

AUDYT

oświetlenia wewnętrznego

oraz instalacji fotowoltaicznej w budynku

przy ul. Brzeskiej 102 w Siedlcach



INWESTOR: Izba Administracji Skarbowej w Warszawie,
ul. Alojzego Felińskiego 2B, 01-513 Warszawa

JEDNOSTKA: Delegatura UCS w Siedlcach

ADRES: ul. Brzeska 102, 08-102 Siedlce

Warszawa, grudzień 2017 r.

1 STRONA TYTUŁOWA OPRACOWANIA

1. Dane identyfikacyjne budynku			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	1.2 Rok budowy	1973 r.
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Izba Administracji Skarbowej w Warszawie, ul. Alojzego Felińskiego 2B, 01-513 Warszawa, tel.: 22 56 18 016; fax: 22 56 18 093	1.4 Adres budynku	ul. Brzeska 102, 08-102 Siedlce, powiat: siedlecki województwo: mazowieckie
2. Nazwa, nr REGON i adres firmy wykonującej opracowanie: Narodowa Agencja Poszanowania Energii S.A., regon 010691500, ul. Świętokrzyska 20, 00-002 Warszawa; tel. 22 50 54 661			
3. Imię i nazwisko, adres autora, posiadane kwalifikacje, podpis: inż. Piotr Kowalczyk, ul. Polna 3C, 05-092 Łomianki upr. bud. MAZ/0037/PWOS/04			
4. Miejscowość:	Warszawa	data wykonania opracowania:	2017-12-19
5. Spis treści			
1	Strona tytułowa opracowania.....		1
2	Cel opracowania.....		2
3	Zakres opracowania		2
4	Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu		2
5	Modernizacja światlenia wewnętrznego		3
6	Instalacja fotowoltaiczna.....		8



2 CEL OPRACOWANIA

Podstawowym celem jest wskazanie ekonomicznie uzasadnionych rozwiązań inwestycji związanej z modernizacją oświetlenia wewnętrznego oraz wykonania instalacji fotowoltaicznej w budynku Izby Administracji Skarbowej, Delegatura UCS w Siedlcach usytuowanego przy ul. Brzeskiej 102. Na podstawie przeprowadzonej inwentaryzacji zaproponowano modernizację, mającą na celu zmniejszenie zużycia energii elektrycznej na oświetlenie obiektu oraz zaproponowano wykonanie instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku. W konsekwencji powyższe działania ograniczą emisję gazów cieplarnianych do atmosfery.

3 ZAKRES OPRACOWANIA

Zakres opracowania obejmuje:

- ✓ w zakresie oświetlenia wewnętrznego:
 - inwentaryzację stanu istniejącego,
 - propozycję modernizacji,
 - określenie zużycia energii elektrycznej oraz kosztów eksploatacyjnych na oświetlenie dla stanu istniejącego i po modernizacji,
 - określenie kosztów inwestycyjnych dla proponowanych prac modernizacyjnych,
 - obliczenie efektów ekonomicznych, energetycznych i ekologicznych
- ✓ w zakresie instalacji fotowoltaicznej:
 - propozycję ilości / wielkości paneli fotowoltaicznych,
 - określenie produkcji energii elektrycznej z OZE,
 - określenie kosztów inwestycyjnych,
 - obliczenie efektów ekonomicznych, energetycznych i ekologicznych.

4 DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU

4.1 Dokumentacja projektowa

- Inwentaryzacja budowlana budynku biurowego, ul. Brzeska 102, 1994 r.

4.2 Inne dokumenty

- aktualne ceny nośnika energii dostarczone przez Inwestora,
- wizja lokalna,
- normy i rozporządzenia:



- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej. Dalej zwane *Rozporządzeniem dot. świadectw energetycznych*.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. (Dz. U. Nr 75, poz. 690 wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie dalej zwane *Warunkami Technicznymi*.
- Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 17 lipca 2015 r. (Dz.U. 18 września 2015 r., poz. 1422) w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
- Norma PN-EN 12464-1 Światło i oświetlenie - Oświetlenie miejsc pracy.
- Norma PN-EN 15193 – Charakterystyka energetyczna budynków. Wymagania energetyczne dotyczące oświetlenia.

