



Университет “Проф. д-р Асен Златаров” - Бургас
Научна и художествено - творческа дейност

Н А У Ч Е Н О Т Ч Е Т

по

научно - изследователски проект

за

“ Научна и художествено - творческа дейност”

Т Е М А

**„ИЗСЛЕДВАНЕ И АНАЛИЗ НА ВЛИЯНИЕТО НА
ОСВЕТИТЕЛНИТЕ УРЕДБИ ВЪРХУ ПОКАЗАТЕЛИТЕ ЗА
КАЧЕСТВО НА ЕЛЕКТРИЧЕСКАТА ЕНЕРГИЯ“**

Ръководител: доц. д-р Младен Антонов Пройков

НИХ – 496 / 2024г.



Цел на проекта:

Да се изследват и анализират съществуващите системи за управление на осветлението и влиянието им върху качеството на електрическата енергия.

Основни задачи:

- Да се изгради макет на интелигентна осветителна уредба;
- Да се изследва работата на осветителната система;
- Да се систематизират препоръки за оптимизация на изследваните осветителни уредби.

Финансов отчет на проекта за първата година

Университет "Проф.д-р Асен Златаров"		
	„Изследване и анализ на влиянието на осветителните уредби върху показателите за качество на електрическата енергия“	
Получени средства: 3020,00 лв Изразходени средства: 3020,00 лв Ръководител: доц. д-р Младен Пройков Срок на проекта: 2 години		
№ по ред		Сума
1. Към перо "Дълготрайни материални активи" (над праг за същественост):		
1.1		0.00
Общо :		0.00
2. Към перо "Други материали и активи":		
1.1	Специфични материали и консумативи	1613.16
Общо :		1613.16
3. Към перо "Програмни продукти и литература":		
3.1	Лиценз и програма за рутерна система за управление	1039.84
Общо :		1039.84

4. Към перо "Външни услуги":		
4.1		0.00
Общо :		0.00
5. Към перо "Такси правоучастия"		
5.1		0.00
Общо:		0.00
6. Към перо "Командировки":		
6.1		0.00
Общо :		0.00
7. Към перо "Заплащане на възнаграждения":		
7.1	Заплащане на членовете на екипа	0.00
Общо :		0.00
8. Към перо "Рецензенти":		
8.1	Заплащане на рецензенти по отчета	65.00
Общо :		65.00
9. Към перо "Административно/финансово-счетоводно обслужване":		
9.1	10% от стойността на договора	302.00
Общо :		302.00
Общо извършени разходи по проекта:		3020.00

Финансов отчет на проекта за втората година

Бургаски държавен университет "Проф.д-р Асен Златаров"
Научно-изследователска и художествено творческа дейност
Финансов отчет за втора година на договор НИХ - 496/2024

Изследване и анализ на влиянието на осветителните уредби върху показателите за качество на електрическата енергия

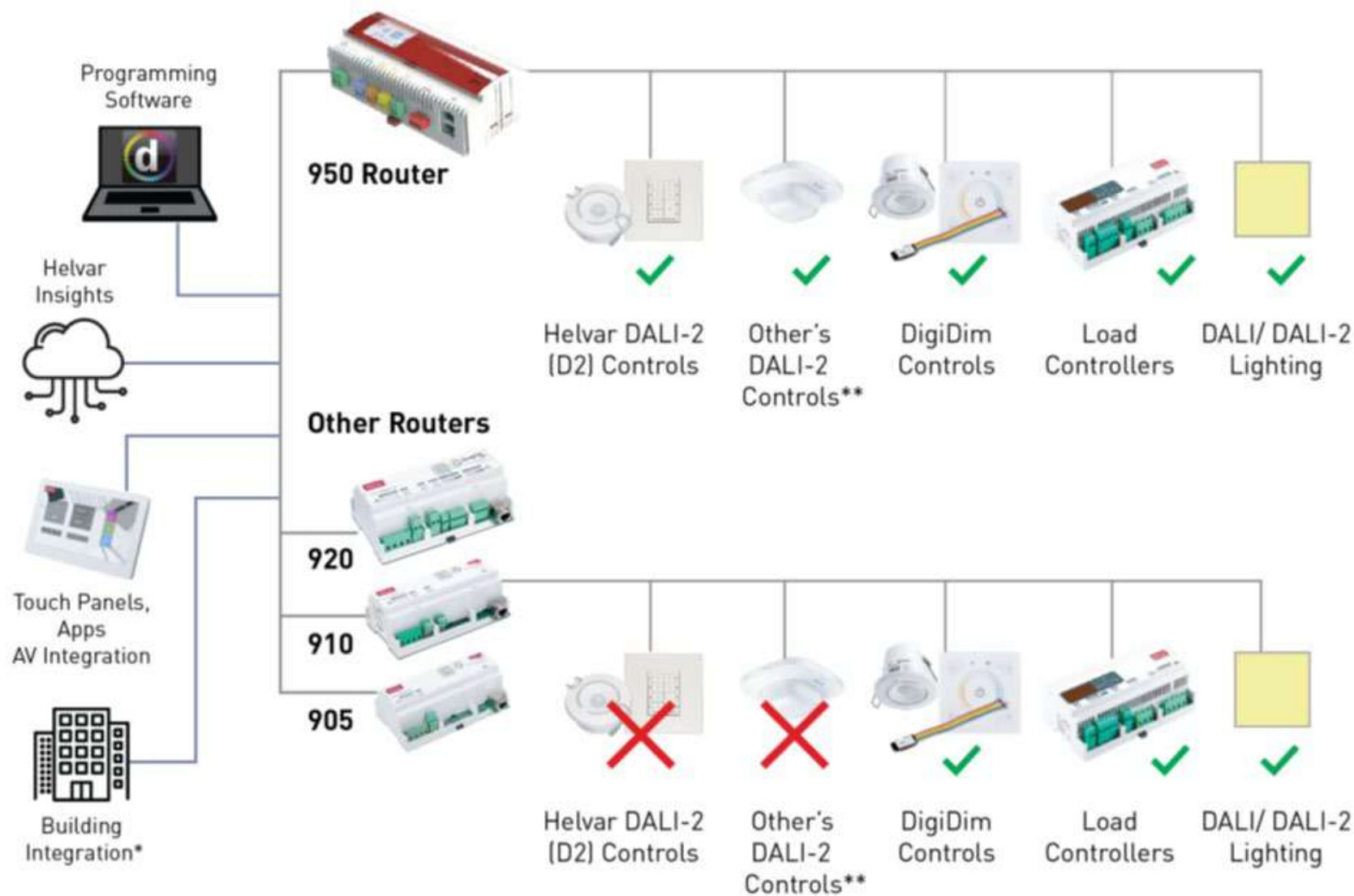
Получени средства: 4885,00 лв
Изразходени средства: 4885,00 лв
Ръководител: доц. д-р Младен Проиков
Срок на проекта: 2 години

