

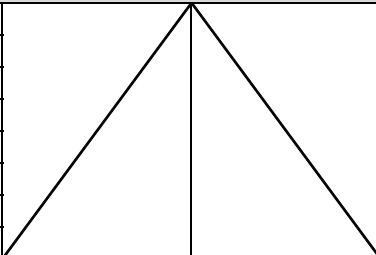
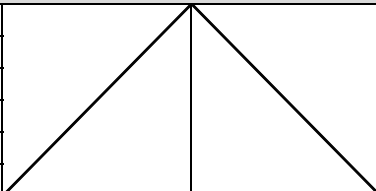
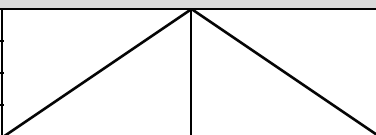
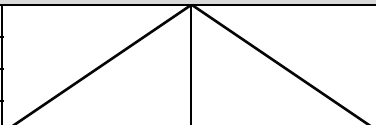
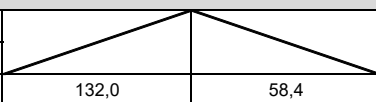
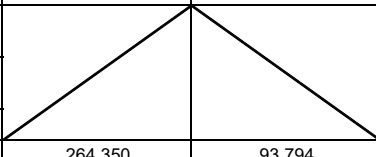
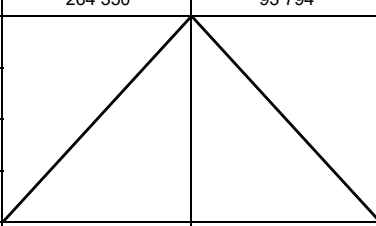
**RB Services sp. z o. o. sp. k.**  
ul. Mazowiecka 25  
30-019 Kraków  
Tel.: 12 442 20 00  
e-mail: [rbservices@rbservices.pl](mailto:rbservices@rbservices.pl)  
[www.rbservices.pl](http://www.rbservices.pl)

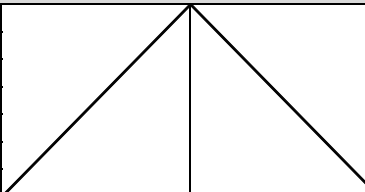
**AUDYT ENERGETYCZNY**  
**OŚWIETLENIA WEWNĘTRZNEGO**  
**Kompleksu budynków administracyjno-dydaktycznych**  
**Uniwersytetu Opolskiego**

|                  |   |
|------------------|---|
| Adres budynku    | ulica: Oleskiej 48 /Czapłaka 2a<br>kod: 46-020 miejscowość Opole<br>powiat: m. opole<br>województwo: opolskie |
| Wykonawca audytu | imię i nazwisko : Robert Wielgosz<br>tytuł zawodowy: mgr inż.<br>nr opracowania 04/12/2015/P4P                |

| TABELA 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU   |  |   |               |
|---|--|---|---------------|
| <b>1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU</b>  |  |   |               |
| <b>1.1 Rodzaj budynku</b>   | administracyjno-dydaktyczny  | <b>1.2. Rok budowy</b>  | 1957          |
| <b>1.3. Inwestor</b><br>(nazwa, nazwisko i imię, adres do korespondencji, PESEL)  | UNIWERSYTET OPOLSKI<br>ul. pl. Kopernika 11a<br>kod 45-040 Opole   | <b>1.4. Adres budynku</b><br>ul. Oleska 48 /Czaplaka 2a<br>kod 46-020 Opole<br>powiat m. opole<br>woj. opolskie |               |
| <b>2. Nazwa, nr. REGON i adres podmiotu wykonującego audyt</b><br><br>RB Services Sp. z o. o. Sp. K.<br>REGON: 120813380<br>ul. Mazowiecka 25, 30-019 Kraków  |  |   |               |
| <b>3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis</b><br><br>mgr inż. Robert Wielgosz<br>UPR. nr. MI/ŚE/1606/2009<br>PESEL: 75092901757<br><br><div style="text-align: right;"><i>podpis</i></div> |  |   |               |
| <b>4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje; podpis</b>  |  |   |               |
| <i>Lp.</i>  | <i>Imię i nazwisko</i>   | <i>Zakres udziału w opracowaniu audytu</i>  |               |
| 1   | Robert Wielgosz  | Inwentaryzacja, dobór i obliczenia  |               |
| 2   |  |   |               |
| 3   |  |   |               |
| <b>5. Miejscowość</b>   | Kraków   | <b>Data wykonania opracowania</b>   | 28.12.2015 r. |
| <b>6. Spis treści</b>   |  |   |               |
|   |  |   | <b>str.</b>   |
| 1.  | Strona tytułowa  |   | 1             |
| 2.  | Karta audytu energetycznego oświetlenia  |   | 2             |
| 3.  | Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora         |   | 4             |
| 4.  | Inwentaryzacja techniczno-budowlana obiektu na potrzeby analizy oświetlenia                              |   | 5             |
| 5.  | Wykaz rodzajów działań służących poprawie efektywności energetycznej oświetlenia                         |   | 8             |
| 6.  | Ocena opłacalności wyboru działań służących poprawie efektywności energetycznej oświetlenia              |   | 11            |
| 7.  | Zestawienie optymalnych działań i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT                      |   | 15            |
| 8.  | Zestawienie optymalnych działań i przedsięwzięć w kolejności rosnącej oszczędności energii               |   | 15            |
| 9.  | Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej oświetlenia |   | 15            |
| 10.   | Zestawienie kosztów poszczególnych konfiguracji wariantów wraz z kosztem audytu                          |   | 15            |
| 11.   | Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego                           |   | 16            |
| 12.   | Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej oświetlenia |   | 17            |
|   | Załączniki do audytu   |   | 19            |

**TABELA 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO OŚWIETLENIA BUDYNKU <sup>1)</sup>**

| 1. Dane ogólne  |  | Stan przed termomodernizacją  | Stan po termomodernizacji         |
|---|--|---|-----------------------------------|
| 1.  | Konstrukcja/technologia budynku  | tradycyjna, murowana  | bez zmian                         |
| 2.  | Liczba kondygnacji   | 4   | 4                                 |
| 3.  | Kubatura części ogrzewanej [m <sup>3</sup> ]   | 49 815  | 49 815                            |
| 4.  | Powierzchnia budynku netto [m <sup>2</sup> ]   | 12 895  | 12 895                            |
| 5.  | Powierzchnia ogrzewana budynku [m <sup>2</sup> ]   | 12 895  | 12 895                            |
| 6.  | Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ]   | 0,0   | 0,0                               |
| 7.  | Liczba lokali mieszkalnych   | 0   | 0                                 |
| 8.  | Liczba osób użytkujących budynek   | 1 100   | 1 100                             |
| 9.  | Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej  | węzeł cieplny, bojler elektryczne   | węzeł cieplny, bojler elektryczne |
| 10.   | Rodzaj systemu grzewczego budynku  | węzeł cieplny   | węzeł cieplny                     |
| 11.   | Współczynnik kształtu A/V [1/m]  | 0,29  | 0,29                              |
| 12.   | Inne dane charakteryzujące budynek (oświetlenie wewnętrzne)  | światłówki, żarówki   | oprawy LED + Vphase               |
| 2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m <sup>2</sup> K]            |  |   |                                   |
| 1.  | Ściany zewnętrzne  |    |                                   |
| 2.  | Dach / stropodach/strop pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami  |   |                                   |
| 3.  | Strop nad piwnicą  |   |                                   |
| 4.  | Strop nad piwnicą  |   |                                   |
| 4.  | Podłoga na gruncie w pomieszczeniach ogrzewanych   |   |                                   |
| 5.  | Okna, drzwi balkonowe  |   |                                   |
| 6.  | Drzwi zewnętrzne / bramy   |   |                                   |
| 7.  | Inne   |   |                                   |
| 3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu |  |   |                                   |
| 1.  | Sprawność wytwarzania [-]  |   |                                   |
| 2.  | Sprawność przesyłu [-]   |   |                                   |
| 3.  | Sprawność regulacji i wykorzystania [-]  |   |                                   |
| 4.  | Sprawność akumulacji [-]   |   |                                   |
| 5.  | Uwzględnienie przerw na ogrzewania w okresie tygodnia [-]  |   |                                   |
| 6.  | Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby [-]  |   |                                   |
| 4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej                           |  |   |                                   |
| 1.  | Sprawność wytwarzania [-]  |  |                                   |
| 2.  | Sprawność przesyłu [-]   |   |                                   |
| 3.  | Sprawność regulacji i wykorzystania [-]  |   |                                   |
| 4.  | Sprawność akumulacji [-]   |   |                                   |
| 5. Charakterystyka systemu wentylacji   |  |   |                                   |
| 1.  | Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)   |  |                                   |
| 2.  | Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza   |   |                                   |
| 3.  | Strumień powietrza zewnętrznego [m <sup>3</sup> /h]  |   |                                   |
| 4.  | Krotność wymian powietrza [1/h]  |   |                                   |
| 6. Charakterystyka energetyczna budynku   |  |   |                                   |
| 1.  | Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]   |  |                                   |
| 2.  | Obliczeniowa moc cieplna potrzebna do przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]  |   |                                   |
| 3.  | Obliczeniowa moc elektryczna - oświetlenie [kW]  |   |                                   |
| 4.  | Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]                                      |  |                                   |
| 5.  | Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]                                    |   |                                   |
| 6.  | Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]   |   |                                   |
| 7.  | Roczne obliczeniowe zużycie energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia [kWh/rok]   |   |                                   |
| 8.  | Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok] |  |                                   |
| 9.  | Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]                   |   |                                   |
| 10.   | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m <sup>2</sup> rok]           |   |                                   |
| 11.   | Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/m <sup>2</sup> rok]            |   |                                   |
| 12.   | Udział odnawialnych źródeł energii [%] <sup>2)</sup>   |   |                                   |
|   |  | 0,00  | 11,2                              |

