

**Obliczenie rocznego zużycia energii do oświetlenia.**

**Docieplenie budynku  
Zespołu Szkół w m. Jeleniewo**

**Opracował:**

## Roczne zużycie energii do oświetlenia – istniejące w ramach opracowania.

Roczne zużycie energii do oświetlenia ocenianego budynku EL oblicza się według wzoru:

$$E_L = LENI \times A_f \text{ [kWh / a]}$$

gdzie:

$LENI$  - roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia ocenianego budynku ( kWh/ m<sup>2</sup> a)

$A_f$  - powierzchnia użytkowa poszczególnych pomieszczeń ( m<sup>2</sup>)

Roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia  $LENI$  oblicza się na podstawie wzoru:

$$LENI = \{ F_c \times P_n / 1000 \times [(t_d \times F_o \times F_d) + (t_n \times F_o)] \} + m + n \times \{ 5 / t_y \times [t_y - (t_d + t_n)] \}$$

[kWh / (m<sup>2</sup>a)]

gdzie:

$P_n$  - jednostkowa moc opraw oświetlenia podstawowego w budynku obliczana na podstawie wzoru ( W / m<sup>2</sup>)

$t_D$  - czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia, zgodnie z Tab. 3.1. ( h / a)

$t_N$  - czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy, zgodnie z Tab. 3.1 ( h / a)

$t_O$  - czas użytkowania oświetlenia będący sumą czasów  $t_D$  i  $t_N$ , zgodnie z Tab. 3.1. ( h / a)

$t_y$  - liczba godzin w roku, 8760 h

$F_D$  - współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu, zgodnie z Tab. 3.2.

$F_O$  - współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy, zgodnie z Tab. 3.3.

$F_C$  - współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego, obliczany na podstawie wzoru

$m = 1$  gdy stosowane jest oświetlenie awaryjne; w przeciwnym razie  $m=0$

$n = 1$  gdy stosowane jest sterowanie opraw; w przeciwnym razie  $n=0$

Tab. 3.1. Roczne odniesieniowe czasy użytkowania oświetlenia w budynkach.

Lp.	Typ budynku	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu roku, h/a		
		$t_D$	$t_N$	$t_O$
1	2	3	4	5
1	Biura	250	250	2500
2	Szkoły	1800	200	2000
3	Szpitala	3000	2000	5000
4	Restauracje	1250	1250	2500
5	Sportowo-rekreacyjne	2000	2000	4000
6	Handlowo-usługowe	3000	2000	5000

Tab. 3.2. Uwzględnienie wpływu światła dziennego w budynkach.

Lp.	Typ budynku	Rodzaj regulacji	$F_D$
1	2	3	4
1	Biura, budynki sportowo-Rekreacyjne	Ręczna	1.0
2		Regulacja światła z uwzględnieniem światła dziennego	0.9
3	Restauracje handlowo-usługowe	Ręczna	1.0
4	Szkoły, szpitale	Ręczna	1.0
5		Regulacja światła z uwzględnieniem światła dziennego	0.8

Tab. 3.3. Uwzględnienie wpływu obecności pracowników w miejscu pracy.

Lp.	Typ budynku	Rodzaj regulacji	$F_O$
1	2	3	4
1	Biura, szkoły	Ręczna	1.0
2		Automatyczna	0.9
3	Handlowo-usługowe Sportowo-rekreacyjne		
	Restauracje	Ręczna	1.0
4	Szpitala	Ręczna (częściowo automat.)	0.8

Współczynnik uwzględniający obniżenie poziomu natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego oblicza się według wzoru:

$$F_c = (1 + MF) / 2$$

gdzie:

*MF* współczynnik utrzymania, przyjmowany na podstawie projektu, gdy stosowana jest regulacja utrzymująca natężenie oświetlenia na wymaganym poziomie

Gdy nie ma regulacji utrzymującej natężenie oświetlenia na poziomie wymaganym to wartość współczynnika  $F_c$  wynosi 1.

