

Audyt modernizacji oświetlenia wewnętrznego oraz montażu instalacji PV

dla obiektu użyteczności publicznej / zadania:

Kompleksowa termomodernizacja przyszkolnej Hali
Widowiskowo-Sportowej oraz modernizacja kotłowni w
budynku Zespołu Szkół w Kleszczewie.

ul. Poznańska 2
63-005 Kleszczewo

Audytor: inż. Józef Zieleziński

Poznań, luty 2020

AUDYT MODERNIZACJI OŚWIETLENIA WEWNĘTRZNEGO ORAZ MONTAŻU INSTALACJI PV

dla budynku :

**Kompleksowa termomodernizacja
przyszkolnej Hali Widowiskowo-Sportowej
oraz modernizacja kotłowni w budynku
Zespołu Szkół w Kleszczewie.**

Adres budynku	ulica: Poznańska 2 kod: 63-005 miejscowość : Kleszczewo powiat: poznański województwo: wielkopolskie
Wykonawca audytu	imię i nazwisko : Józef Zieleziński tytuł zawodowy: Inżynier uprawnienia : NAPE NR 12/98 nr opracowania 01/010/2020

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku					
1.	Dane identyfikacyjne budynku				
1.1.	Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej - budynek oświatowy	1.2.	Rok budowy	1967/1984/1999
1.3.	Zarządca budynku	Zarządca - Właściciel: Urząd Gminy w Kleszczewie ul. Poznańska 4 63-005 Kleszczewo	1.4.	Adres budynku	63-005 Kleszczewo Poznańska 2
2.	Nazwa, nr. REGON i adres firmy wykonującej audyt				
	TERMOENERGY Józef Zieleziński ul. Arystofenesa 85 60-461 Poznań REGON : 634458024				
3.	Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis				
	Audytor Energetyczny Józef Zieleziński PESEL : 48021605291 ul. Arystofenesa 85 60-461 Poznań Uprawnienia: NAPE NR 12/98				
4.	Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje				
Lp.	Imię i nazwisko		Zakres udziału w opracowaniu audytu		Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)
1					
2					
5.	Miejscowość	Poznań	Data wykonania opracowania piątek, 28 luty 2020		
6.	Spis treści				
	1. Strona tytułową 2. Karta audytu energetycznego 3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku 4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku 5. Ocena stanu technicznego budynku 6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych 7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego 8. Opis wariantu optymalnego 9. Załączniki				

2. Karta audytu energetycznego budynku ¹⁾				
Dane ogólne			Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Konstrukcja/technologia budynku	-	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	-	4,00	4,00
3.	Kubatura części ogrzewanej	m ³	24914,40	24914,40
4.	Powierzchnia netto budynku	m ²	6203,90	6203,90
5.	Powierzchnia ogrzewana części mieszkalnej	m ²	-	-
6.	Powierzchnia ogrzewana lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych	m ²	6014,90	6014,90
7.	Liczba lokali mieszkalnych	-	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	-	553	553
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	-	Centralna kotłownia gazowa	Gazowe absorbcyjne pompy ciepła
10.	Rodzaj systemu grzewczego budynku	-	Centralnie w kotłowni gazowej	Centralnie w kotłowni gazowej
11.	Współczynnik kształtu A/V	1/m	0,419	0,419
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	-	-
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane				
1.	Ściany zewnętrzne docieplone	W/m ² K	0,221	0,221
2.	Ściany zewnętrzne hali sportowej	W/m ² K	0,562	0,192
3.	Okna (średnio)	W/m ² K	1,189	1,084
4.	Drzwi zewnętrzne (średnio)	W/m ² K	2,250	1,300
5.	Podłoga na gruncie (średnio)	W/m ² K	0,484	0,484
6.	Strop pod nieogrzewanym poddaszem	W/m ² K	0,187	0,187
7.	Dach budynku szkoły	W/m ² K	1,893	1,893
8.	Stropodach budynku szkoły	W/m ² K	0,175	0,175
9.	Dach hali sportowej	W/m ² K	0,392	0,137
3. Sprawności składowe systemu grzewczego i współczynniki uwzględniające przerwy w ogrzewaniu				
1.	Sprawność wytwarzania		0,94	1,30
2.	Sprawność przesyłu		0,96	0,96
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania		0,88	0,88
4.	Sprawność akumulacji		1,00	0,93
5.	Uwzględnienie przerwy na ogrzewania w okresie tygodnia		1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby		0,95	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej				
1.	Sprawność wytwarzania		0,88	0,88
2.	Sprawność przesyłu		0,80	0,80
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania		1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji		0,80	0,85
5. Parametry sposobu użytkowania instalacji oświetlenia				
1.	Jednostkowa moc opraw oświetlenia budynku P _N [W/m ²]		8,01	3,43
2.	Współczynnik utrzymania poziomu oświetlenia w zależności od sposobu regulacji MF		1,00	1,00
3.	Współczynnik uwzględniający obniżenie poziomu natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego F _C		1,00	1,00
4.	Współczynnik uwzględniający obecność pracowników w miejscu pracy F ₀		1,00	1,00
5.	Współczynnik uwzględniający wpływ światła dziennego F _D		1,00	1,00
6.	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia t _D [h/rok]		1800,00	1800,00
7.	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy t _N [h/rok]		200,00	200,00

