

## ОЦЕНКА НА ДОПУСТИМИТЕ КАПИТАЛОВИ ВЛОЖЕНИЯ ЗА ВНЕДРЯВАНЕ НА СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА УЛИЧНИ ОСВЕТИТЕЛНИ УРЕДБИ ПРИ ПРЕДВАРИТЕЛНО ОПРЕДЕЛЕН СРОК НА НЕЙНОТО ОТКУПУВАНЕ

**Ради Пипев**

Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“, София 1700, radi.pipev@mail.bg

**РЕЗЮМЕ.** В доклада се прави оценка на допустимите капиталови вложения за внедряване на система за управление на улични осветителни уредби при предварително определен срок на нейното откупуване.

### ASSESSMENT OF THE ALLOWABLE CAPITAL INVESTMENTS FOR THE IMPLEMENTATION OF A MANAGEMENT SYSTEM FOR STREET LIGHTING SYSTEMS IN A PREDEFINED PERIOD OF ITS REDEMPTION

**Radi Pipev**

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia; radi.pipev@mail.bg

**ABSTRACT.** The report assesses the allowable capital investments for the implementation of a management system for street lighting systems in a predetermined period of its redemption.

### Въведение

С настоящия доклад е направен опит да се оценят допустимите капиталови вложения (ДКВ) за внедряване на система за управление на улични осветителни уредби (СУ-УОУ) при предварително определен срок на нейното откупуване.

В този материал е прието, че ДКВ са само допълнителните разходи направени за нуждите на управлението.

При изчисленията не е отразена нетната настояща стойност.

ДКВ са разгледани при използване в УОУ на три вида светлинни източници (СИ) – LED, МХЛ и НЛВН.

За нуждите на доклада предварително са определени оптималните мощности на използваните СИ за три вида типови улици, при оптимални междустълббия, височини на окачване, наклон на осветителите и дължини на рогатките, удовлетворяващи изискванията на светлотехнически класове (СК) МЕ6, МЕ5 и МЕ4а/б.

В доклада са използвани следните означения и формули:

$P_1$  – оптимална мощност на СИ удовлетворяваща изискванията на определен светлотехнически клас [W];

$K_{P, \text{дим}}$  – коефициент на мощност при димиране на СИ на 50% ( $\Phi=50\%$ ,  $\Phi_n$ ) [%];

$\Delta P_1$  – икономисана мощност при димиране на СИ [W];

$T_{\text{г, дим}}$  – годишно време на работа на СИ в режим на димиране [h/г.];

$C_{e, \text{ср}}$  – средна цена на електрическата енергия с включен в нея ДДС в периода на действие на УОУ през денонощието [лв./kW.h];

$K_{\text{уег}}$  – коеф. на годишно нарастване на ел. енергия [%];

$T_{\text{отк}}$  – срок на откупуване на направената инвестиция (капиталови вложения) за внедряване на СУ-УОУ за дадена УОУ [год.];

$\Delta C_{\text{ег, 1}}$  – годишна икономия от разходи за електроенергия при използване на димиране за един СИ [лв./СИ];

$\Delta K_{1, \text{доп}}$  – ДКВ за внедряване на управление на един СИ при определен всеки един от предните параметри [лв./СИ];

$\Delta K_{\text{доп}}$  – ДКВ за внедряване на управление на едно табло за улично осветление (Т-УО) при определен бр. СИ захранвани от това табло [лв./Т-УО];

$N_{\text{СИТ-УО}}$  – Брой на СИ захранвани от едно табло (Т-ТО) [бр.],

където:

$$\Delta P_1 = (1 - K_{P, \text{дим}}) \cdot P_1;$$

$$T_{\text{г, дим}} = 2100 \text{ h/г.};$$

$$C_{e, \text{ср}} = 0,113 \text{ лв./kW.h};$$

$$K_{\text{уег}} = 6 \%;$$

$$\Delta C_{\text{ег, 1}} = \Delta P_1 \times T_{\text{г, дим}} \times C_{e, \text{ср}} \text{ [лв.]};$$

$$\Delta K_{1, \text{доп}} = T_{\text{отк}} \times \Delta C_{\text{ег, 1}} \text{ [лв.]};$$

$$\Delta K_{\text{доп}} = T_{\text{отк}} \times \Delta C_{\text{ег, 1}} \text{ [лв.]}.$$