№ по ред		Сума
1. Към перо "Дълготрайни материални активи" (над праг за същественост):		
1.1		0.00
Общо :		0.00
2. Към перо "Други материали и активи" :		
1.1	Специфични материали и консумативи	2660.50
1.2	Антенен модул	771.00
Общо :		3431.50
3. Към перо "Програмни продукти и литература":		
3.1		0.00
Общо :		0.00
4. Към перо "Външни услуги":		
4.1	Такса правоучастие, БулЕф 2025	900.00
Общо :		900.00

5. Към перо "Такси правоучастия"		
5.1		0.00
Общо:		0.00
6. Към перо "Командировки":		
6.1		0.00
Общо :		0.00
7. Към перо "Заплащане на възнаграждения":		
7.1	Заплащане на членовете на екипа	0.00
Общо :		0.00
8. Към перо "Рецензенти":		
8.1	Заплащане на рецензенти по отчета	65.00
Общо :		65.00
9. Към перо "Административно/финансово-счетоводно обслужване":		
9.1	10% от стойността на договора	488.50
Общо :		488.50
Общо извършени разходи по проекта:		4885.00

Общо получени средства:	7905.00
Общо изразходени средства:	7905.00
Общо неизразходени средства:	0.00

ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКА ЧАСТ



Фиг. 1. Схема за управление по Dali-2, чрез централизирано управление.

