



## Biuro Audytora Energetycznego

75-411 Koszalin, ul. Partyzantów 17, tel./fax: 094 342 54 64 [biurodelta@wp.pl](mailto:biurodelta@wp.pl)

# AUDYT ENERGETYCZNY

## MODERNIZACJA ŹRÓDŁA CIEPŁA

**ZADANIE:**        **MODERNIZACJA KOTŁOWNI GAZOWEJ  
W BUDYNKU SZKOŁY PODSTAWOWEJ  
W KARŚCINIE**

**INWESTOR:**       **GMINA KARLINO  
ul. Plac Jana Pawła II 6, 78-230 Karlino**

|                           |  |
|---------------------------|--|
| <b>Wykonawca audytu :</b> | <b>Biuro Audytora Energetycznego</b><br><b>DELTA</b><br>ul. Partyzantów 17<br>75-411 Koszalin<br>inż. Ewa Horków |
| <b>Data opracowania :</b> | <b>09/2014</b>   |

**AUDYT ENERGETYCZNY LOKALNEGO ŹRÓDŁA CIEPŁA**

| <b>1. DANE IDENTYFIKACYJNE ŹRÓDŁA CIEPŁA</b>  |  |  |  |
|---|--|--|--|
| <b>1.1 Nazwa źródła ciepła</b>  | Lokalna kotłownia gazowa                                     | <b>1.2 Rok budowy</b>                              | 1996 r.  |
| <b>1.3 Właściciel lub zarządca</b>  | GMINA KARLINO<br>ul. Plac Jana Pawła II 6,<br>78-230 Karlino | <b>1.4 Adres źródła ciepła</b>                     | Szkoła Podstawowa im. Leona Kruczkowskiego w Karścinie<br>Karścino 18<br>78-230 Karścino |
| <b>2. NAZWA I ADRES FIRMY WYKONUJĄCEJ AUDYT:</b>  |  |  |  |
| Biuro Audytora Energetycznego DELTA<br>Regon: 331082645, NIP: 669-162-78-15<br>75-411 Koszalin, ul. Partyzantów 17    |  |  |  |
| <b>3. IMIĘ I NAZWISKO ORAZ ADRES AUDYTORA KOORDYNUJĄCEGO WYKONANIE AUDYTU, POSIADANE KWALIFIKACJE, PODPIS:</b>        |  |  |  |
| inż. Ewa Horków<br>75-411 Koszalin, ul. Partyzantów 17<br>Upr. bud. nr ZPNB-U 73427/22/98, audytor KAPE SA nr rej. 48 |  |  |  |
| <b>4. WSPÓŁAUTORZY AUDYTU: IMIONA, NAZWISKA, ZAKRESY PRAC, POSIADANE KWALIFIKACJE</b>                                 |  |  |  |
| Lp  | Imię i nazwisko  | Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego | Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)   |
| 1.  | mgr inż. Piotr Horków  | Analiza techniczno-ekonomiczna                     |  |
| <b>5. MIEJSCOWOŚĆ:</b>  |  | Koszalin   | data wykonania opracowania: 07.11.2014 r.  |
| <b>6. SPIS TREŚCI:</b>  |  |  |  |
| 1. Strona tytułowa audytu energetycznego lokalnego źródła ciepła  |  |  | str. 2   |
| 2. Karta audytu energetycznego lokalnego źródła ciepła  |  |  | str. 3   |
| 3. Materiały i dane do audytu   |  |  | str. 4   |
| 4. Analiza rynku ciepła   |  |  | str. 5   |
| 5. Inwentaryzacja technologiczna  |  |  | str. 6   |
| 6. Ocena stanu technicznego źródła ciepła   |  |  | str. 7   |
| 7. Bilans ciepła w stanie istniejącym   |  |  | str. 8   |
| 8. Optymalizacja energetyczno – ekonomiczna przedsięwzięć termomodernizacyjnych                                       |  |  | str. 9   |
| 9. Bilans ciepła w stanie po modernizacji   |  |  | str. 10  |
| 10. Zestawienie nakładów inwestycyjnych przedsięwzięć   |  |  | str. 12  |
| 11. Określenie efektów energetycznych modernizacji  |  |  | str. 13  |
| 12. Określenie efektów ekonomicznych modernizacji   |  |  | str. 14  |
| 13. Określenie czasu zwrotu nakładów inwestycyjnych   |  |  | str. 16  |
| 14. Opis planowanego do wykonania zakresu robót   |  |  | str. 17  |
| 15. Określenie efektów ekologicznych modernizacji   |  |  | str. 18  |
| Załączniki  |  |  | str. 20  |

## KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO LOKALNEGO ŹRÓDŁA CIEPŁA

### TABELA 1

| 7. CHARAKTERYSTYKA TECHNOLOGICZNA   |  |  |   |  |       |       |       |
|---|--|--|---|--|-------|-------|-------|
| Wyszczególnienie  |  | Stan przed termomodernizacją   |   | Stan po termomodernizacji  |       |       |       |
| 1.  | Moc zainstalowana                        | 0,158 MW   |   | 0,17-0,18 MW   |       |       |       |
| 2.  | Rodzaj paliwa                            | Gaz ziemny GZ-30 (Ln)  |   | Gaz ziemny GZ-35 (Ls)  |       |       |       |
| 3.  | Typ urządzeń                             | Kotły niskotemperaturowe szt. 3<br>2 x 60 kW + 38 kW<br>Zasobnik c.w.u.<br>z wężownicą 200 l |   | Kaskada kotłów<br>kondensacyjnych<br>3 x 60 kW<br>Zasobnik c.w.u.<br>z wężownicą 200 l |       |       |       |
| 8. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA   |  |  |   |  |       |       |       |
| 1.  | Zapotrzebowanie na moc cieplną odbiorców | [kW]   | 141,3                                   | 141,3  |       |       |       |
| 2.  | Straty mocy cieplnej na przesyle         | [kW]   | 0,0                                     | 0,0  |       |       |       |
| 3.  | Potrzeby własne źródła                   | [kW]   | 0,0                                     | 0,0  |       |       |       |
| 4.  | Zapotrzebowanie na moc cieplną źródła    | [kW]   | 134,51                                  | 134,51   |       |       |       |
| 5.  | Zapotrzebowanie ciepła                   | [GJ/rok]   | 332,8                                   | 306,7  |       |       |       |
| 6.  | Straty przesyłania                       | [GJ/rok]   | 0,0                                     | 0,0  |       |       |       |
| 7.  | Potrzeby własne źródła                   | [GJ/rok]   | 0,0                                     | 0,0  |       |       |       |
| 8.  | Ilość wytwarzanego ciepła                | [GJ/rok]   | 332,8                                   | 306,7  |       |       |       |
| 9.  | Sprawność eksploatacyjna                 | [%]  | 86                                      | 95   |       |       |       |
| 10.   | Zużycie energii pierwotnej               | [GJ/rok]   | 387,0                                   | 322,9  |       |       |       |
| 9. PROGNOZA RYNKU CIEPŁA  |  |  |   |  |       |       |       |
| Rok   |  | 0  | 1                                       | 2  | 3     | 4     | 5     |
| Zapotrzebowanie na moc źródła   | kW                                       | 141,3  | 141,3                                   | 141,3  | 141,3 | 141,3 | 141,3 |
| Obliczeniowe zużycie energii na ogrzewanie i ciepłą wodę użytkową odbiorców | GJ/rok                                   | 387,0  | 322,9                                   | 322,9  | 322,9 | 322,9 | 322,9 |
| Prognoza efektów ekonomicznych  | zł/rok                                   |  | 5 685                                   | 5 685  | 5 685 | 5 685 | 5 685 |
| 10. EFEKTY TERMOMODERNIZACJI I WYNIKI ANALIZY EKONOMICZNEJ                  |  |  |   |  |       |       |       |
| Efekty termomodernizacji  |  |  | Wyniki analizy ekonomicznej             |  |       |       |       |
| Efekt energetyczny  | %  | 16,6   | Efekt ekonomiczny                       | zł/rok   | 5 685 |       |       |
| Całkowity koszt wytwarzania wyjściowy                                       | zł/rok                                   | 32 819   | Jednostkowy koszt wytwarzania wyjściowy | zł/GJ  | 84,80 |       |       |
| Całkowity koszt wytwarzania docelowy  | zł/rok                                   | 27 134   | Jednostkowy koszt wytwarzania docelowy  | zł/GJ  | 84,03 |       |       |
| Planowane koszty całkowite  | zł                                       | 100 000  | SPBT                                    | zł   | 17,6  |       |       |

