



Poznań, 11 sierpnia 2023 r.

AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

Modernizacja instalacji podgrzewu kleju technologicznego
w zakładzie firmy Packprofil Sp. z o.o.,
zlokalizowanym na ul. Zakładowej 3,
47-110 Kolonowskie

Dane inwestora:

Packprofil Sp. z o.o.

ul. Zakładowa 3, 47-110 Kolonowskie

NIP: 7560003799

Dane wykonawcy audytu:

WBEE Sp. z o.o.

Ul. Abpa Baraniaka 96/98, 61-245 Poznań

NIP: 7822907876



WIELKOPOLSKIE BIURO
EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

WBEE Sp. z o.o.

ul. Abpa Baraniaka 96/98, 61-245 Poznań

NIP: 7822907876

tel.: +48 792-715-465

www.wbee.pl

Spis treści

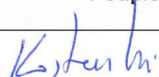
1. Dane przyjęte do audytu.....	4
2. Stan przed modernizacją	5
3. Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej.....	7
4. Obliczenia efektu energetycznego	8
5. Obliczenia oszczędności energii finalnej	9
6. Obliczenia energii pierwotnej	10
7. Obliczenia efektu ekologicznego	11
8. Obliczenia efektu ekonomicznego	13
9. Wykaz załączników.....	13

KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ	Data sporządzenia	11.08.2023
------------------------------------------------	-------------------	------------

1.	Dane ogólne	
1.1.	Zamawiający (wnioskodawca)	Packprofil Sp. z o.o.
1.2.	Nazwa przedsięwzięcia	Modernizacja instalacji podgrzewu kleju technologicznego
1.3.	Adres	ul. Zakładowa 3, 47-110 Kolonowskie
1.4.	Opis przedsięwzięcia	Przedsięwzięcia polegać ma na modernizacji instalacji podgrzewu kleju technologicznego z elektrycznych grzałek na pompę ciepła oraz grzałki elektryczne, wykorzystywane jako uzupełnienie.

2.	Wykaz przedsięwzięć			
2.1.	Rodzaj przedsięwzięcia	6.1)		
			Stan przed realizacją przedsięwzięcia	Planowany stan po realizacji przedsięwzięcia
2.1.1.	Roczne zapotrzebowanie energii finalnej	kWh/rok	279 072,00	93 024,00
		GJ/rok	-	-
2.1.2.	Roczna oszczędność energii finalnej	kWh/rok	186 048,00	
		GJ/rok	-	
2.1.3.	Roczne zapotrzebowanie energii pierwotnej	kWh/rok	697 680,00	232 560,00
		GJ/rok	-	-
2.1.4.	Roczna oszczędność energii pierwotnej	kWh/rok	465 120,00	
		GJ/rok	-	
2.1.5.	Roczna emisja CO ₂	Mg/rok	197,58	65,86
2.1.6.	Roczna redukcja emisji CO ₂	Mg/rok	131,72	

Dane osób sporządzających Audyt efektywności energetycznej				
Nr	Imię i nazwisko	Uprawnienia	Zakres zrealizowanego zadania	Podpis
1.	Adrian Kostrzewski	-	Audyt efektywności energetycznej	

1. Dane przyjęte do audytu

Przeprowadzony audyt efektywności energetycznej bazował na:

- Udostępnionych przez firmę Packprofil Sp. z o.o. informacji dotyczących zasady działania instalacji podgrzewu kleju technologicznego,
- Danych technicznych grzałek elektrycznych znajdujących się w zbiornikach,
- Pomiarów obciążenia prądowego grzałek elektrycznych,
- Roczного czasu pracy grzałek elektrycznych,
- Informacji dotyczących nowego źródła ciepła,
- Kosztów przedsięwzięcia i kosztów energii elektrycznej.

2. Stan przed modernizacją

Przedsiębiorstwo Packprofil Sp. z o.o. w celach produkcyjnych wykorzystuje znaczne ilości kleju technologicznego. Składowany jest on w 3 zbiornikach. Aby posiadał odpowiednie parametry, wymagane w procesie technologicznym, należy go podgrzewać, aby nie zastygł. Energia cieplna w zbiornikach generowana jest przez elektryczne grzałki. W każdym z zbiorników znajdują się 2 grzałki o takich samych parametrach. Sumarycznie we wszystkich zbiornikach jest, więc 6 grzałek o takich samych mocach. Proces podgrzewania kleju technologicznego w zbiorniku odbywa się w sposób na przemiany. Przez 6 godzin latem lub 7 godzin zimą, klej jest podgrzewany i mieszany. Po tym czasie mieszalnik zatrzymuje się, a przez czas 8 godzin zbiornik z klejem zostaje opróżniony na cele produkcyjne. Zbiorniki z klejem znajdują się w budynku przetwórstwa kątowników oraz w budynku produkcji kątowników.