6. Charakterystyka systemu wentylacji		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1.	Rodzaj wentylacji (naturalna, mechaniczna, inna)	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	22783	23357
4.	Krotność wymian powietrza [1/h]	0,914	0,937
7. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	463,820	295,621
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie ciepłej wody użytkowej [kW]	46,400	46,400
3.	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/a]	1890,25	1033,08
4.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/a]	2261,32	960,90
5.	Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej (w nawiasie podano wartość z uwzględnieniem sprawności systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej) [GJ/a]	182,14 (323,40)	182,14 (304,37)
6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/a]	brak	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie ciepłej wody użytkowej (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/a]	brak	-
8.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² /a)]	84,64	46,26
9.	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [kWh/(m ² /a)]	101,25	43,02
10. 2)	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	5,05%
11.	Roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną na oświetlenie wewnętrzne (znak "minus" oznacza produkcję energii do sieci lub na inne cele) [kWh/a]	36 720,00	12 200,00
12.	Roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia ocenianego budynku - Liczbowy wskaźnik energii oświetlenia LENI [kWh/(m ² /a)]	16,03	6,85
8. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ ciepła do ogrzewania budynku ³⁾ [zł/GJ]	48,90	48,90
2.	Koszt za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
3.	Koszt za 1 GJ ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej ³⁾ [zł/m ³]	48,90	48,90
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie ciepłej wody użytkowej na miesiąc ⁴⁾ [zł/(MW m-c)]	0,00	0,00
5.	Miesięczna opłata abonamentowa dla nośników ciepła [zł/m-c]	0,00	0,00
6.	Opłata za 1 kWh energii elektrycznej	0,65	0,65
7.	Opłata za 1 kW mocy elektrycznej zamówionej na miesiąc	15,60	15,60
8.	Miesięczna opłata abonamentowa dla energii elektrycznej [zł/m-c]	0,00	0,00
9. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	2 458 944,95 zł	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]	51,05%
Planowane koszty całkowite [zł]	2 892 876,41 zł	Premia termomodernizacyjna [zł]	132 171,74 zł
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/a]	66 085,87 zł		
10. Charakterystyka ekonomiczna modernizacji oświetlenia wewnętrznego oraz instalacji PV.			
Planowana kwota kredytu [zł]	209 109,69 zł	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię elektryczną na cele oświetlenia [%]	66,78%
Planowane koszty całkowite [zł]	246 011,40 zł	Roczna oszczędność kosztów energii [zł]	26 143,00 zł
¹⁾ Dla budynku składającego się z części o różnych funkcjach użytkowych należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku ²⁾ U _{OZE} [%] obliczany zgodnie z rozporządzeniem dotyczącym sporządzania świadectw, jako udział odnawialnych źródeł energii w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową dostarczaną do budynku dla systemu grzewczego oraz przygotowania c.w.u. ³⁾ Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii ⁴⁾ Stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii			

3. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

3a. Ogólne dane o budynku

Własność		prywatna		spółdzielcza		komunalna	X	jednostki budżetowe			
Przeznaczenie budynku			mieszkalny			mieszkaniowo-usługowy			biurowy	X	inny
Adres : ulica		Poznańska				numer domu		2			
Kod pocztowy		63-005				miejsowość		Kleszczewo			
Gmina	Kleszczewo		Powiat	pozański		województwo		wielkopolskie			
Budynek		wolnostojący		X		segment w zabudowie szeregowej					
		bliźniak				blok mieszkalny, wielorodzinny					
		Przeznaczenie budynku			Budynek użyteczności publicznej - budynek oświatowy						

Rok budowy	1967/1984/1999				Rok zasiedlenia	1967/1984/1999				
-------------------	----------------	--	--	--	------------------------	----------------	--	--	--	--

Technologia budynku		UW-2Ż-cegła żerańska		PBU-62		"Szczecin"		monolit
		RWB		UW 2-J		W-70		szkieletowa
		BSK		WUF-62		Wk-70		ramowa
		RBM-73		WUF-T		SBM-75	X	tradycyjna
		RWP-75		OWT-67		ZSBO		WP - "Rataje"
		PBU-59		OWT-75		"Stolica"		inna, jaka:
UWAGI :								

1	Powierzchnia zabudowana ¹⁾	m ²	3464	11	Liczba klatek schodowych	-	4
2	Kubatura budynku ²⁾	m ³	31143	12	Liczba kondygnacji	-	4
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, szybów, wind, otwartych wnęk, loggii i galerii	m ³	24914	13	Wysokość kondygnacji w świetle	m	3,3/3,6
4	Powierzchnia użytkowa ¹⁾	m ²	5482	14	Liczba użytkowników	-	553
5	Powierzchnia korytarzy i klatek schodowych	m ²	722	15	Liczba mieszkań	-	
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym	m ²	-	16	w tym : o powierzchni <50 m ²	-	
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy ³⁾	m ²	-	17	o powierzchni 50-100 m ²	-	
8	Powierzchnia usługowa pomieszczeń ogrzewanych ³⁾	m ²	-	18	o powierzchni >100 m ²	-	
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [4+5+6+7+8]	m ²	6204	19	Liczba mieszkań z WC w łazience	-	
10	Budynek podpiwniczony	-	tak	20	Liczba mieszkań z WC osobno	-	

¹⁾ wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków. Podział, określenia i zasady obmiaru

²⁾ wg PN-69/B-02360 Kubatura budynków. Zasady obliczania.

³⁾ podać przeznaczenie pomieszczeń

3.b. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek składa się z trzech części: starej i nowej części szkoły oraz skrzydła hali sportowej z łącznikiem.

Stara część budynku szkoły jest podpiwniczona. Nowa część budynku szkoły o trzech kondygnacjach nadziemnych, hala sportowa oraz starsza część budynku szkolnego o dwóch kondygnacjach nadziemnych. Budynek szkolny zbudowany w technologii tradycyjnej z cegły ceramiczne pełnej oraz pustaków ceramicznych, ze ścianami o grubości 41, 54 oraz 78 cm otynkowanymi i stropami ceramicznymi oraz wykonanymi z płyt prefabrykowanych wielokanałowych typu "Żerań" i stropami ceramicznymi typu DZ - 3.

Budynki dydaktyczne poddane termomodernizacji w 2017 r. zgodnie z ówczesnie obowiązującymi przepisami.

Schody żelbetowe.

Tynki ścian hali sportowej i łącznika spękane, w wielu miejscach liczne ubytki.

Flewacja hali gimnastycznej wyeksploatowana - wymaga napraw i odświeżenia

Najstarsza część budynku dydaktycznego przykryta jest dachem o konstrukcji drewnianej, wielospadowym, krytym dachówką ceramiczną. Pozostała część budynku dydaktycznego (nowa część), zaplecze hali sportowej oraz łącznik przykrywa stropodach wentylowany z prefabrykowanych płyt korytkowych opartych na prefabrykowanych ściankach kolankowych. Nad salą gimnastyczną wykonany jest dach płaski o konstrukcji stalowej przykryty płytami dachowymi w technologii ASTRON systemu DSR. Dach sali gimnastycznej oraz stropodachy kryte papą na lepiku.

Stropy ceramiczne oraz wykonane z płyt prefabrykowanych wielokanałowych typu "Żerań" i stropy ceramiczne typu DZ - 3.

Starą część szkoły przykrywa nieużytkowe poddasze o wysokości od 0,00 m do 8,00 m. Połacie dachowe wykonane są jako płaszczyzna z desek, na konstrukcji z belek drewnianych, pokryte dachówką ceramiczną.

