



Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A.

Audyt oświetlenia wewnętrznego budynku
Ministerstwo Rozwoju
(aktualnie Ministerstwo Rozwoju, Pracy i Technologii)
Plac Trzech Krzyży 3/5
Warszawa

Wykonawca	Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A.
	mgr inż. Piotr Piątkowski <i>Pi5tkowski</i>
Współautorzy	mgr inż. Dariusz Koc

Warszawa, kwiecień 2016 r.
Aktualizacja 10.03.2021 r.

Spis treści

1. Inwentaryzacja oświetlenia zainstalowanego w pomieszczeniach biurowych i na powierzchniach pomocniczych _____	3
1.1 Zainstalowany sprzęt oświetleniowy _____	3
2. Analiza zużycia energii i kosztów eksploatacji przed modernizacją _____	8
3. Propozycje modernizacji oświetlenia _____	8
4. Analiza zużycia energii i kosztów eksploatacji po modernizacji oświetlenia wynikająca z proponowanej modernizacji oświetlenia ciągów komunikacyjnych, toalet i pomieszczeń biurowych w budynku przy Placu Trzech Krzyży 3/5 – WARIANT 1 _____	11
5. Analiza zużycia energii i kosztów eksploatacji po modernizacji oświetlenia wynikająca z proponowanej modernizacji oświetlenia ciągów komunikacyjnych, toalet i pomieszczeń biurowych w budynku przy Placu Trzech Krzyży 3/5 – WARIANT 2 _____	12
6. Analiza zużycia energii i kosztów eksploatacji po modernizacji oświetlenia wynikająca z proponowanej modernizacji oświetlenia ciągów komunikacyjnych, toalet i pomieszczeń biurowych w budynku przy Placu Trzech Krzyży 3/5 – WARIANT 3 _____	13
7. Podsumowanie _____	14
Spis tabel _____	15
Spis fotografii _____	15
Spis załączników _____	15

1. Inwentaryzacja oświetlenia zainstalowanego w pomieszczeniach biurowych i na powierzchniach pomocniczych

Inwentaryzacja oświetlenia zainstalowanego w Ministerstwie Rozwoju (aktualnie Ministerstwo Rozwoju, Pracy i Technologii) została wykonana na podstawie wizji lokalnych przeprowadzonych przez ekspertów KAPE S.A. w listopadzie 2015 roku i w lutym 2019 roku w ww. obiekcie. Inwentaryzacja obejmowała ilość opraw w danym pomieszczeniu, typ opraw, ilość, rodzaj źródeł zainstalowanych w oprawach oraz pomiary natężenia oświetlenia.

W przypadku niemożliwości dokładnego określenia modelu oprawy została ona opisana cechami umożliwiającymi identyfikację jej typu i właściwości w stopniu wystarczającym do zaproponowania rozwiązania równoważnego.

W przypadku opraw oświetleniowych z wbudowanym układem zasilania (oprawy świetlówkowe, na źródła wyładowcze metalohalogenkowe) moc pobierana przez ten układ została uwzględniona w całkowitej mocy oprawy (całkowita moc oprawy = (moc źródła światła x ilość źródeł światła) + moc układu zasilającego).

1.1 Zainstalowany sprzęt oświetleniowy

Budynek przy Placu Trzech Krzyży 3/5, zbudowany w latach 1947-1948 charakteryzuje się wyraźnym stylem architektonicznym oraz przemyślanym i spójnym projektem. Ma to bezpośredni wpływ na wystrój wnętrz, a w ostateczności również na sprzęt oświetleniowy. Część opraw oświetleniowych w ciągach komunikacyjnych stanowi integralną część konstrukcji budynku tj. jest wbudowana w sufit bądź stanowi ozdobne elementy ścian i sufitu. Oprawy te w inwentaryzacji określono jako „architektoniczne”. Poniżej zamieszczono zdjęcia (fotografia 1,2,3) z ww. oprawami i podpisami odpowiadającymi im nazwami użytymi na potrzeby inwentaryzacji. Oprawy świetlówkowe określone jako „kwadrat” i „prostokąt” są oprawami ze świetlówkami liniowymi T8 (zasilanymi przez tradycyjny układ zasilający) umieszczonymi za szybami mlecznymi, całość zaś w formie plafonów, przytwierdzona jest do sufitu. Oprawy określone jako „belka” są to ozdobne kratownice przytwierdzone do sufitu. Na ramionach kratownic umieszczono świetlówki T8 w oprawach belkowych (z tradycyjnymi układami zasilającymi). Światło emitowane przez świetlówki odbijane jest od powierzchni sufitu.