Jednostkową moc opraw oświetlenia ocenianego budynku  $P_N$  oblicza się na podstawie danych z Tab. 3.4. i wzoru:

$$P_N = \frac{P_{rzecz}}{A_f} \quad [ \text{W/m}^2 ]$$

gdzie:

$P_{rzecz}$  - moc instalowana opraw oświetlenia podstawowego w poszczególnych pomieszczeniach (W)

$A_f$  - powierzchnia użytkowa poszczególnych pomieszczeń ( $m^2$ )

Tab. 3.4. Moc urządzeń oświetleniowych w ocenianym budynku.

Lp.	Rodzaj pomieszczenia	Powierzchnia użytkowa	Moc instalowana (W)	Moc jednostkowa ( $\text{W/m}^2$ )
PIWNICA				
1	kotłownia	14,55	150	10,31
2	śląd paliwa	12,61	75	5,94
3	pom. gosp. 1	10,40	75	7,21
4	pom. gosp. 2	13,54	75	5,54
5	korytarz+schody	62,95	300	4,76
6	pom. gosp. 3	42,09	450	10,69
7	szatnia	61,94	600	9,69
8	sala zajęć	68,37	576	8,42
9	pom. gosp. 4	9,02	75	8,31
10	pom. techn.	8,15	75	9,2

## PARTER

11	przedsionek	8,06	72	8,93
12	pokój	9,26	72	7,77
13	światlica	48,30	432	8,94
14	rozdzielnia	10,6	75	7,07
15	korytarz	117,58	936	7,96
16	klasa 1	31,13	288	9,25
17	klasa 2	32,35	288	8,90
18	klasa 3	31,52	288	9,13
19	pokój 1	14,29	144	10,07
20	klasa 4	29,68	288	9,70
21	WC 1	9,67	300	31,02
22	WC 2	6,27	150	23,92
23	korytarz 1	42,20	288	6,82
24	korytarz 2	4,19	72	17,18
25	pokój 1	7,97	72	9,03
26	pokój 2	11,53	144	12,49
27	sala gimn. 1	70,13	864	12,32
28	kl. schodowa	21,53	219	10,17
29	korytarz	56,43	288	5,10
30	pokój	16,93	72	4,25
31	klasa	48,99	864	17,63
32	magazynek 1	5,76	75	13,02
33	magazynek 2	6,14	75	12,21
34	klasa	49,10	864	17,59
35	WC uczniów	19,05	375	19,68
36	WC naucz.	2,8	75	26,78
37	magazyn 1	5,26	75	14,25
38	magazyn 2	10,38	150	14,45
39	sala gimn. 2	289,58	1200	4,14
40	korytarz	5,89	36	6,11
41	przedsionek	5,08	111	21,85
42	magazyn	14,7	144	9,79
43	korytarz	6,55	36	5,49
44	szatnia	17,45	144	8,52
45	umywalnia	19,19	144	7,50
46	WC	1,77	75	41,37
47	WC	1,64	75	45,73
48	korytarz	7,65	36	8,52
49	umywalnia	18,64	144	4,71
50	szatnia	18,16	144	7,92
51	kotłownia	10,58	72	6,81
52	skład opału	12,08	144	11,92

PIĘTRO

53	korytarz	94,53	648	6,85
54	korytarz	8,98	144	16,04
55	pokój	16,34	144	8,21
56	pokój naucz.	27,54	432	15,68
57	klasa	48,76	432	8,86
58	klasa	47,85	432	9,03
59	klasa	45,92	432	9,41
60	WC1	10,29	150	14,58
61	WC2	6,60	75	11,36
62	korytarz+schody	67,38	438	6,50
63	klasa	61,88	720	11,63
64	klasa	34,17	288	8,43
65	korytarz	63,24	288	4,55
66	biblioteka	17,12	72	4,21
67	klasa	49,05	864	17,61
68	magazynek	6,16	75	12,17
69	magazynek	5,83	75	12,86
70	klasa	49,64	576	11,60
71	WC 1	19,02	375	19,72
72	WC 2	2,84	75	26,41
73	archiwum	16,45	225	13,68
74	klasa	59,39	648	10,91
75	magazynek	8,59	36	4,19
76	sklepik	4,52	75	16,59
77	klasa	58,81	648	11,09
78	magazynek	5,11	36	7,05

