



**Bałtycka Agencja Poszanowania Energii Sp. z o.o.**

80-298 Gdańsk, ul. Budowlanych 31  
tel. +48 58 347 55 35, fax. +48 58 347 55 37  
email: bape@bape.com.pl, www.bape.com.pl

Sąd Rejonowy Gdańsk – Północ w Gdańsku  
VII Wydział Gospodarczy KRS  
REGON: 190967387, NIP: 583-11-18-190, KRS: 0000517844  
kapitał zakładowy 500 490 zł

**Modernizacja oświetlenia wewnętrznego**

**Publicznego Gimnazjum nr 1**

**im. Mikołaja Kopernika**

**Aleja Jana Pawła II 10, 83-200 Starogard Gdański**

---

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| 1. Cel i zakres opracowania.....        | 4  |
| 2. Istniejące oprawy oświetleniowe..... | 4  |
| 3. Modernizacja oświetlenia .....       | 5  |
| 4. Warianty modernizacji .....          | 9  |
| 5. Wariant 1.....                       | 9  |
| 5.1. Wskaźniki.....                     | 9  |
| 5.2. Nakłady i oszczędności .....       | 10 |
| 5.3. Okres zwrotu inwestycji .....      | 10 |
| 6. Wariant 2.....                       | 11 |
| 6.1. Wskaźniki.....                     | 11 |
| 6.2. Nakłady i oszczędności .....       | 12 |
| 6.3. Okres zwrotu inwestycji .....      | 13 |
| 7. Podsumowanie.....                    | 13 |
| 8. Efekt ekologiczny.....               | 14 |

| Karta audytu oświetlenia wewnętrznego obiektu                                                    |                                                                                                   |                                                    |                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------|
| <b>1. Dane ogólne</b>                                                                            |                                                                                                   |                                                    |                             |
| 1.                                                                                               | Konstrukcja/technologia                                                                           | tradycyjna z elementami prefabrykowanymi           |                             |
| 2.                                                                                               | Liczba kondygnacji                                                                                | 2                                                  |                             |
| 4.                                                                                               | Powierzchnia netto budynku [m <sup>2</sup> ]                                                      | 3 615,0                                            |                             |
| 5.                                                                                               | Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m <sup>2</sup> ]                                        | 56                                                 |                             |
| 6.                                                                                               | Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m <sup>2</sup> ] | 3 418,5                                            |                             |
| 7.                                                                                               | Liczba lokali mieszkalnych                                                                        | 1                                                  |                             |
| 8.                                                                                               | Liczba osób użytkujących budynek                                                                  | 536                                                |                             |
| 9.                                                                                               | Sposób przygotowania ciepłej wody                                                                 | centralne z msc                                    |                             |
| 10.                                                                                              | Rodzaj systemu ogrzewczego budynku                                                                | centralne z msc                                    |                             |
| 12.                                                                                              | Inne dane charakteryzujące budynek                                                                |                                                    |                             |
| <b>2. Zainstalowana moc w oświetleniu wewnętrznym kW</b>                                         |                                                                                                   | <b>Stan przed modernizacją</b>                     | <b>Stan po modernizacji</b> |
| 1.                                                                                               | zainstalowana moc                                                                                 | 44,30                                              | 19,90                       |
| <b>3. Charakterystyka energetyczna oświetlenia</b>                                               |                                                                                                   |                                                    |                             |
| 1.                                                                                               | Roczne zużycie energii na oświetlenie wewnętrzne MWh                                              | 88,6                                               | 82,4                        |
| <b>4. Średnia cena energii brutto z VAT</b>                                                      |                                                                                                   |                                                    |                             |
| 1.                                                                                               | Średnia cena energii brutto z VAT zł/MWh                                                          | 486,96                                             | 486,96                      |
| <b>5. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego</b> |                                                                                                   |                                                    |                             |
| Planowana kwota kredytu                                                                          |                                                                                                   | Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]        | 3 006,00                    |
| Planowane nakłady całkowite                                                                      | 50 466,00                                                                                         | Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%] | 16,8                        |

