.05.2014)



Литература:

1. CALiPER - Snapshot Outdoor Area Lighting, US Département of Energy, 2013, www.lightingfacts.com.
2. *Lichttagung Dresden 2013, S. Fischer, Konventionelle Beleuchtungstechnologien – eine Auslaufmodel.*
3. *Lichttagung Dresden 2013, K. Fischer, Bundeswettbewerb “energiee efficient Strassenbeleuchtung” des BMU-Sachstandt und Schlussfolgerung.*