| 7. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)   |   |                           |   |          |
|---|---|---------------------------|---|----------|
| 1.  | Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku <sup>3)</sup>                      | [zł/GJ]                   |  |          |
| 2.  | Koszt 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc <sup>4)</sup>             | [zł/(MW m-c)]             |   |          |
| 3.  | Koszt przygotowania 1 m <sup>3</sup> ciepłej wody użytkowej <sup>3)</sup>     | [zł/m <sup>3</sup> ]      |   |          |
| 4.  | Koszt 1 MW mocy zamówionej na przygotowanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc | [zł/(MWm-c)]              |   |          |
| 5.  | Miesięczny koszt ogrzewania 1 m <sup>2</sup> powierzchni użytkowej            | [zł/(m <sup>2</sup> m-c)] |   |          |
| 6.  | Miesięczna opłata abonamentowa  | [zł/m-c]                  |   |          |
| 7.  | Inne  | [zł]                      |   |          |
| 8.  | Koszt 1 MW mocy zamówionej elektrycznej na miesiąc <sup>4)</sup>              | [zł/(MW m-c)]             | 10135,20  | 10135,20 |
| 9.  | Koszt za 1 kWh energii elektrycznej na oświetlenie <sup>3)</sup>              | [zł/kWh]                  | 0,42  | 0,39     |
| 10.   | Miesięczna opłata abonamentowa dla energii elektrycznej                       | [zł/m-c]                  | 30,00   | 30,00    |
| 8. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego   |   |                           |   |          |
| Planowana kwota kredytu [zł]  |   | -                         | Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]                                  | 49,0     |
| Planowane koszty całkowite [zł]   |   | 566 551                   | Premia termomodernizacyjna  | -        |
| Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]   |   | 79 451                    |   |          |
| <div>1) dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku</div> <div>2) U<sub>oze</sub> [%] obliczamy zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz dla systemu przygotowania ciepłej wody</div> <div>3) Opłata zmienna związana jest z dystrybucją i przesyłem jednostki energii</div> <div>4) Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii</div> |   |                           |   |          |

| Dodatkowe wymagania inwestora - dotyczy energii elektrycznej                                     |                                       |                                     |                                    |                                    |
|--|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Wskaźnik rezultatu POLiŚ - nazwa   | Jednostka                             | Wartość bazowa (przed modernizacją) | Wartość docelowa (po modernizacji) | Efekt (w wyniku termomodernizacji) |
| Zmniejszenie zużycia energii końcowej w budynku  | MWh/rok                               | 264,35                              | 93,79                              | 170,56                             |
| Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych związanych z użytkowaniem budynku                       | Tony ekwiwalentu CO <sub>2</sub> /rok | 215,66                              | 76,52                              | 139,14                             |
| Zwiększenie ilości energii uzyskiwanej ze źródeł odnawialnych w bilansie energetycznym w budynku | MWh/rok                               | 0                                   | 11,817                             | 11,817                             |
| Zmniejszenie rocznego zużycia energii pierwotnej w budynku                                       | MWh/rok                               | 793,05                              | 281,38                             | 511,67                             |
| Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej  | MWh/rok                               | 264,35                              | 93,79                              | 170,56                             |
| Ilość zaoszczędzonej energii cieplnej  | GJ/rok                                | -                                   | -                                  | -                                  |

### **3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz uwagi inwestora**

#### **3.1. Dokumentacja projektowa:**

- Dokumentacja architektoniczna budynku

#### **3.2. Inne dokumenty**

Normy i rozporządzenia:

- USTAWA z dnia 15 kwietnia 2011 r. o efektywności energetycznej (Dz. U. Nr 94, poz. 551 oraz z 2012 r. poz. 951)
- ROZPORZĄDZENIE MINISTRA GOSPODARKI z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii energetycznej
- ROZPORZĄDZENIE MINISTRA INFRASTRUKTURY I ROZWOJU z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej
- PN-EN 12464-1:2012P Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach.
- Inwentaryzacja oświetlenia
- Faktury za energię elektryczną

#### **3.3. Osoby udzielające informacji**

- Pan Kierownik - mgr inż. Włodzimierz Cichy

#### **3.4. Data wizji lokalnej**

- 15.12.2015 r.

#### **3.5. Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zleceniodawcy)**

- Obniżenie kosztów związanych z oświetleniem wewnętrznym budynku
- Wykorzystanie dofinansowania w ramach POLiŚ 2014-2020
- W ramach audytu dokonanie oceny efektywności następujących usprawnień:
  - zastosowanie energooszczędnych lamp LED i/lub źródeł światła LED
  - zastosowanie układów stabilizacji napięcia zasilania obwodów oświetlenia
  - zastosowanie energii odnawialnej - fotowoltaika

#### 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana obiektu na potrzeby analizy oświetlenia

##### 4a. Charakterystyka systemu zasilania w energię elektryczną

| Lp. | Rodzaj danych   | Dane w stanie istniejącym      |
|-----|---|--------------------------------|
| 1   | Sprzedaż energii                                      | PGE Obrót S.A.                 |
| 2   | Dystrybucja energii                                   | Tauron Dystrybucja Sp. z o. o. |
| 3   | Rodzaj umowy  | Rozłączna                      |
| 4   | Taryfa  | B21                            |
| 5   | Ilość przyłączy elektrycznych                         | 1                              |
| 6   | Zapotrzebowanie na moc elektryczną                    | 300,0 [kW]                     |
| 7   | Zapotrzebowanie na energię elektryczną całego obiektu | 623 680,0 [kWh]                |

##### 4b. Charakterystyka organizacji zarządzania energią w budynku

Zarządzanie energią sprowadza się do przeglądania faktur za energię elektryczną oraz do działań związanych z zakupem energii elektrycznej.

Inwestor nie posiada jednostki organizacyjnej związanej z zarządzaniem energią ani systemu zarządzania energią. Inwestor nie posiada wskaźników wykorzystania energii na budynku.