Fotografia 1 Recepcja - oprawa architektoniczna świetlówkowa 4x kwadrat



Fotografia 2 Klatka schodowa B - oprawa architektoniczna świetlówkowa - belka



Fotografia 3 Hall wejściowy -
oprawa architektoniczna
świetlówkowa – prostokąt



Fotografia 4 Pomieszczenie 118 – oprawy ozdobne
– żyrandole ze świetlówkami kompaktowymi

W pomieszczeniach będących gabinetami oświetlenie zwykle realizowane jest za pomocą opraw ozdobnych – żyrandoli (fotografia 4). Zainstalowane w nich źródła światła to świetlówki kompaktowe. Pozostałe oprawy oświetlające budynek przy Placu Trzech Krzyży 3/5 stanowią w większości standardowe oprawy stosowane we wnętrzach biurowych oraz pomieszczeniach gospodarczych. W tabeli 1 zamieszczono zestawienie ilości i typów opraw zainstalowanych w budynku.

Dokładne zestawienie dla poszczególnych pomieszczeń stanowi załączniki 1 i 2 do niniejszego opracowania.

Oprawa	Piwnica	CEIDG	Parter	Piętro 1	Piętro 2	Piętro 3	Piętro 4	Kl. schod	Sala pod kopułą	Ilość sumaryczna	Moc źródeł [W]	Moc oprawy [W]	Moc sumaryczna [W]	Źródło
OWF 236	0	6	20	0	21	22	18	0	0	87	2x36	80	6960	Światłówka T8
KP236 WH	20	0	0	0	0	0	0	0	0	20	2x36	80	1600	Światłówka TC-L
Rastrowa	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5	2x18	40	200	Światłówka T8
Rastrowa	0	0	0	0	8	0	0	0	0	8	1x35	38	304	Światłówka T5
Rastrowa	0	0	34	0	239	315	226	12	0	826	2x36	80	66080	Światłówka T8
Rastrowa	21	15	204	98	117	61	101	19	4	640	4x18	80	51200	Światłówka T8
Kanlux Rastrowa GRAF 414 PT-EVG	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9	4x14	56	504	Światłówka T5
Kanlux Rastrowa GRAF 424 PT-EVG	0	28	32	0	0	0	0	0	0	60	4x24	100	6000	Światłówka T5
Oprawa zwieszana trapezowa z kloszem mlecznym	0	0	0	0	6	6	0	0	0	12	1x54	58	696	Światłówka T5
Oprawa podwieszana oświetlenia pośredniego	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	1x36	40	80	Światłówka T8
Oprawa podwieszana oświetlenia pośredniego	12	0	0	0	4	0	12	0	0	28	2x36	80	2240	Światłówka T8
Oprawa zwieszana rastrowa bezpośrednio-pośrednia	0	34	0	0	0	0	0	0	0	34	1x35	35	1190	Światłówka T5
Światłówkowa z kloszem pryzmatycznym	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	1x13	15	30	Światłówka T5
Światłówkowa z kloszem pryzmatycznym	0	0	0	10	0	0	0	0	0	10	2x35	70	700	Światłówka T5
Osram Softlite	0	0	1	157	0	0	0	0	0	158	1x39	39	6162	Światłówka T5
Downlight	1	0	12	0	0	0	0	0	0	13	1x18	20	260	Światłówka TC-DEL
Downlight	23	17	47	0	0	0	0	0	0	87	2x26	60	5220	Światłówka TC-DEL
Downlight	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2x18	20	120	Światłówka TC-DEL
Downlight	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	1x55	60	240	Światłówka T5 TC kotłowa
Downlight	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	1x70	80	240	Lampa metalohalogenkowa
Oczko podtynkowe	19	0	0	19	14	14	14	0	0	80	1x18	18	1440	Światłówka kompaktowa
Plafon	0	0	0	0	0	0	0	20	0	20	1x55	60	1200	Światłówka T5 TC kotłowa
Plafon	5	0	1	3	0	0	0	0	0	9	1x60	60	540	Żarówka
Plafon	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2x18	40	80	Światłówka kompaktowa