Wygląd analizowanych grzałek elektrycznych zaprezentowano na Rys. 2.1.

Rys. 2.1 Widok grzałki elektrycznej





Dodatkowo na Rys. 2.2 zaprezentowano tabliczkę znamionową analizowanej grzałki elektrycznej, znajdującej się w zbiorniku na klej technologiczny.

Rys. 2.2 Tabliczka znamionowa grzałki elektrycznej



3. Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej

Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej polega na modernizacji instalacji podgrzewu kleju technologicznego. Klej w zbiornikach ma być podgrzewany z wykorzystaniem ciepła, pochodzącego z wysokotemperaturowych pomp ciepła. Są to urządzenia typu powietrze-woda. Oznacza to, że odbierają one ciepło z powietrza zewnętrznego, a wytwarzają gorącą wodę o temperaturze do 85°C. Grzałki elektryczne pozostaną nadal, ale stanowiąc będą jedynie awaryjne, szczytowe źródło ciepła, ogrzewające klej w momencie, gdy generacja ciepła z pompy ciepła nie będzie wystarczająca. Sumarycznie zamontowane zostaną 4 pompy ciepła. Po dwie na cele hali produkcji kątowników i przetwórstwa kątowników. Zestawienie planowanych do montażu pomp ciepła zaprezentowano poniżej w Tab. 3.1.

Tab. 3.1 Zestawienie pomp ciepła

Urządzenie	Model	Moc	Ilość	Hala
[-]	[-]	[kW]	[szt.]	[-]
Pompa ciepła	Yutaki S80 RWH-5.0NFE + RWH-5.0NFWE	14	2	3
Pompa ciepła	Yutaki S80 RWH-5.0NFE + RWH-5.0NFWE	14	2	4

4. Obliczenia efektu energetycznego

W celu określenie zużycia energii elektrycznej przez grzałki elektryczne wykonany został pomiar poboru prądu przez jedną z nich. Wszystkie 6 grzałek jest takich samych, dlatego wartość ta została uwzględniona jako pobór przez każdą z nich. W celu wyznaczenia średniego poboru mocy przez grzałkę elektryczną, wartość pobieranego prądu została wymnożona przez napięcie oraz współczynnik mocy.

$$P_{sr} = I_g \cdot U_g \cdot \cos \phi [kW]$$

$$P_{sr} = 38 \cdot 400 \cdot 0,9 = 13,68 kW$$

Gdzie:

P_{sr} – średnia moc elektryczna pobierana przez grzałkę [kW]

I_g – wartość prądu pobieranego przez grzałkę elektryczną [A]

U_g – napięcie elektryczne [V]

$\cos \phi$ - współczynnik mocy [-]

W celu określenia rocznego zużycia energii elektrycznej przez grzałki wykonano iloczyn średniej mocy pobieranej przez grzałkę, sumarycznej ilości grzałek oraz ich założonego rocznego czasu pracy.

$$E_{przed} = P_{sr} \cdot A_g \cdot t_r [kWh/rok]$$

$$E_{przed} = 13,68 \cdot 6 \cdot 3\,400 = 279\,072,0 kWh/rok$$

Gdzie:

E_{przed} – zużycie energii elektrycznej przez grzałki przed modernizacją [kWh/rok]

P_{sr} – średnia moc elektryczna pobierana przez grzałkę [kW]

A_g – ilość grzałek [szt.]

t_r – roczny czas pracy grzałek [V]

Ze względu na dobór mocy pompy ciepła odpowiadający poborowi mocy grzałki zakłada się, że pompy ciepła będą w stanie pokryć roczne zapotrzebowanie na ciepło, wymagane w procesie grzania kleju technologicznego. Średni roczny wskaźnik COP dla analizowanych pomp ciepła wynosi 3,2. Dlatego w celu uzyskania rocznego zużycia energii elektrycznej przez

pompy ciepła po modernizacji, w celu uzyskania takiej samej ilości ciepła, wyznaczono jako iloraz rocznego zużycia energii przed modernizacją i wskaźnika COP pomp ciepła.

$$E_{po} = \frac{E_{przed}}{COP} [kWh/rok]$$

$$E_{po} = \frac{279\,072}{3} = 93\,024,0 \text{ kWh/rok}$$

Gdzie:

E_{po} – zużycie energii elektrycznej przez pompy ciepła po modernizacji [kWh/rok]

E_{przed} – zużycie energii elektrycznej przez grzałki przed modernizacją [kWh/rok]

COP – wskaźnik wydajności pompy ciepła [-]

Podsumowanie uzyskanych wyników zaprezentowano w Tab. 4.2.