##### 4c. Charakterystyka istniejącego systemu oświetlenia

| Typ oprawy                         | Ilość<br>opraw | Ilość źródeł<br>w oprawie | Moc źródła<br>światła [W] | Moc nom.<br>oprawy [W] | Moc układu<br>zapł. [W] | Moc całk.<br>[W] | Moc jednost.<br>[W/m <sup>2</sup> ] |
|------------------------------------|----------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------------|------------------|-------------------------------------|
| Oprawa oświetlenia awaryjnego      | 12             | 1                         | 24                        | 24                     | 5                       | 345,6            |                                     |
| Świetłówkowa kompaktowa zapłon el. | 528            | 2                         | 36                        | 72                     | 14                      | 45 619,2         |                                     |
| Świetłówkowa kompaktowa zapłon el. | 300            | 2                         | 58                        | 116                    | 23                      | 41 760,0         |                                     |
| Świetłówkowa kompaktowa zapłon el. | 38             | 1                         | 36                        | 36                     | 7                       | 1 641,6          |                                     |
| Żarowa (żarówki energooszczędne)   | 303            | 2                         | 35                        | 70                     | 11                      | 24 391,5         |                                     |
| Oprawa świetłówkowa raster         | 97             | 4                         | 18                        | 72                     | 14                      | 8 380,8          |                                     |
| Żarowa (żarówki energooszczędne)   | 80             | 1                         | 36                        | 36                     | 5                       | 3 312,0          |                                     |
| Żarowa (żarówki zwykłe)            | 109            | 1                         | 60                        | 60                     | 0                       | 6 540,0          |                                     |
| <b>RAZEM</b>                       |                |                           |                           |                        |                         | <b>131 990,7</b> | <b>10,0</b>                         |

System oświetlenia w większości składa się ze standardowych lamp świetłówkowych o zapłonie elektronicznym (66%), kilkuset opraw kompaktowych energooszczędnych (26%) i kilkuset opraw żarowych na tradycyjne żarówki (7%). Oprawy w stanie technicznym dobrym.

Instalacja elektryczna (przewody zasilające oświetlenie) stan techniczny dobry, nie wymaga wymiany.

Moc elektryczna instalacji oświetlenia: 131,991 kW

Roczne obliczeniowe zużycie energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia: 264 349,6 kWh/rok

#### 4d. Charakterystyka systemu oświetlenia po modernizacji

| Typ oprawy                        | Ilość<br>opraw | Ilość źródeł<br>w oprawie | Moc źródła<br>światła [W] | Moc nom.<br>oprawy [W] | Moc z zapł.<br>[W] | Moc całk.<br>[W] | Moc jednost.<br>[W/m <sup>2</sup> ] |
|-----------------------------------|----------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------|------------------|-------------------------------------|
| Panel LED 1200x300x9              | 625            | 1                         | 39                        | 39                     | 0,0                | 24 375,0         |                                     |
| Lampa zintegrowana LED T8 60W     | 300            | 1                         | 60                        | 60                     | 0,0                | 18 000,0         |                                     |
| Lampa zintegrowana LED T5 30W     | 38             | 1                         | 30                        | 30                     | 0,0                | 1 140,0          |                                     |
| Lampa zintegrowana LED T5 40W     | 303            | 1                         | 40                        | 40                     | 1,0                | 12 423,0         |                                     |
| Oprawa LED oświetlenia awaryjnego | 12             | 1                         | 8                         | 8                      | 0                  | 96,0             |                                     |
| Oprawa LED żarówki                | 80             | 1                         | 15                        | 15                     | 0                  | 1 200,0          |                                     |
| Oprawa LED żarówki                | 109            | 1                         | 10,5                      | 10,5                   | 0                  | 1 144,5          |                                     |
| <b>RAZEM</b>                      |                |                           |                           |                        |                    | <b>58 378,5</b>  | <b>5,0</b>                          |

System oświetlenia po modernizacji będzie składał się z energooszczędnych opraw świetlówkowych LED i żarowych LED.

Moc elektryczna instalacji oświetlenia: 58,379 kW

Roczne obliczeniowe zużycie energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia: 117 345,4 kWh/rok

**Zbiornicze zestawienie oceny energetycznej stanu istniejącego budynku i możliwości wdrożenia działań służących poprawie efektywności energetycznej**

| Lp. | Charakterystyka stanu istniejącego  | Możliwości i sposób poprawy  |
|-----|---|--|
| 1   | 2   | 3  |
| 1   | <b><u>System oświetlenia</u></b><br>System składa się z tradycyjnych rozwiązań oprawy świetlówkowe, żarowe i energooszczędne. Stan techniczny dobry.  | Zastosowanie oświetlenia energooszczędnego LED i układów stabilizacji napięcia zasilania.  |
| 2   | <b><u>System energetyczny</u></b><br>Inwestor kupuje energię elektryczną od PGE Obrót S.A., dystrybucja Tauron Dystrybucja Sp. z o. o., umowa rozłączna, taryfa B21.  | Optimalizacja taryfy na B22a i dostosowanie mocy zamówionej do potrzeb po wymianie oświetlenia   |
| 3   | <b><u>Gospodarka mocą i energią czynną</u></b><br>Inwestor obecnie w całości kupuje energię elektryczną z sieci   | Montaż instalacji fotowoltaicznej do produkcji własnej energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia  |
| 4   | <b><u>Zarządzanie energią w budynku</u></b><br>Inwestor nie posiada jednostki organizacyjnej związanej z zarządzaniem energią ani systemu zarządzania energią. Inwestor nie posiada wskaźników wykorzystania energii elektrycznej na budynku. | Przeprowadzenie przeglądu energetycznego lub audytu energetycznego:<br>- nakreślenia polityki energetycznej,<br>- określenie obszarów i sposobu poboru energii,<br>- określenie wskaźników energetycznych budynku,<br>- wyznaczenie energii bazowej dla całego obiektu i pojedynczych obszarów poboru energii.<br>Po przeprowadzonym przeglądzie należy udokumentować metodologię i procedury, które później pozwolą na aktualizację przeglądu, wskaźników wyniku energetycznego i energii bazowych. |



## 5. Wykaz rodzajów działań służących poprawie efektywności energetycznej oświetlenia wbudowanego

| Lp. | Rodzaj działań lub przedsięwzięć  | Sposób realizacji  |
|-----|---|--|
| 1   | 2   | 3  |
| I   | Zmniejszenie zapotrzebowania energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia | Zastosowanie oświetlenia LED   |
| II  | Zmniejszenie zapotrzebowania energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia | Zastosowanie optymalizacji napięcia zasilania oświetlenia                |
| III | Optymalizacja taryfy na energię elektryczną                               | Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej - energia elektryczna odnawialna |
|     |   | Zmiana taryfy i mocy zamówionej  |

### DZIAŁANIE I.

Oświetlenie w oparciu o zastosowanie energooszczędnych świetlówek liniowych i żarówek LED charakteryzuje się:

- Świetłówki i żarówki LED pobierają nawet do 80% energii mniej niż tradycyjne źródła światła.
- Świetłówki i żarówki LED pracują bezawaryjnie dziesięciokrotnie dłużej niż tradycyjne.
- W odróżnieniu od tradycyjnych świetlówek i żarówek diody LED są zasilane prądem stałym, dzięki czemu świecą z jednostajnym natężeniem, nie powodując męczącego oczu migotania.
- Świetłówki i żarówki LED nie wymagają starterów lub balastów, są bowiem bezpośrednio włączane do zasilania. Upraszcza to konstrukcje opraw i zmniejsza użycie materiałów przy produkcji.

Instalację opartą o klasyczne oprawy żarowe wykonać zamiennie w oparciu o żarówki LED, światło ciepłe lub zimne (w zależności od przeznaczenia pomieszczeń).

Żarówki LED powinny posiadać minimalnie poniższe cechy:

- pobór mocy max. 10,5 W (15 W),
- min. strumień świetlny 806 lm (2700 K),
- żywotności min. 10.000 h,
- minimalna gwarancja ilości włączeń 50.000 h,
- Produkt wykonany na Terenie Unii Europejskiej.

Rozwiązaniem uzupełniającym oświetlenie LED jest wprowadzenia na układzie zasilania oświetlenia układów stabilizacji napięcia zasilania.

W większości krajów UE ustawy zakres dla napięć prądu elektrycznego zawiera się w 230 V +/-10% (207 V do 253 V). W Polsce napięcia prądu elektrycznego są zmienne i mogą się różnić w ciągu dnia, ale wartość średnia jest na poziomie 230-240 V.

System optymalizacji napięcia elektrycznego VPhase pracuje by optymalizować przychodzące napięcie elektryczne bez nadwyżki zasilania ponieważ zasilanie napięciem na poziomie wyższym niż potrzebujemy, powoduje nadmierne zużycie energii i zwiększone rachunki za elektryczność.