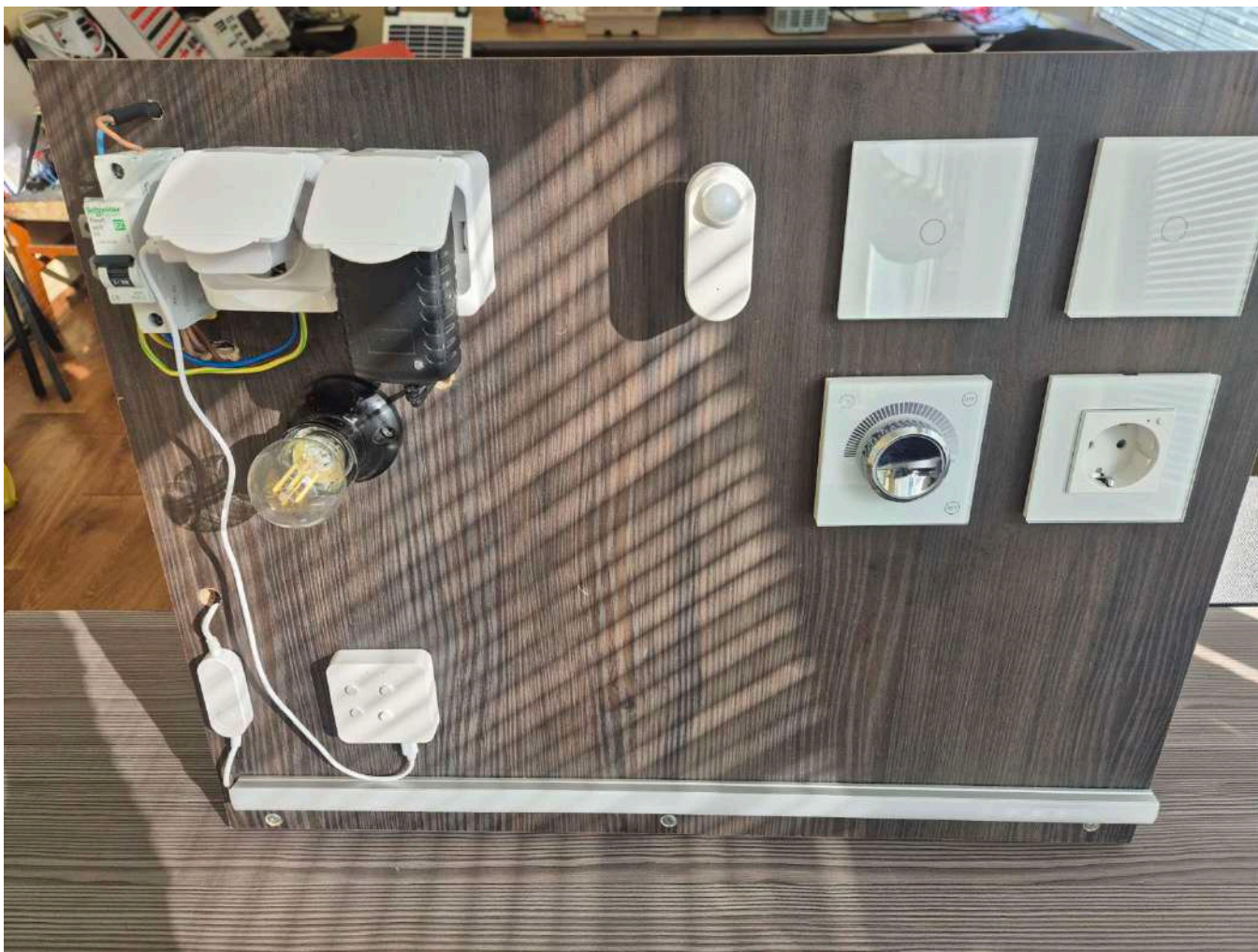


Фиг. 2. Макет за интелигентно управление на осветление (интерфейс DALI–2).

Макетът се състои от следните елементи: Рутерна система за управление; Лиценз и програмна среда; Едноканален и двуканален драйвери /к-кт със светодиодни модули/; Едноканален трансформатор /к-кт със светодиодна лента/; Релейни модули /едноканален и двуканален/; Входен модул; Кинетичен ключ; Антенен модул; PIR мултисензор; Панел с бутони.

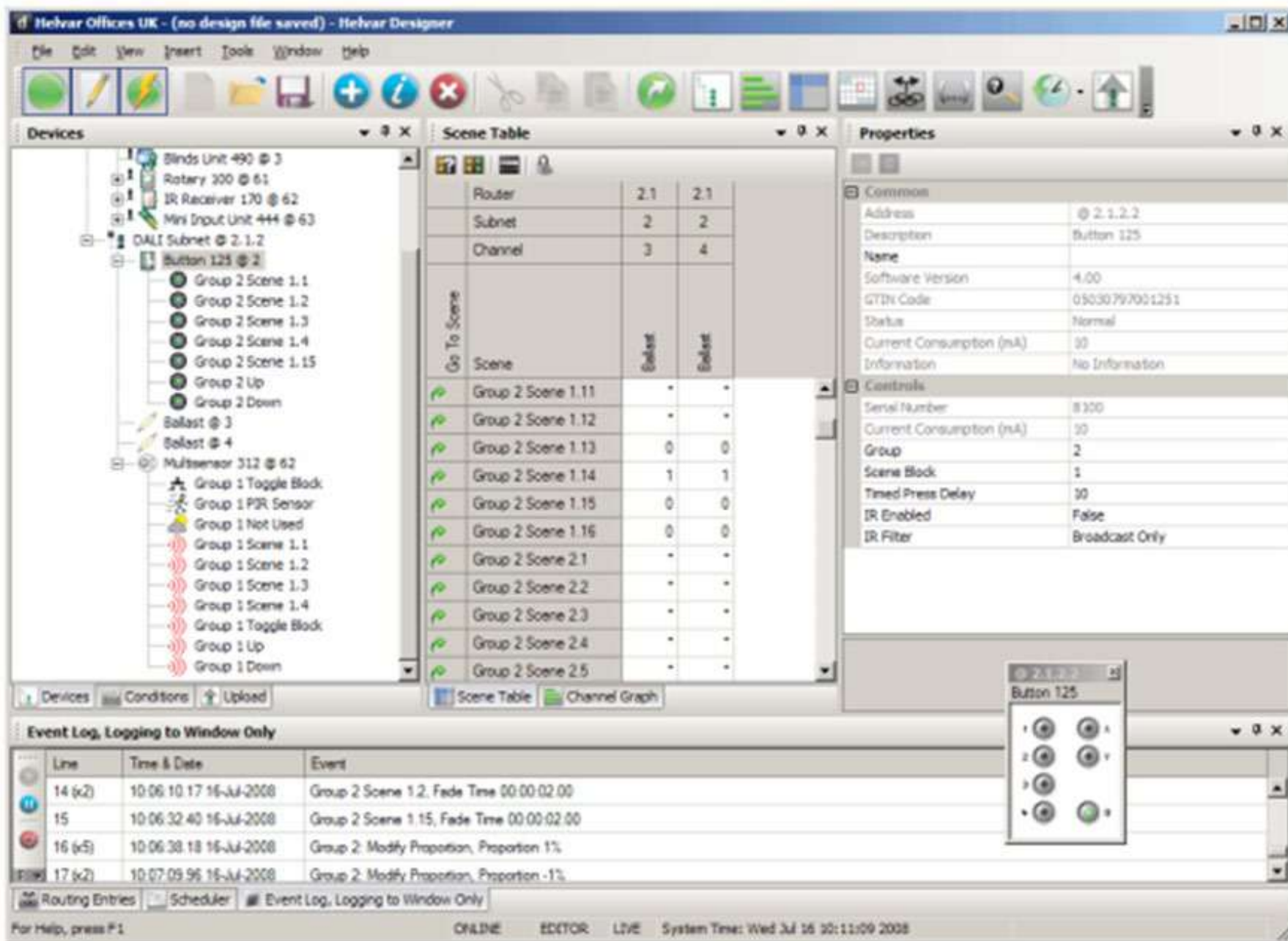


Фиг. 3. Програмиране на макет за интелигентно управление на осветление (интерфейс DALI – 2).



Фиг. 4. Макет за интелигентно управление на осветление (интерфейс Zigbee).

Макетът се състои от следните елементи: Интерфейс Smart Life; Мултипротоколен хъб; Димируем LED драйвер; Ключ за управление; AC Triac LED димер; Контакт и Мултисензор.