## Допустими капиталови вложения за внедряване на СУ-УОУ при използване на LED като СИ в УОУ

### ДКВ за внедряване на СУ-УОУ при използване на LED като СИ в УОУ удовлетворяващи изискванията на СК МЕ6

В таблица 1, като са взети в предвид посочените подолу параметри, са показани ДКВ за внедряване на СУ-УОУ при използване на LED като СИ в УОУ удовлетворяващи изискванията на СК МЕ6 при различен срок на откупуване и различен брой на СИ в УОУ.

$$P_1 = 24 \text{ W}$$

$$K_{P, \text{дим.}} = 40 \% (\Phi = 50\% \cdot \Phi_n)$$

$$\Delta P_1 = 14,4 \text{ W}$$

Таблица 1.

Т <sub>отк.</sub> [год.]	ΔЦ <sub>ег.1</sub> [лв.]	ΔК <sub>1,доп.</sub> [лв./СИ]	ΔК <sub>доп.</sub> [лв./Т-УО]				
			N <sub>СИТ-УО</sub> [бр. СИ/Т-УО]				
			20	25	30	35	40
1	3,42	3,42	68,34	85,43	102,51	119,60	136,68
2	7,04	14,08	281,57	351,96	422,36	492,75	563,14
3	10,88	32,64	652,72	815,91	979,09	1142,27	1305,45
4	14,95	59,79	1195,89	1494,86	1793,83	2092,80	2391,77
5	19,26	96,31	1926,26	2407,83	2889,39	3370,96	3852,52

### ДКВ за внедряване на СУ-УОУ при използване на LED като СИ в УОУ удовлетворяващи изискванията на СК МЕ5

В таблица 2, като са взети в предвид посочените подолу параметри, са показани ДКВ за внедряване на СУ-УОУ при използване на LED като СИ в УОУ удовлетворяващи изискванията на СК МЕ5 при различен срок на откупуване и различен брой на СИ в УОУ.

$$P_1 = 47 \text{ W}$$

$$K_{P, \text{дим.}} = 40 \% (\Phi = 50\% \cdot \Phi_n)$$

$$\Delta P_1 = 28,2 \text{ W}$$

Таблица 2

Т <sub>отк.</sub> [год.]	ΔЦ <sub>ег.1</sub> [лв.]	ΔК <sub>1,доп.</sub> [лв./СИ]	ΔК <sub>доп.</sub> [лв./Т-УО]				
			N <sub>СИТ-УО</sub> [бр. СИ/Т-УО]				
			20	25	30	35	40
1	6,69	6,69	133,84	167,30	200,76	234,22	267,67
2	13,79	27,57	551,41	689,26	827,11	964,97	1102,82
3	21,30	63,91	1278,25	1597,82	1917,38	2236,94	2556,50
4	29,27	117,10	2341,95	2927,43	3512,92	4098,40	4683,89
5	37,72	188,61	3772,26	4715,33	5658,40	6601,46	7544,53

## ДКВ за внедряване на СУ-УОУ при използване на LED като СИ в УОУ удовлетворяващи изискванията на СК МЕ4a/b

В таблица 3, като са взети в предвид посочените подолу параметри, са показани ДКВ за внедряване на СУ-УОУ при използване на LED като СИ в УОУ удовлетворяващи изискванията на СК МЕ4a/b при различен срок на откупуване и различен брой на СИ в УОУ.