Wyjątkowość VPhase pozwala obniżyć i regulować przychodzące napięcie elektryczne do wielkości 220 V, dając właścicielom domów natychmiastową i znaczną obniżkę energii i zmniejszenie przez to emisji CO2.

Krótką analizę techniczną:

$$U = I \times R$$


$$P = U \times I \text{ lub } P = I^2 \times R$$

$$P = U^2/R$$

**Urządzenie działa efektywnie w zakresie mocy na fazie do 17 kW i współpracuje z fotowoltaiką !**

Redukując napięcie zasilania o 5% zmniejszamy moc pobraną o 7% natomiast redukując napięcie zasilania o 10% zmniejszamy moc pobraną o 10%. Producent podaje, że przy zastosowaniu tego urządzenia do świetlówek kompaktowych i LED uzyskamy 11-15% oszczędności energii.

# Połączenie Vphase z panelami PV

|   |  |
|---|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>➔ Instalacje fotowoltaiczne cieszą się coraz większym zainteresowaniem, w dużej mierze dzięki rosnącym cenom energii</li><li>➔ Urządzenie optymalizacji napięcia <u>VPhase</u> może być zainstalowane niezależnie obok systemu PV</li><li>➔ Każdy elektryk może zamontować <u>VPhase</u> w dowolnym momencie, montaż trwa ok. 1 godziny</li><li>➔ Instalacja <u>VPhase</u> z systemem fotowoltaicznym skraca prosty okres zwrotu nakładów inwestycyjnych i zwiększa rentowność inwestycji</li><li>➔ System fotowoltaiczny + <u>VPhase</u> = Wartość dodana dla klienta</li><li>➔ System fotowoltaiczny i <u>VPhase</u> działając razem zwiększają energooszczędność domu</li></ul> |
|---|--|

Ponadto urządzenie typu Vphase współpracuje z instalacją fotowoltaiczną, co pozwala dodatkowo oszczędzać na poborze energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia.

## DZIAŁANIE II:

Energia Słońca jest darmową energią dostępną w nieograniczonym wymiarze. Fotowoltaika (PV) jest jedną z form energii odnawialnej, do której należą także energia wiatru i biomasa. Fotowoltaika pozwala na konwersję promieniowania słonecznego w energię elektryczną w ogniwach słonecznych.

### Zalety fotowoltaiki:

**Całkowita bezobsługowość systemu** – brak elementów ruchomych, wykorzystanie półprzewodników, prostota systemu sprawia, że przez 30 lat będziesz miał dostęp do darmowej energii Słońca.

**Redukcja emisji CO<sub>2</sub>** – systemy PV to systemy zeroemisyjne – w trakcie produkcji energii nie produkują szkodliwych związków i nie emitują dwutlenku węgla ani żadnych innych gazów cieplarnianych. Produkcja podzespołów fotowoltaicznych wymaga także zużycia energii. Energia wykorzystana do produkcji podzespołów jest "spłacana" przez 2 lata działania instalacji PV, po tym okresie na prawdę Twoja energia jest zero emisyjna.

**Zrównoważony rozwój** – mikroinstalacje, czyli instalacje powstające na w miejscach konsumpcji energii (tzw. instalacje prosumenckie) umożliwiają zrównoważony rozwój poprzez kilka czynników. Przede wszystkim wspierają konsumpcję energii w miejscach jej produkcji, ograniczając straty przesyłowe. Po drugie, umożliwiają rozwój w obszarach wiejskich, bo przecież Słońce świeci dla wszystkich tak samo. Po trzecie, zachęcają do świadomego korzystania z energii i jej oszczędzania.

**Korzyści finansowe** – zgodnie z nowym projektem ustawy o odnawialnych źródłach energii inwestycja w mikroinstalację i małą instalację gwarantuje odkupowanie nadwyżek wyprodukowanej energii przez miejscowego DSP. Własna produkcja energii elektrycznej na potrzeby firmy daje okres zwrotu nakładów finansowych na poziomie 7 lat, przy zastosowaniu systemu zielonych certyfikatów.

**Przyszłość energetyki** – ogniwa fotowoltaiczne to płytki krzemu, podobnie jak w procesorach komputerów, podlegające tzw. prawu Moore'a. Jest to jedna z najszybciej rozwijających się branż, która ma ogromne perspektywy przed sobą oraz 50 lat doświadczeń za sobą. Pierwsze ogniwo fotowoltaiczne zostało wyprodukowane przez firmę SHARP ponad 50 lat temu.

**Efektywność energetyczna** – oznacza to, że koszt produkcji energii przy użyciu fotowoltaiki będzie z czasem spadał dzięki zwiększaniu ich wydajności, jak również dzięki bardziej efektywnym procesom produkcji. Według analiz już w 2020 roku koszt produkcji energii przy użyciu fotowoltaiki zrówna się z kosztem produkcji energii z tradycyjnych źródeł (taka sytuacja już zaistniała w krajach śródziemnomorskich).

**DZIAŁANIE III:**

Optymalizacja kosztów związanych z energią elektryczną to szereg działań, prowadzących do zmniejszenia zużycia energii elektrycznej oraz jej racjonalnego wykorzystania w taki sposób, aby gwarantując prawidłową pracę firmy/zakładu bez zakłóceń, uzyskać możliwie duże oszczędności.

Możliwe warianty usprawnień:

- prawidłowy dobór taryfy i mocy zamówionej,
- zmiana sprzedawcy energii elektrycznej.

## 6. Ocena opłacalności i wyboru działań dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na energię elektryczną

### 6.1 Wskazanie rodzajów usprawnień dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na energię elektryczną

| Lp. | Rodzaj działań lub przedsięwzięć  | Sposób realizacji   |
|-----|---|---|
| I   | Zmniejszenie zapotrzebowania energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia wbudowanego   | Instalacja fotowoltaiczna 12,75 kW  |
| II  | Zmniejszenie zapotrzebowania energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia wbudowanego * | Zastosowanie oświetlenia LED  |
| III | Zmniejszenie zapotrzebowania energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia wbudowanego * | Zastosowanie optymalizacji napięcia zasilania oświetlenia - urządzenia Vphase 4 x 17 kW |
| IV  | Optymalizacja taryfy na energię elektryczną   | Zmiana taryfy na B22 i mocy zamówionej o 70 kW  |

\*) może być rozpatrywane jako jedno przedsięwzięcie

### 6.2 Ocena opłacalności i wyboru działań dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na energię elektryczną

W niniejszym rozdziale, w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego działania prowadzącego do zmniejszenia zapotrzebowania energii elektrycznej czynnej na potrzeby oświetlenia.
- Oceny opłacalności i wyboru optymalnego działania prowadzącego do zmniejszenia kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku.
- Zestawienie optymalnych działań i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów SPBT oraz wskaźników NPV i IRR charakteryzujących każde usprawnienie.

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

| Wyszczególnienie      | W stanie obecnym | Po modernizacji | Jedn.    |
|-----------------------|------------------|-----------------|----------|
| $t_{w0}$              | +20/+8           | Bez zmian       | °C       |
| $t_{z0}$              | -20              | Bez zmian       | °C       |
| Energia elektryczna * | 0,42             | 0,39            | zł / kWh |

\*) średnioroczna wartość zł brutto.