Фиг. 5. Външен вид на софтуерния пакет DALI-2.

Таблица 1. Стандартизирани ПКЕЕ в съответствие с БДС EN 50160

N	Характеристика	Мрежи НН	Мрежи СН	Означение (формула)	Причина за влошаване
1	Отклонение на честотата f , от ном.честота f_H - $\Delta f(\%)$	(49,5÷50,5)Hz за 99,5% от год. период или (47÷52)Hz целогодишно.	(49,5÷50,5)Hz за 99,5% от год. период или (47÷52)Hz целогодишно.	$\Delta f = \frac{f_i - f_H}{f_H} 100$	ЕСС
2	Отклонение на напрежението U от номиналното U_H - $\Delta U(\%)$	$\pm 10\%U_H$ за 95% за 1 седм. при ср. еф. ст-ст за 10мин; (+10%/-15%) U_H за 100% за 1 седм. при ср. еф. ст-ст за 10мин.	$\pm 10\%U_H$ за 95% от период от 1 седм. при ср. еф. стойност за 10мин.	$\Delta U_T = \frac{U_i - U_H}{U_H} 100$	ЕСС
3	Краткотрайно спадане на напрежението	Очакваният брой може да бъде от няколко десетки до хиляда за една год.	Очакваният брой може да бъде от няколко десетки до хиляда за една год.	$\delta U = \frac{U_H - U_{min}}{U_H} * 100$	ЕСС
4	Краткотрайни прекъсвания	От няколко десетки до няколко стотици за период от 1 год.	От няколко десетки до няколко стотици за период една год.	SAIFI; CAIFI	ЕСС
5	Бързи изменения на напрежението за период (1÷2)sec - $\delta U(\%)$	$\leq 5\%U_H$; изменен. до $10\%U_H$, с малка продължителност могат да настъпят няколко пъти дневно при някои условия. Фликер $P_h \leq 1$ за 95% за период от 1 седм.	$\leq 4\%U_H$; изменения до $6\%U_H$, с малка продължителност могат да настъпят няколко пъти дневно при някои условия. Фликер $P_h \leq 1$ за 95% / 1седм.	$U_i = \frac{U_{max} - U_{min}}{U_H} 100$	Потребители с променливо натоварване.

6	<p>Несинусоидалност на напрежението – THDU (%), коеф. на хармоника KU (%). Аналогично се определят и за тока I в (%).</p>	<p>Ср. еф. стойност за 10мин. на всяка една от хармоничните съставлящи на U за 95% от период от една седм. да не надвишават тези в табл. 1.5 и 1.6</p>	<p>Ср. еф. стойност за 10мин. на всяка една от хармоничните съставлящи на U за 95% от период от една седм. да не надвишават тези в таблици 1.5 и 1.6.</p>	$K_{Iv} = \frac{I_v}{I_{(1)}} 100$ $K_{Uv} = \frac{U_v}{U_{(1)}} 100$ $THDU = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} U_{(n)}^2}}{U_{(1)}} 100$ $THDI = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} I_{(n)}^2}}{I_{(1)}} 100$	<p>Потребители с променливо натоварване.</p>
7	<p>Несиметрия на напрежението – обратна U2, права U1 и нулева U0 последователност в (%). Аналогично за тока I в (%).</p>	<p>Ср. еф. ст-ст за 10мин. на U с обр. последователност да бъде в границите (0÷2)%Un от U с права последователност за 95% за период от една седм.</p>	<p>Ср. еф. стойност за 10мин. на U с обратна последователност трябва да границите (0÷2)%Un от U с права последователност за 95% за период от една седм.</p>	$\varepsilon_U = \frac{U_2}{U_1} 100$ $\alpha_U = \frac{U_0}{U_1} 100$ $\varepsilon_I = \frac{I_2}{I_1} 100$ $\alpha_I = \frac{I_2}{I_1} 100$	<p>Потребители с променливо натоварване.</p>
8	<p>Продължителни прекъсвания</p>	<p>Прекъсване > 3 мин. с честота (10 ÷ 50) пъти год., в зависимост от района.</p>	<p>Прекъсване > 3 мин. с честота (10 ÷ 50) пъти год., в зависимост от района.</p>	<p>SAIDI; CAIDI</p>	<p>ECC</p>

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

Таблица 2. Изследване на DALI - 2 LED Comfort 40 W осветител

Показател	м. ед.	Димиране [%]		
		100	50	25
E_1	[lx]	751	365	185
E_2	[lx]	1054	540	266
E_3	[lx]	856	409	204
E_4	[lx]	826	410	210
E_5	[lx]	290	153	78
E_6	[lx]	394	202	107
E_7	[lx]	429	197	100
E_8	[lx]	327	156	83
L_1	[cd/m ²]	212	106	53
L_2	[cd/m ²]	480	240	120
L_3	[cd/m ²]	2800	1400	700
L_{ct1}	[cd/m ²]	12	7	4
L_{ct2}	[cd/m ²]	20	12	7
L_{ct3}	[cd/m ²]	10	5	3
L_{av}	[cd/m ²]	35	19	11
E_{av}	[lx]	615.87	304	154.12

Таблица 3. Коэффициент на заслепяване при осветеност на 100%

	l	a/l	h/l	r	p	h/r	L_c	L_a	GR	UGR
	[m]	-	-	[m]	-	-	[cd/m ²]	[cd/m ²]	-	-
l_1	1.3	0.23	1.15	8.5	0.74	0.17	0	14	0	26.6
l_2	2.5	0.12	0.6	3.5	0.51	0.42	2800	-	17.65	-
l_3	3.7	0.08	0.40	2	0.37	0.75	480	-	27.77	-
l_4	4.9	0.06	0.30	1.75	0.29	0.85	212	-	38.08	-