### 3. MATERIAŁY I DANE DO AUDYTU

#### 1. Inwentaryzacja techniczno-technologiczna kotłowni.

#### 2. Poza inwentaryzacją audytor korzystał z następujących źródeł danych informacji :

- dokumentacja projektowa:

- Projekt technologii kotłowni gazowej, opracowany przez inż. Bogdan Trun w Koszalinie w sierpniu 2008 r.
- Projekt instalacji centralnego ogrzewania dla planowanej rozbudowy obiektu o salę gimnastyczną, opracowany jw. w kwietniu 2008 r.
- Projekt instalacji centralnego ogrzewania dla budynku Szkoły Podstawowej (stan po termomodernizacji) opracowany jw. w lipcu 2008 r.
- Raport kontrolny dot. modernizacji systemu grzewczego Szkoły Podstawowej w Karścinie, opracowany przez mgr inż. Roman Ciońčka, Firma Inżynieryjna INSTALEKSPERT w listopadzie 2014 r.

- inne dokumenty :

- dostarczone przez Inwestora dane eksploatacyjne dot. wielkości zużycia gazu w latach 2010 – 2013 r.
- taryfa dla paliw gazowych obowiązująca w IV kw. 2014r.
- normy i przepisy eksploatacyjne
- warunki techniczne, normy branżowe i wytyczne projektowe.

- wizja lokalna :

przeprowadzona w miesiącu listopadzie 2014 r.

#### 3. W audycie uwzględniono także wytyczne i życzenia Inwestora:

- podwyższenie sprawności wytwarzania ciepła w lokalnej kotłowni gazowej poprzez zastosowanie urządzeń o wyższej sprawności eksploatacyjnej,
- podwyższenie sprawności wewnętrznej instalacji c.o.
- osiągnięcie efektu ekologicznego wynikającego ze zmniejszenia ilości zanieczyszczeń emitowanych do atmosfery ze spalania gazu ziemnego dla celów energetycznych.

#### 4. Uwagi:

Audyt opracowano na potrzeby uzyskania dofinansowania ze środków szwajcarskiego programu współpracy z nowymi krajami członkowskimi Unii Europejskiej SWISS CONTRIBUTION.

#### 4.0 ANALIZA RYNKU CIEPŁA.

Na terenie miejscowości Karścino brak jest scentralizowanych systemów zaopatrzenia w ciepło. Dostępne nośniki energii to gaz ziemny typu Ln, gaz płynny, węgiel, olej opałowy i energia elektryczna.

Źródłem ciepła na potrzeby grzewcze i przygotowanie ciepłej wody użytkowej w budynku Szkoły Podstawowej w Karścinie jest lokalna kotłownia gazowa o mocy 158 kW.

Budynek szkoły to obiekt dwukondygnacyjny, niepodpiwniczony, o prostej bryle, wzniesiony w technologii tradycyjnej w latach 70-tych XX w. jako tzw. „1000-latka”.

W roku 2005 obiekt przeszedł gruntowną termomodernizację, w ramach której zrealizowano:

- docieplenie ścian zewnętrznych z odnową elewacji
- wymianę okien
- docieplenie stropodachu wentylowanego
- wymianę poszycia dachu
- wymianę instalacji grzewczej i jej dopasowanie do nowych potrzeb cieplnych.

Nowa instalacja grzewcza o parametrach 70/55°C wykonana została z rur miedzianych, w systemie pompowym, dwururowym. Wyposażenie instalacji stanowią grzejniki stalowe płytowe wyposażone w zawory grzejnikowe z nastawą wstępną, lecz bez głowic termostatycznych.

W opracowanym w listopadzie 2014 r. przez mgr inż. Romana Ciońcka, Firma Inżynierska INSTALEKSPERT „Raportem kontrolnym dot. modernizacji systemu grzewczego Szkoły Podstawowej w Karścinie”, analizie poddano dwa kierunki modernizacji istniejącej kotłowni, w tym możliwość zastąpienia kotłowni instalacją pomp ciepła, a także wariantowo wymianę istniejących kotłów niskotemperaturowych na kotły kondensacyjne.

Na podstawie wyników zawartych w „Raportie” ze względów ekonomicznych i funkcjonalnych nie rozpatruje się konwersji paliwa zastosowanego w lokalnym źródle ciepła. Przedmiotem audytu jest optymalizacja technologiczna kotłowni w celu podwyższenia jej sprawności eksploatacyjnej.

Obszar Gminy Karlino, w tym miejscowość Karścino, zaopatrywany jest w gaz ziemny typu Ln przez G.EN. GAZ ENERGIA Sp. z o.o. z siedzibą w Tarnowie Podgórnym. Średnie ciepło spalania w okresie 09.05.2013 – 06.05.2014 r. wyniosło 22,19 MJ/m<sup>3</sup>, wobec normatywnego ciepła spalania 23 MJ/m<sup>3</sup>. Wartość opałowa gazu w tym okresie kształtowała się na poziomie ok. 20 MJ/m<sup>3</sup>.