Dachy budynków dydaktycznych poddane termomodernizacji w 2017 r. zgodnie z ówczesnie obowiązującymi przepisami.

Dachy i stropodachy hali sportowej wyeksploatowane. Wymagają remontu i termoizolacji

Okna w pomieszczeniach użytkowych oraz na klatkach schodowych budynku pierwotnie wykonane jako drewniane, podwójnie szklone, o bardzo niskiej szczelności.

W trakcie termomodernizacji 2017 r. wymieniono wszystkie okna w budynkach dydaktycznych. Do wymiany pozostały okna na hali sportowej.

Średnią wartość współczynnika przenikania ciepła okien ocenia się na : $U = 1,189 \text{ W/m}^2\text{K}$

Część okien budynku została wymieniona w trakcie termomodernizacji w 2017 r. Inwestor zamierza wymienić obecnie 66,2 m² okien na hali sportowej (co stanowi 8,06% całego przeszklenia). Na chwilę obecną nowych okien z PCV lub aluminium w budynku występuje 755,7 m² co stanowi 91,94% całej stolarki okiennej.

Drzwi wejściowe, zewnętrzne pierwotnie wykonane były z drewna lub blachy stalowej. W trakcie termomodernizacji 2017 r. wymieniono wszystkie drzwi w budynkach dydaktycznych. Do wymiany pozostały drzwi zewnętrzne na hali sportowej.

Średnią wartość współczynnika przenikania ciepła drzwi zewnętrznych ocenia się na : $U = 2,250 \text{ W/m}^2\text{K}$

Część drzwi budynku została wymieniona w trakcie termomodernizacji w 2017 r. Inwestor zamierza wymienić obecnie 43,1 m² drzwi co stanowi 55,90% wszystkich drzwi. W trakcie termomodernizacji 2017 r. się wymieniono 34,0 m² (co stanowi z kolei 44,10% stolarki drzwiowej) drzwi w części dydaktycznej obiektu.

Podłogę w piwnicy stanowi 15 cm warstwa betonu ułożona na posypce żwirowej. Wykończenie posadzek w piwnicach , kuchni, korytarzach, hallach i na klatkach schodowych stanowi lastryko. W pomieszczeniach dydaktycznych podłogi wykończone są parkietem dębowym . W pomieszczeniu stołówki i świetlicy położona jest wykładzina PCV.

3.b. Opis techniczny podstawowych elementów budynku - ciąg dalszy

Zestawienie danych dotyczących przegród budowlanych

L.p	Opis	Powierzchnia		U_K	Powierzchnia okien	U_{okna}	Powierzchnia drzwi	U_{drzwi}
		całkowita	do obliczeń strat ciepła					
		m ²	m ²					
1	Ściany zewnętrzne docieplone	1960,94	1913,11	0,221				
2	Ściany zewnętrzne hali sportowej	1206,55	933,80	0,562				
3	Okna (średnio)				821,88	1,189		
4	Drzwi zewnętrzne (średnio)						77,14	2,250
5	Podłoga na gruncie (średnio)	3127,35	3127,35	0,484				
6	Strop pod nieogrzewanym poddaszem	600,47	582,98	0,187				
7	Dach budynku szkoły	1744,00	1744,00	1,893				
8	Stropodach budynku szkoły	647,82	641,41	0,175				
9	Dach hali sportowej	1175,32	1157,95	0,392				
10	Stropodach zaplecza hali sportowej	355,10	351,58	0,304				
11	Naświetle (poliwęglan) hali sportowej	230,12	230,12	2,530				
12	Mur z pustaków szklanych (luksfery)	107,25	107,25	2,564				
13	Ściany przy gruncie	130,51	124,89	0,233				
14	Dach łącznika hali sportowej	278,04	273,93	0,308				

3.c. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	q_{moc} [kW]	463,820
	Zapotrzebowanie na moc cieplną na cele c.w.u.	q_{moc} [kW]	46,400
2.	Zamówiona moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)	q [kW]	brak
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H [GJ]	1890,25
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m ³ a]	brak
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_s [GJ]	2261,32
6.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	0,00
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	48,90
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,00
	Taryfa opłat (z VAT) - instalacja elektryczna		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/kW	15,60
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/kWh	0,65

3.d. Charakterystyka systemu ogrzewania

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Ciepło dostarczane z lokalnej kotłowni gazowej zlokalizowanej w budynku. Kotłownia gazowa z automatyką pogodową i palnikami nadmuchowymi. Instalacja z rozdziałem dolnym.
2.	Parametry pracy instalacji	90/70 0C
3.	Przewody w instalacji	Stalowe, czarne, spawane, prowadzone po wierzchu, bez zaworów podpionowych. Stan zadowalający
4.	Rodzaje grzejników	żeliwne, członowe oraz stalowe, żebrowane rury grzejne
5.	Oslonięcie grzejników	częściowo
6.	Zawory termostatyczne	tak
7.	Sprawności składowe systemu grzewczego	$\eta_g = 0,94$ $\eta_d = 0,96$ $\eta_e = 0,88$ $\eta_s = 1,00$ $\eta_g * \eta_d * \eta_e * \eta_s = 0,79$
8.	Liczba dni ogrzewania w tygodniu/liczba godzin na dobę	7/16
9.	Modernizacja instalacji w latach 1985-2001	tak

3.e. Charakterystyka instalacji oświetleniowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Typ instalacji	Tradycyjna instalacja oświetleniowa ze źródłami światła częściowo wyposażonymi w elementy żarowe a w przeważającej części w jarzeniowe źródła światła (światłówki). Instalacja całkowicie sterowana ręcznie. Źródłem energii dla oświetlenia obiektu jest sieć elektroenergetyczna.
2.	Parametry pracy instalacji	230 V
3.	Elementy układu regulacji	Brak

3.f. Charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym		
1.	Rodzaj instalacji	Ciepła woda użytkowa przygotowywana centralnie w kotłowni gazowej . Centralna instalacja c.w.u. łącznie z instalacją cyrkulacyjną		
2.	Piony i ich izolacja	Piony prowadzone w szachtach , zaizolowane		
3.	Opomiarowanie (wodomierze indywidualne)	brak		
4.	Zużycie ciepłej wody określone wg. pomiaru	m ³ /m-c	brak danych	-

3.g. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna / mechaniczna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	22 783

3.h. Charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni w budynku

System grzewczy :	W budynku funkcjonuje system grzewczy , w którym ciepło dostarczane z lokalnej kotłowni gazowej wyposażonej w automatykę pogodową oraz palniki nadmuchowe a stalowa instalacja centralnego ogrzewania wyposażona jest zawory termostatyczne. Ze względu na wiek oraz koszty eksploatacji zachodzi potrzeba usprawnienia istniejącego źródła ciepła budynku.
-------------------	--

4. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

4.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dostateczny. Elewacja wymaga natychmiastowego odświeżenia i renowacji. Stolarka okienna jest w niedostatecznym stanie, o niskiej szczelności. Budynek nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnej wartości wskaźnika E sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym, gdyż przegrody zewnętrzne mają niską izolacyjność termiczną.