2378,84

21264

$$P_N = \frac{21264}{2378,84} \text{ [ W/m}^2 \text{ ]}$$

$$P_N = 8,93 \text{ W/m}^2$$

$$LENI = \{ F_c \times P_n / 1000 \times [(t_d \times F_o \times F_d) + (t_n \times F_o)] \} + m + n \times \{ 5 / t_y \times [t_y - (t_d + t_n)] \} \text{ [ kWh / (m}^2 \text{ a) ]}$$

$$LENI = \{ 1 \times 0,00893 \times [(1800 \times 1 \times 1) + (200 \times 1)] \} + 0 + 0 \times \{ 5 / 8760 [8760 - 2000] \}$$

$$LENI = 68,81 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$$

$$E_L = LENI \times A_f \text{ [kWh / a]}$$

$$E_{L \text{ istm.}} = 68,81 \times 2378,84 = 163687,98 \text{ kWh / a}$$

### **Roczne zużycie energii do oświetlenia – projektowane w ramach opracowania.**

Roczne zużycie energii do oświetlenia ocenianego budynku EL oblicza się według wzoru:

$$E_L = LENI \times A_f \text{ [kWh / a]}$$

gdzie:

$LENI$  - roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia ocenianego budynku ( $\text{kWh}/\text{m}^2 \text{ a}$ )

$A_f$  - powierzchnia użytkowa poszczególnych pomieszczeń ( $\text{m}^2$ )

Roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia  $LENI$  oblicza się na podstawie wzoru:

$$LENI = \{ F_c \times P_n / 1000 \times [(t_d \times F_o \times F_d) + (t_n \times F_o)] \} + m + n \times \{ 5 / t_y \times [t_y - (t_d + t_n)] \} \text{ [kWh}/(\text{m}^2\text{a})]$$

gdzie:

$P_n$  - jednostkowa moc opraw oświetlenia podstawowego w budynku obliczana na podstawie wzoru ( $\text{W}/\text{m}^2$ )

$t_D$  - czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia, zgodnie z Tab. 3.1. ( $\text{h}/\text{a}$ )

$t_N$  - czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy, zgodnie z Tab. 3.1 ( $\text{h}/\text{a}$ )

$t_O$  - czas użytkowania oświetlenia będący sumą czasów  $t_D$  i  $t_N$ , zgodnie z Tab. 3.1. ( $\text{h}/\text{a}$ )

$t_y$  - liczba godzin w roku, 8760 h

$F_D$  - współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu, zgodnie z Tab. 3.2.

$F_O$  - współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy, zgodnie z Tab. 3.3.

$F_C$  - współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego, obliczany na podstawie wzoru

$m = 1$  gdy stosowane jest oświetlenie awaryjne; w przeciwnym razie  $m=0$

$n = 1$  gdy stosowane jest sterowanie opraw; w przeciwnym razie  $n=0$

Tab. 3.1. Roczne odniesieniowe czasy użytkowania oświetlenia w budynkach.

Lp.	Typ budynku	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu roku, h/a		
		$t_D$	$t_N$	$t_O$
1	2	3	4	5
1	Biura	250	250	2500
2	Szkoły	1800	200	2000
3	Szpitala	3000	2000	5000
4	Restauracje	1250	1250	2500
5	Sportowo-rekreacyjne	2000	2000	4000
6	Handlowo-usługowe	3000	2000	5000

Tab. 3.2. Uwzględnienie wpływu światła dziennego w budynkach.