W grudniu 2014 r. planowana jest zamiana gazu typu Ln na gaz zaazotowany typu Ls o nominalnym cieple spalania 28,8 MJ/m<sup>3</sup> i wartości opałowej nie niższej niż 24,0 MJ/m<sup>3</sup>. Umożliwi to zastosowanie w modernizowanej kotłowni standardowych kotłów kondensacyjnych posiadających dopuszczenie do stosowania dla tego rodzaju gazu.

## 5. INWENTARYZACJA TECHNICZNA I TECHNOLOGICZNA.

Istniejąca lokalna kotłownia gazowa zlokalizowana jest w budynku Szkoły Podstawowej w Karścinie i stanowi własność Gminy Gościno. Kotłownia zabezpiecza potrzeby grzewcze i przygotowania ciepłej wody budynku szkoły.

|   |                              |
|---|------------------------------|
| Projektowane obciążenie cieplne budynku szkoły                  | $q_{1co} = 52\,510\text{ W}$ |
| Projektowane obciążenie cieplne budynku sali gimnastycznej      | $q_{2co} = 82\,000\text{ W}$ |
| Średnie godzinowe zapotrzebowanie na moc cieplną na cele c.w.u. | $q_{cwu} = 6\,800\text{ W}$  |
| Łączne zapotrzebowanie na moc cieplną na potrzeby c.o.          | $q_{co} = 141\,310\text{ W}$ |
| Parametry pracy źródła ciepła 70/55 °C.                         |                              |

Wyposażenie kotłowni stanowią trzy kotły wodne niskotemperaturowe, produkcji Torus opalane gazem ziemnym GZ-30 (Ln) o nominalnym cieple spalania 23 MJ/m<sup>3</sup>.

Zainstalowane urządzenia to kotły stalowe, płomienicowo-płomieniówkowe, wyposażone w planiki nadmuchowe, w tym dwa kotły typu TKO60 o mocy 60 kW każdy na potrzeby ogrzewania pomieszczeń i kocioł typu TKO38 o mocy 38 kW do podgrzewania ciepłej wody użytkowej. Łączna moc zainstalowana w kotłowni wynosi 158 kW.

Kotły wyposażone są w sterowniki typu SKT-11 umożliwiające kontrolę pracy kotłów oraz nastawy dobowo-tygodniowe.

Zabezpieczenie zładu w systemie zamkniętym wg PN-91/B-02414 z przeponowym naczyniem wzbiorczym.

Wyciąg spalin przez indywidualne kominy wykonane z blachy kwasoodpornej.

Dane techniczne kotłów gazowych:

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| - dopuszczalne ciśnienie robocze | 3 bar                                    |
| - dopuszczalna temperatura       | 90°C                                     |
| - stopień ochrony                | IP24                                     |
| - temperatura spalin             | 180°C                                    |
| - palniki                        | wentylatorowe Cuenod, rok budowy 1996 r. |

Węzeł ciepłej wody użytkowej wyposażony jest w podgrzewacz pojemnościowy c.w.u. z wężownicą o pojemności 200 dm<sup>3</sup>.

Uzupełnianie zładu odbywa się wodą uzdatnioną w

Budynek wyposażony jest w instalację c.o. wodną, dwururową z rozdziałem dolnym. Instalacja wykonana z rur miedzianych łączonych przez lutowanie. Jako elementy grzejne zastosowano grzejniki stalowe płytowe. Armaturę grzejnikową stanowią zawory termostaticzne z nastawą wstępną bez głowic termoregulacyjnych. Instalacja hermetyczna, odpowietrzanie następuje przez zawory odpowietrzające montowane na zakończeniach pionów c.o.

Instalacja wykonana została w 2005 r. i jej moc cieplna dostosowana jest do zapotrzebowania ciepła po termomodernizacji budynku.

## 6.0 OCENA STANU TECHNICZNEGO SYSTEMU GRZEWczego

### 6.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry. Przegrody zewnętrzne poddane zostały termomodernizacji i spełniają obowiązujących wymagań dotyczące ochrony cieplnej budynków. Stolarka okienna i drzwiowa wymieniona na nową, szczelną, wykonaną z profili PCV.

### 6.2 Źródło ciepła.

Stan techniczny kotłowni gazowej jest zły. Kotły gazowe, palniki, osprzęt i system zabezpieczeń uległ pełnej dekapitalizacji w wyniku wieloletniej eksploatacji systemu.

Sprawność wytwarzania ciepła w źródle ciepła oceniona została na poziomie średnio 86%.

Możliwe jest podwyższenie sprawności kotłowni i obniżenie kosztów eksploatacyjnych związanych z wytwarzaniem ciepła poprzez wymianę istniejących kotłów niskotemperaturowych na wysokosprawne kotły kondensacyjne.

Stan techniczny węzła ciepłej wody użytkowej jest dobry.

### 6.3. Instalacja c.o.

Instalacja wewnętrzna c.o. w 2005 roku poddana została kompleksowej modernizacji obejmującej wymianę przewodów rozprowadzających i pionów, wykonanie izolacji termicznej przewodów, montaż grzejników płytowych wyposażonych w zawory termostaticzne, o mocy dostosowanej do zmniejszonego zapotrzebowania na ciepło po termomodernizacji. Stan techniczny instalacji c.o. jest dobry.

#### Uwaga:

Przy grzejnikach brak jest głowic termostaticznych.

### 6.4. System zaopatrzenia w c.w.u.

Instalacja cwu i armatura czerpialna w dobrym stanie technicznym.

### 6.5. Roczne zużycie paliwa w kotłowni gazowej.

Zużycie gazu w kotłowni lokalnej w latach 2010-2014 przedstawiono w tabeli nr 2.

**TABELA 2**

| Lp.   | Rok 2010            | Rok 2011            | Rok 2012            | 05. 2013 –<br>05.2014 r. | Średnio             |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|
|   | m <sup>3</sup> /rok | m <sup>3</sup> /rok | m <sup>3</sup> /rok | m <sup>3</sup> /rok      | m <sup>3</sup> /rok |
| <b>Ln o śr. wartości<br/>opałowej 20 MJ/m<sup>3</sup></b> | 17375               | 20751               | 21583               | 17689                    | <b>19350</b>        |

Średnia wartość ciepła spalania w okresie 05.2013-05.2014 r. wyniosła 22,19 MJ/m<sup>3</sup>.

Do dalszej analizy przyjęto wartość opałową gazu typu Ln równą 20 MJ/m<sup>3</sup>.