$$P_1 = 69 \text{ W}$$

$$K_{P, \text{дим.}} = 40 \% (\Phi = 50\% \cdot \Phi_n)$$

$$\Delta P_1 = 41,4 \text{ W}$$

Таблица 3

Т <sub>отк.</sub> [год.]	ΔЦ <sub>ег.1</sub> [лв.]	ΔК <sub>1,доп.</sub> [лв./СИ]	ΔК <sub>доп.</sub> [лв./Т-УО]				
			N <sub>СИТ-УО</sub> [бр. СИ/Т-УО]				
			20	25	30	35	40
1	9,82	9,82	196,48	245,61	294,73	343,85	392,97
2	20,24	40,48	809,52	1011,89	1214,27	1416,65	1619,03
3	31,28	93,83	1876,58	2345,73	2814,87	3284,02	3753,17
4	42,98	171,91	3438,18	4297,72	5157,26	6016,81	6876,35
5	55,38	276,90	5538,00	6922,51	8307,01	9691,51	11076,01

## Допустими капиталови вложения за внедряване на СУ-УОУ при използване на МХЛ като СИ в УОУ

### ДКВ за внедряване на СУ-УОУ при използване на МХЛ като СИ в УОУ удовлетворяващи изискванията на СК МЕ6

В таблица 4, като са взети в предвид посочените подолу параметри, са показани ДКВ за внедряване на СУ-УОУ при използване на МХЛ като СИ в УОУ удовлетворяващи изискванията на СК МЕ6 при различен срок на откупуване и различен брой на СИ в УОУ.

$$P_1 = 35 \text{ W}$$

$$K_{P, \text{дим.}} = 60 \% (\Phi = 50\% \cdot \Phi_n)$$

$$\Delta P_1 = 14 \text{ W}$$

Таблица 4

Т <sub>отк.</sub> [год.]	ΔЦ <sub>ег.1</sub> [лв.]	ΔК <sub>1,доп.</sub> [лв./СИ]	ΔК <sub>доп.</sub> [лв./Т-УО]				
			N <sub>СИТ-УО</sub> [бр. СИ/Т-УО]				
			20	25	30	35	40
1	3,32	3,32	66,44	83,06	99,67	116,28	132,89
2	6,84	13,69	273,75	342,19	410,62	479,06	547,50
3	10,58	31,73	634,59	793,24	951,89	1110,54	1269,19
4	14,53	58,13	1162,67	1453,33	1744,00	2034,67	2325,34
5	18,73	93,64	1872,76	2340,94	2809,13	3277,32	3745,51

**ДКВ за внедряване на СУ-УОУ при използване на МХЛ като СИ в УОУ удовлетворяващи изискванията на СК МЕ5**

В таблица 5, като са взети в предвид посочените по-долу параметри, са показани ДКВ за внедряване на СУ-УОУ при използване на МХЛ като СИ в УОУ удовлетворяващи изискванията на СК МЕ5 при различен срок на откупуване и различен брой на СИ в УОУ.

$P_1 = 50 \text{ W}$   
 $K_{P, \text{дим.}} = 60 \% (\Phi=50\%.\Phi_n)$   
 $\Delta P_1 = 20 \text{ W}$

Таблица 5

Т <sub>отк.</sub> [год.]	ΔЦ <sub>ег.1</sub> [лв.]	ΔК <sub>1,доп.</sub> [лв./СИ]	ΔК <sub>доп.</sub> [лв./Т-УО]				
			N <sub>СИ/Т-УО</sub> [бр. СИ/Т-УО]				
			20	25	30	35	40
1	4,75	4,75	94,92	118,65	142,38	166,11	189,84
2	9,78	19,55	391,07	488,84	586,61	684,37	782,14
3	15,11	45,33	906,56	1133,20	1359,84	1586,48	1813,12
4	20,76	83,05	1660,95	2076,19	2491,43	2906,67	3321,91
5	26,75	133,77	2675,36	3344,21	4013,05	4681,89	5350,73

**ДКВ за внедряване на СУ-УОУ при използване на МХЛ като СИ в УОУ удовлетворяващи изискванията на СК МЕ4а/б**

В таблица 6, като са взети в предвид посочените по-долу параметри, са показани ДКВ за внедряване на СУ-УОУ при използване на МХЛ като СИ в УОУ удовлетворяващи изискванията на СК МЕ4а/б при различен срок на откупуване и различен брой на СИ в УОУ.