Plafon	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	1x28	30	90	Światłówka 2D
Żyrandol	0	0	0	7	0	0	6	0	0	13	2x21	42	546	Światłówka kompaktowa
Żyrandol	0	0	0	0	31	23	16	0	0	70	3x21	63	4410	Światłówka kompaktowa
Żyrandol	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	4x21	84	168	Światłówka kompaktowa
Żyrandol ozdobny	0	0	0	13	0	0	0	0	0	13	5x21	105	1365	Światłówka kompaktowa
Żyrandol ozdobny	0	0	0	53	0	0	0	0	0	53	6x21	126	6678	Światłówka kompaktowa
Żyrandol ozdobny	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	16x18	288	864	Światłówka kompaktowa
Żyrandol ozdobny	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	42x15	630	630	Światłówka kompaktowa
Szklana zwieszana	0	0	7	0	0	0	0	0	0	7	1x25	25	175	Żarówka halogenowa MR11
Architektoniczna 2xkwadrat	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	8x18	150	150	Światłówka T8
Architektoniczna 4xkwadrat	0	0	11	0	0	0	0	0	0	11	16x18	300	3300	Światłówka T8
Architektoniczna prostokąt	0	0	6	0	0	0	0	0	0	6	4x36	150	900	Światłówka T8
Belka, architektoniczne	0	0	24	15	0	0	0	0	0	39	1x36	40	1560	Światłówka T8
Kinkiet ozdobny	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	1x60	60	120	Żarówka
Kinkiet ozdobny	0	0	0	39	0	0	0	0	0	39	1x70 + 1x9	90	3510	Lampa metalohalogenkowa + światłówka kompaktowa
Naświetlacz	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	70	80	80	Lampa metalohalogenkowa
Farel OPK 118	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1x18	20	20	Światłówka T8
Farel OPK 136	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1x36	40	40	Światłówka T8
Farel OPK 218	16	2	0	0	0	0	0	0	0	18	2x18	40	720	Światłówka T8
Farel OPK 236	301	8	0	0	0	0	0	0	0	309	2x36	80	24720	Światłówka T8
SDS 236	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2x36	80	480	Światłówka T8
Troll Meteor LUX 218	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2x18	40	40	Światłówka T8
Troll Meteor LUX 236	2	25	0	0	0	0	0	0	0	27	2x36	80	2160	Światłówka T8

Belka	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	1x36	40	80	Światłówka T8
Architektoniczna, płyta szklana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4x36	150	600	Światłówka T8
Philips ColorGrazee Powercore RGB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	40	1x70	70	2800	LED
Philips Profile Powercore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	58	1x20	20	1160	LED
Philips Profile Powercore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	1x10	10	80	LED
Philips Profile Powercore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	1x5,5	5,5	33	LED
Philips iColor Cove Powercore RGB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	26	1x12	12	312	LED
Philips Rotaris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	1x60	60	360	Światłówka T5 TC kołowa
Plafon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	1x28	30	180	Światłówka 2D
Philips Modella TCS125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	80	2x18	40	3200	Światłówka T8
Suma	446	135	414	424	442	442	394	53	238	2988	-	-	-	214817	

Tabela 1 Zestawienie oprav oświetleniowych zainstalowanych w budynku przy Placu Trzech Krzyży