## 7.0 BILANS CIEPŁA W STANIE ISTNIEJĄCYM.

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby ogrzewania i wentylacji:

$$Q_{K,1} = Q_{1,nd} / \eta_{1,tot}, \text{ oraz } \eta_{1,tot} = \eta_{1,g} * \eta_{1,d} * \eta_{1,s} * \eta_{1,e}$$

gdzie:

$Q_{1,nd}$  - zapotrzebowanie ciepła użytkowego na potrzeby ogrzewania i wentylacji (GJ/rok)

$\eta_{1,g}$  – średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła w źródle ciepła

$\eta_{1,d}$  - średnia sezonowa sprawność dystrybucji ciepła

$\eta_{1,s}$  - średnia sezonowa sprawność regulacji ciepła

$\eta_{w,e}$  - średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła

Po dokonaniu oceny stanu istniejącego lokalnej kotłowni gazowej przyjęto następujące wartości współczynników sprawności sytemu:

$\eta_{1,g} = 0,86$  kocioł gazowy niskotemperaturowy z palnikiem dwustopniowym

$\eta_{1,d} = 0,98$  izolacja cieplna przewodów w dobrym stanie technicznym

$\eta_{1,s} = 0,88$  regulacja instalacji c.o. centralna bez miejscowej

$\eta_{1,e} = 1,0$  brak zbiornika buforowego

$$\eta_{1,tot} = 0,86 \times 0,98 \times 0,88 \times 1,0 = 0,716$$

Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie energii użytkowej do ogrzewania pomieszczeń wynosi:

$$Q_{1U} = 250,6 \text{ GJ/rok}$$

Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie energii końcowej do ogrzewania pomieszczeń:

$$Q_{1,K} = 250,6 / 0,716 = 350,0 \text{ GJ/rok}$$

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby ciepłej wody użytkowej (GJ/rok):

$$Q_{2,K} = Q_{2,nd} / \eta_{2,tot}, \text{ oraz } \eta_{2,tot} = \eta_{2,g} * \eta_{2,d} * \eta_{2,s} * \eta_{2,e}$$

gdzie:

$Q_{2,nd}$  - zapotrzebowanie ciepła użytkowego do podgrzania ciepłej wody (kWh/rok)

$\eta_{2,g}$  – średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła

$\eta_{2,d}$  - średnia sezonowa sprawność dystrybucji ciepłej wody

$\eta_{2,s}$  - średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w systemie ciepłej wody

$\eta_{2,e}$  - średnia sezonowa sprawność wykorzystania

Po dokonaniu oceny stanu istniejącego węzła c.w.u. przyjęto następujące wartości współczynników sprawności systemu ciepłej wody:

$\eta_{2,g} = 0,86$  kocioł gazowy niskotemperaturowy z palnikiem dwustopniowym

$\eta_{2,d} = 0,70$  centralne przygotowanie c.w.u., instalacja z obiegami cyrkulac., przewody izolowane

$\eta_{2,s} = 0,86$  zasobnik w standardzie budynku niskoenergetycznego

$\eta_{2,e} = 1,0$  na podstawie rozporządzenia

Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie energii końcowej na potrzeby c.w.u. (wg złącznika nr 1)

$$Q_{2K} = 37,0 \text{ GJ/rok}$$

Łączna ilość energii końcowej w stanie wyjściowym:

$$Q_{1u} + Q_{2u} = 350,0 + 37,0 = 387,0 \text{ GJ/rok}$$



## 8. OPTIMALIZACJA ENERGETYCZNO - EKONOMICZNA PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH.

Proponuje się modernizację istniejącego systemu zaopatrzenia w ciepło w zakresie:

- 1) podwyższenie sprawności wytwarzania ciepła poprzez zastosowanie wysokosprawnych kotłów kondensacyjnych w miejsce istniejących kotłów niskotemperaturowych. Przyjęto zastosowanie kaskady kotłów kondensacyjnych o mocy zainstalowanej w przedziale 17-180 kW,
- 2) wprowadzenie płynnej modulacji mocy kotłów w funkcji temperatury zewnętrznej,
- 3) zastosowanie sprzęgła hydraulicznego,
- 4) montaż neutralizatora kondensatu,
- 5) dostosowanie systemu wyciągu spalin do wymagań kotłów kondensacyjnych,
- 6) montaż głowic termostatycznych przy istniejących zaworach grzejnikowych.

W wyniku wdrożenia proponowanych zmian przewiduje się osiągnięcie następujących efektów energetycznych:

- wzrost sprawności wytwarzania ciepłej wody w kotle kondensacyjnym  $\geq 95\%$
- zwiększenie sprawności instalacji grzewczej do wielkości  $\geq 0,93$
- sumaryczna sprawność instalacji grzewczej  $\eta_{\text{tot}} \geq 0,866$

## 9. BILANS CIEPŁA W STANIE PO MODERNIZACJI.

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby ogrzewania i wentylacji:

$$Q_{K,1} = Q_{1,nd} / \eta_{1,tot}, \text{ oraz } \eta_{1,tot} = \eta_{1,g} * \eta_{1,d} * \eta_{1,s} * \eta_{1,e}$$

gdzie:

$$\eta_{1,g} = 0,95 \quad \text{kocioł gazowy kondensacyjny}$$

$$\eta_{1,d} = 0,98 \quad \text{izolacja cieplna przewodów w dobrym stanie technicznym}$$

$$\eta_{1,s} = 0,93 \quad \text{regulacja centralna i miejscowa (P-2K)}$$

$$\eta_{1,e} = 1,0 \quad \text{brak zbiornika buforowego}$$

$$\eta_{1,tot} = 0,95 \times 0,98 \times 0,93 \times 1,0 = 0,866$$

Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie energii użytkowej do ogrzewania pomieszczeń:

$$Q_{1U} = 250,6 \text{ GJ/rok}$$

Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie energii końcowej do ogrzewania pomieszczeń:

$$Q_{1,K} = 250,6 / 0,884 = 289,4 \text{ GJ/rok}$$

Roczne zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby ciepłej wody użytkowej (GJ/rok):

$$Q_{2,K} = Q_{2,nd} / \eta_{2,tot}, \text{ oraz } \eta_{2,tot} = \eta_{2,g} * \eta_{2,d} * \eta_{2,s} * \eta_{2,e}$$

gdzie:

$$\eta_{2,g} = 0,95 \quad \text{kocioł gazowy kondensacyjny}$$

$$\eta_{2,d} = 0,70 \quad \text{centralne przygotowanie c.w.u., instalacja z obiegami cyrkulacyjnej, przewody izolowane}$$