4.2. System grzewczy

W budynku funkcjonuje system grzewczy, w którym ciepło dostarczane z lokalnej kotłowni gazowej wyposażonej w automatykę pogodową oraz palniki nadmuchowe a stalowa instalacja centralnego ogrzewania wyposażona jest zawory termostaticzne.

Ze względu na wiek oraz koszty eksploatacji zachodzi potrzeba usprawnienia istniejącego źródła ciepła budynku.

4.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

Instalacja c.w.u. utrzymywana w dobrym stanie technicznym. Nie zachodzi potrzeba modernizacji.

4.4. Instalacja oświetlenia wewnętrznego

W budynku funkcjonuje instalacja, w której oświetlenie realizowane jest poprzez tradycyjną instalację oświetleniową ze źródłami światła częściowo wyposażonymi w elementy żarowe a w przeważającej części w jarzeniowe źródła światła (światłówki). Instalacja całkowicie sterowana ręcznie.

Źródłem energii dla oświetlenia obiektu jest sieć elektroenergetyczna.

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	Przegrody zewnętrzne Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [W/m ² K]	Należy docieplić przegrody zewnętrzne - dla ścian $U \leq 0,250$ - dla dachu/stropodachu $U \leq 0,200$ - dla stropu nad piwnicą $U \leq 0,250$
2	Okna hali sportowej są nieszczelne w średnim stanie technicznym o współczynniku przenikania ciepła : $U = 2,200$ W/m ² K	Pożądana wymiana okien na bardziej szczelne o współczynniku U nie większym niż 0,900 W/m ² K.
3	Wentylacja grawitacyjna - nie stwierdza się zbyt małego przewietrzania. W okresie zimowym występuje nieznacznie nadmierny napływ zimnego powietrza co zwiększa zużycie energii na ogrzewanie	Możliwe obniżenie zużycia ciepła przez wprowadzenie wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła w większości budynku.
4	Instalacja ciepłej wody użytkowej - c.w.u. przygotowywane centralnie w kotłowni gazowej	Nie zachodzi potrzeba modernizacji instalacji ciepłej wody użytkowej.
5	System grzewczy - wbudowana kotłownia gazowa i stalowa instalacja grzewcza. System grzewczy wymaga modernizacji.	Zaleca się modernizację źródła ciepła opartą o gazowe, absorbcyjne, powietrzne pompy ciepła współpracujące z kotłami gazowymi, kondensacyjnymi.
6	Instalacja oświetleniowa - tradycyjna instalacja oświetlenia wyposażona w jarzeniowe oraz żarowe źródła światła. Instalacja sterowana ręcznie	Instalacja oświetlenia wymaga modernizacji. Zaleca się modernizację instalacji oświetleniowej opartą na wymianie istniejących źródeł światła na nowe, pracujące w technologii typu LED oraz montaż instalacji PV.

5. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. zmniejszenia zapotrzebowania na energię na cele oświetlenia wewnętrznego budynku.

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie	Jednostki	W stanie obecnym	Po termo-modernizacji
Współczynnik utrzymania poziomu oświetlenia w zależności od sposobu regulacji	MF	1,00	1,00
Współczynnik uwzględniający obniżenie poziomu natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego	F_C	1,00	1,00
Współczynnik uwzględniający obecność pracowników w miejscu pracy	F_O	1,00	1,00
Współczynnik uwzględniający wpływ światła dziennego	F_D	1,00	1,00
Czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia [h/rok]	t_D	1800,00	1800,00
Czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy [h/rok]	t_N	200,00	200,00
Opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem energii	zł/kWh	0,65	0,65
Miesięczna opłata abonamentowa	zł/m-c	15,60	15,60

5.1. Kalkulacja rocznego zużycia energii do oświetlenia budynku

5.1.1. Kalkulacja rocznego zużycia energii do oświetlenia budynku - stan istniejący

Rodzaj budynku	Budynek przeznaczony na potrzeby oświaty, szkolnictwa wyższego, nauki
Współczynnik utrzymania poziomu oświetlenia w zależności od sposobu regulacji	Regulacja ręczna
Współczynnik uwzględniający obniżenie poziomu natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego	Regulacja ręczna
Współczynnik uwzględniający obecność pracowników w miejscu pracy	Regulacja ręczna
Współczynnik uwzględniający wpływ światła dziennego	Regulacja ręczna

Wyszczególnienie	Symbol	Wartość	Jednostka
Moc zainstalowana opraw oświetlenia podstawowego (na podstawie inwentaryzacji)	$P_{\text{rzeczywiste}}$	18 360,00	[W]
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń	A_u	2 291,40	[m ²]
Jednostkowa moc opraw oświetlenia budynku	P_N	8,01	[W/m ²]
Współczynnik utrzymania poziomu oświetlenia w zależności od sposobu regulacji	MF	1,00	-
Współczynnik uwzględniający obniżenie poziomu natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego	F_C	1,00	-
Współczynnik uwzględniający obecność pracowników w miejscu pracy	F_O	1,00	-
Współczynnik uwzględniający wpływ światła dziennego	F_D	1,00	-
Czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia [h/rok]	t_D	1 800,00	[h/a]
Czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy [h/rok]	t_N	200,00	[h/a]
Roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia ocenianego budynku - Liczbowy wskaźnik energii oświetlenia	LENI	16,03	kWh/(m ² /a)
Roczne zużycie energii do oświetlenia ocenianego budynku	E_L	36 720,00	kWh/a