Lp.	Typ budynku	Rodzaj regulacji	$F_D$
1	2	3	4
1	Biura, budynki sportowo-Rekreacyjne	Ręczna	1.0
2		Regulacja światła z uwzględnieniem światła dziennego	0.9
3	Restauracje handlowo-usługowe	Ręczna	1.0
4	Szkoły, szpitale	Ręczna	1.0
5		Regulacja światła z uwzględnieniem światła dziennego	0.8

Tab. 3.3. Uwzględnienie wpływu obecności pracowników w miejscu pracy.

Lp.	Typ budynku	Rodzaj regulacji	$F_O$
1	2	3	4
1	Biura, szkoły	Ręczna	1.0
2		Automatyczna	0.9
3	Handlowo-usługowe Sportowo-rekreacyjne		
	Restauracje	Ręczna	1.0
4	Szpitala	Ręczna (częściowo automat.)	0.8



Współczynnik uwzględniający obniżenie poziomu natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego oblicza się według wzoru:

$$F_c = (1 + MF) / 2$$

gdzie:

$MF$  współczynnik utrzymania, przyjmowany na podstawie projektu, gdy stosowana jest regulacja utrzymująca natężenie oświetlenia na wymaganym poziomie

Gdy nie ma regulacji utrzymującej natężenie oświetlenia na poziomie wymaganym to wartość współczynnika  $F_c$  wynosi 1.

Jednostkową moc opraw oświetlenia ocenianego budynku  $P_N$  oblicza się na podstawie danych z Tab. 3.4. i wzoru:

$$P_N = \frac{P_{rzecz}}{A_f} \quad [ \text{W/m}^2 ]$$

gdzie:

$P_{rzecz}$  - moc instalowana opraw oświetlenia podstawowego w poszczególnych pomieszczeniach (W)

$A_f$  - powierzchnia użytkowa poszczególnych pomieszczeń ( $m^2$ )

Tab. 3.4. Moc urządzeń oświetleniowych w ocenianym budynku.

Lp.	Rodzaj pomieszczenia	Powierzchnia użytkowa	Moc instalowana (W)	Moc jednostkowa ( $\text{W/m}^2$ )
PIWNICA				
1	kotłownia	14,55	26	1,79
2	skład paliwa	12,61	13	1,03
3	pom. gosp. 1	10,40	13	1,25
4	pom. gosp. 2	13,54	13	0,96
5	korytarz+schody	62,95	146	2,32
6	pom. gosp. 3	42,09	78	1,85
7	szatnia	61,94	104	1,68
8	sala zajęć	68,37	435	6,36
9	pom. gosp. 4	9,02	13	1,44
10	pom. techn.	8,15	13	1,59

## PARTER

11	przedsionek	8,06	30	3,72
12	pokój	9,26	35	3,78
13	światlica	48,30	300	6,21
14	rozdzielnia	10,6	13	1,23
15	korytarz	117,58	390	3,32
16	klasa 1	31,13	235	7,54
17	klasa 2	32,35	235	7,26
18	klasa 3	31,52	235	7,46
19	pokój 1	14,29	70	4,90
20	klasa 4	29,68	235	7,92
21	WC 1	9,67	52	5,38
22	WC 2	6,27	26	4,15
23	korytarz 1	42,20	120	2,84
24	korytarz 2	4,19	30	7,15
25	pokój 1	7,97	35	4,39
26	pokój 2	11,53	70	6,07
27	sala gimn. 1	70,13	768	10,95
28	kl. schodowa	21,53	70	3,25
29	korytarz	56,43	120	2,12
30	pokój	16,93	35	2,07
31	klasa	48,99	485	9,90
32	magazynek 1	5,76	13	2,26
33	magazynek 2	6,14	13	2,12
34	klasa	49,10	485	9,87
35	WC uczniów	19,05	65	3,41
36	WC naucz.	2,8	13	4,64
37	magazyn 1	5,26	13	2,47
38	magazyn 2	10,38	26	2,51
39	sala gimn. 2	289,58	1560	5,38
40	korytarz	5,89	30	5,09
41	przedsionek	5,08	43	8,46
42	magazyn	14,7	100	6,80
43	korytarz	6,55	30	4,58
44	szatnia	17,45	100	5,73
45	umywalnia	19,19	78	4,06
46	WC	1,77	13	7,34
47	WC	1,64	13	7,93
48	korytarz	7,65	30	3,92
49	umywalnia	18,64	78	4,18
50	szatnia	18,16	100	5,51
51	kotłownia	10,58	52	4,91
52	skład opału	12,08	78	6,46