$$\eta_{2,s} = 0,86 \quad \text{zasobnik w standardzie budynku niskoenergetycznego}$$

$$\eta_{2,e} = 1,0 \quad \text{na podstawie rozporządzenia}$$

Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie energii końcowej na potrzeby c.w.u. (wg złącznika nr 1)

$$Q_{2K} = 33,5 \text{ GJ/rok}$$

Łączna ilość energii końcowej w stanie wyjściowym:

$$Q_{1u} + Q_{2u} = 289,4 + 33,5 = 322,9 \text{ GJ/rok}$$

**Bilans cieplny lokalnego źródła ciepła przedstawiono w tabeli 3:**

| Tabela 3. . Prognoza zapotrzebowania na moc cieplną i ciepło z lokalnego źródła |                                    |                              |             |                           |             |         |             |         |             |         |             |         |             |             |             |
|---|------------------------------------|------------------------------|-------------|---------------------------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|-------------|-------------|
| Lp.   | Obiekt                             | Stan przed termomodernizacją |             | Okres finansowania [lata] |             |         |             |         |             |         |             |         |             |             |             |
|   |                                    |                              |             | 1                         |             | 2       |             | 3       |             | 4       |             | 5       |             | 6 i kolejne |             |
|   |                                    | q<br>kW                      | Q<br>GJ/rok | q<br>kW                   | Q<br>GJ/rok | q<br>kW | Q<br>GJ/rok | q<br>kW | Q<br>GJ/rok | q<br>kW | Q<br>GJ/rok | q<br>kW | Q<br>GJ/rok | q<br>kW     | Q<br>GJ/rok |
| 1   | 2                                  | 3                            | 4           | 5                         | 6           | 7       | 8           | 9       | 10          | 11      | 12          | 13      | 14          | 15          | 16          |
| I.  | Budynek szkoły i sala ginnastyczna | 141,3                        | 387,0       | 141,3                     | 322,9       | 141,3   | 322,9       | 141,3   | 322,9       | 141,3   | 322,9       | 141,3   | 322,9       | 141,3       | 322,9       |
| II.   | Straty przesyłania                 | 0                            | 0           | 0                         | 0           | 0       | 0           | 0       | 0           | 0       | 0           | 0       | 0           | 0           | 0           |
| III.  | Potrzeby własne źródła             | 0                            | 0           | 0                         | 0           | 0       | 0           | 0       | 0           | 0       | 0           | 0       | 0           | 0           | 0           |
| IV.   | <b>Razem</b>                       | 141,3                        | 387,0       | 141,3                     | 322,9       | 141,3   | 322,9       | 141,3   | 322,9       | 141,3   | 322,9       | 141,3   | 322,9       | 141,3       | 322,9       |

q - zapotrzebowanie na moc cieplną budynku, straty mocy cieplnej sieci w warunkach obliczeniowych lub zapotrzebowanie na moc cieplną budynku (pomieszczeń) kotłowni, kW.  
Q - roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej w standardowy sezonie grzewczym po uwzględnieniu sprawności systemu c.o. roczne straty przesyłania, ciepła lub roczne zapotrzebowanie na ciepło budynku (pomieszczeń) kotłowni, GJ/rok.

## 10. ZESTAWIENIE NAKŁADÓW INWESTYCYJNYCH PRZEDSIĘWZIĘĆ MODERNIZACYJNYCH

**TABELA 4 – Zestawienie kosztów modernizacji**

| Lp.   | Nazwa urządzenia   | Jednostki | Cena jednostkowa | Liczba jednostek | Koszt   |
|---|--|-----------|------------------|------------------|---------|
|   |  |           | zł/jedn.         | jedn.            | zł.     |
| MODERNIZACJA KOTŁOWNI GAZOWEJ I INSTALACJI C.O. |  |           |                  |                  |         |
| 1.  | <u>Modernizacja kotłowni gazowej:</u><br><br>- Demontaż istniejących kotłów niskotemperaturowych szt. 3<br><br>- Montaż kaskady kotłów kondensacyjnych z płynną regulacją mocy w przedziale 17-180 kW<br><br>- Automatyka pogodowa<br><br>- Sprzęgło hydrauliczne<br><br>- System zabezpieczeń<br><br>- Neutralizator kondensatu<br><br>- Armatura odcinająca, kontrolno-pomiarowa<br><br>Układ wyciągu spalin dla kaskady 3 kotłów kondensacyjnych<br><br>Montaż technologiczny i uruchomienie kotłowni | komplet   | 77 100           | 1                | 77 100  |
| 2.  | <u>Modernizacja instalacji grzewczej (parametry 70/55°C):</u><br><br>- Montaż głowic termostatycznych przy istniejących zaworach termostatycznych, przyjęto zastosowanie głowic wzmocnionych, zabezpieczonych przed manipulacją i kradzieżą (ogólna ilość zaworów 42 szt., przyjęto 100% głowic do montażu)  | komplet   | 100              | 42               | 4 200   |
| 3.  | Razem :  |           |                  |                  | 81 300  |
| 4.  | Podatek VAT 23%  |           |                  |                  | 18 700  |
| 5.  | Ogółem:  |           |                  |                  | 100 000 |

**Uwaga:** koszty brutto z pod. VAT.

Koszt modernizacji kotłowni na podstawie kalkulacji uproszczonej wykonania robót w oparciu o cennik urządzeń firmy Viessmann.

## 11. OKREŚLENIE EFEKTÓW ENERGETYCZNYCH.

Bilans ciepła dla stanu przed modernizacją oraz po wprowadzeniu planowanego do wykonania zakresu robót wraz z określeniem efektów energetycznych przedstawiono w tabeli 5.

**TABELA 5**

| <b>BILANS CIEPLNY ŹRÓDŁA CIEPŁA</b> |   |        |                                |                             |
|-------------------------------------|---|--------|--------------------------------|-----------------------------|
| <b>Lp.</b>                          | <b>WYSZCZEGÓLNIENIE</b>                                   |        | <b>Stan przed modernizacją</b> | <b>Stan po modernizacji</b> |
| 1                                   | 2   |        | 3                              | 4                           |
| 1                                   | Zapotrzebowanie na moc cieplną źródła                     | kW     | 141,3                          | 141,3                       |
| 2                                   | Moc cieplna zainstalowana                                 | kW     | 158,0                          | 17-180                      |
| 3                                   | Zapotrzebowanie na energię końcową                        | GJ/rok | 332,8                          | 306,7                       |
| 4                                   | Sprawność eksploatacyjna źródła ciepła (kotłownia gazowa) | %      | 86                             | 95                          |
| 5                                   | Zużycie energii pierwotnej                                | GJ/rok | 387,0                          | 322,9                       |
| 6                                   | Efekt energetyczny Ei                                     | %      | -                              | <b>16,6</b>                 |

W wyniku wymiany kotłów niskotemperaturowych na kotły kondensacyjne oraz modernizacji instalacji c.o. polegającej na montażu głowic termoregulacyjnych przy istniejących zaworach termostacyjnych uzyskany zostanie efekt energetyczny oznaczający zmniejszenia zużycie energii pierwotnej zawartej w paliwie, oszacowany na wielkość 16,6%.