5 MODERNIZACJA ŚWIETLENIA WEWNĘTRZNEGO

5.1 Inwentaryzacja stanu istniejącego oświetlenia

Istniejące oświetlenie wewnętrzne budynku wykonane jest w oparciu o klasyczne oprawy świetlówkowe oraz żarowe. W przedsionku wejścia bocznego wymieniono oprawy starego typu na oprawy LED, które nie podlegają wymianie.

Tabela 1. Inwentaryzacja istniejącego oświetlenia

Rodzaj punktu świetlnego	Moc jedn., [W]	Całkowita moc jedn. * [W]	Ilość opraw [szt.]	Moc zainstalowana rzeczywista [W]
Oprawa świetlówkowa 1x36W	36	41,4	5	207
Oprawa świetlówkowa 2x36W	72	82,8	46	3 809
Oprawa świetlówkowa 4x18W	72	82,8	130	10 764
Oprawa żarówkowa 1x E27 60 W	60	60	26	1 560
Oprawa LED 11 W	11	11	2	22
SUMA			209	16 362

*) Całkowita moc pojedynczej oprawy z uwzględnieniem starterów, transformatorów, stateczników.



5.2 Propozycja modernizacji

W wyniku modernizacji planuje się zmianę rodzaju oświetlenia - zastosowanie energooszczędnego oświetlenia LED w oprawach rastrowych i żarówkowych w formie paneli świetlnych lub zamienników świetlówek i żarówek. Zaproponowano wymianę wszystkich opraw oświetleniowych, oprócz istniejącej oprawy LED w przedsionku wejścia bocznego.

Proponowany dobór opraw wykonano przy założeniu dotrzymania wymaganego natężenia oświetlenia zgodnie z normą PN-EN 12464-1 Światło i oświetlenie - Oświetlenie miejsc pracy.

Po modernizacji planuje się zastosowanie urządzeń automatycznych wspomagających ręczną regulację oświetlenia (zastosowanie czujników ruchu, obecności, regulację natężenia oświetlenia oraz strefowanie). W celu umożliwienia zastosowania ww. rozwiązań, zaproponowano częściową wymianę instalacji elektrycznej zasilającej oprawy oświetleniowe.

Tabela 2. Propozycja modernizacji opraw oświetleniowych

Rodzaj punktu świetlnego	Moc jedn., [W]	Ilość opraw [szt.]	Moc zainstalowana rzeczywista [W]
Oprawa LED 18 W	18	5	90
Oprawa LED 36 W	36	176	6 336
Oprawa LED 9 W	9	26	234
Oprawa LED 11 W	11	2	22
SUMA		209	6 682

5.3 Określenie zużycia energii elektrycznej oraz kosztów eksploatacyjnych na oświetlenie dla stanu istniejącego i po modernizacji

Obliczenia wykonano na podstawie wytycznych zawartych w *Rozporządzeniem dot. świadectw energetycznych* oraz polskich norm.

Piwnice użytkowane są jako magazyny i archiwa, a pomieszczenia na kondygnacjach nadziemnych przeznaczone są na biura.

Liczbę godzin pracy oświetlenia dla budynku typu „biuro” przyjęto na podstawie normy PN-EN 15193 – Charakterystyka energetyczna budynków. Wymagania energetyczne dotyczące oświetlenia.

Wymagania energetyczne dotyczące oświetlenia: $t_D = 2250$, $t_N = 250$, $t_O = 2500$ [h/rok].