$P_1 = 70 \text{ W}$   
 $K_{P, \text{дим.}} = 60 \% (\Phi=50\%.\Phi_n)$   
 $\Delta P_1 = 28 \text{ W}$

Таблица 6

Т <sub>отк.</sub> [год.]	ΔЦ <sub>ег.1</sub> [лв.]	ΔК <sub>1,доп.</sub> [лв./СИ]	ΔК <sub>доп.</sub> [лв./Т-УО]				
			N <sub>СИ/Т-УО</sub> [бр. СИ/Т-УО]				
			20	25	30	35	40
1	6,64	6,64	132,89	166,11	199,33	232,55	265,78
2	13,69	27,37	547,50	684,37	821,25	958,12	1095,00
3	21,15	63,46	1269,19	1586,48	1903,78	2221,08	2538,37
4	29,07	116,27	2325,34	2906,67	3488,00	4069,34	4650,67
5	37,46	187,28	3745,51	4681,89	5618,27	6554,64	7491,02

**Допустими капиталови вложения за внедряване на СУ-УОУ при използване на НЛВН като СИ в УОУ**

**ДКВ за внедряване на СУ-УОУ при използване на НЛВН като СИ в УОУ удовлетворяващи изискванията на СК МЕ6 и МЕ5**

В таблица 7, като са взети в предвид посочените по-долу параметри, са показани ДКВ за внедряване на СУ-УОУ при използване на МХЛ като СИ в УОУ удовлетворяващи изискванията на СК МЕ6 и МЕ5 при различен срок на откупуване и различен брой на СИ в УОУ.

$P_1 = 50 \text{ W}$   
 $K_{P, \text{дим.}} = 65 \% (\Phi=50\%.\Phi_n)$   
 $\Delta P_1 = 17,5 \text{ W}$

Таблица 7

Т <sub>отк.</sub> [год.]	ΔЦ <sub>ег.1</sub> [лв.]	ΔК <sub>1,доп.</sub> [лв./СИ]	ΔК <sub>доп.</sub> [лв./Т-УО]				
			N <sub>СИ/Т-УО</sub> [бр. СИ/Т-УО]				
			20	25	30	35	40
1	4,15	4,15	83,06	103,82	124,58	145,35	166,11
2	8,55	17,11	342,19	427,73	513,28	598,83	684,37
3	13,22	39,66	793,24	991,55	1189,86	1388,17	1586,48
4	18,17	72,67	1453,33	1816,67	2180,00	2543,34	2906,67
5	23,41	117,05	2340,94	2926,18	3511,42	4096,65	4681,89

**ДКВ за внедряване на СУ-УОУ при използване на НЛВН като СИ в УОУ удовлетворяващи изискванията на СК МЕ4а/б**

В таблица 8, като са взети в предвид посочените по-долу параметри, са показани ДКВ за внедряване на СУ-УОУ при използване на МХЛ като СИ в УОУ удовлетворяващи изискванията на СК МЕ4а/б при различен срок на откупуване и различен брой на СИ в УОУ.