## 12.0 OKREŚLENIE EFEKTÓW EKONOMICZNYCH.

### 12.1 KOSZTY WYTWARZANIA CIEPŁA W STANIE PRZED MODERNIZACJĄ

Założenia:

- wartość opałowa gazu Ln (GZ-30) 20 MJ/m<sup>3</sup>
- sprawność wytwarzania ciepła w kotłowni gazowej  $\eta_w = 0,86$
- roczne zapotrzebowanie na energię końcową w standardowym roku eksploatacji  $Q_s = 387,0 \text{ GJ}$
- zużycie gazu w standardowym roku eksploatacji  
 $V = 387\,000 \text{ MJ} / 20 \text{ MJ/m}^3 = 19\,350 \text{ m}^3$
- grupa taryfowa G.EN. GAZ ENERGIA ZLn-2(11)
- poziom cen IV kw. 2014 r.

#### 1. Koszty stałe.

- Serwis kotłowni 3 321 zł
- Konserwacja i remonty 1 500 zł
- Opłata stała za usługi przesyłowe 12 m-cy x 10,62 zł/m-c x 1,23 = 157 zł
- Abonament 12 m-cy x 4,45 zł/m-c x 1,23 = 66 zł
- Ogółem koszty stałe : 5 044 zł

#### Cena jednostkowa opłaty stałej

Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną 141,3 kW

Cena jednostkowa mocy cieplnej :

$5\,044 \text{ zł} / (0,1413 \text{ MW} \times 12 \text{ m-cy}) = 2\,974,76 \text{ zł/MWxm-c brutto z pod. VAT}$

#### 2. Koszty zmienne.

Zużycie gazu Ln w standardowym sezonie grzewczym 19 350 m<sup>3</sup>/rok

Współczynnik korygujący  $22,19 \text{ MJ/m}^3 / 23 \text{ MJ/m}^3 = 0,9648$

- Opłata za gaz :  
 $19\,350 \text{ m}^3/a \times 0,7167 \text{ zł/m}^3 \times 0,9648 \times 1,23 = 16\,457 \text{ zł}$
- Opłata zmienna za dystrybucję:  
 $19\,350 \text{ m}^3/a \times 0,4209 \text{ zł/m}^3 \times 1,23 = 10\,018 \text{ zł}$
- Energia elektryczna, woda 1 300 zł
- Ogółem : 27 775 zł

#### Cena jednostkowa opłaty zmiennej:

Ilość ciepła wytworzona w standardowym sezonie grzewczym 387,0 GJ/rok

Cena jednostkowa ciepła :

$27\,775 \text{ zł} / 387,0 = 71,77 \text{ zł/GJ brutto z pod. VAT}$

#### 3. Łączne koszty zaopatrzenia w ciepło.

$5\,044 + 27\,775 = 32\,819 \text{ zł/rok}$

## 12.2 KOSZTY WYTWARZANIA CIEPŁA W STANIE PO MODERNIZACJI

Założenia:

- wartość opałowa gazu Ln (GZ-30) 20 MJ/m<sup>3</sup>
- sprawność wytwarzania ciepła w kotłowni gazowej  $\eta_w = 0,86$
- roczne zapotrzebowanie na energię końcową w standardowym roku eksploatacji  $Q_s = 322,9 \text{ GJ}$
- zużycie gazu w standardowym roku eksploatacji  
 $V = 322\,900 \text{ MJ} / 20 \text{ MJ/m}^3 = 16\,145 \text{ m}^3$
- grupa taryfowa G.EN. GAZ ENERGIA ZLn-2(11)
- poziom cen IV kw. 2014 r.

### 4. Koszty stałe.

- Serwis kotłowni 3321 zł
- Konserwacja i remonty 500 zł
- Opłata stała za usługi przesyłowe 12 m-cy x 10,62 zł/m-c x 1,23 = 157 zł
- Abonament 12 m-cy x 4,45 zł/m-c x 1,23 = 66 zł
- Ogółem koszty stałe : 4 044 zł

#### Cena jednostkowa opłaty stałej

Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc cieplną 141,3 kW

Cena jednostkowa mocy cieplnej :

$4\,044 \text{ zł} / (0,1413 \text{ MW} \times 12 \text{ m-cy}) = \mathbf{2\,385,00 \text{ zł /MWxm-c brutto z pod. VAT}}$

### 5. Koszty zmienne.

Zużycie gazu Ln w standardowym sezonie grzewczym 16 145 m<sup>3</sup>/rok

Współczynnik korygujący  $22,19 \text{ MJ/m}^3 / 23 \text{ MJ/m}^3 = 0,9648$

- Opłata za gaz :  
 $16\,145 \text{ m}^3/a \times 0,7167 \text{ zł/m}^3 \times 0,9648 \times 1,23 = 13\,731 \text{ zł}$
- Opłata zmienna za dystrybucję:  
 $16\,145 \text{ m}^3/a \times 0,4209 \text{ zł/m}^3 \times 1,23 = 8\,358 \text{ zł}$
- Energia elektryczna, woda 1 000 zł
- Ogółem : 23 090 zł

#### Cena jednostkowa opłaty zmiennej:

Ilość ciepła wytworzona w standardowym sezonie grzewczym 322,9 GJ/rok

Cena jednostkowa ciepła :

$23\,090 \text{ zł} / 322,9 = \mathbf{71,51 \text{ zł/GJ brutto z pod. VAT}}$

### 6. Łączne koszty zaopatrzenia w ciepło.

$4\,044 + 23\,090 = \mathbf{27\,134 \text{ zł/rok}}$

Zestawienie kosztów wytwarzania ciepła dla stanu wyjściowego i po modernizacji przedstawiono w tabeli nr 6.