Tab. 4.2 Zestawienie wyników zużycia energii elektrycznej przed modernizacją i po niej

Średnia moc pobierana przez grzałkę przed modernizacją	13,68	kW
Ilość grzałek	6	szt.
Roczny czas pracy grzałek	3 400	h/rok
Roczne zużycie energii elektrycznej przez grzałki przed modernizacją	279 072,0	kWh/rok
Wskaźnik COP	3,0	-
Roczne zużycie energii elektrycznej przez pompy ciepła po modernizacji	93 024,0	kWh/rok

5. Obliczenia oszczędności energii finalnej

Średnioroczną oszczędność energii elektrycznej obliczono jako różnicę zużycia energii elektrycznej przez grzałki elektryczne przed modernizacją oraz przez pompy ciepła po modernizacji:

$$\Delta EK = E_{przed} - E_{po} [kWh/rok]$$

Gdzie:

ΔEK – roczna oszczędność energii finalnej [kWh/rok]

E_{przed} – roczne zużycie energii elektrycznej przez grzałki przed modernizacją [kWh/rok]

E_{po} – roczne zużycie energii elektrycznej przez pompy ciepła po modernizacji [kWh/rok]

Oszczędność energii elektrycznej, uzyskana w wyniku realizacji analizowanego przedsięwzięcia wyniesie:

$$\Delta EK = 279\,072,00 - 93\,024,0 = 186\,048,0 \text{ kWh/rok}$$

6. Obliczenia energii pierwotnej

W celu wyznaczenia średniorocznej ilości energii pierwotnej, należy przemnożyć zużycia energii elektrycznej przed i po modernizacji przez współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla energii elektrycznej.

Roczna ilość energii pierwotnej przed modernizacją równa się:

$$EP_{przed} = E_{przed} \cdot w_p \text{ [kWh/rok]}$$

$$EP_{przed} = 279\,072,0 \cdot 2,5 = 697\,680,0 \text{ kWh/rok}$$

Gdzie:

EP_{przed} - średnioroczna ilość energii pierwotnej zużyta przez grzałki przed modernizacją [kWh/rok],

E_{przed} - średnioroczna ilość zużycia energii elektrycznej przez grzałki przed modernizacją [kWh/rok],

w_p - wskaźnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla energii elektrycznej [-], Zgodnie z Rozporządzeniem ministra energii z dnia 5 października 2017 r. wynosi $w_p = 2,5$.

Roczna ilość energii pierwotnej po modernizacji równa się:

$$EP_{po} = E_{po} \cdot w_p \text{ [kWh/rok]}$$

$$EP_{po} = 93\,024,0 \cdot 2,5 = 232\,560,0 \text{ kWh/rok}$$

Gdzie:

EP_{po} - średnioroczna ilość energii pierwotnej zużyta przez pompy ciepła po modernizacji [kWh/rok],

E_{po} – średnioroczna ilość zużycia energii elektrycznej przez pompy ciepła po modernizacji [kWh/rok],

w_p - wskaźnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla energii elektrycznej [-], Zgodnie z Rozporządzeniem ministra energii z dnia 5 października 2017 r. wynosi $w_p = 2,5$.

Natomiast średnioroczna oszczędność energii pierwotnej, uzyskana w wyniku realizowanego przedsięwzięcia, wyniesie:

$$\Delta EP = EP_{przed} - EP_{po} [kWh/rok]$$

$$\Delta EP = 697\,680,00 - 232\,560,0 = 465\,120,0 kWh/rok$$

Gdzie:

ΔEP - średnioroczna oszczędność energii pierwotnej dzięki modernizacji [kWh/rok],

EP_{przed} - średnioroczna ilość energii pierwotnej zużyta przez grzałki przed modernizacją [kWh/rok],

EP_{po} - średnioroczna ilość energii pierwotnej zużyta przez pompy ciepła po modernizacji [kWh/rok],

w_p - wskaźnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla energii elektrycznej [-], Zgodnie z Rozporządzeniem ministra energii z dnia 5 października 2017 r. wynosi $w_p = 2,5$.