## 1. Cel i zakres opracowania

Celem opracowania jest zestawienie zużycia energii elektrycznej na cele oświetlenia budynków Publicznego Gimnazjum nr 1 im. Mikołaja Kopernika przy Al. Jana Pawła II 10, 83-200 w Starogardzie Gdańskim, jak również wskazanie możliwości ograniczenia zużycia energii oraz związanych z tym nakładów inwestycyjnych. W zakres niniejszego opracowania włączone jest oświetlenie wewnętrznych powierzchni ogrzewanych budynku.

Audyt został opracowany zgodnie z Ustawą z dnia 15 kwietnia 2011 r. o efektywności energetycznej Dz.U. nr 94, poz.551 oraz Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 3.06.2014 w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku.

Oszczędności w zużyciu energii dla źródeł światła obliczone są przy założeniu, że natężenie oświetlenia powierzchni, mierzone w luksach [ $\text{lm}/\text{m}^2$ ], po modernizacji spełnia wymagania normy PN-EN 12464-1 Światło i oświetlenie – Oświetlenie miejsc pracy.

Inwentaryzację źródeł oświetlenia w zakresie niezbędnym dla wykonania niniejszego audytu oraz dobór modernizowanych źródeł wykonała Spółka Neox z Gdańska.

## 2. Istniejące oprawy oświetleniowe

Dokonano oceny istniejącej instalacji elektrycznej zasilającej oświetlenie wewnętrzne oraz przeprowadzono inwentaryzację opraw oświetleniowych. Tabela 2.1 zawiera zestawienie mocy i ilość opraw oświetleniowych. Łączna moc zainstalowana w oświetleniu wynosi ok. 44 kW. Inwentaryzację źródeł oświetlania w poszczególnych pomieszczeniach zawiera Tabela 2.1.

*Tabela 2.1 Zestawienie opraw oświetleniowych*

| Typ oprawy         | Sztuk      | Moc [kW]       |
|--------------------|------------|----------------|
| Świetlówki 2 x 36W | 125        | 72             |
| Świetlówki 1 x 36W | 2          | 36             |
| Żarówka 60W        | 130        | 60             |
| Świetlówki 4x18    | 338        | 72             |
| Świetlówki 2x18    | 2          | 36             |
| Halogeny 1x250 W   | 12         | 250            |
| <b>łącznie</b>     | <b>609</b> | <b>44,3 kW</b> |

Oprawy na poziomie 1 i 2 oraz w Sali gimnastycznej zostały wymienione wraz z instalacją w roku 2014. Pozostałe oprawy są to oprawy starego typu, lecz nowe, w dobrym stanie. Wiele z opraw niemodernizowanych (głównie na poziomie 0) jest zdekompletowanych, nie posiada dyfuzorów lub osłon. Ponad 75% mocy zainstalowanej, są to świetlówki o mocy od 36W do 72W.

### 3. Modernizacja oświetlenia

Oświetlenie wewnętrzne w Gimnazjum nr 1 zakwalifikowano do częściowej wymiany. W kilku przypadkach oprawy nie świecą pełną mocą (brakuje wkładów lub część opraw nie działa). Zdarzają się oprawy zabrudzone Rys. 1, przestarzałe Rys. 2, niejednorodne Rys. 3, bez odbłyśników Rys. 4 lub ozdobne Rys. 5.

Wiele opraw jest wymienionych na nowe jak na np. korytarzu Rys. 6, w salach lekcyjnych Rys. 7. Rys. 8 przedstawia widok na oprawy na sali gimnastycznej.