5.1.2. Kalkulacja rocznego zużycia energii do oświetlenia budynku - stan po modernizacji

Rodzaj budynku	Budynek przeznaczony na potrzeby oświaty, szkolnictwa wyższego, nauki
Współczynnik utrzymania poziomu oświetlenia w zależności od sposobu regulacji	Regulacja ręczna
Współczynnik uwzględniający obniżenie poziomu natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego	Regulacja ręczna
Współczynnik uwzględniający obecność pracowników w miejscu pracy	Regulacja ręczna
Współczynnik uwzględniający wpływ światła dziennego	Regulacja ręczna

Wyszczególnienie	Symbol	Wartość	Jednostka
Moc zainstalowana opraw oświetlenia podstawowego (na podstawie inwentaryzacji)	$P_{\text{rzeczywiste}}$	7 850,00	[W]
Powierzchnia użytkowa pomieszczeń	A_u	2 291,40	[m ²]
Jednostkowa moc opraw oświetlenia budynku	P_N	3,43	[W/m ²]
Współczynnik utrzymania poziomu oświetlenia w zależności od sposobu regulacji	MF	1,00	-
Współczynnik uwzględniający obniżenie poziomu natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego	F_C	1,00	-
Współczynnik uwzględniający obecność pracowników w miejscu pracy	F_O	1,00	-
Współczynnik uwzględniający wpływ światła dziennego	F_D	1,00	-
Czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia [h/rok]	t_D	1 800,00	[h/a]
Czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy [h/rok]	t_N	200,00	[h/a]
Roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia ocenianego budynku - Liczbowy wskaźnik energii oświetlenia	LENi	6,85	kWh/(m ² /a)
Roczne zużycie energii do oświetlenia ocenianego budynku	E_L	15 700,00	kWh/a

5.1.3. Ocena opłacalności zastosowania oświetlenia energooszczędnego typu LED w pomieszczeniach hali sportowej				Usprawnienie
				Oświetlenie
<p>Dane:</p> <p>Zestawienie oprav oświetleniowych wykonane na podstawie inwentaryzacji własnej instalacji oświetlenia wbudowanego budynku</p> <p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Przewiduje się zastosowanie nowych, bardziej efektywnych świetlówek kompaktowych z zapłonem elektronicznym bądź żarówek LED o wyższej sprawności w miejsce tradycyjnych oprav świetlówkowych oraz oprav z żarowymi źródłami światła.</p>				
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Po modernizacji
1	Całkowita moc zainstalowana	kW	18,360	7,850
2	Całkowity roczny czas użytkowania oświetlenia	h/a	2 000,00	2 000,00
3	Energia elektryczna na potrzeby oświetlenia	kWh/a	36 720,00	15 700,00
4	Koszt energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia	zł/a	23 868,00	10 205,00
5	Roczna oszczędność kosztów oświetlenia	zł/a		13 663,00
6	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		51,00
7	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		116 861,40
8	$SPBT = N_U / \Delta O_{ru}$	lata		8,55
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Koszt wymiany oświetlenia wg oferty rynkowej z terenu inwestycji. Koszt usprawnienia stanowi iloczyn ceny jednostkowej wymienianego źródła światła oraz całkowitej ilości danych oprav w rozpatrywanym budynku.</p>				

5.1.3. Ocena opłacalności zastosowania instalacji fotowoltaiczne PV w budynku			Usprawnienie	
			Instalacja PV	
<p>Dane:</p> <p>Symulacja produkcji energii elektrycznej przy zastosowaniu zestawu paneli fotowoltaicznych o łącznej mocy 19,470 kW - Załącznik nr 3</p>				
<p>Opis wariantów usprawnienia</p> <p>Przewiduje się wykonanie instalacji fotowoltaicznej w tzw. systemie sieciowym (on-line). System o mocy 19,470 kW składa się z 66 szt. monokrystalicznych modułów fotowoltaicznych o sprawności 17,1 % i wymiarach 1,00 x 1,60 m każdy. Wyprodukuje on w pierwszym roku pracy około 19200 kWh energii elektrycznej dostępnej na potrzeby szkoły oraz z możliwością odprowadzenia nadwyżek tejże energii do sieci energetycznej przez licznik dwustronny.</p>				
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Po modernizacji
1	Całkowita moc zainstalowana	kW	50,000	30,530
3	Zapotrzebowanie na energię elektryczną obiektu.	kWh/a	31 400,00	12 200,00
4	Koszt wykorzystania energii elektrycznej	zł/a	20 410,00	7 930,00
5	Roczna oszczędność kosztów energii elektrycznej	zł/a		12 480,00
6	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		129 150,00
7	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		10,35
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Koszt wykonania instalacji fotowoltaicznej PV wg oferty rynkowej z terenu inwestycji.</p>				

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

Załącznik 1 Inwentaryzacja instalacji oświetleniowej budynku

Załącznik 2 Zestawienie przewidywanych po modernizacji źródeł światła typu LED w budynku

Załącznik 3 Symulacja produkcji energii elektrycznej przy zastosowaniu zestawu paneli fotowoltaicznych o łącznej mocy 19,470 kW

Załącznik 1

Inwentaryzacja instalacji oświetleniowej budynku

L.p.	Rodzaj źródła światła	Moc źródła	Ilość	Moc łączna	Uwagi
		[W]	[szt]	[W]	
1.	Oprawa rtęciowa	400,0	35	14 000,00	-
2.	Oprawa żarowa	60,0	10	600,00	-
3	Oprawa jarzeniowa	100,0	32	3200,00	-
4	Oprawa sodowa	70,0	8	560,00	
	RAZEM		85	18 360,00	