$P_1 = 70 \text{ W}$   
 $K_{P, \text{дим.}} = 65 \% (\Phi=50\%.\Phi_n)$   
 $\Delta P_1 = 24,5 \text{ W}$

Таблица 8

Т <sub>отк.</sub> [год.]	ΔЦ <sub>ег.1</sub> [лв.]	ΔК <sub>1,доп.</sub> [лв./СИ]	ΔК <sub>доп.</sub> [лв./Т-УО]				
			N <sub>СИ/Т-УО</sub> [бр. СИ/Т-УО]				
			20	25	30	35	40
1	5,81	5,81	116,28	145,35	174,42	203,48	232,55
2	11,98	23,95	479,06	598,83	718,59	838,36	958,12
3	18,51	55,53	1110,54	1388,17	1665,81	1943,44	2221,08
4	25,43	101,73	2034,67	2543,34	3052,00	3560,67	4069,34
5	32,77	163,87	3277,32	4096,65	4915,98	5735,31	6554,64

## Изводи

От горните таблици се вижда, че допустимите капиталови вложения за внедряване на СУ-УОУ при предварително определен срок на тяхното откупуване, дават ясна представа за това, каква трябва да бъде търсената от инвеститора сборна цена на СУ-УОУ (от различните елементи съставляващи СУ) съотнесена към един СИ ( $\Delta K_{1, \text{доп.}}$ ) или група СИ ( $N_{\text{СИ/Т-УО}}$ ) принадлежащи и управлявани от едно Т-УО ( $\Delta K_{\text{доп.}}$ ), при различни срокове (години) на откупуване.

Логичен е изводът и че при по-големите мощности на СИ допустимите капиталовите вложения могат да бъдат по-големи, защото при въвеждане на СУ-УОУ икономията на енергия е по-голяма в сравнение със случаите при използване на СИ с по-малки мощности, а оттам и срока на откупуване по-кратък. Трябва да се има в предвид обаче, че въпреки, че при по-големите мощности имаме по-големи допустимите капиталовите вложения, респективно по-кратък срок на откупуване, това не означава, че УОУ със СИ с тези мощности като цяло е по-ефективна, тъй като разходите ѝ за енергия през време на периодите, през които СУ-УОУ не упражнява димиране, ще са по-големи от тези в сравнение на това, ако в същата тази УОУ се използват СИ с по-малки мощности. Именно тук огромно значение играе определянето на оптималната мощност на СИ, използван за осветяване на дадена улица причислена към определен светлотехнически клас. Във връзка с последното, трябва да се отбележи факта, че разнообразието на гамата мощности използвани при LED СИ е огромно в сравнение с това използвано при класическите газоразрядните СИ.

Друг важен извод е, че икономически най-целесъобразно е използването на LED СИ в УОУ, тъй като от таблиците ясно се вижда, че допустимите капиталови вложения за внедряване на СУ-УОУ при предварително определен срок на тяхното откупуване, са най-големи именно за тях.

## ЛИТЕРАТУРА

- Велинов, К., Р. Пипев. 2012. Икономическа оценка на ефекта от управление на уличното осветление. – *Годишник на МГУ „Св. Иван Рилски“*, том 55, св. III, Механизация, електрификация и автоматизация на мините, 19-21, София.
- Велинов К., декември 2010. Новости в системите за експлоатация и управление на уличното осветление. – *Национален семинар „Новости в осветителната техника“*, МГУ „Св. Иван Рилски“, София.
- Велинов, К., В. Войводов. 2012. Модернизация на кълбов фотометър с цифрови фотосензори. – *Годишник на МГУ „Св. Иван Рилски“*, том 55, св. III, Механизация, електрификация и автоматизация на мините, 22-25, София.
- БДС EN 13201-2:2003. Осветление на улици. Технически изисквания.
- Велинов, К., В. Василев. 2012. Повишаване на ефективността на уличното осветление. – *Годишник на МГУ „Св. Иван Рилски“*, том 55, св. III, Механизация, електрификация и автоматизация на мините, 15-18, София.
- Велинов К., юни 2013. Еволюция в развитието на българските светодиодни осветители. – Научно-приложен семинар и изложба на тема „Светодиодно осветление“, Център за международни срещи (Немската къща), ТУ-София, София.