*Rys. 1 Przykład starych i zabrudzonych opraw*



*Rys. 2 Przykład opraw starego typu*



*Rys. 3 Przykład różnorodnych opraw*



*Rys. 4 Przykład oprawy bez odbłyśników*



*Rys. 5 Oprawa ozdobna*



*Rys. 6 Nowe oprawy na korytarzu*



*Rys. 7 Nowe oprawy na sali*



*Rys. 8 Oprawa na sali gimnastycznej*

#### 4. Warianty modernizacji

Pomimo, że oprawy na kondygnacji 1 i 2 zostały wymienione, przeanalizowano dwa warianty modernizacji. W obu zakłada się wymianę opraw i wkładów oświetleniowych, z tą różnicą, iż Wariant 1 przewiduje wymianę wszystkich, za wyjątkiem opraw na hali gimnastycznej, a Wariant 2 zakłada wymianę jedynie opraw przestarzałych na poziomie 0.

#### 5. Wariant 1

Przeanalizowano wymianę wszystkich starych opraw, na nowe, wydajniejsze oprawy. Zestawienie opraw do wymiany i proponowane zamienniki zawiera Tabela 5.1.

*Tabela 5.1 Zestawienie istniejących źródeł i propozycje zamienników*

| Pomieszczenie             | Oprawy istniejące  | Oprawy nowe    |
|---------------------------|--------------------|----------------|
| Korytarz, klasy           | Świetlówki 2 x 36W | Oprawy LED 49W |
| Korytarz, klasy           | Świetlówki 4 x 18W | Oprawy LED 49W |
| Pomieszczenie Gospodarcze | Świetlówki 1 x 36W | Oprawy LED 24W |
| Szatnie                   | Świetlówki 2x18    | Oprawy LED 24W |
| Toalety                   | Żarówki 60W        | Oprawy LED 35W |
| Sala gimnastyczna         | Halogeny 250W      | BEZ ZMIAN      |

##### 5.1. Wskaźniki

Dokonano obliczeń zużycia energii oraz zapotrzebowania na energię pierwotną, w oparciu o dane powierzchni ogrzewanej budynku, zinwentaryzowanego oświetlenia. W pomieszczeniach dokonano pomiarów natężenia światła.

Tabela 5.2 zawiera wskaźniki dla stanu aktualnego obiektu. **PN** – moc zainstalowana; **LENI** - liczbowy wskaźnik energii oświetlenia wyznaczony wg PN-EN 15193 podawany w kWh na m<sup>2</sup> na rok; **EP** - zapotrzebowanie na energię pierwotną na m<sup>2</sup> na rok; **QPL** - roczne zużycie energii. Wskaźniki otrzymano dla czasu pracy oświetlenia równego 1800 godzin w ciągu pory dziennej i 200 godzin w porze nocnej w skali roku. Obliczeń dokonano zgodnie z wytycznymi Rozporządzenia Ministra Infrastruktury dnia 3.06.2014 w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku (...).

*Tabela 5.2 Wskaźniki dla obiektu przed modernizacją*

|             |      |                           |
|-------------|------|---------------------------|
| <b>PN</b>   | 44,3 | kW                        |
| <b>LENI</b> | 27,6 | kWh/(m <sup>2</sup> *rok) |
| <b>EP</b>   | 82,8 | kWh/(m <sup>2</sup> *rok) |
| <b>QPL</b>  | 266  | MWh/rok                   |

Tabela 5.3 zawiera wskaźniki dla budynku, po uwzględnieniu modernizacji Wariantu 1. Modernizacja obejmuje wymianę starych opraw na nowe oraz wymianę wkładów, na nowoczesne LED'owe.