Załącznik 2

Zestawienie przewidywanych po modernizacji źródeł światła typu LED w budynku

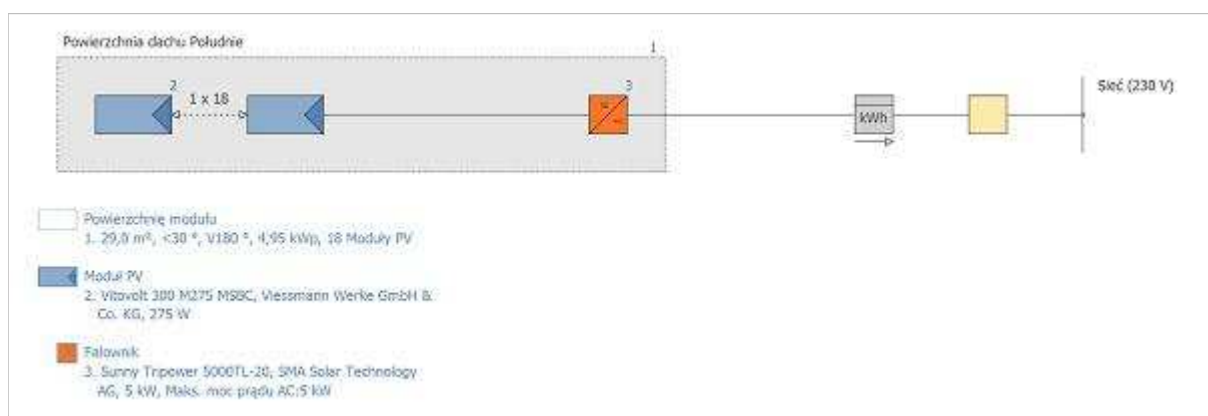
L.p.	Rodzaj źródła światła	Moc źródła	Ilość	Moc łączna
		[W]	[szt]	[W]
1.	Oprawa LED 250 W	250,0	25	6 250,00
2.	Oprawa LED 20 W	20,0	10	200,00
3.	Oprawa LED 35 W	35,0	32	1120,00
4.	Oprawa LED 35 W	35,0	8	280,00
RAZEM			75	7 850,00

Załącznik 3



3D, Instalacja PV podłączona do sieci - Pełne zasilanie

Dane klimatyczne	Poznań (1986 - 2005)
Moc generatora PV	19,47 kWp
Powierzchnia generatora PV	116,0 m ²
Liczba modułów PV	66
Liczba falowników	1



Zysk

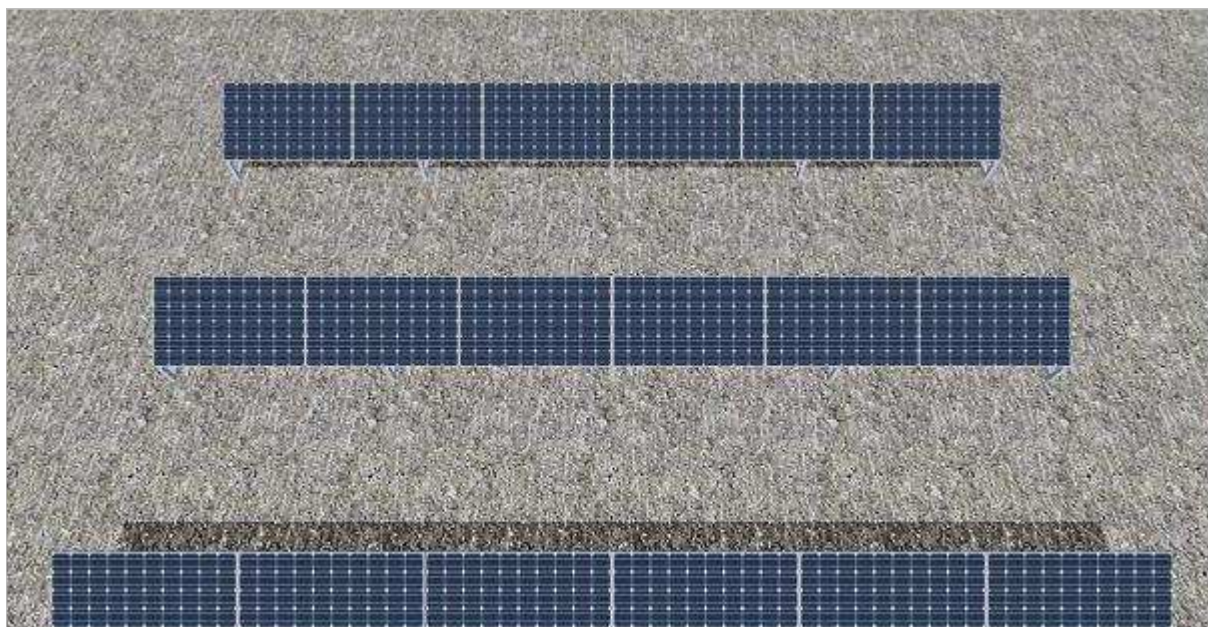
Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	19 248 kWh
Spec. uzysk roczny	972,19 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	84,3 %
Calculation of Shading Losses	0,9 %/rok
Emisja CO ₂ , której dało się uniknąć:	11 480 kg / rok

Struktura instalacji

Dane klimatyczne	poznań
Rodzaj instalacji	3D, Instalacja PV podłączona do sieci - Pełne zasilanie