Таблица 4. Коэффициент на заслепяване при осветеност на 50%

	l	a/l	h/l	r	p	h/r	L_c	L_a	GR	UGR
	[m]	-	-	[m]	-	-	[cd/m ²]	[cd/m ²]	-	-
l_1	1.3	-	-	8.5	0.78	0.17	0	8	0	23.7
l_2	2.5	-	-	3.5	0.73	0.42	1400	-	7.72	-
l_3	3.7	-	-	2	0.68	0.75	240	-	12.15	-
l_4	4.9	-	-	1.75	0.62	0.85	106	-	23.53	-

Таблица 5. Коэффициент на заслепяване при осветеност на 25%

	l	a/l	h/l	r	p	h/r	L_c	L_a	GR	UGR
	[m]	-	-	[m]	-	-	[cd/m ²]	[cd/m ²]	-	-
l_1	1.3	-	8.5	0.78	0.17	0	4.66	0	20.7	1.3
l_2	2.5	-	3.5	0.73	0.42	700	-	3.30	-	2.5
l_3	3.7	-	2	0.68	0.75	120	-	5.20	-	3.7
l_4	4.9	-	1.75	0.62	0.85	4	-	0.08	-	4.9

Таблица 6. Изследване на DALI - 2 LED Comfort 24 W осветител

Показател	м. ед.	Димиране [%]		
		100	50	25
E_1	[lx]	694	250	122
E_2	[lx]	783	280	117
E_3	[lx]	653	250	113
E_4	[lx]	400	150	65
E_5	[lx]	982	406	180
E_6	[lx]	1110	500	210
E_7	[lx]	1005	424	182
E_8	[lx]	596	230	107
L_1	[cd/m ²]	248	124	62
L_2	[cd/m ²]	440	220	110
L_3	[cd/m ²]	3600	1800	900
L_{ct1}	[cd/m ²]	18	8	5
L_{ct2}	[cd/m ²]	69	30	14
L_{ct3}	[cd/m ²]	38	15	9
L_{av}	[cd/m ²]	100	43	20
E_{av}	[lx]	777.87	311.25	137

Таблица 7. Коэффициент на заслепяване при осветеност на 100%

	l	a/l	h/l	r	p	h/r	L_c	L_a	GR	UGR
	[m]	-	-	[m]	-	-	[cd/m ²]	[cd/m ²]	-	-
l_1	1	0.3	1.5	1.82	12.5	0.82	0	41.667	0	26.7
l_2	2.2	0.13	0.68	2.68	4	0.56	3600	-	21.82	-
l_3	3.4	0.08	0.44	3.72	2.5	0.40	440	-	12.09	-
l_4	4.6	0.06	0.32	4.84	1.75	0.30	248	-	1.74	-

Таблица 8. Коэффициент на заслепяване при осветеност на 50%

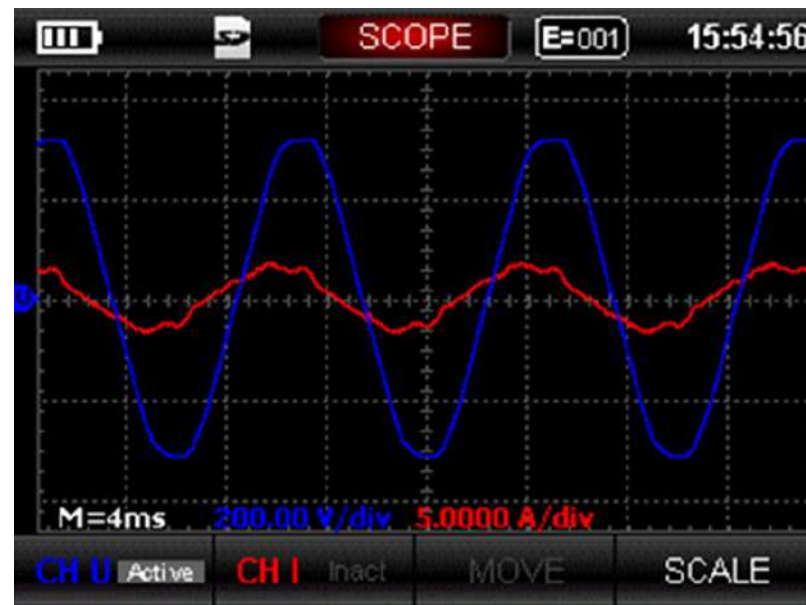
	l	a/l	h/l	r	p	h/r	L_c	L_a	GR	UGR
	[m]	-	-	[m]	-	-	[cd/m ²]	[cd/m ²]	-	-
l_1	1	-	-	1.82	12.5	0.82	0	17.667	0	24.9
l_2	2.2	-	-	2.68	4	0.56	1800	-	12.86	-
l_3	3.4	-	-	3.72	2.5	0.40	220	-	7.13	-
l_4	4.6	-	-	4.84	1.75	0.30	124	-	1.02	-