*Tabela 5.3 Wskaźniki dla obiektu po modernizacji*

|                                                       |      |              |
|-------------------------------------------------------|------|--------------|
| <b>PN</b>                                             | 30,3 | kW           |
| <b>LENI</b>                                           | 18,9 | kWh/(m2*rok) |
| <b>EP</b>                                             | 56,7 | kWh/(m2*rok) |
| <b>QPL</b>                                            | 182  | MWh/rok      |
| <b>Zmniejszenie zapotrzebowania na moc kW</b>         | 13,9 | kW           |
| <b>Procentowe zmniejszenie zapotrzebowania na moc</b> | 31%  | %            |

## 5.2. Nakłady i oszczędności

Koszty modernizacji oświetlenia wewnętrznego związane są z zakupem oraz demontażem starego i montażem nowego sprzętu. W obliczeniach przyjęto oprawy uwzględnione w Tabeli 5.1. Tabela 5.4 zawiera nakłady związane z modernizacją. Tabela 5.5 zawiera zestawienie energii na cele oświetlenia wewnętrznego zużywanej przez obiekt przed i po modernizacji.

*Tabela 5.4 Nakłady związane z modernizacją oświetlenia*

| Materiał                    | Szt. | Cena brutto | Łącznie koszt brutto |
|-----------------------------|------|-------------|----------------------|
| Oprawy LED 49W              | 463  | 387,45 zł   | 179 389,35 zł        |
| Oprawy LED 24W              | 2    | 387,45 zł   | 774,90 zł            |
| Oprawy LED 35W              | 130  | 246,00 zł   | 31 980,00 zł         |
| Oprawy LED 24W              | 2    | 387,45 zł   | 774,90 zł            |
| Koszty demonatażu i montażu |      |             | 36 715,50 zł         |
| <b>SUMA</b>                 |      |             | <b>249 634,65 zł</b> |

*Tabela 5.5 Oszczędność energii elektrycznej w wyniku modernizacji*

| Zużycie energii                                                       | MWh/rok    |
|-----------------------------------------------------------------------|------------|
| Oświetlenie wewnętrzne obiektu przed modernizacją                     | 88,6       |
| Oświetlenie wewnętrzne poddane modernizacji (zużycie po modernizacji) | 60,7       |
| Oszczędność energii użytecznej wynikająca z modernizacji              | 27,9       |
| Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]                           | <b>31%</b> |

## 5.3. Okres zwrotu inwestycji

Obliczona energia elektryczna zużywana dla potrzeb oświetlenia wewnętrznego po modernizacji wynosi 60,7 MWh/rok.

Średnioroczna cena energii elektrycznej brutto wynosi 486,96 zł/MWh (styczeń 2015)

Koszt brutto energii elektrycznej przed modernizacją wynosi 43 124,96 zł/rok, a po modernizacji 29 541,76 zł/rok.

*Tabela 6 Porównanie wariantów modernizacji oświetlenia*

| <b>Nakłady netto</b> | <b>Nakłady brutto</b> | <b>Roczna oszczędność kosztów energii [zł]</b> | <b>Okres zwrotu [lata]</b> |
|----------------------|-----------------------|------------------------------------------------|----------------------------|
| 202 955,00 zł        | <b>249 634,65 zł</b>  | 13 583,19 zł                                   | 18,4                       |

Oszczędności wynikające z modernizacji oświetlenia oszacowano na 27,9 MWh/rok, co daje 31% oszczędności.

## 6. Wariant 2

W tym wariantcie zaleca się wymianę wszystkich starych opraw znajdujących się na poziomie 0. Zamienniki są identyczne jak w Wariantcie 1, ale dotyczą mniejszej ilości opraw. Zestawienie opraw do wymiany i proponowane zamienniki zawiera Tabela 6.1.

*Tabela 6.1 Zestawienie istniejących źródeł i propozycje zamienników*

| <b>Pomieszczenie</b>      | <b>Oprawy istniejące</b> | <b>Oprawy nowe</b> |
|---------------------------|--------------------------|--------------------|
| Korytarz, klasy           | Świetlówki 2 x 36W       | Oprawy LED 49W     |
| Korytarz, klasy           | Świetlówki 4 x 18W       | Oprawy LED 49W     |
| Pomieszczenie Gospodarcze | Świetlówki 1 x 36W       | Oprawy LED 24W     |
| Szatnie                   | Świetlówki 2x18          | Oprawy LED 24W     |
| Toalety                   | Żarówki 60W              | Oprawy LED 35W     |
| Sala gimnastyczna         | Halogeny 250W            | BEZ ZMIAN          |

### 6.1. Wskaźniki

Dokonano obliczeń zużycia energii oraz zapotrzebowania na energię pierwotną, w oparciu o dane powierzchni ogrzewanej budynku, zinwentaryzowanego oświetlenia.