Tabela 3. Zużycie energii elektrycznej w ocenianym budynku na oświetlenie przed modernizacją

Rodzaj punktu świetlnego	Moc zainstalowana rzeczywista, W	Liczba godzin pracy w ciągu roku, h/rok	Zużycie energii elektrycznej na cele oświetlenia, kWh/rok
Oprawa świetlówkowa 1x36W	207	2 500	518
Oprawa świetlówkowa 2x36W	3 809	2 500	9 522
Oprawa świetlówkowa 4x18W	10 764	2 500	26 910
Oprawa żarówkowa 1x E27 60 W	1 560	2 500	3 900
Oprawa LED 11 W	22	2 500	55
SUMA			40 905

Tabela 4. Zużycie energii elektrycznej w ocenianym budynku na oświetlenie po modernizacji

Rodzaj punktu świetlnego	Moc zainstalowana rzeczywista, W	Liczba godzin pracy w ciągu roku, h/rok	Zużycie energii elektrycznej na cele oświetlenia, kWh/rok
Oprawa LED 18 W	90	2 500	225
Oprawa LED 36 W	6 336	2 500	15 840
Oprawa LED 9 W	234	2 500	585
Oprawa LED 11 W	22	2 500	55
SUMA			16 705
współczynnik regulacji Fo=			0,9
SUMA			15 035

5.4 Określenie kosztów inwestycyjnych dla proponowanych prac modernizacyjnych

Ceny zawierają całkowity koszt wszystkich prac remontowych. Ceny z podatkiem VAT, wg kalkulacji uproszczonej. Przedstawione koszty są wartością szacunkową, dokładny kosztorys i wycena będzie możliwa po dobraniu konkretnych urządzeń i wykonaniu projektu technicznego.

Tabela 5. Koszty inwestycyjne proponowanych rozwiązań

Opis	Koszt brutto, [zł]
Oprawy LED	120 000
Elementy regulacji automatycznej i zarządzania oraz częściowa modernizacja instalacji elektrycznej oświetlenia	30 000
SUMA	150 000



5.5 Obliczenie efektu energetycznego

Tabela 6. Wyliczenie efektu energetycznego

Opis	Jednostka	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
Moc zainstalowana	W	16 361,8	6 682,0
Powierzchnia użytkowa Af	m ²	973,00	973,00
Moc jednostkowa opraw oświetlenia Pn	W/m ²	16,8	6,9
LENI	kWh/(m ² rok)	42,0	15,5
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię do oświetlenia EK,L	kWh/rok	40 905	15 035
Efekt energetyczny	kWh/rok		25 870
Efekt procentowy	%		63,2

5.6 Obliczenie efektu ekonomicznego

Koszt zakupu energii elektrycznej przyjęto średnio 0,5440 zł/kWh brutto, wg Audytu energetycznego budynku (taryfa C11).

Tabela 7. Wyliczenie efektu ekonomicznego

Opis	Jednostka	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
Koszty eksploatacyjne	zł/rok	22 252	8 179
Efekt ekonomiczny	zł/rok		14 073
Koszty inwestycyjne	zł		150 000
SPBT	lat		10,7

5.7 Efekt ekologiczny

Przyjęto emisję dwutlenku węgla przypadająca na 1 MWh energii elektrycznej wyprodukowanej w elektrowniach i elektrociepłowniach: 0,832 Mg/MWh. W tabeli poniżej przedstawiono redukcję emisji CO₂.