Таблица 9. Коэффициент на заслепяване при осветеност на 25%

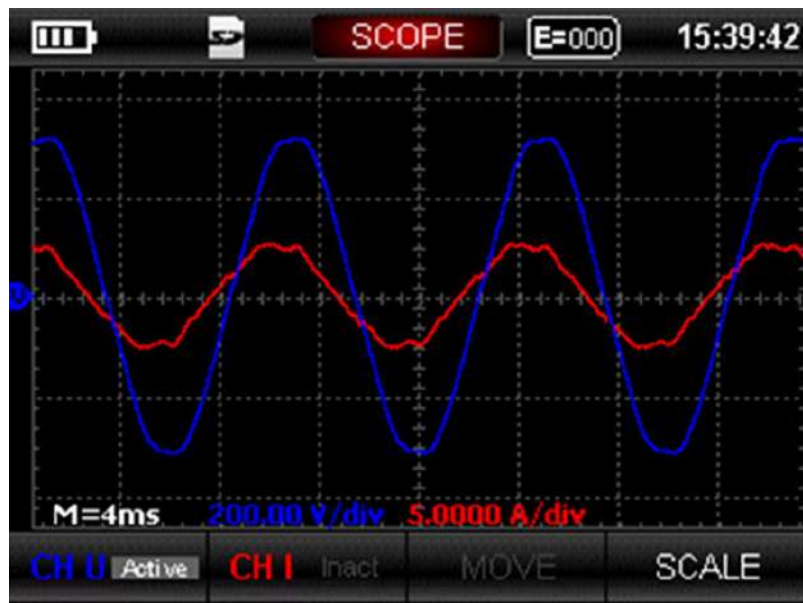
	l	a/l	h/l	r	p	h/r	L_c	L_a	GR	UGR
	[m]	-	-	[m]	-	-	[cd/m ²]	[cd/m ²]	-	-
l_1	1	-	-	1.82	12.5	0.82	0	9.33	0	22.3
l_2	2.2	-	-	2.68	4	0.56	900	-	6.09	-
l_3	3.4	-	-	3.72	2.5	0.40	110	-	3.37	-
l_4	4.6	-	-	4.84	1.75	0.30	62	-	0.48	-

Изградена е опитна система, за оценка качеството на ел. енергия, при интегрирана система за управление на осветлението. Измерени са: напрежение, ток и стойностите на хармониците.

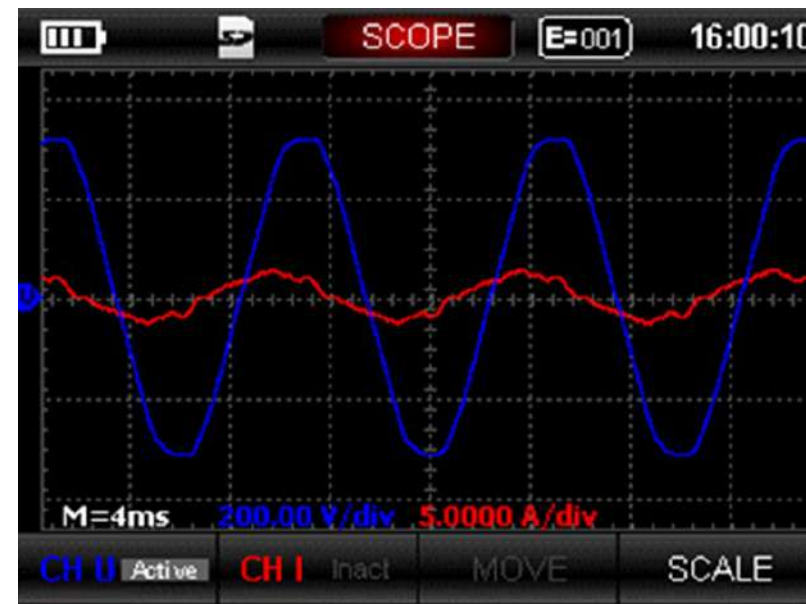
Осветител LED Comfort 24W при наличие на система DALI-2.



Фиг. 7. Форма на тока при 50% осветеност.

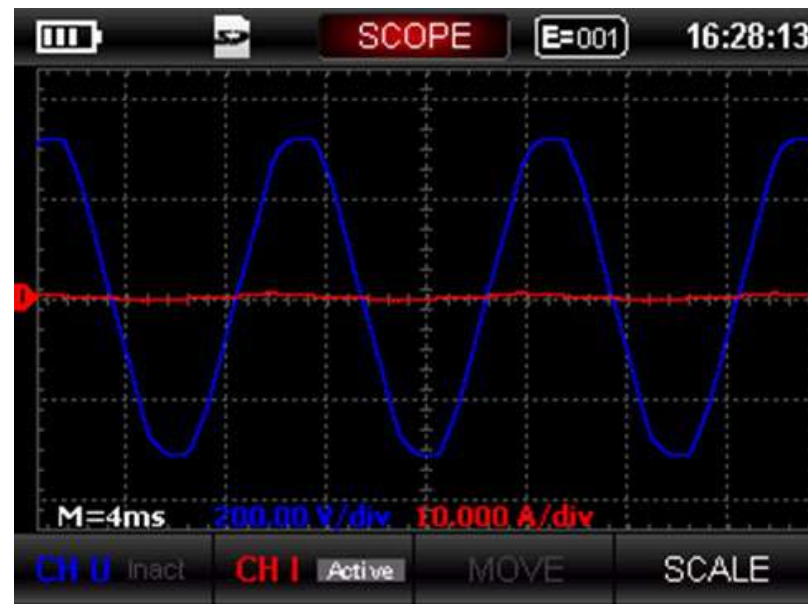


Фиг. 6. Форма на тока при 100% осветеност.