Tabela 6.2 zawiera wskaźniki dla stanu aktualnego obiektu, jak w Wariantcie 1.

*Tabela 6.2 Wskaźniki dla obiektu przed modernizacją*

|             |      |              |
|-------------|------|--------------|
| <b>PN</b>   | 44,3 | kW           |
| <b>LENI</b> | 27,6 | kWh/(m2*rok) |
| <b>EP</b>   | 82,8 | kWh/(m2*rok) |
| <b>QPL</b>  | 266  | MWh/rok      |

Tabela 6.3 zawiera wskaźniki dla budynku, po uwzględnieniu modernizacji Wariantu 2. Modernizacja obejmuje wymianę starych opraw na nowe na poziomie 0, na nowoczesne LED'owe, przy założeniu, iż sprawne, modernizowane wcześniej oprawy pozostają bez zmian.

*Tabela 6.3 Wskaźniki dla obiektu po modernizacji*

|                                                       |      |                           |
|-------------------------------------------------------|------|---------------------------|
| <b>PN</b>                                             | 41,2 | kW                        |
| <b>LENI</b>                                           | 25,7 | kWh/(m <sup>2</sup> *rok) |
| <b>EP</b>                                             | 77,0 | kWh/(m <sup>2</sup> *rok) |
| <b>QPL</b>                                            | 247  | MWh/rok                   |
| <b>Zmniejszenie zapotrzebowania na moc kW</b>         | 3,1  | kW                        |
| <b>Procentowe zmniejszenie zapotrzebowania na moc</b> | 7%   | %                         |

## 6.2. Nakłady i oszczędności

Koszty modernizacji oświetlenia wewnętrznego w Wariancie 2 związane są z zakupem oraz demontażem starego i montażem nowego sprzętu. W obliczeniach przyjęto oprawy uwzględnione w Tabeli 6.1. Tabela 6.4 zawiera nakłady związane z modernizacją.

Tabela 6.5 zawiera zestawienie energii na cele oświetlenia wewnętrznego zużywanej przez obiekt przed i po modernizacji.

Tabela 6.6 przedstawia zestawienie zużycia energii przed i po modernizacji w odniesieniu jedynie do opraw objętych modernizacją.

*Tabela 6.4 Nakłady związane z modernizacją oświetlenia*

| Materiał                    | Szt. | Cena brutto | Łącznie koszt brutto |
|-----------------------------|------|-------------|----------------------|
| Oprawy LED 49W              | 68   | 387,45 zł   | 26 346,60 zł         |
| Oprawy LED 24W              | 2    | 387,45 zł   | 774,90 zł            |
| Oprawy LED 35W              | 59   | 246,00 zł   | 14 514,00 zł         |
| Oprawy LED 24W              | 2    | 387,45 zł   | 774,90 zł            |
| Koszty demonatażu i montażu |      |             | 8 056,50 zł          |
| <b>SUMA</b>                 |      |             | <b>50 466,90 zł</b>  |

*Tabela 6.5 Oszczędność energii elektrycznej w wyniku modernizacji w ujęciu całego budynku*

| Zużycie energii                                                       | MWh/rok   |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| Oświetlenie wewnętrzne obiektu przed modernizacją                     | 88,6      |
| Oświetlenie wewnętrzne poddane modernizacji (zużycie po modernizacji) | 82,4      |
| Oszczędność energii użytecznej wynikająca z modernizacji              | 6,2       |
| Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]                           | <b>7%</b> |