Tabela 8. Wyliczenie efektu ekologicznego

Opis	Jednostka	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
Roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię do oświetlenia $E_{K,L}$	kWh/rok	40 905	15 035
Emisja CO ₂	Mg CO ₂ /rok	34,03	12,51
Efekt ekologiczny	Mg CO ₂ /rok		21,52

5.8 Wytyczne do projektowania systemu regulacji oświetlenia

System automatycznej regulacji oświetlenia powinien uwzględniać:

- możliwość automatycznego załączania oświetlenia w miejscach ogólnodostępnych w zależności od natężenia oświetlenia naturalnego oraz obecności osób (korytarze, klatki schodowe, łazienki) z uwzględnieniem stałego oświetlenia dróg ewakuacyjnych,
- możliwość automatycznej regulacji natężenia oświetlenia w pomieszczeniach biurowych w zależności od oświetlenia naturalnego,
- możliwość automatycznego wyłączenia oświetlenia w pomieszczeniach użytkowych poza godzinami stałej eksploatacji i przy braku obecności osób,
- programowanie okresu pracy normalnej i okresu czuwania (poza godzinami pracy, weekendy, przerwy świąteczne, wakacyjne itp.) - przełączanie trybu pracy oświetlenia - tryb stały i tryb z uwzględnieniem obecności osób zaprojektowane w sposób ergonomiczny - umożliwiające łatwe wprowadzanie zmian stałych oraz w sytuacjach nietypowych,
- strefowość oświetlenia - możliwość załączania i wyłączania ręcznego lub automatycznego (w zależności od obecności osób) oświetlenia w logicznie wydzielonych częściach pomieszczeń użytkowych lub stref ogólnodostępnych.

Projekt systemu regulacji oświetlenia powinien być uzgodniony z użytkownikiem obiektu i powinien uwzględniać jego preferencje, zwyczajowe zasady użytkowania pomieszczeń oraz dodatkowe uwagi i sugestie mogące poprawić ergonomię użytkowania lub przyczynić się do dalszych oszczędności energii elektrycznej.

Systemem automatycznej regulacji powinno być objęte minimum 60% wszystkich urządzeń oświetleniowych.

Z uwagi na umożliwienia monitorowania efektu ekologicznego zaleca się, aby instalacja oświetleniowa posiadała odrębne podliczniki zużycia energii elektrycznej.



5.9 Załączniki – dokumentacja zdjęciowa

	
<p>Oprawa świetlówkowa 1x36W</p>	<p>Oprawa świetlówkowa 4x18W</p>
	<p>Oprawa żarowa 3x60W</p>
<p>Oprawa świetlówkowa 2x36W</p>	

6 INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA

W opracowaniu, jako OZE, proponuje się zainstalowanie instalacji fotowoltaicznej w celu dostarczenia energii elektrycznej do budynku. System ten będzie pracował na potrzeby sieci wewnętrznej budynku, zmniejszając w ten sposób ilość energii elektrycznej pobieranej z centralnej sieci elektroenergetycznej. Energia produkowana z instalacji fotowoltaicznej będzie wykorzystywana na potrzeby własne, jak: oświetlenie, sprzęt biurowy itp. Usytuowanie paneli PV przewidziano na dachu budynku – w części wyższej, od strony południowo - zachodniej.

6.1 Dane dobranych paneli PV

Moc jednego panelu PV	250	Wp
Powierzchnia jednego panelu	1,65	m ²
Ilość paneli	30	szt.
Powierzchnia paneli	49,5	m ²
Moc instalacji	7,5	kWp
Skierowanie paneli	S	-
Nachylenie paneli do poziomu	30	°
Lokalizacja instalacji	Siedlce	-
Całkowite straty systemu	20,3	%

6.2 Wyniki dla dobranych paneli PV

Obliczenia wykonano przy użyciu Fotowoltaicznego Geograficznego Systemu Informatycznego (PVGIS), projektu SOLAREC, Wspólnego Centrum Badań (Joint Research Center) Unii Europejskiej.

PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 52°9'47" North, 22°18'0" East, Elevation: 151 m a.s.l.,

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 7.5 kW (crystalline silicon)

Estimated losses due to temperature and low irradiance: 7.7% (using local ambient temperature)

Estimated loss due to angular reflectance effects: 3.0%

Other losses (cables, inverter etc.): 11.0%

Combined PV system losses: 20.3%

E_d : Average daily electricity production from the given system (kWh)

E_m : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

H_d : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

H_m : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

Fixed system: inclination=35°, orientation=0°				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	6.49	201	0.97	30.1
Feb	10.20	286	1.56	43.7
Mar	23.30	722	3.70	115
Apr	29.60	887	4.89	147
May	31.70	983	5.46	169
Jun	31.90	956	5.54	166
Jul	30.70	953	5.42	168
Aug	29.20	907	5.09	158
Sep	23.20	696	3.89	117
Oct	16.10	499	2.60	80.5
Nov	6.90	207	1.08	32.4
Dec	4.81	149	0.73	22.6
Yearly average	20.4	620	3.42	104
Total for year		7450		1250

Średnioroczna produkcja energii elektrycznej	7 450	kWh
Jednostkowa produkcja	993	kWh/kWp
Procentowe wykorzystanie na własne potrzeby	100	%
Cena jednostkowa energii elektrycznej (brutto)	0,5440	zł/kWh
Roczna oszczędność kosztów energii elektrycznej	4 053	zł
Koszt realizacji usprawnienia	75 000	zł
SPBT	18,50	lat

Koszt zakupu energii elektrycznej przyjęto średnio 0,5440 zł/kWh brutto, wg Audytu energetycznego budynku (taryfa C11).

6.3 Efekt ekologiczny

Przyjęto emisję dwutlenku węgla przypadającą na 1 MWh energii elektrycznej wyprodukowanej w elektrowniach i elektrociepłowniach: 832 kg/MWh. W tabeli poniżej przedstawiono redukcję emisji CO₂.

Opis	Jednostka	Zmniejszenie emisji
Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię	kWh/rok	7 450
Zmniejszenie emisja CO ₂	Mg CO ₂ /rok	6,20

6.4 Wytyczne dla paneli fotowoltaicznych

Moduły fotowoltaiczne powinny posiadać:

- antyrefleksyjną powłokę na szkłe dla wyższej absorpcji światła,
- pakowanie w systemie zabezpieczającym przed mikropęknięciami,
- jeden z certyfikatów zgodności z normą PN-EN 61215 "Moduły fotowoltaiczne z krzemu krystalicznego do zastosowań naziemnych - Kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu" lub PN-EN 61646 "Cienkowarstwowe naziemne moduły fotowoltaiczne - Kwalifikacja konstrukcji i zatwierdzenie typu" lub z normami równoważnymi, wydany przez właściwą jednostkę certyfikującą. Data potwierdzenia zgodności z wymaganą normą nie może być wcześniejsza niż 5 lat.



6.5 Montaż na dachu płaskim

Na dachach płaskich lub lekko skośnych moduły PV są montowane na specjalnej konstrukcji stalowo-aluminiowej powyżej powierzchni dachu. Moduły PV mają odpowiedni kąt pochylenia przez zastosowanie ramy wspierającej. Umocowanie ramy konstrukcji do płaskiego dachu jest bardzo ważne i może być realizowane przez system mocowania balastowego lub system mocowania kotwicznego. Każdy płaski dach lub system mocowania naziemnego w ramach jest poddawany większym naprężeniom niż system mocowania na dachu skośnym, ponieważ wiatr dostający się za szkielec z ram powoduje większe ciśnienie działające na moduły PV.

Gdy dach jest wykonany z mocnego materiału np. z betonu wtedy kotwiczymy ramę konstrukcji do betonu uszczelniając miejsce kotwiczenia.

Gdy dach posiada konstrukcję lekką stosujemy mocowanie balastowe. Betonowe płyty, bloki lub cokoły umieszczane są na płaskim dachu bez wniknięcia w struktury dachu. Taki sposób wykorzystujemy jeśli dach ma odpowiednią wytrzymałość obciążenia generatora.

Przykładowe rozwiązanie takiej konstrukcji dla dachu płaskiego pokazano poniżej