### 6.2.1. Ocena opłacalności zastosowania energooszczędnych opraw LED i stabilizacji napięcia zasilania VPhase

Oświetlenie

Dane:

|  |       |             |
|--|-------|-------------|
| moc całkowita opraw żarowych               | M01 = | 2,345 [kW]  |
| moc całkowita opraw świetłówkowych         | M02 = | 55,938 [kW] |
| moc całkowita opraw oświetlenia awaryjnego | M03 = | 0,096 [kW]  |

#### Opis wariantów usprawnienia

wariant 1: zastosowanie opraw świetłówkowych LED i żarowych LED  
wariant 2: zastosowanie opraw świetłówkowych LED + układ regulacji napięcia zasilania (montaż urządzenia typu np. VPhase)

| Rodzaj              | Moc całk. [W] | Strumień świat. [lm] | Zam. moc całk. [W] | Strumień świat. [lm] | Model  |
|---------------------|---------------|----------------------|--------------------|----------------------|--|
| św. 36/120          | 86,4          | 1600-2000            | 39,0               | 3200                 | np. Panel LED 1200x300x9                     |
| opr. awaryjna       | 24            | -                    | 8,0                | -                    | np. ORION – 1SA                              |
| św. 36/120          | 43,2          | 800-900              | 30,0               | -                    | np. Lampa zintegrowana LED T5 30W            |
| św. 58/150          | 139,2         | -                    | 60,0               | -                    | np. Lampa zintegrowana LED T8 60W            |
| żarowa energooszcz. | 84            | -                    | 40,0               | -                    | np. Lampa zintegrowana LED T5 40W            |
| żarowa              | 100           | 1500                 | 15,0               | 1520                 | np. Philips LED 15W (100W) E27 biała ciepła  |
| żarowa              | 60            | 800                  | 10,5               | 800                  | np. Philips LED 10,5W (60W) E27 biała ciepła |

| Lp. | Omówienie   | Jedn.   | Stan istniejący | Warianty |         |
|-----|---|---------|-----------------|----------|---------|
|     |   |         |                 | 1        | 2       |
| 1   | Moc całkowita oświetlenia budynku   | W       | 131 991         | 58 379   | 58 379  |
| 2   | Czas użytkowania oświetlenia  | h/rok   | 2 000           | 2 000    | 2 000   |
| 3   | Energia elektryczna na potrzeby oświetlenia                               | kWh/rok | 264 350         | 117 345  | 105 611 |
| 4   | Koszt energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia                        | zł/rok  | 111 149         | 49 339   | 44 405  |
| 5   | Łączna moc znamionowa nowych opraw oświetleniowych po modernizacji        | W       | -               | 58 379   | 58 379  |
| 6   | Ilość zaoszczędzonej energii finalnej $\Delta Q_0 = T_U (M_0 - M_1)/1000$ | kWh/rok | -               | 147 004  | 158 739 |
| 7   | Roczna oszczędność energii finalnej                                       | GJ/rok  | -               | 529,2    | 571,5   |
| 8   | Roczna oszczędność energii finalnej                                       | toe     | -               | 12,6     | 13,6    |
| 9   | Roczna oszczędność kosztów $\Delta Q_{ROK}$                               | zł/rok  | -               | 61 810   | 66 744  |
| 10  | Koszt realizacji usprawnienia $N_U$                                       | zł      | -               | 429 930  | 444 690 |
| 11  | $SPBT = N_U / \Delta Q_{ROK}$   | lata    | -               | 7,0      | 6,7     |
| 12  | NPV   | zł      | -               | 283 750  | 331 327 |
| 13  | IRR   | %       | -               | 12,2     | 13,1    |

#### Podstawa przyjętych wartości $N_U$

Kalkulację kosztów wymiany źródeł światła, instalacji zasilania oświetlenia i optymalizacji napięcia zasilania opracowano na podstawie oferty firmy instalacyjnej elektrycznej. Oferta obejmuje dostawę i montaż opraw LED, wymianę instalacji i montaż optymalizatorów napięcia. Podane kwoty są brutto.

#### Założenia do obliczeń SPBT, NPV i IRR:

- 15 letni okres eksploatacji instalacji
- stopa dyskontowa 4 %
- wzrost ceny energii elektrycznej o 2% rocznie
- nie ujęto amortyzacji, nie ujęto dofinansowania
- koszt eksploatacji (przeglądy, serwis, ubezpieczenie, wymiana źródeł światła po okresie żywotności)

|                   |   |         |            |       |         |
|-------------------|---|---------|------------|-------|---------|
| Wybrany wariant : | 2 | Koszt : | 444 690 zł | SPBT: | 6,7 lat |
|-------------------|---|---------|------------|-------|---------|

## 6.2.2. Ocena opłacalności zastosowania instalacji fotowoltaicznej o mocy 12,75 kWp ON-GRID na potrzeby oświetlenia LED

Oświetlenie

Dane:

|  |     |   |             |
|--|-----|---|-------------|
| moc całkowita opraw żarowych               | M01 | = | 2,345 [kW]  |
| moc całkowita opraw świetłóvkowych         | M02 | = | 24,375 [kW] |
| moc całkowita opraw oświetlenia awaryjnego | M03 | = | 0,096 [kW]  |

### Opis wariantów usprawnienia

wariant 1: zastosowanie instalacji fotowoltaicznej o mocy 12,75 kWp ON-GRID na potrzeby oświetlenia LED

| Lp. | Omówienie  | Jedn.   | Stan istniejący | Warianty |
|-----|--|---------|-----------------|----------|
|     |  |         |                 | 1        |
| 1   | Moc całkowita oświetlenia budynku  | W       | 58 379          | 58 379   |
| 2   | Czas użytkowania oświetlenia   | h/rok   | 2 000           | 2 000    |
| 3   | Energia elektryczna na potrzeby oświetlenia                                  | kWh/rok | 105 611         | 93 794   |
| 4   | Koszt energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia                           | zł/rok  | 44 405          | 39 437   |
| 5   | Łączna moc znamionowa nowych opraw oświetleniowych po modernizacji           | W       | -               | 58 379   |
| 6   | Ilość zaoszczędzonej energii finalnej<br>$\Delta Q_0 = T_U (M_0 - M_1)/1000$ | kWh/rok | -               | 11 817   |
| 7   | Roczna oszczędność energii finalnej  | GJ/rok  | -               | 42,5     |
| 8   | Roczna oszczędność energii finalnej  | toe     | -               | 1,0      |
| 9   | Roczna oszczędność kosztów $\Delta Q_{ROK}$                                  | zł/rok  | -               | 7 988    |
| 10  | Koszt realizacji usprawnienia $N_U$  | zł      | -               | 118 161  |
| 11  | $SPBT = N_U/\Delta Q_{ROK}$  | lata    | -               | 14,8     |
| 12  | NPV  | zł      | -               | -36 393  |
| 13  | IRR  | %       | -               | -0,8     |

### Podstawa przyjętych wartości $N_U$

Kalkulację kosztów budowy instalacji PV opracowano na podstawie oferty firmy instalacyjnej elektrycznej.

Oferta obejmuje projekt, dostawę, montaż i uruchomienie instalacji PV. Podane kwoty są brutto.

### Założenia do obliczeń SPBT, NPV i IRR:

- stopa dyskontowa 4,00 %
- wzrost ceny energii elektrycznej o 2% rocznie
- dodatkowe przychody związane z produkcją zielonej energii - analiza uwzględnia założenia ustawy OZE
- nie ujęto amortyzacji, nie ujęto dofinansowania
- koszt eksploatacji (przeglądy, serwis, ubezpieczenie)
- ujęto spadek sprawności wydajności instalacji PV ok. 5% rocznie

|                   |   |         |            |       |          |
|-------------------|---|---------|------------|-------|----------|
| Wybrany wariant : | 1 | Koszt : | 118 161 zł | SPBT: | 14,8 lat |
|-------------------|---|---------|------------|-------|----------|

## 6.2.3 Ocena opłacalności zmiany taryfy i mocy zamówionej

energia elektryczna

### I. Dane wejściowe:

|  |        |
|--|--------|
| A. zużycie energii elektrycznej [kWh/rok]:                   | 93 794 |
| B. średnioroczna cena energii elektrycznej [zł brutto / kWh] | 0,42   |
| C. Dystrybucja energii                                       | Tauron |
| D. Moc zamówiona na oświetlenie [kW]                         | 132    |
| E. Taryfa  | B21    |

Zasadność: obniżenie kosztów zakupu energii.

### II. Opis wariantu usprawnienia

- wariant 1      zmiana mocy zamówionej dla oświetlenia na 60 kW.

- wariant 2      zmiana taryfy dystrybucji na B22a.