*Tabela 6.6 Oszczędność energii elektrycznej w wyniku modernizacji w ujęciu jedynie części modernizowanej*

| <b>Zużycie energii</b>                                                | <b>MWh/rok</b> |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------|
| Oświetlenie wewnętrzne zakwalifikowane do wymiany przed modernizacją  | 17,2           |
| Oświetlenie wewnętrzne poddane modernizacji (zużycie po modernizacji) | 11             |
| Oszczędność energii użytecznej wynikająca z modernizacji              | 6,2            |
| Zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]                           | <b>36%</b>     |

### 6.3. Okres zwrotu inwestycji

Obliczona energia elektryczna zużywana dla potrzeb oświetlenia wewnętrznego po modernizacji wynosi 82,4 MWh/rok.

Średnioroczna cena energii elektrycznej brutto wynosi 486,96 zł/MWh (styczeń 2015).

Koszt brutto energii elektrycznej przed modernizacją wynosi 43 124,96 zł/rok, a po modernizacji 40 118,48 zł/rok.

*Tabela 7 Porównanie wariantów modernizacji oświetlenia*

| <b>Nakłady netto</b> | <b>Nakłady brutto</b> | <b>Roczna oszczędność kosztów energii [zł]</b> | <b>Okres zwrotu [lata]</b> |
|----------------------|-----------------------|------------------------------------------------|----------------------------|
| 41 030,00 zł         | <b>50 466,90 zł</b>   | 3 006,48 zł                                    | 16,8                       |

Oszczędności wynikające z modernizacji oświetlenia oszacowano na 6,2 MWh/rok, co daje 7% oszczędności w stosunku do całej energii zużywanej na oświetlenie w obiekcie. Oszczędność energii odniesiona do zakresu objętego modernizacją wyniesie 36 %

## 7. Podsumowanie

Przeprowadzona inwentaryzacja oraz wizja obiektu, wskazują na konieczność wymiany starych opraw na nowoczesne, energooszczędne. Występują oprawy zdekompletowane lub nie w pełni sprawne. Ze względu na przeprowadzoną uprzednio częściową wymianę opraw oświetleniowych, jeden z przedstawionych wariantów zakłada pozostawienie opraw nowych bez zmian.

Zaproponowane oświetlenie spełnia normy oświetlenia miejsca pracy. Nowe oświetlenie pozwala ograniczyć zużycie energii elektrycznej na cele oświetleniowe, w zależności od zaproponowanego wariantu, o ok. 31% lub 7%. Ograniczenie zużycia energii pozwala na zwrot inwestycji w modernizację oświetlenia w czasie około osiemnastu lat dla Wariantu 1 oraz około siedemnastu lat dla Wariantu 2. Obliczenia oszczędności zostały poczynione dla danych czasów pracy oświetlenia jak dla charakterystyki energetycznej budynku szkoły.

Z uwagi na fakt dokonanej modernizacji na dwóch poziomach i Sali gimnastycznej w roku 2014, nie jest uzasadniona wymiana źródeł światła w pełnym wymiarze. Wariant 1 przedstawiono, gdyż przynosi on wyższy efekt ekologiczny oraz mógłby być wdrażany w dłuższym horyzoncie czasowym. Obecnie do realizacji proponuje się Wariant 2 ograniczający modernizację do jeszcze nie wymienianych źródeł światła.

## 8. Efekt ekologiczny

Realizowane przedsięwzięcie przyczyni się do zmniejszenia emisji CO<sub>2</sub> wynikającego ze mniejszego zapotrzebowania na energię elektryczną.

*Tabela 7 Efekt ekologiczny*

| <b>Wariant</b> | <b>Zmniejszenie<br/>zużycia energii<br/>elektrycznej<br/>[MWh]</b> | <b>Redukcja emisji CO<sub>2</sub><br/>[kg/rok]</b> |
|----------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Wariant I      | 27,9                                                               | 23 198,85                                          |
| Wariant II     | 6,2                                                                | 5 155,30                                           |