**TABELA 6**

| <b>TABELA 6. ZESTAWIENIE KOSZTÓW WYTWARZANIA CIEPŁA DLA STANU WYJŚCIOWEGO I PO MODERNIZACJI</b> |                         |                                   |              |              |              |              |                        |
|---|-------------------------|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------------|
| <b>Lp</b>   | <b>Zakres</b>           | <b>Koszty / efekty [zł / rok]</b> | <b>1 rok</b> | <b>2 rok</b> | <b>3 rok</b> | <b>4 rok</b> | <b>5 rok i kolejne</b> |
| 1   | 2                       | 3                                 | 4            | 5            | 6            | 7            | 8                      |
| 1   | Stan przed modernizacją | Koszt wytwarzania ciepła          | 32 819       | 32 819       | 32 819       | 32 819       | 32 819                 |
| 2   | Stan po modernizacji    | Koszt wytwarzania ciepła          | 27 134       | 27 134       | 27 134       | 27 134       | 27 134                 |
|   |                         | Efekt ekonomiczny                 | 5 685        | 5 685        | 5 685        | 5 685        | 5 685                  |

W wyniku modernizacji kotłowni i instalacji c.o. osiągnięty zostanie efekt ekonomiczny w postaci zmniejszenia kosztów zaopatrzenia w ciepło w wysokości 5 685 zł/rok.

### 13. OKREŚLENIE CZASU ZWROTU NAKŁADÓW INWESTYCYJNYCH.

Dla rozpatrywanego przedsięwzięcia modernizacyjnego obliczono prosty czas zwrotu SPBT ze wzoru:

$$SPBT = N / \Delta O_{\min} \text{ [lata]} \quad \text{gdzie:}$$

$\Delta O_{\min}$  - efekt ekonomiczny dla poszczególnych lat eksploatacji kotłowni, określony w tabeli 6 [zł/rok]

N - planowane koszty całkowite przedsięwzięć modernizacyjnych [zł].

Wyniki obliczeń przedstawiono w tabeli Nr 7:

**TABELA 7**

| <b>Lp.</b> | <b>Nakłady inwestycyjne</b> | <b>Roczne oszczędności kosztów energii</b> | <b>Przewidywany czas zwrotu nakładów SPBT</b> |
|------------|-----------------------------|--|---|
|            | (zł)                        | (zł/rok)                                   | (lat)   |
| <b>1</b>   | <b>100 000</b>              | <b>5 685</b>                               | <b>17,6</b>                                   |

Planowaną modernizację cechuje czas zwrotu nakładów inwestycyjnych, wyrażony wskaźnikiem  $SPBT = 17,6$  lat.



#### 14. OPIS PLANOWANEGO DO WYKONANIA ZAKRESU ROBÓT.

Proponuje się modernizację istniejącego systemu zaopatrzenia w ciepło w zakresie:

- 1) podwyższenie sprawności wytwarzania ciepła poprzez zastosowanie wysokosprawnych kotłów kondensacyjnych w miejsce istniejących kotłów niskotemperaturowych,
- 2) wprowadzenie płynnej modulacji mocy kotłów w funkcji temperatury zewnętrznej,
- 3) montaż sprzęgła hydraulicznego,
- 4) dostosowanie systemu wyciągu spalin do wymagań kotłów kondensacyjnych,
- 5) montaż neutralizatora kondensatu,
- 6) montaż głowic termostatycznych przy istniejących zaworach termostatycznych.

W wyniku wdrożenia proponowanych zmian przewiduje się osiągnięcie następujących efektów:

- efekt energetyczny oznaczający zmniejszenia zużycie energii pierwotnej zawartej w paliwie, oszacowany na wielkość 16,6%
- zmniejszenie zużycia gazu w przeliczeniu na gaz ziemny typu Ls o nominalnym cieple spalania  $23 \text{ MJ/m}^3$  w ilości  $3205 \text{ m}^3/\text{rok}$
- efekt ekonomiczny w postaci zmniejszenia kosztów zaopatrzenia w ciepło z lokalnej kotłowni gazowej w wysokości 5 685 zł/rok
- poniesione nakłady inwestycyjne ulegną zwrotowi z oszczędności w kosztach eksploatacji kotłowni w okresie ok. 17,6 lat.

Uwaga: modernizacja kotłowni może być przeprowadzona po wprowadzeniu przez G.EN. GAZ ENERGIA zmiany rodzaju gazu z obecnie dostarczanego gazu typu Ln na gaz typu Ls lub E.

## 15. OKREŚLENIE EFEKTÓW EKOLOGICZNYCH MODERNIZACJI.

Spalanie paliw do celów energetycznych wiąże się z emisją do atmosfery znacznych ilości zanieczyszczeń gazowych. Zanieczyszczenia gazowe obejmują związki chemiczne takie jak tlenek węgla (CO), dwutlenek węgla (CO<sub>2</sub>), dwutlenek siarki (SO<sub>2</sub>) oraz związki azotu (NO<sub>x</sub>).

Do obliczenia wielkości redukcji emisji w wyniku realizacji przedsięwzięcia przyjęto następujące założenia:

- jednostkowe wskaźniki emisji zanieczyszczeń tlenku węgla (CO), dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>), dwutlenku siarki (SO<sub>2</sub>), pyłów oraz związków azotu (NO<sub>x</sub>) ustalono na podstawie materiałów informacyjno-instruktażowych MOSZNiL „Wskaźniki emisji substancji zanieczyszczających wprowadzanych do powietrza z procesów energetycznego spalania paliw”.

Zastosowano załącznik:

Załącznik 5 „Wskaźniki unosu substancji zanieczyszczających powstających przy energetycznym spalaniu gazu ziemnego zaazotowanego”.

Efekt ekologiczny modernizacji ustalono na podstawie porównania ilości zanieczyszczeń powstających przy produkcji ciepła w stanie istniejącym oraz po modernizacji węzła, w zakresie objętym opracowaniem.

Założenia:

- roczne obliczeniowe zapotrzebowanie energii pierwotnej przed modernizacją  
387,0 GJ/rok
- roczne obliczeniowe zapotrzebowanie energii pierwotnej po modernizacji  
322,9 GJ/rok
- wartość opałowa gazu ziemnego Ln (GZ-30)  
20,0 MJ/Nm<sup>3</sup>
- zużycie gazu ziemnego Ln (GZ-30) przed modernizacją  
19 350 Nm<sup>3</sup>
- zużycie gazu ziemnego Ln (GZ-30) po modernizacji  
16 145 Nm<sup>3</sup>

Jednostkową produkcję zanieczyszczeń powstającą ze spalania gazu ziemnego zaazotowanego przedstawiono w tabeli 8 zamieszczonej poniżej :

**TABELA NR 8**

**JEDNOSTKOWA PRODUKCJA ZANIECZYSZCZEŃ Z JEDNOSTKI PALIWA :**

| Paliwo                        | Pył<br>[kg/ 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ] | NO <sub>x</sub><br>[kg/ 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ] | SO <sub>2</sub><br>[kg/ 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ] | CO<br>[kg/ 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ] | CO <sub>2</sub><br>[kg/ 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ] |
|-------------------------------|--|--|--|---|--|
| <b>Gaz ziemny<br/>typu Ln</b> | <b>10,5</b>                                  | <b>900</b>   | <b>42</b>  | <b>225</b>                                  | <b>1375000</b>   |

Po zmodernizowaniu kotłowni gazowej nastąpi zmniejszenie zużycia energii chemicznej zawartej w paliwie oraz zmiana rodzaju i struktury zanieczyszczeń. Redukcję emisji zanieczyszczeń ilustruje tabela nr 9.