Składnik zmienny szczyt: 82,13 zł /MWh      Składnik zmienny pozaszczyt: 67,36 zł /MWh

Opłata abonamentowa: 30,00 zł /m-c      Opłata stała za moc: 9 060 zł /MW/m-c

- wariant 3      połączenie wariantu 1 i 2.

| Lp. | Opis  | Jedn.   | Stan istniejący | Warianty |        |        |
|-----|---|---------|-----------------|----------|--------|--------|
|     |   |         |                 | 1        | 2      | 3      |
| 1   | Moc zamówiona                               | kW/m-c  | 132,0           | 60       | 132    | 60     |
| 2   | Moc max. pobrana                            | kW/m-c  | 60              | 60       | 60     | 60     |
| 3   | Energia czynna                              | kWh/rok | 93 794          | 93 794   | 93 794 | 93 794 |
| 4   | Koszt energii czynnej zakup                 | zł/rok  | 19 228          | 19 228   | 19 228 | 19 228 |
| 5   | Koszt energii czynnej dystrybucja           | zł/rok  | 26 573          | 16 945   | 26 547 | 16 919 |
| 6   | Ilość zaoszczędzonej energii finalnej       | kWh/rok | -               | 0,00     | 0,00   | 0,00   |
| 7   | Roczna oszczędność energii finalnej         | GJ/rok  | -               | 0,00     | 0,00   | 0,00   |
| 8   | Roczna oszczędność energii finalnej         | toe     | -               | 0,00     | 0,00   | 0,00   |
| 9   | Roczna oszczędność kosztów $\Delta Q_{ROK}$ | zł/rok  | -               | 9 628    | 26     | 9 654  |
| 10  | Koszt realizacji usprawnienia $N_U$         | zł      | -               | 10       | 10     | 10     |
| 11  | SPBT= $N_U/\Delta Q_{ROK}$                  | lata    | -               | 0,00     | 0,39   | 0,00   |

Stan istniejący: opisują dane taryfy dystrybucji na rok 2015

### Podstawa przyjętych wartości $N_U$

Kalkulację kosztów wdrożenia zmiany taryfy i zmiany dostawcy energii opracowano na podstawie danych ogólnie dostępnych publicznie na WWW.

Układ pomiarowo-rozliczeniowy musi być przystosowany do TPA. Podane kwoty są brutto.

**UWAGA! Zmianę mocy i taryfy można dokonać w dowolnym momencie umowy, bezpłatnie raz na 12 miesięcy. Zmianę sprzedawcy dokonać przed terminem zakończenia obecnej umowy.**

**Wybrany wariant :                      3      Koszt :                      10 zł                      SPBT =                      0,0 lat**

#### 7. Zestawienie optymalnych działań i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT

| Lp. | Rodzaj i zakres działania  | Planowane koszty robót, zł | SPBT, lata |
|-----|--|----------------------------|------------|
| 1   | Optymalizacja taryfy i mocy zamówionej   | 10,00                      | 0,0        |
| 2   | Zastosowanie opraw świetłówkowych LED + układ regulacji napięcia zasilania (montaż urządzenia typu np. VPhase)         | 444 690,20                 | 6,7        |
| 3   | Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej o mocy 12,75 kWp do produkcji energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia LED | 118 161,25                 | 14,8       |

#### 8. Zestawienie optymalnych działań i przedsięwzięć w kolejności rosnącej oszczędności energii

| Lp. | Rodzaj i zakres działania  | Roczna oszczędność energii finalnej, kWh | Roczna oszczędność energii pierwotnej, kWh |
|-----|--|--|--|
| 1   | Optymalizacja taryfy i mocy zamówionej   | 0  | 0,0  |
| 2   | Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej o mocy 12,75 kWp do produkcji energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia LED | 11 816,6                                 | 35 449,9                                   |
| 3   | Zastosowanie opraw świetłówkowych LED + układ regulacji napięcia zasilania (montaż urządzenia typu np. VPhase)         | 158 738,7                                | 476 216,2                                  |

#### 9. Zestawienie możliwych wariantów przedsięwzięć

| Lp. | Rodzaj i zakres działania  | Nr wariantu |   |   |
|-----|--|-------------|---|---|
|     |  | 1           | 2 | 3 |
| 1   | Zastosowanie opraw świetłówkowych LED + układ regulacji napięcia zasilania (montaż urządzenia typu np. VPhase)         | X           | X | X |
| 2   | Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej o mocy 12,75 kWp do produkcji energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia LED | X           | X |   |
| 3   | Optymalizacja taryfy i mocy zamówionej   | X           |   |   |

#### 10. Zestawienie kosztów poszczególnych konfiguracji wariantów wraz z kosztem audytu

| Lp. | Rodzaj i zakres działania | koszt wariantu [zł] | koszt audytu [zł] | koszt całkowity [zł] |
|-----|---------------------------|---------------------|-------------------|----------------------|
| I   | 1+3                       | 444 700,20          | 3 690,00          | 448 390,20           |
| II  | 2+3                       | 118 171,25          | 3 690,00          | 121 861,25           |
| III | 1+2+3                     | 562 861,45          | 3 690,00          | 566 551,45           |



# 11. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

| Lp. | Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego  | Planowane koszty całkowite | Roczna oszczędność kosztów energii | Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię na oświetlenie | Planowana kwota środków własnych i kwota dofinansowania |     | Wskaźniki finansowe i okresy zwrotu nakładów |            |         |
|-----|--|----------------------------|------------------------------------|--|---|-----|--|------------|---------|
|     |  | zł                         | zł                                 | %  | zł , %  |     | SPBT [lata]                                  | NPV [zł]   | IRR [%] |
| 1   | 2  | 3                          | 4                                  | 5  | 6   |     | 7  | 8          | 9       |
| I   | Zastosowanie opraw świetłówkowych LED + układ regulacji napięcia zasilania (montaż urządzenia typu np. VPhase)         | 448 390,20                 | 71 463,45                          | 44,4%  | 67 258,53   | 15% | 6,3  | 375 394,10 | 15,5    |
|     | Optymalizacja taryfy i mocy zamówionej   |                            |                                    |  | 381 131,67  | 85% |  |            |         |
| II  | Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej o mocy 12,75 kWp do produkcji energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia LED | 121 861,25                 | 17 641,69                          | 4,6%   | 18 279,19   | 15% | 6,9  | 58 346,70  | 11,6    |
|     | Optymalizacja taryfy i mocy zamówionej   |                            |                                    |  | 103 582,06  | 85% |  |            |         |
| III | Zastosowanie opraw świetłówkowych LED + układ regulacji napięcia zasilania (montaż urządzenia typu np. VPhase)         | 566 551,45                 | 79 451,29                          | 49,0%  | 84 982,72   | 15% | 7,1  | 333 537,09 | 12,7    |
|     | Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej o mocy 12,75 kWp do produkcji energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia LED |                            |                                    |  | 481 568,73  | 85% |  |            |         |
|     | Optymalizacja taryfy i mocy zamówionej   |                            |                                    |  |   |     |  |            |         |

Wariant wybrany przez Inwestora do realizacji: III

## **12. Wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej oświetlenia**

Na podstawie dokonanej oceny oraz konieczności zastosowania odnawialnych źródeł energii, jako optymalny wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego w rozpatrywanym budynku ocenia się wariant obejmujący usprawnienia:

**Zastosowanie opraw świetłkowych LED + układ regulacji napięcia zasilania (montaż urządzenia typu np. VPhase)**

**Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej o mocy 12,75 kWp do produkcji energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia LED**

**Optymalizacja taryfy i mocy zamówionej**

### **Oświetlenie w oparciu o zastosowanie energooszczędnych opraw LED charakteryzuje się:**

- układy oświetlenia LED pobierają nawet do 80% energii mniej niż tradycyjne źródła światła.
- układy oświetlenia LED pracują bezawaryjnie dziesięciokrotnie dłużej niż tradycyjne.
- W odróżnieniu od tradycyjnych rozwiązań diody LED są zasilane prądem stałym, dzięki czemu świecą z jednostajnym natężeniem, nie powodując męczącego czy migotania.

Instalację opartą o klasyczne oprawy świetłkowe i żarowe wykonać zamiennie w oparciu o układy LED, światło ciepłe, zimne lub białe (w zależności od przeznaczenia pomieszczeń).

### **Żarówki LED powinny posiadać minimalnie poniższe cechy:**

- pobór mocy max. 10,5 W i 15 W,
- min. strumień świetlny 806 lm (2700 K) i 1520 lm (2700 K),
- żywotności min. 10.000 h,
- minimalna gwarancja ilości włączeń 50.000 h,
- Produkt wykonany na terenie Unii Europejskiej.