2. Analiza zużycia energii i kosztów eksploatacji przed modernizacją

Na podstawie przeprowadzonej inwentaryzacji wykonano obliczenia zużycia energii elektrycznej przez oświetlenie. Zużycie energii elektrycznej obliczono przyjmując czas pracy oświetlenia dla opraw na poziomie 2 500 h/rok (2 250h w trybie dziennym i 250h w trybie nocnym). Dane stanowiące podstawę do obliczeń stanowiły informacje przekazane od podmiotu. Do oszacowania rocznych kosztów eksploatacyjnych przyjęto jednostkową cenę energii elektrycznej na poziomie ok. 0,56 zł/kWh. Obliczenia zużycia energii i koszty eksploatacji zostały zamieszczone w tabeli 2. Szczegółowe zestawienie obliczeń w podziale na poszczególne pomieszczenia zostały zamieszczone w załączniku 2.

Stan pierwotny instalacji	
Moc zainstalowania [kW]	214,817
Liczba godzin świecenia [h]	2 500
Zużycie energii elektrycznej [kWh]	491 232,5
Cena jednostkowa [zł/kWh]	0,56
Koszty energii elektrycznej [zł]	307 688,58

Tabela 2 Zestawienie zużycia energii i kosztów eksploatacji instalacji oświetlenia w obecnym stanie

3. Propozycje modernizacji oświetlenia

Propozycja modernizacji oświetlenia w pomieszczeniach biurowych, ciągach komunikacyjnych i toaletach w budynku Ministerstwa Rozwoju (aktualnie Ministerstwo Rozwoju, Pracy i Technologii) obejmuje wymianę opraw oświetleniowych (zwykle w stosunku 1:1 na oprawy z diodami elektroluminescencyjnymi (LED) lub (w poszczególnych wypadkach) wymianie źródeł światła na źródła zamienne z LED oraz zastosowaniu urządzeń automatyzujących załączanie opraw w zależności od obecności pracowników.

Zastosowanie LED w oświetleniu daje wiele korzyści m.in. zmniejszenie zużycia energii elektrycznej dzięki wysokiej skuteczności świetlnej diod, rzadsza konieczność wymiany źródeł światła i konserwacji opraw oświetleniowych (trwałość diod to od ok. 50 000 h do 80 000 h pracy), brak efektu stroboskopowego, natychmiastowe załączanie i brak wrażliwości na częstotliwość załączeń. Oprawy LED, projektowane jako zintegrowane urządzenia oświetleniowe, charakteryzują się dokładnym dopasowaniem zastosowanych źródeł światła do układów optycznych i rozpraszających, zapewniając najbardziej efektywne połączenie.

W przypadku opraw ozdobnych i architektonicznych, których wymiana nie jest możliwa bądź znacznie ingerowałaby w wystrój wnętrz reprezentacyjnych, zaproponowano wymianę źródeł światła na źródła z LED stanowiące ich zamienniki. Instalacja tych źródeł powinna zostać przeprowadzona ściśle według instrukcji producenta (szczególnie ważne przy zastosowaniu zamienników LED świetlówek liniowych T8).

W przypadku pomieszczeń biurowych, nie będących pomieszczeniami reprezentacyjnymi, oświetlonych za pomocą opraw ozdobnych (żyrandole) oraz w przypadku oświetlenia takich wnętrz oprawami oświetlenia pośredniego (tj. świecącymi w stronę sufitu) zaproponowano wymianę obecnych opraw na oprawy dostosowane do oświetlenia przestrzeni biurowych. Charakteryzują się one wyższą efektywnością energetyczną przy zapewnieniu wymaganych parametrów oświetleniowych.

W przypadku opraw w których użyte zostały źródła światła o wysokiej efektywności energetycznej (np. świetłówki liniowe T5) oraz opraw dla których nie są dostępne bezpośrednie zamienniki (pod względem parametrów funkcjonalnych oraz wyglądu i estetyki) nie zostało zaproponowane rozwiązanie alternatywne. Uważa się, iż wymiana tych urządzeń oświetleniowych nie skutkowałaby miarodajnym efektem energetycznym, a w przypadku opraw architektonicznych (np. kinkiety ozdobne) – bardzo znacząco ingerowałaby w wystrój wnętrz tworzący całość z pozostałymi elementami wyposażenia pomieszczenia.