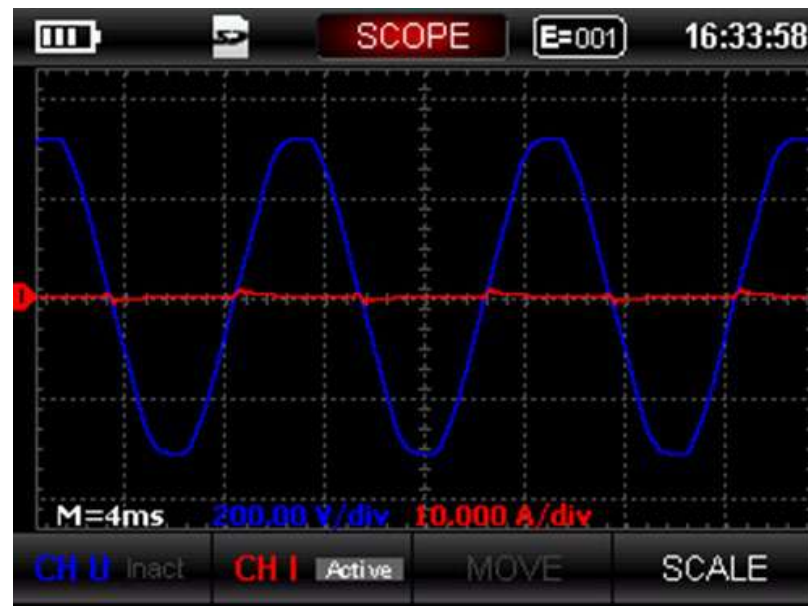
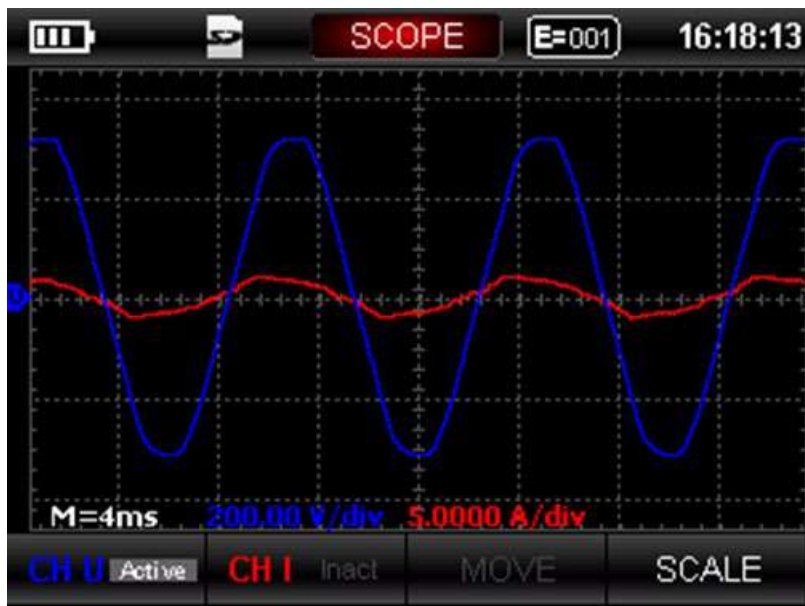


Фиг. 8. Форма на тока при 25% осветеност.

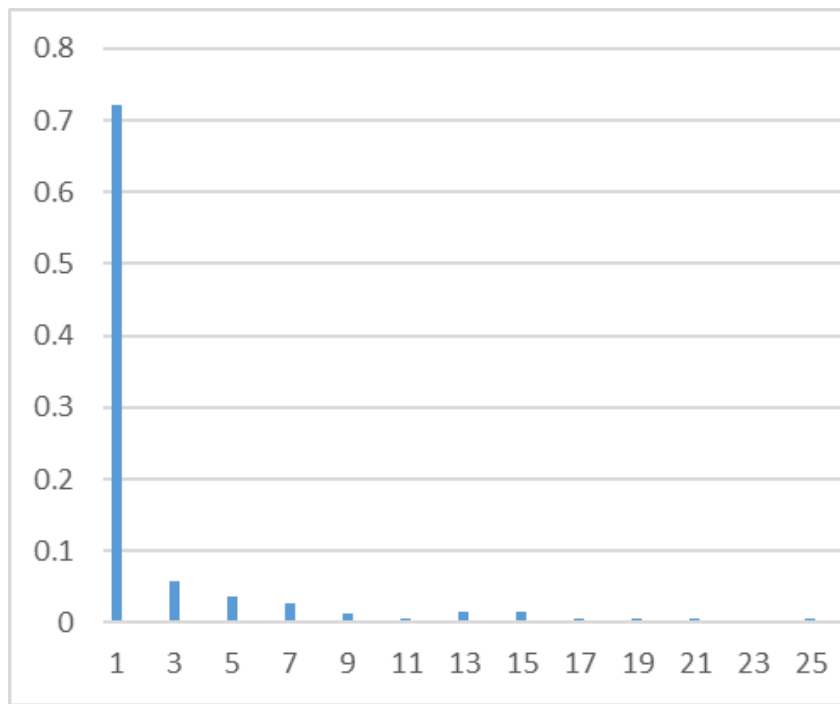
Осветител LED Comfort 24W без
наличие на система DALI-2.