### **Oprawy LED powinny posiadać minimalnie poniższe cechy:**

- Strumień świetlny i barwa światła - biała min. 3200 lm
- Trwałość min. 50 000 h,
- Klasa wodoodporności min. IP41
- Natężenie światła z wysokości 1 m min. 578 lx
- Maksymalny pobór mocy wg danych w punkcie 6.2.1

**UWAGA ! Modernizacja instalacji oświetlenia musi spełniać normę PN-EN 12464-1:2012P Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach.**

### **Instalacja PV musi posiadać:**

- 50 szt. panele fotowoltaiczne typu AS-6P30 255W lub równoważne o mocy łącznej min. 12,75 kWp
- Konstrukcji aluminiowa z powłoką ochronną
- 2 szt. inwerter typu Fronius Symo 6.0-3-M lub równoważny o mocy min. 12 kW.
- 1 szt. stabilizator napięcia obwodu zasilania typu Vphase 17 kW lub równoważny o mocy min. 17 kW na fazę.
- podłączenie elektryczne układu po stronie DC i AC, montaż układu zabezpieczeń, spięcie z siecią elektroenergetyczną budynku

### **Opis robót:**

- Wymiana istniejących ok. 1266 szt. opraw świetłkowych na energooszczędne oprawy LED
- Montaż ok. 12 szt. nowych opraw awaryjnych na źródłem światła LED o mocy max. 8 W.
- Wymiana istniejących ok. 189 szt. opraw żarowych na oprawy z żarówkami LED
- 4 szt. stabilizatory napięcia obwodów zasilania oświetlenia typu Vphase 17 kW lub równoważny o mocy min. 17 kW na fazę, z czego jeden z możliwością bezpośredniego podłączenia do fotowoltaiki.
- Projekt, dostawa, montaż i uruchomienie, przedłużona gwarancja instalacji PV o mocy min. 12,75 kWp ON-GRIC

**Charakterystyka finansowa wybranego wariantu (wariant 3)**

|                                       |       |                      |
|---------------------------------------|-------|----------------------|
| - Kalkulowany koszt robót wyniesie:   |       | <b>566 551,45 zł</b> |
| - Udział środków własnych Inwestora:  | 15,0% | <b>84 982,72 zł</b>  |
| - Planowane dofinansowanie (dotacja): | 85,0% | <b>481 568,73 zł</b> |
| - Czas zwrotu nakładów SPBT [lat]:    |       | <b>7,1</b>           |

Przedsięwzięcie to spełnia warunki:

1. oszczędność zapotrzebowania energii elektrycznej wyniesie 49,0% czyli powyżej 30%;
2. środki własne inwestora wyniosą 84 982,72 zł , co spełnia oczekiwania Inwestora.

**Dalsze działania:**

- Złożenie wniosku o dofinansowanie i podpisanie umowy.
- Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót.
- Realizacja robót i odbiór techniczny.
- Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pełnym roku eksploatacji).

**Dodatkowe zalecenia:**

Zaleca się, w ramach działań związanych z poprawą efektywności elektrycznej budynku, wykonanie kompensacji mocy biernej pojemnościowej. Działanie to spowoduje dodatkowe efekty ekonomiczne związane z ograniczeniem kosztów wykorzystania energii elektrycznej na budynku.

- Kalkulowany koszt robót wyniesie: **9 840,00 zł**
- Oszczędności: **12 211,51 zł**
- Czas zwrotu nakładów SPBT [lat]: **0,8**

## **ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU**

- Załącznik 1 Zestawienie ilości zużywanej energii elektrycznej na potrzeby obiektu, taryfa energetyczna
- Załącznik 2 Ocena opłacalności zastosowania instalacji fotowoltaicznej
- Załącznik 3 Efekt ekologiczny

## ENERGIA ELEKTRYCZNA

| Okres   |            | Moc zamówio-<br>na | Moc pobrana | Zużycie energii | Zużycie szczyt | Zużycie poza szczyt | Koszt za energię zakup | Koszt za energię dystrybucja |
|---|------------|--------------------|-------------|-----------------|----------------|---------------------|------------------------|------------------------------|
|   |            | kW                 | kW          | MWh             | MWh            | MWh                 | zł netto               | zł netto                     |
| ul. Oleskiej 48 Opole ; sprzedaż PGE Obrót S.A. ; Dystrybucja Tauron Dystrybucja sp. z o. o. ; taryfa B21 ; licznik 88227372 ; Moc przyłącza 300 kW |            |                    |             |                 |                |                     |                        |                              |
| 2014-01-01  | 2014-12-31 | 3600               | 2712        | 623,680         | -              | -                   | 127 854,40             | 75 415,43                    |
|   |            | 3600               | 2712        | 623,680         |                |                     | 127 854,40             | 75 415,43                    |

Energia elektryczna zakup: 623,680 205,00 zł netto/MWh

Energia elektryczna dystrybucja: 623,680 136,84 zł netto/MWh

**Energia elektryczna razem 623,680 341,84 zł netto/MWh**  
**420,46 zł brutto/MWh**

Energia elektryczna bierna pojemnościowa 12 211,51 zł brutto/rok

## Przed modernizacją i po modernizacji

|                                       |                         | Ceny bez VAT    | Ceny z VAT 23%   |
|---------------------------------------|-------------------------|-----------------|------------------|
| Opłata stała za moc zamówioną         | zł/(MW-m-c)             | 8 240,00        | 10 135,20        |
| Przesył                               | zł/(MW-m-c)             | 0,00            | 0,00             |
| <b>Razem opłata stała</b>             | <b>zł/(MW-m-c)</b>      | <b>8 240,00</b> | <b>10 135,20</b> |
|                                       |                         |                 |                  |
| Opłata zmienna za energię elektryczną | zł/kWh                  | 0,2050          | 0,2522           |
| Przesył                               | zł/kWh                  | 0,0728          | 0,0895           |
| <b>Razem opłata zmienna</b>           | <b>zł/GJ</b>            | <b>0,2778</b>   | <b>0,3417</b>    |
|                                       |                         |                 |                  |
| <b>Abonament</b>                      | zł/(pkt. pomiarowy m-c) | <b>30,00</b>    | <b>36,90</b>     |

**Ocena opłacalności zastosowania instalacji fotowoltaicznej o mocy 12,75 kWp wraz z magazynowaniem energii**
**energia elektryczna**
**I. Dane wejściowe:**

|   |         |
|---|---------|
| A. zużycie energii elektrycznej na oświetlenie LED [kWh/rok]:             | 105 611 |
| B. średniomiesięczne obciążenie mocą elektryczną [kW]                     | 60      |
| C. średniomiesięczne zużycie energii elektrycznej na oświetlenie Eu [kWh] | 8 801   |
| D. średnioroczna cena energii elektrycznej [zł brutto / kWh]              | 0,4205  |

Zasadność: produkcja własna energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia, obniżenie poboru mocy czynnej.

**II. Założenia i dobór dla całego budynku**

Moc wyjściowa układu: **12,750 kW**

Ustawienie baterii: Azymut [ ° ]: 0 Nachylenie ogniw [ ° ]: 35

Wielkość zacienienia: % 1

Sprawność systemu PV: 85 %

| Miesiąc            | Ed           | Em (br)       | Em (net)      | Eu             | Pokrycie | Własne        | Z sieci       | Nadwyżka    |
|--------------------|--------------|---------------|---------------|----------------|----------|---------------|---------------|-------------|
| Styczeń            | 14,54        | 441           | 419           | 8 801          | 5%       | 411           | 8 390         | 8           |
| Luty               | 22,76        | 624           | 593           | 8 801          | 7%       | 581           | 8 220         | 12          |
| Marzec             | 38,51        | 1 168         | 1 110         | 8 801          | 13%      | 1088          | 7 713         | 22          |
| Kwiecień           | 50,55        | 1 487         | 1 413         | 8 801          | 16%      | 1384          | 7 417         | 28          |
| Maj                | 51,64        | 1 568         | 1 490         | 8 801          | 17%      | 1460          | 7 341         | 30          |
| Czerwiec           | 51,06        | 1 499         | 1 424         | 8 801          | 16%      | 1396          | 7 405         | 28          |
| Lipiec             | 49,53        | 1 506         | 1 430         | 8 801          | 16%      | 1402          | 7 399         | 29          |
| Sierpień           | 49,53        | 1 506         | 1 430         | 8 801          | 16%      | 1402          | 7 399         | 29          |
| Wrzesień           | 40,42        | 1 187         | 1 128         | 8 801          | 13%      | 1105          | 7 696         | 23          |
| Październik        | 27,54        | 837           | 795           | 8 801          | 9%       | 779           | 8 022         | 16          |
| Listopad           | 16,96        | 499           | 474           | 8 801          | 5%       | 464           | 8 337         | 9           |
| Grudzień           | 12,18        | 370           | 352           | 8 801          | 4%       | 345           | 8 456         | 7           |
| <b>Średnia</b>     | <b>35,43</b> | <b>1 058</b>  | <b>1 005</b>  | <b>8 801</b>   |          | <b>985</b>    | <b>7 816</b>  | <b>20</b>   |
| <b>SUMA na rok</b> |              | <b>12 692</b> | <b>12 058</b> | <b>105 611</b> |          | <b>11 817</b> | <b>93 794</b> | <b>241</b>  |
|                    |              |               |               |                |          | <b>11,2%</b>  | <b>88,8%</b>  | <b>0,2%</b> |