Pierwotna instalacja oświetleniowa uwzględniała wymaganie natężenia oświetlenia 300 lx na płaszczyźnie roboczej. Zgodnie z obowiązującą normą PN-EN 13201:1, na stanowiskach pracy biurowej wymagane natężenie oświetlenia 300 lx lub 500 lx, przy czym stanowiska komputerowe wymagają natężenia 500 lx.

Typ obszaru, zadanie lub działalność	Wymagane średnie natężenie oświetlenia E_m [lx]
Segregowanie, kopiowanie itp.	300
Pisanie, pisanie na maszynie, czytanie, przetwarzanie danych	500
Stanowiska pracy CAD	500

Tabela 2 Wymagania oświetleniowe na stanowiskach pracy w biurach [źródło: PN-EN 13201:1]

W związku z powyższym, dla pomieszczeń biurowych dla których instalacja oświetleniowa projektowana była pod wymagania natężenia oświetlenia 300 lx na stanowiskach pracy, zaproponowano alternatywne rozwiązanie oświetleniowe uwzględniające zwiększenia natężenia oświetlenia do 500 lx. W wariantcie tym oszczędności energii elektrycznej względem stanu obecnego mogą się zmniejszyć lub przyjąć wartości ujemne tj. zużycie energii może się zwiększyć.

Oprawy zaproponowane do zastosowania w ciągach komunikacyjnych i toaletach w znacznej większości posiadają wbudowane czujniki ruchu lub obecności, co pozwala na załączanie ich po wykryciu ruchu lub obecności pracowników w danym pomieszczeniu bądź na danym obszarze. W przypadku gdy oprawy nie posiadają wbudowanego urządzenia sterującego, zaproponowano przykładowe modele czujników które należy zainstalować w pobliżu oprawy, odpowiednio do rozmieszczenia drzwi, ścian etc. oraz sposobu korzystania z pomieszczenia. Czujniki zaproponowane w zestawieniu aktywują się automatycznie po spadku natężenia oświetlenia od światła dziennego poniżej zadanej wartości, tak więc realizują zadania zwykle wykonywane przez oddzielne przekaźniki zmierzchowe.

Wpływ przeprowadzenia modernizacji oświetlenia z użyciem opraw ze źródłami LED na pobór mocy biernej oraz konieczność jej kompensacji opisano w rozdziale 4 niniejszego opracowania.

Obliczenia dotyczące zużycia energii elektrycznej oraz oszczędności wynikających z proponowanej modernizacji wykonano zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno - użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (Dz. U. 201 poz. 1240). Dane dotyczące cen energii elektrycznej pozyskano z przekazanych przez Inwestora faktur za energię elektryczną. Ceny sprzętu oświetleniowego i sterującego przyjęto na podstawie cenników producentów ww. sprzętu. Założono, że wymiana źródeł zostanie przeprowadzona siłami własnymi pracowników Ministerstwa. Cenę za wymianę opraw przyjęto na podstawie stawek rynkowych. Wszystkie kwoty użyte w opracowaniu są kwotami brutto. Ceny sprzętu i usług mogą ulec zmianie i różnić się od cen proponowanych przez producenta sprzętu w zapytaniu ofertowym. Producentem proponowanych opraw jest firma Lena Lighting chyba, że w zestawieniu zaznaczono inaczej. W załącznikach 1 i 2 szczegółowo przedstawiono propozycje modernizacji instalacji oświetlenia.