Generator PV Powierzchnię modułu

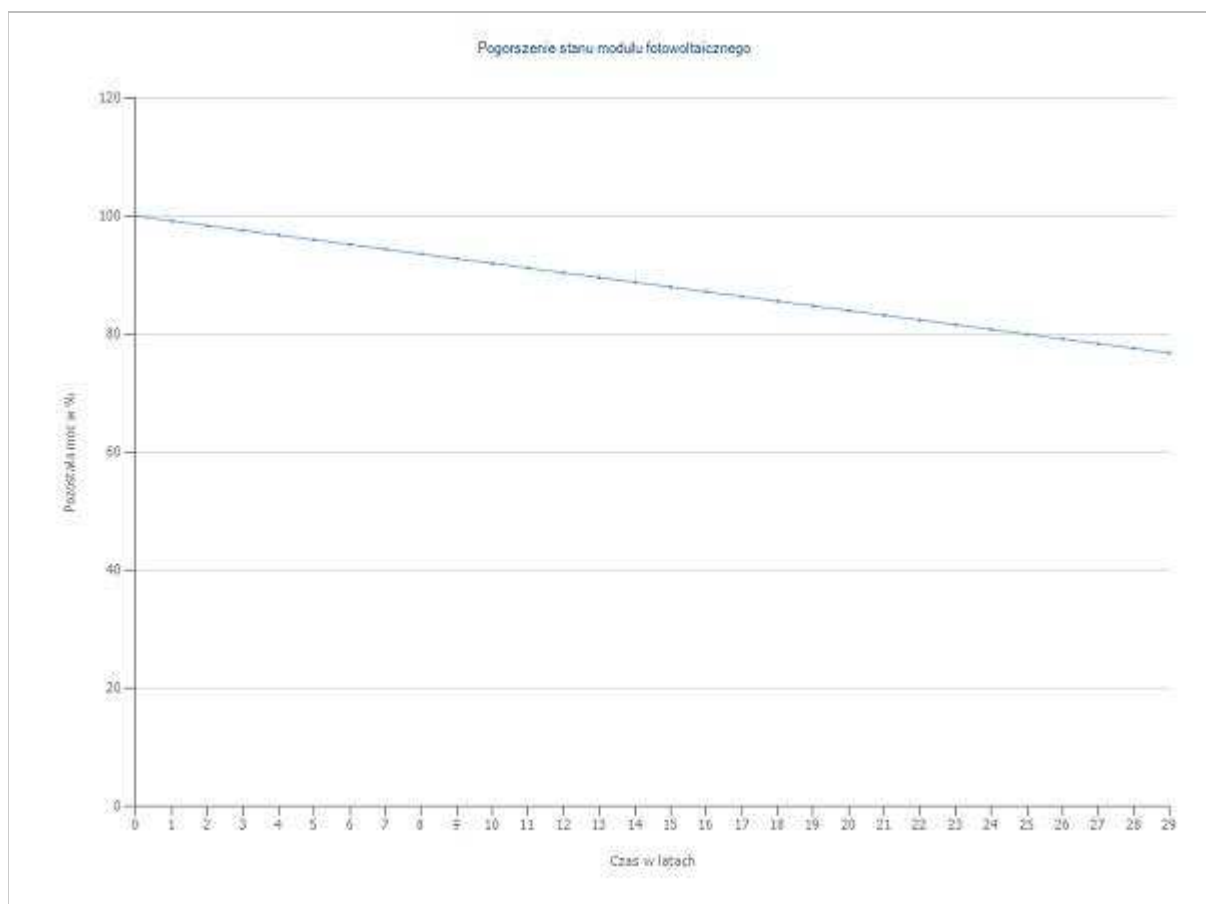
Nazwa	Powierzchnia dachu Południe
Moduły PV*	66 x Vitovolt 300 M275 MSBC
Producent	Viessmann Werke GmbH & Co. KG
Nachylenie	30 °
Orientacja	Południe (180 °)
Rodzaj montażu	Wolnostojący na dachu płaskim
Powierzchnia generatora PV	116,0 m ²



Rysunek: Projektowanie 3D do Powierzchnia dachu Południe

Straty

Moc pozostała po 25 Lata	80 %
--------------------------	------



Ilustracja: Pogorszenie stanu modułu fotowoltaicznego dla Powierzchnia dachu Południe

Falownik

Powierzchnię modułu

Falownik 4*
Producent
Konfiguracja

Powierzchnia dachu Południe

4 x Sunny Tripower 5000TL-20
SMA Solar Technology AG
MPP 1: 4 x 18 | MPP 2: wolne

Sieć AC

Liczba faz
Napięcie sieciowe (jednofazowe)
Współczynnik mocy (cos phi)

3
230 V
+/- 1

Kabel

Strata całkowita

0,47 %

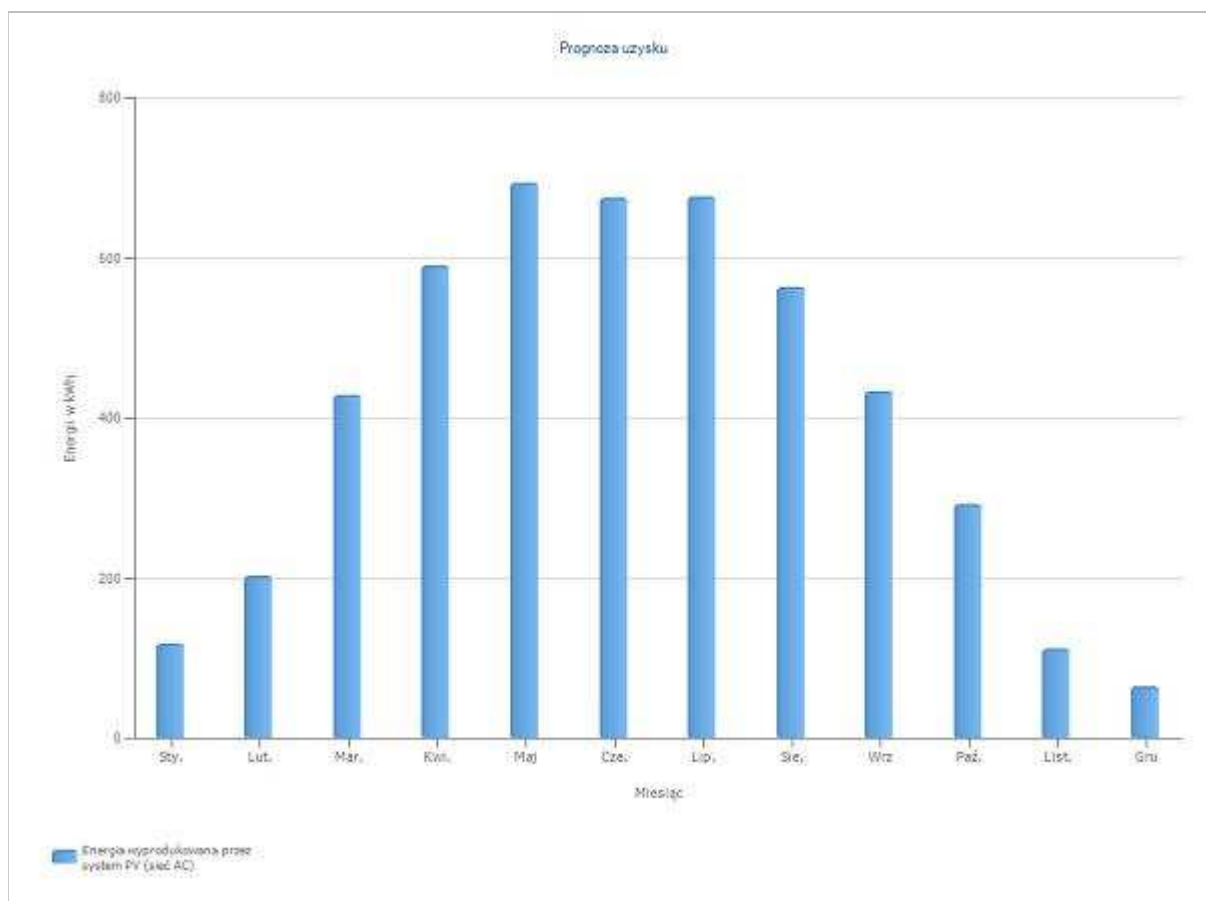
* Obowiązują warunki gwarancyjne poszczególnych producentów