**Ed** - średnia dzienna produkcja energii elektrycznej ze wskazanego systemu PV [kWh]

**Em** - przeciętna miesięczna produkcja energii elektrycznej ze wskazanego systemu PV [kWh]

**Średnia ilość energii rocznie z sieci:** **93 794 kWh**

**Średnia ilość energii rocznie z PV na potrzeby własne:** **11 817 kWh**

**Średnia ilość energii rocznie oddana do sieci:** **241 kWh**

**Średnia produkcja energii z systemu (1 rok):** **946 kWh/kWp**

*Moc po 15 latach (spadek liniowy):* **ok. 85 %**

Przedmiotem opracowania jest budowa małej elektrowni słonecznej o mocy 12,75 kW, w oparciu o baterie fotowoltaiczne polikrystaliczne, zlokalizowanej w Opolu przy ul. Oleskiej 48.

Układ składa się z mikro elektrowni słonecznej wyposażonej w zespół modułów fotowoltaicznych, tworzących baterie. Zastosowane panele typu AS-6P 30 255W będą współpracowały z inwerterem np. Fronius Symo 6.0-3-M o mocy łącznej 12 kW. Łączna moc projektowanej elektrowni słonecznej wynosi 12 kW (12,75 kWp). Energia elektryczna produkowana przez instalację będzie dostarczana do wewnętrznej sieci obiektu na potrzeby własne np. oświetlenie, natomiast ewentualna nadwyżka zostanie oddana do sieci. Układ należy podłączyć jako ON-GRID.

Przyłącz do sieci należy zrobić zgodnie z warunkami technicznymi wydanymi przez miejscowego Operatora Sieci Energetycznej lub na podstawie zgłoszenia (w przypadku, gdy moc instalacji OZE jest niższa niż moc zamówiona oraz instalacja spełnia warunki MIKRO instalacji OZE). W celu rozliczenia odbioru energii elektrycznej po stronie 0,4kV zostanie zbudowany układ pomiarowo-rozliczeniowy, zgodny z wymaganiami Tauron Dystrybucja Sp. z o. o.

### III. ANALIZA KOSZTÓW BUDOWY MINI ELEKTROWNI (wartości brutto)

#### Nakłady inwestycyjne $N_U$

|                             |                       |  |
|-----------------------------|-----------------------|--|
| Koszt urządzeń, instalacji: | 106 241,25 PLN        | (urządzenia wchodzące w skład instalacji + montaż) |
| Nakład inwestycyjny:        | 9 460,00 PLN          | (podłączenie do sieci nn, przedłużenie gwarancji)  |
| Koszt projektowania:        | 2 460,00 PLN          |  |
| <b>Koszt całkowity:</b>     | <b>118 161,25 PLN</b> |  |

#### Nakłady związane z eksploatacją techniczną w ciągu 15 lat

|                         |                     |                            |
|-------------------------|---------------------|----------------------------|
| Obsługa:                | 4 134,05 PLN        | (przeglądy, ubezpieczenie) |
| Serwis:                 | 4 134,05 PLN        |                            |
| <b>Koszt całkowity:</b> | <b>8 268,10 PLN</b> |                            |

### IV. ANALIZA FINANSOWA INWESTYCJI - okres 15 lat

|  |                       |
|--|-----------------------|
| Średni roczny zysk w okresie eksploatacji: | 7 987,83 PLN          |
| - z czego:                                 |                       |
| przychód z energii oddanej do sieci        | 116,90 PLN            |
| przychód z produkcji zielonej energii      | 2 394,51 PLN          |
| przychód z energii unikniętej              | 5 476,43 PLN          |
| zysk od usprawnienia obwodów elektrycznych | 0,00 PLN              |
| Suma przychodów w okresie eksploatacji:    | 119 817,51 PLN        |
| Suma kosztów w okresie eksploatacji:       | 8 268,10 PLN          |
| <b>Zysk brutto</b>                         | <b>111 549,41 PLN</b> |

Średni koszt produkcji energii w systemie PV **0,73 PLN/kWh**

|   |                    |
|---|--------------------|
| <b>SPBT</b> - prosty czas zwrotu nakładów | <b>14,8 lat</b>    |
| <b>NPV</b> - wartość bieżąca netto        | <b>-36 393 PLN</b> |
| <b>IRR</b> - wewnętrzna stopa zwrotu      | <b>-0,82 %</b>     |

#### Założenia do obliczeń SPBT, NPV i IRR:

- stopa dyskontowa 4,00 %
- wzrost ceny energii elektrycznej o 2% rocznie
- dodatkowe przychody związane z produkcją zielonej energii - analiza uwzględnia założenia ustawy OZE
- nie ujęto amortyzacji
- koszt eksploatacji (przeglądy, serwis, ubezpieczenie)
- ujęto spadek sprawności wydajności instalacji PV ok. 5% rocznie

#### Podstawa przyjętych wartości $N_U$

Kalkulację kosztów wdrożenia rozwiązania opracowano na podstawie oferty firmy instalacyjnej elektrycznej. Oferta obejmuje dostawę, montaż, pomiary elektryczne i uruchomienie. Podane kwoty są brutto.

**Korzyści pozafinansowe po zrealizowaniu modernizacji:**

Istotną korzyścią niefinansową, która pojawi się po zrealizowaniu modernizacji to ograniczenie emisji dwutlenku węgla i innych pierwiastków szkodliwych dla atmosfery. Modernizacja wpłynie korzystnie na ochronę środowiska.

**Harmonogram wdrażania procesu modernizacji:**

- 1 Wykonać projekt techniczny inwestycji PV
- 2 Wysłanie zapytania ofertowego do potencjalnych wykonawców celem zebrania rozwiązań i wyceny realizacji inwestycji PV
- 3 wybór rozwiązania technicznego i wykonawcy na podstawie otrzymanych ofert
- 4 po wykonaniu dokumentacji projektowej modernizacji złożenie wniosku o pozwolenie na realizację robót
- 5 złożenie wniosku o dofinansowanie planowanej modernizacji przy wykorzystaniu PV
- 6 zawarcie umowy z wykonawcą robót.
- 7 realizacja robót
- 8 odbiór techniczny
- 9 ocena rezultatów przedsięwzięcia (po 12 m-cach eksploatacji)



Wielkość emisji CO<sub>2</sub> wyznacza się zgodnie z pkt. 6 załącznika nr 1 do rozporządzenia

$$E_{\text{CO}_2, \text{L}} = 36 \times 10^{-7} \times Q_{\text{K,L}} \times W_{\text{e,L}} \quad [\text{t CO}_2/\text{rok}]$$

$$W_{\text{E,L}} = 0,8158 \quad [\text{t CO}_2/\text{MWh}]$$

$$Q_{\text{K,L}} = 264,350 \quad [\text{MWh}/\text{rok}] \quad \text{przed modernizacją}$$

$$Q_{\text{K,L}} = 93,794 \quad [\text{MWh}/\text{rok}] \quad \text{po modernizacji}$$

Wartość bazowa (przed modernizacją) 215,656

Wartość docelowa (po modernizacji) 76,517

**Efekt (w wyniku termomodernizacji) 139,139 [t CO<sub>2</sub>/rok]**