4. Analiza zużycia energii i kosztów eksploatacji po modernizacji oświetlenia wynikająca z proponowanej modernizacji oświetlenia ciągów komunikacyjnych, toalet i pomieszczeń biurowych w budynku przy Placu Trzech Krzyży 3/5 – WARIANT 1

Na podstawie przeprowadzonej inwentaryzacji wykonano obliczenia zużycia energii elektrycznej przez oświetlenie. Zużycie energii elektrycznej obliczono przyjmując czas pracy oświetlenia dziennego w ciągu roku przyjęto na poziomie 2500h w skali roku. Dla oświetlenia nocnego przyjęto czas pracy na poziomie 2500 h/rok (2250 h w trybie dziennym i 250h w trybie nocnym) lub 2250 h w trybie dziennym. Do oszacowania rocznych kosztów eksploatacyjnych przyjęto jednostkową cenę energii elektrycznej na poziomie 0,56 zł/kWh. Obliczenia zużycia energii i koszty eksploatacji zostały zamieszczone w tabeli 3.

Wariant modernizacyjny zakłada osiągnięcie średniego natężenia oświetlenia w pomieszczeniach biurowych na poziomie 300 lx.

Wariant 1	
Moc zainstalowana [kW]	125,908
Liczba godzin świecenia [h]	2250 lub 2500
Zużycie energii elektrycznej [kWh]	290 999,52
Oszczędność energii elektrycznej [kWh]	246 042,98
Cena jednostkowa [zł/kWh]	0,56
Koszty energii elektrycznej [zł]	165 072,03
Oszczędność kosztów energii elektrycznej [zł]	135 671,77
Koszt modernizacji [zł]	2 503 869,17
SPBT	17,56

Tabela 3 Zestawienie wyników modernizacji w wariantcie 1

Szczegółowy wykaz zużycia energii w poszczególnych pomieszczeniach i propozycje modernizacyjne zostały zamieszczone w załączniku 2.

5. Analiza zużycia energii i kosztów eksploatacji po modernizacji oświetlenia wynikająca z proponowanej modernizacji oświetlenia ciągów komunikacyjnych, toalet i pomieszczeń biurowych w budynku przy Placu Trzech Krzyży 3/5 – WARIANT 2

W drugim wariantcie zakłada się zastosowanie tych samych opraw oświetleniowych i źródeł światła w ciągach komunikacyjnych i toaletach jak w wariantcie 1. W pomieszczeniach biurowych sprzęt oświetleniowy został dobrany tak aby zostało osiągnięte optymalne średnie natężenie oświetlenia na stanowiskach pracy w pokojach biurowych. Dane dot. czasu pracy oświetlenia i stawek zostały przyjęte w taki sam sposób jak w wariantcie 1. Proponuje się zastosowanie opraw oświetleniowych ze źródłami światła, które zapewnią średnie natężenie oświetlenia na poziomie 500 lx. Sprzęt oświetleniowy ma zapewnić również optymalne natężenie oświetlenia w przypadku relokacji biurek. Wyniki obliczeń dla wariantu 2 zostały zestawione w tabeli 4.

Wariant 2	
Moc zainstalowana [kW]	132,83
Liczba godzin świecenia [h]	2500 lub 2250
Zużycie energii elektrycznej [kWh]	271 314,52
Oszczędność energii elektrycznej [kWh]	265 727,98
Cena jednostkowa [zł/kWh]	0,56
Koszty energii elektrycznej [zł]	174 935,88
Oszczędność kosztów energii elektrycznej [zł]	125 807,92
Koszt modernizacji [zł]	3 833 124,97
SPBT	28,87

Tabela 4 Zestawienie wyników modernizacji w wariantcie 2

Szczegółowe obliczenia dla pomieszczeń i propozycje sprzętu oświetleniowego zostały zamieszczone w załączniku 3.

6. Analiza zużycia energii i kosztów eksploatacji po modernizacji oświetlenia wynikająca z proponowanej modernizacji oświetlenia ciągów komunikacyjnych, toalet i pomieszczeń biurowych w budynku przy Placu Trzech Krzyży 3/5 – WARIANT 3

W trzecim wariantcie zakłada się zastosowanie opraw oświetleniowych i źródeł światła zgodnie z tabelą 5.