Wyniki symulacji

Instalacja PV

Moc generatora PV	20 kWp
Spec. uzysk roczny	972,19 kWh/kWp
Stosunek wydajności (PR)	84,3 %
Zmniejszenie uzysku na skutek zacienienia	0,9 %/rok

Energia oddana do sieci	19 212 kWh/rok
Energia oddana do sieci w pierwszym roku (łącznie z degradacją modułu)	19 108 kWh/rok
Pobór w trybie czuwania	76 kWh/rok
Emisja CO ₂ , której udało się uniknąć:	11 480 kg / rok



Ilustracja: Prognoza uzysku

Bilans energetyczny instalacji PV

Promieniowanie globalne, poziomo	1 028,7 kWh/m²	
Odchylenie od standardowego widma	-10,29 kWh/m ²	-1,00 %
Orientacja i nachylenie modułów fotowoltaicznych	134,08 kWh/m ²	13,17 %
Zacienienie promieniowania dyfuzyjnego przez horyzont	0,00 kWh/m ²	0,00 %
Odbicia na powierzchni modułu	-53,33 kWh/m ²	-4,63 %
Globalne nasłonecznienie na moduł	1 099,1 kWh/m²	

$$\begin{aligned} & 1\,099,1 \text{ kWh/m}^2 \\ & \times 116 \text{ m}^2 \\ & = 127\,502,0 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Globalne nasłonecznienie PV	127 502,0 kWh	
Zanieczyszczenie	0,00 kWh	0,00 %
Konwersja STC (współczynnik sprawności znamionowej modułu 17,08 %)	-105 723,6 kWh	-82,92 %

Znamionowa energia PV	21 778,4 kWh	
Zacienienie częściowe specyficzne dla modułu	-48,76 kWh	-0,22 %
Zachowanie w warunkach słabego oświetlenia	-743,56 kWh	-3,42 %
Odchylenie od znamionowej temperatury modułu	-373,0 kWh	-1,78 %
Diody	-9,08 kWh	-0,04 %
Niedopasowanie (dane producenta)	-412,08 kWh	-2,00 %
Niedopasowanie (konfiguracja/zacienienie)	-6,68 kWh	-0,03 %
Przewód fazowy	-26,72 kWh	-0,13 %

Energia PV (prądu stałego) bez regulacji falownika	20 158,4 kWh	
Regulacja zakresu napięcia MPP	0,00 kWh	0,00 %
Regulacja maks. prądu stałego	0,00 kWh	0,00 %
Regulacja maks. mocy prądu stałego	0,00 kWh	0,00 %
Regulacja maks. mocy prądu przemiennego/cos phi	0,00 kWh	0,00 %
Adaptacja MPP	-36,8 kWh	-0,18 %
Energia PV (DC)	20 121,6 kWh	

Energia na wejściu falownika	20 121,6 kWh	
Odchylenie napięcia wejściowego od znamionowego	-26,6 kWh	-0,13 %
Konwersja z prądu stałego na przemienny	-826,48 kWh	-4,11 %
Pobór w trybie czuwania	-74,24 kWh	-0,39 %
Przewód AC	-19,32 kWh	-0,10 %
Energia PV (AC) odjęć zużycie podczas czuwania	19 175,2 kWh	
Energia oddana do sieci	19 249,2 kWh	

Moduł PV: Vitovolt 300 M275 MSBC

Producent	Viessmann Werke GmbH & Co. KG
Dostępny	Tak

Dane elektryczne

Typ ogniwa	Si monokrystaliczny
Tylko falownik transformatorowy	Nie
Liczba ogniw	60
Liczba diod by-pass	3

Dane mechaniczne

Szerokość	983 mm
Wysokość	1639 mm
Głębokość	40 mm
Szerokość ramki	12 mm
Ciężar	19 kg
Obramowany	Nie

Parametry U/I przy STC

Napięcie w MPP	32,3 V
Natężenie prądu w MPP	8,52 A
Moc znamionowa	275 W
Napięcie obwodu otwartego	38,7 V
Prąd zwarciov	9,03 A
Podwyższenie napięcia obwodu otwartego przed stabilizacją	0 %

Parametry obciążenia częściowego U/I

Zródło wartości	Producent/własne
Nasłonecznienie	200 W/m ²
Napięcie w MPP przy obciążeniu częściowym	31,91 V
Natężenie prądu w MPP przy obciążeniu częściowym	1,62 A
Napięcie obwodu otwartego przy obciążeniu częściowym	35,79 V
Prąd zwarciov przy obciążeniu częściowym	1,72 A

Dalsze

Współczynnik napięciowy	-116,1 mV/K
Współczynnik natężenia prądu	5,42 mA/K
Współczynnik mocy	-0,44 %/K
Współczynnik kąta padania	95 %
Maksymalne napięcie systemowe	1000 V
Spec. pojemność cieplna	920 J/(kg*K)
Współczynnik absorpcji	70 %
Współczynnik emisji	85 %

Falownik: Sunny Tripower 5000TL-20

Producent	SMA Solar Technology AG
Dostępny	Tak

Dane elektryczne

Moc znamionowa DC	5,1 kW
Moc znamionowa AC	5 kW
Maks. moc prądu DC	5,1 kW
Maks. moc prądu AC	5 kW
Pobór w trybie czuwania	12,5 W
Zużycie nocne	1 W
Zasilanie od	84 W
Maks. prąd wejściowy	21 A
Maks. napięcie wejściowe	1000 V
Napięcie znamionowe DC	580 V
Liczba faz zasilających	3
Liczba wejść DC	4
Z transformatorem	Nie
Zmiana stopnia sprawności w przypadku odchylenia napięcia wejściowego prądu od napięcia znamionowego	-0,49 %/100V

Tracker MPP

Zakres mocy < 20% mocy znamionowej	97 %
Zakres mocy > 20% mocy znamionowej	100 %
Liczba trackerów MPP (punktów mocy maksymalnej)	2

Tracker MPP 1	
Maks. prąd wejściowy na tracker MPP	11 A
Maks. moc wejściowa na tracker MPP	5,1 kW
Min. napięcie MPP	150 V
Max. napięcie MPP	800 V

Tracker MPP 2	
Maks. prąd wejściowy na tracker MPP	10 A
Maks. moc wejściowa na tracker MPP	5,1 kW
Min. napięcie MPP	150 V
Max. napięcie MPP	800 V