PIĘTRO

53	korytarz	94,53	270	2,85
54	korytarz	8,98	60	6,68
55	pokój	16,34	70	4,28
56	pokój naucz.	27,54	210	7,62
57	klasa	48,76	335	6,87
58	klasa	47,85	335	7,00
59	klasa	45,92	335	7,29
60	WC1	10,29	26	2,52
61	WC2	6,60	13	1,97
62	korytarz+schody	67,38	210	3,12
63	klasa	61,88	435	7,03
64	klasa	34,17	235	6,88
65	korytarz	63,24	120	1,89
66	biblioteka	17,12	70	4,09
67	klasa	49,05	435	8,86
68	magazynek	6,16	13	2,11
69	magazynek	5,83	13	2,23
70	klasa	49,64	435	8,76
71	WC 1	19,02	65	3,42
72	WC 2	2,84	13	4,58
73	archiwum	16,45	73	4,44
74	klasa	59,39	485	8,17
75	magazynek	8,59	30	3,49
76	sklepik	4,52	13	2,88
77	klasa	58,81	485	8,25
78	magazynek	5,11	30	5,87

2378,84

12057

$$P_N = \frac{12057}{2378,84} \text{ [ W/m}^2 \text{ ]}$$

$$P_N = 5,07 \text{ W/m}^2$$

$$LENI = \{ F_c \times P_n / 1000 \times [(t_d \times F_o \times F_d) + (t_n \times F_o)] \} + m + n \times \{ 5 / t_y \times [t_y - (t_d + t_n)] \} \text{ [ kWh / (m}^2 \text{ a) ]}$$

$$LENI = \{ 1 \times 0,00507 \times [(1800 \times 1 \times 1) + (200 \times 1)] \} + 1 + 0 \times \{ 5 / 8760 [8760 - 2000] \}$$

$$LENI = 39,07 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$$

$$E_L = LENI \times A_f \text{ [kWh / a]}$$

$$E_{L_{proj.}} = 39,07 \times 2378,84 = 92941,28 \text{ kWh / a}$$

$$E_{L_{istm.}} = 68,81 \times 2378,84 = 163687,98 \text{ kWh / a}$$

$$E_{L_{proj.}} = 39,07 \times 2378,84 = 92941,28 \text{ kWh / a}$$

---

$$\text{Różnica} = \frac{163687,98 - 92941,28}{163687,98} = 43,22\%$$

$$\text{Różnica} = 43,22\%$$

Specyfikacja działania sieciowego systemu fotowoltaicznego polega na produkcji energii elektrycznej z generatorów fotowoltaicznych w postaci prądu stałego, a następnie przekształceniu na prąd przemienny o napięciu 400V przez inwertery trójfazowe. Energia ta będzie wykorzystywana na własne potrzeby. Układ wyposażony zostanie w automatykę sterującą pracą falownika tak aby ewentualne nadwyżki nie zostały odprowadzone do sieci energetycznej. Moduły fotowoltaiczne o łącznej mocy 12,24 kWp zostaną zainstalowane na dachu budynku szkoły od strony południowej. Ustawienie umożliwi dedykowana konstrukcja wsporcza aluminiowo stalowa lub aerodynamiczna.