L.p.	Źródło światła	Moc [W]	Ilość
1	Taśma LED	7,7	100
2	Taśma LED	14,4	16
3	Żarówka LED	14,5	583
4	Oprawa LED	15	87
5	Oprawa LED	16	82
6	Oprawa LED	20	10
7	Oprawa LED	23	183
8	Oprawa LED	27	27
9	Oprawa LED	28	397
10	Oprawa LED	32	309
11	Oprawa LED	36	67
12	Oprawa LED	38	351
13	Oprawa LED	40	635
14	Oprawa LED	44	53
15	Oprawa LED	47	451
16	Oprawa LED	48	66
17	Oprawa LED	58	14
18	Oprawa LED	62	80
19	Oprawa LED	72	15
20	Oprawa LED	96	11

Tabela 5 Źródła światła przewidziane do zainstalowania w ramach wariantu 3.

Proponuje się zastosowanie opraw oświetleniowych wraz ze źródłami światła, innych niż w przypadku wariantu 2, które zapewnią średnie natężenie oświetlenia na poziomie 500 lx. Wyniki obliczeń dla wariantu 2 zostały zestawione w tabeli 6.

Wariant 3	
Moc zainstalowania [kW]	113,97
Liczba godzin świecenia [h]	2500
Zużycie energii elektrycznej [kWh]	284 925,00
Oszczędność energii elektrycznej [kWh]	252 117,50
Cena jednostkowa [zł/kWh]	0,56
Koszty energii elektrycznej [zł]	159 558,00
Oszczędność kosztów energii elektrycznej [zł]	141 185,80
Koszt modernizacji [zł]	2 915 100,00
SPBT	18,27

Tabela 6 Zestawienie wyników modernizacji w wariantcie 3

7. Podsumowanie

W celu spełnienia obowiązującej normy PN-EN 13201:1, zaleca się wykonanie modernizacji w oparciu o wariant nr 3. W pomieszczeniach biurowych znajdują się miejsca pracy komputerowej dlatego należy zapewnić natężenie oświetlenia na poziomie min 500 lx. Za przeprowadzeniem modernizacji w wariantcie 3 przemawiają większa opłacalność niż w przypadku wariantu 2. W wyniku proponowanej modernizacji można osiągnąć 47% oszczędności energii w stosunku do stanu pierwotnego. Koszt proponowanego rozwiązania wynosi 2 915 100,00 zł. Inwestycja powinna zwrócić się w ok. 18 lat.

Spis tabel

Tabela 1 Zestawienie opraw oświetleniowych zainstalowanych w budynku przy Placu Trzech Krzyży	7
Tabela 2 Zestawienie zużycia energii i kosztów eksploatacji instalacji oświetlenia w obecnym stanie	8
Tabela 3 Zestawienie wyników modernizacji w wariantcie 1	11
Tabela 4 Zestawienie wyników modernizacji w wariantcie 2	12
Tabela 5 Źródła światła przewidziane do zainstalowania w ramach wariantu 3.	13
Tabela 6 Zestawienie wyników modernizacji w wariantcie 3	14

Spis fotografii

Fotografia 1 Recepcja - oprawa architektoniczna świetlówkowa 4x kwadrat	4
Fotografia 2 Klatka schodowa B - oprawa architektoniczna świetlówkowa - belka	4
Fotografia 3 Hall wejściowy - oprawa architektoniczna świetlówkowa – prostokąt	5
Fotografia 4 Pomieszczenie 118 – oprawy ozdobne – żyrandole ze świetlówkami kompaktowymi	5

Spis załączników

Załącznik 1 Inwentaryzacja oświetlenia (cz. 1)	
Załącznik 2 Inwentaryzacja oświetlenia (cz. 2)	
Załącznik 3 Analiza zużycia energii i kosztów. Propozycje modernizacyjne – ciągi komunikacyjne i toalety.	
Załącznik 4 Analiza zużycia energii i kosztów. Propozycje modernizacyjne - pomieszczenia biurowe (wariant 1, wariant 2).	