7. Obliczenia efektu ekologicznego

Wskaźnik emisyjności CO₂ dla energii elektrycznej zużywanej u odbiorców końcowych, określony na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji, opublikowanych przez KOBiZE (raport z grudnia 2022 r.) aktualny na dzień wykonania audytu wynosi:

$$W_{el,CO_2} = 708 kg/MWh$$

Szacowana emisji dwutlenku węgla przed modernizacją opisana jest zależnością:

$$Em_{CO_2-przed} = E_{przed} \cdot W_{el,CO_2} \cdot 10^{-6} [ton/rok]$$

$$Em_{CO_2-przed} = 279\,072,00 \cdot 708 \cdot 10^{-6} = \mathbf{197,58 \text{ ton/rok}}$$

gdzie:

$Em_{CO_2-przed}$ - szacowana emisja dwutlenku węgla przed modernizacją [ton/rok]

W_{el,CO_2} - wskaźnik emisji dwutlenku węgla dla 1 MWh zużytej energii elektrycznej [kg/MWh]

E_{przed} – średnioroczna ilość energii elektrycznej zużywanej przez grzałki przed modernizacją [kWh/rok]

Szacowana emisja dwutlenku węgla po modernizacji opisana jest zależnością:

$$Em_{CO_2-po} = E_{po} \cdot W_{el,CO_2} \cdot 10^{-6} [\text{ton/rok}]$$

$$Em_{CO_2-po} = 93\,024,0 \cdot 708 \cdot 10^{-6} = \mathbf{65,86 \text{ ton/rok}}$$

gdzie:

Em_{CO_2-po} - szacowana emisja dwutlenku węgla po modernizacji [ton/rok]

W_{el,CO_2} - wskaźnik emisji dwutlenku węgla dla 1 MWh zużytej energii elektrycznej [kg/MWh]

E_{po} – średnioroczna ilość energii elektrycznej zużywanej przez pompy ciepła po modernizacji [kWh/rok]

Szacowana redukcja emisji dwutlenku węgla dzięki modernizacji opisana jest zależnością:

$$\Delta R_{CO_2} = Em_{CO_2-przed} - Em_{CO_2-po} [\text{ton/rok}]$$

$$\Delta R_{CO_2} = 197,58 - 65,86 = \mathbf{131,72 \text{ ton/rok}}$$

gdzie:

ΔR_{CO_2} – szacowana redukcja emisji dwutlenku węgla dzięki modernizacji [ton/rok]

$Em_{CO_2-przed}$ - szacowana emisja dwutlenku węgla przed modernizacją [ton/rok]

Em_{CO_2-po} - szacowana emisja dwutlenku węgla po modernizacji [ton/rok]

8. Obliczenia efektu ekonomicznego

Efektem ekonomicznym modernizacji jest oszczędność finansowa wynikająca ze zmniejszenia zużycia energii elektrycznej. Na potrzeby audytu wykonano analizę opłacalności przedsięwzięcia polegającą na wyznaczenia prostego czasu zwrotu z inwestycji zgodnie z zależnością:

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_i} [lat]$$

gdzie:

K_i - koszty inwestycyjne netto [zł]

Z_i - oszczędność finansowa uzyskana w wyniku modernizacji [zł/rok]

Przyjęte wartości obliczeniowe:

- koszt zakupu pomp ciepła: 403 881,60 zł
- jednostkowa cena energii elektrycznej i dystrybucji: 0,783 zł/kWh

Podsumowanie obliczeń ekonomicznych przedstawiono w Tab. 8.1.

Tab. 8.1 Podsumowanie analizy ekonomicznej

Koszty	Zakup i montaż pomp ciepła	403 881,60	zł netto
	Koszt robocizny	wliczony	zł netto
	Koszt całkowity	403 881,60	zł netto
Oszczędności	Oszczędność energii elektrycznej	186 048,0	kWh/rok
	Jednostkowa cena energii elektrycznej	0,783	zł/kWh
	Oszczędność finansowa z tytułu zmniejszenia zużycia energii elektrycznej	145 675,58	zł/rok
	SPBT	2,8	lat

9. Wykaz załączników

Brak