**TABELA NR 9**

Porównanie emisji zanieczyszczeń przed i po modernizacji :

| Wyszczególnienie           | Stan obecny                          | Stan po modernizacji                 |
|----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
|                            | Gaz ziemny Ln<br>[ Nm <sup>3</sup> ] | Gaz ziemny Ln<br>[ Nm <sup>3</sup> ] |
| <b>Zużycie</b>             | <b>19 350</b>                        | <b>16 145</b>                        |
| Emisja zanieczyszczeń [kg] |                                      |                                      |
| <b>Pył</b>                 | 0,203                                | 0,170                                |
| <b>NO<sub>x</sub></b>      | 17,415                               | 14,531                               |
| <b>SO<sub>2</sub></b>      | 0,813                                | 0,678                                |
| <b>CO</b>                  | 4,354                                | 3,633                                |
| <b>CO<sub>2</sub></b>      | 26 606,250                           | 22 199,375                           |

Poniższa tablica ilustruje ogólną redukcję zanieczyszczeń emitowanych do atmosfery w Mg/rok.

**TABELA NR 9**

Całkowity efekt ekologiczny modernizacji [kg]

| RODZAJ<br>ZANIECZYSZCZEŃ                        | Pył<br>[kg]  | NO <sub>x</sub><br>[kg] | SO <sub>2</sub><br>[kg] | CO<br>[kg]   | CO <sub>2</sub><br>[kg] |
|---|--------------|-------------------------|-------------------------|--------------|-------------------------|
| <b>Stan przed modernizacją</b>                  | 0.203        | 17.415                  | 0.813                   | 4.354        | 26606.250               |
| <b>Stan po modernizacji</b>                     | 0.170        | 14.531                  | 0.678                   | 3.633        | 22199.375               |
| <b>REDUKCJA<br/>ZANIECZYSZCZEŃ<br/>[kg/rok]</b> | <b>0.034</b> | <b>2.885</b>            | <b>0.135</b>            | <b>0.721</b> | <b>4406.875</b>         |
| <b>REDUKCJA<br/>ZANIECZYSZCZEŃ<br/>[%]</b>      | <b>16.6%</b> | <b>16.6%</b>            | <b>16.6%</b>            | <b>16.6%</b> | <b>16.6%</b>            |

# Załącznik do audytu

## 1. Załącznik nr 1

Określenie zapotrzebowania na ciepło i moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej przed i po modernizacji źródła ciepła

## Załącznik nr 1

**Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej przed i po modernizacji systemu przygotowania ciepłej wody****1. Obliczenie zapotrzebowanie na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej.**

| Charakterystyka systemu  | Jednostka         | Wartości dla budynku – stan istniejący | Wartości dla budynku – stan po modernizacji |
|--|-------------------|--|---|
| 1  | 2                 | 3                                      | 4   |
| ciepło właściwe $c_w$  | kJ/kg*K           | 4.19                                   | 4.19  |
| gęstość wody $\rho$  | kg/m <sup>3</sup> | 1000                                   | 1000  |
| jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody $V_{cw}$   | l/os              | 5                                      | 5   |
| jed. odniesienia – ilość osób $L$  | os                | 107                                    | 107   |
| temperatura ciepłej wody w podgrzewaczu $\Theta_{cw}$  | °C                | 50                                     | 50  |
| temperatura wody zimnej $\Theta_o$   | °C                | 10                                     | 10  |
| współczynnik korekcyjny temp. $k_t$  | -                 | 1                                      | 1   |
| czas użytkowania $t_{u,z}$   | doba              | 190                                    | 190   |
| roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego:<br>$Q_{w,nd} = V_{cw} * L * c_w * \rho (\Theta_{cw} - \Theta_o) * k_t * t_{u,z} / (1000 * 3600)$ | kWh/rok           | <b>5,323.9</b>                         | <b>5,323.9</b>                              |
| sprawność wytwarzania ciepła $\eta_{w,g}$  | -                 | 0.86                                   | 0.95  |
| sprawność przesyłu ciepłej wody $\eta_{w,p}$   | -                 | 0.70                                   | 0.70  |
| sprawność akumulacji $\eta_{w,s}$  | -                 | 0.86                                   | 0.86  |
| sprawność sezonowa wykorzystania   | -                 | 1.00                                   | 1.00  |
| sprawność całkowita $\eta_{w,tot}$   | -                 | <b>0.518</b>                           | <b>0.572</b>                                |
| <b>Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego</b><br>$Q_{k,w}$  | kWh/a             | <b>10,283.4</b>                        | <b>9,309.2</b>                              |
| <b>Roczne zapotrzebowanie ciepła końcowego</b><br>$Q_{k,w}$  | GJ/a              | <b>37.0</b>                            | <b>33.5</b>                                 |

**2. Obliczenie zapotrzebowanie na moc na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej.**

| Charakterystyka systemu  | Jednostka         | Wartości dla budynku – stan istniejący | Wartości dla budynku – stan po modernizacji |
|--|-------------------|--|---|
| 1  | 2                 | 3                                      | 4   |
| Średnie godzinowe zapotrzebowanie na c.w.u. w budynku<br>$V_{h\acute{s}r} = (L \cdot V_{cw}) / (8 \cdot 1000)$   | m <sup>3</sup> /h | 0.067                                  | 0.067                                       |
| Współczynnik godzinowej nierównomierności rozbioru c.w.u.<br>$N_h = 9,32 \cdot L^{-0,244}$   | -                 | 2.98                                   | 2.98  |
| Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m <sup>3</sup> wody<br>$Q_{cwj} = cw \cdot p \cdot (\Theta_{cw} - \Theta_o) \cdot k_t / \eta_{w,to\acute{t}} / 10^6$ | GJ/m <sup>3</sup> | 0.364                                  | 0.330                                       |
| <b>Maksymalna moc c.w.u.</b><br>$q_{cwu}^{max} = V_{h\acute{s}r} \cdot Q_{cwj} \cdot N_h \cdot 10^6 / 3600$  | kW                | 20.2                                   | 18.3  |
| <b>Średnia moc c.w.u.</b><br>$q_{cwu}^{\acute{s}r} = q_{cwu}^{max} / N_h$  | kW                | 6.8                                    | 6.1   |