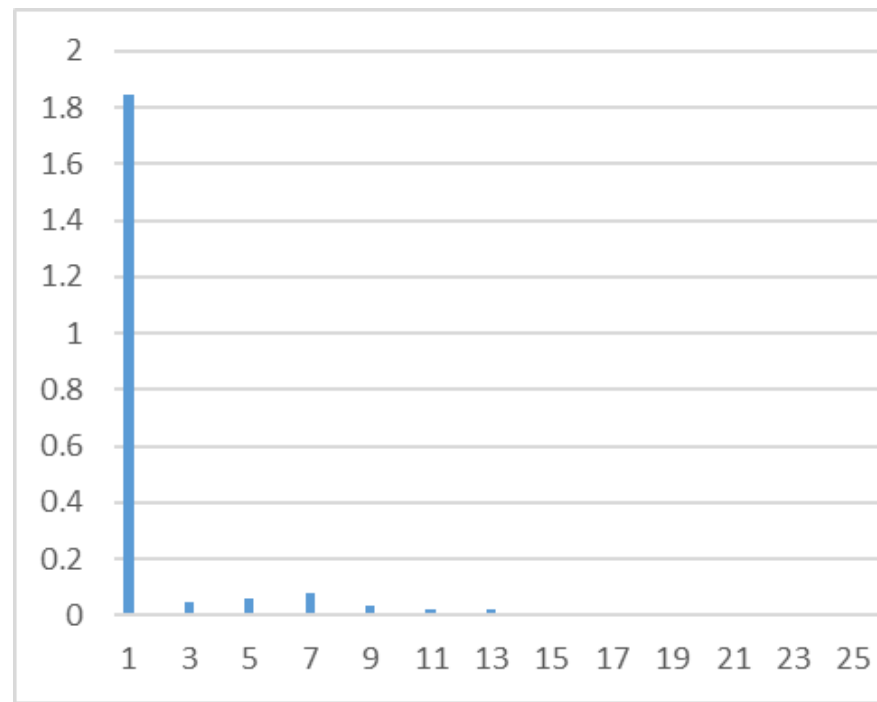
Фиг. 11. Форма на тока при 50% осветеност.



Фиг. 10. Форма на тока при 100% осветеност. Фиг. 12. Форма на тока при 25% осветеност.



Фиг. 13. Резултати от изследване на висши хармоници на система DALI-2



Фиг. 14. Резултати от изследване на висши хармоници без система DALI-2

Получените осцилограми показват, че при наличие на система за управлението на осветлението (DALI-2), се получават деформации във формата на вълната на тока. Това се дължи на висшите хармоници генерирани от захранващите димиращи драйвери и инверторните блокове захранващи осветителите.

Таблица 10. Резултати на системи DALI-2 в първа минута

Начални изследвания	DALI	%	U	I	P	Q	S	PF	THDU	THDI
		%	[V]	[A]	[W]	[Var]	[VA]	-	%	%
1	24W	100	229.79	1.53	364.28	190.55	411.11	0.88	2.36	6.89
2	24W	50	230.74	1.16	217.49	156.30	276.83	0.81	2.38	10.12
3	24W	25	231.25	0.89	141.88	147.07	204.31	0.69	2.39	13.21
4	40W	100	230.96	0.72	155.72	58.54	166.36	0.93	2.36	10.88
5	40W	50	231.13	0.30	57.16	41.05	70.38	0.81	2.38	14.36
6	40W	25	231.15	0.25	24.52	39.72	46.70	0.52	2.48	20.85

Таблица 11. Резултати на системи DALI-2 в трета минута

Изследвания в средата	DALI	%	U	I	P	Q	S	PF	THDU	THDI
		%	[V]	[A]	[W]	[Var]	[VA]	-	%	%
1	24W	100	229.92	1.84	384.2	177.54	423.24	0.90	2.33	6.74
2	24W	50	230.74	1.16	217.49	156.52	267.98	0.81	2.36	10.14
3	24W	25	230.95	0.89	142.43	146.73	204.49	0.69	2.46	13.27
4	40W	100	230.89	0.72	155.45	58.34	166.04	0.93	2.25	10.87
5	40W	50	231.22	0.30	57.15	41.00	70.34	0.81	2.40	14.33
6	40W	25	230.49	0.25	24.45	39.31	46.29	0.52	2.52	61.14

Таблица 12. Резултати на системи DALI-2 в пета минута

Начални изследвания	DALI	%	U	I	P	Q	S	PF	THDU	THDI
		%	[V]	[A]	[W]	[Var]	[VA]	-	%	%
1	24W	100	229.66	1.84	383.97	177.36	422.93	0.91	2.33	6.73
2	24W	50	231.03	1.16	217.72	157.24	268.55	0.81	2.38	10.14
3	24W	25	231.62	0.89	142.39	147.88	205.29	0.69	2.46	13.33
4	40W	100	230.96	0.72	155.64	58.43	166.24	0.94	2.41	11
5	40W	50	231.62	0.30	57.04	41.16	70.35	0.81	2.5	14.63
6	40W	25	230.78	0.25	24.51	39.76	46.71	0.52	2.62	60.94

От изследванията на система DALI - 2 се вижда, че мощностният фактор значително намалява, а пълното хармонично изкривяване на тока се увеличава до шест пъти, при наличие на система DALI-2 и при степен на димиране 25%.

Също така се вижда, че с увеличаване степента на димиране на осветителите се повишава енергийната ефективност на осветителната уредба.

ИЗВОДИ

1. Разработени са технически решения на демонстрационни, интелигентни, управляеми осветителни уредби.
2. Извършени са експериментални изследвания и е направена съпоставка относно висшите хармоници, факторът на мощност и влиянието им в мрежата.
3. Доказано е че с увеличаване на степента на регулиране на осветителната уредба се влошават показателите за качество на ел. енергия.

5. Направено е изследване върху качествениите и количествените показатели на осветителната уредба при наличие на система за управление на осветлението.
6. Оценена е постигнатата енергийна ефективност при използване на система за управление на осветлението.
7. Макетите може да се използват за обучение на студентите от специалност „Електротехника“, към Технически колеж.

БЛАГОДАРЯ ЗА ВНИМАНИЕТО!