

**Analiza możliwości racjonalnego wykorzystania pod względem technicznym, ekonomicznym i środowiskowym odnawialnych źródeł energii (OZE) w projektowanym budynku.**

<b>OBIEKT:</b>	<i>Termomodernizacja Szkoły Podstawowej w Osieku – Budynek nr 1</i>
<b>LOKALIZACJA:</b>	<i>dz. nr 432/2 obr. Osiek, gmina Osiek, ul. Partyzantów Kociewskich 51</i>

# 1. Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji:

Miesiąc	Średnia temperatura zewn. w miesiącu	Liczba godzin w m-cu	Temperatura wewn. dla okresu ogrzewania	Współczynnik strat ciepła przez przenikanie	Miesięczne straty ciepła przez przenikanie	Współczynnik strat ciepła na wentylację	Miesięczne straty ciepła przez wentylację	Miesięczne straty ciepła przez przenikanie i wentylację	Miesięczne zyski ciepła od promieniowania słonecznego	Miesięczne zyski ciepła wewnętrzne	Miesięczne zyski ciepła wewnętrzne i od słońca	Parametr numeryczny	Stosunek zysków ciepła do strat ciepła	Współczynnik efektywności wykorzystania zysków ciepła	Miesięczne zapotrzebowanie ciepła do ogrzewania i wentylacji
n	$\theta_e$	$t_m$	$\theta_{int,H}$	$H_{tr}$	$Q_{tr}=H_{tr} \cdot (q_{int,H}-q_e) \cdot t_m \cdot 10^{-3}$	$H_{ve}$	$Q_{ve}=H_{ve} \cdot (\theta_{int,H}-\theta_e) \cdot t_m \cdot 10^{-3}$	$Q_{H,ht}=Q_{tr}+Q_{ve}$	$Q_{sol}$	$Q_i$	$Q_{H,gn}=Q_{int}+Q_{sol}$	$a_H$	$g_H=Q_{H,gn}/Q_{H,ht}$	$h_{H,gn}=(1-g_H^{a_H})/(1-g_H^{a_H+1})$	$Q_{H,nd,n}=Q_{H,ht}-h_{H,ng} \cdot Q_{H,gn}$
	$^{\circ}C$	h/m-c	$^{\circ}C$	W/K	kWh/m-c	W/K	kWh/m-c	kWh/m-c	kWh/m-c	kWh/m-c	kWh/m-c	-	-	-	kWh/m-c
styczeń	2,0	744	20,2	688,90	9 328,26	89,60	1213,26	10 541,51	2 103,15	3 995,28	6 098,43	2,32	0,58	0,8586	5 305
lut	1,2	672	20,2	688,90	8 795,88	89,60	1144,01	9 939,89	2 342,55	3 608,64	5 951,19	2,32	0,60	0,8507	4 877
marzec	3,5	744	20,2	688,90	8 559,44	89,60	1113,26	9 672,71	4 352,25	3 995,28	8 347,53	2,32	0,86	0,7484	3 425
kwiecień	7,7	720	20,2	688,90	6 200,10	89,60	806,40	7 006,50	5 833,80	3 866,40	9 700,20	2,32	1,38	0,5795	1 385
maj	10,7	744	20,2	688,90	4 869,15	89,60	633,29	5 502,44	7 816,20	3 995,28	11 811,48	2,32	2,15	0,4199	542
czerwiec		0	20,2	688,90	0,00	89,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,32			0
lipiec		0	20,2	688,90	0,00	89,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,32			0
sierpień		0	20,2	688,90	0,00	89,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,32			0
wrzesień	14,5	720	20,2	688,90	2 827,25	89,60	367,72	3 194,96	5 148,15	3 866,40	9 014,55	2,32	2,82	0,3331	192
październik	8,7	744	20,2	688,90	5 894,23	89,60	766,62	6 660,85	3 196,20	3 995,28	7 191,48	2,32	1,08	0,6716	1 831
listopad	4,0	720	20,2	688,90	8 035,33	89,60	1045,09	9 080,42	1 603,35	3 866,40	5 469,75	2,32	0,60	0,8493	4 435
grudzień	1,9	744	20,2	688,90	9 379,51	89,60	1219,92	10 599,43	1 377,60	3 995,28	5 372,88	2,32	0,51	0,8861	5 838
		6 552						<b>Roczne zapotrzebowanie na energię (ciepło) użytkowe do ogrzewania i wentylacji</b>						$Q_{H,nd}=SQ_{H,nd,n}$	<b>27 832</b>

Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do ogrzewania i wentylacji: $Q_{H,nd}=\sum Q_{H,nd,n}$	<b>27832kWh/rok</b>
--	---------------------

## 2. Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową na potrzeby c.w.u.

jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody użytkowej	$V_{CW}$	$0,8dm^3/(Af*do\text{ba})$
powierzchnia o regulowanej temperaturze	$A_f$	$537m^2$
ciepło właściwe wody	$c_w$	$4,19\text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$
gęstość wody	$\rho_w$	$1000\text{ kg}/m^3$
temperatura ciepłej wody w zaworze czerpalnym	$\theta_{CW}$	$55^\circ\text{C}$
temperatura wody zimnej	$\theta_o$	$10^\circ\text{C}$
współczynnik korekcyjny	$K_r$	$0,55$
czas użytkowania	$t_{uz}$	$280\text{doby}/\text{rok}$
<b>Roczne zapotrzebowanie ciepła użytkowego na podgrzanie wody</b>	<b><math>Q_{W,nd}</math></b>	<b><math>3465\text{kWh}/\text{rok}</math></b>

## 3. Wykorzystanie OZE w systemie C.O.

### Stan projektowany

Źródłem ciepła na potrzeby centralnego ogrzewania w budynku będzie decyzją inwestora stałoparametrowy kocioł na paliwo stałe (węgiel/ekogroszek) zlokalizowany w kotłowni budynku. Biorąc pod uwagę obecną cenę węgla opałowego jako paliwa i sprawność wytwarzania ciepła takiego kotła (ok. 82%), koszt wytworzenia jednego GJ energii cieplnej (przy wartości opałowej najlepszej jakości 'ekogroszku' 26 MJ/kg) będzie wynosił około 26 PLN netto.

Decyzja uwarunkowana była głównie względami ekonomicznymi a także dostępnością na okolicznym rynku wysokiej jakości tego typu paliwa.

### Możliwości zmiany systemu

Alternatywnym rozwiązaniem byłoby zastosowanie kotła wykorzystującego biomase. Taki kocioł z automatycznym podajnikiem na: polana, brykiety, palety czy zrębki, którego sprawność waha się w granicach ok. 82-85%, wytwarzał by 1GJ energii cieplnej już w granicach 21zł netto czyli 5zł taniej od systemu przyjętego do realizacji. Jednakże wyznacznikiem jest w tym wypadku kotłownia, której przeróbka na większą na potrzeby magazynowania znacznych gabarytów biomasy jako paliwa z powodu tak niewielkiej różnicy kosztów wytworzenia energii byłaby nie ekonomiczna.

Możliwym technicznie do wykorzystania odnawialnym źródłem ciepła (OZE) byłaby teoretycznie np. gruntowa pompa ciepła. Biorąc jednak pod uwagę dzisiejsze koszty energii elektrycznej (które z roku na rok są coraz wyższe), oraz średniosezonową sprawność wytworzenia ciepła (COP) nawet bardzo wydajnej pompy ciepła, którą można przyjąć na poziomie 3,3 do 3,9, cena wytworzenia jednego GJ energii cieplnej będzie wynosiła około 34 PLN netto.

## 4. Wykorzystanie OZE w systemie przygotowania c.w.u.

### Stan projektowany

Ciepła woda użytkowa będzie przygotowywana w elektrycznych podgrzewaczach przepływowych. Jest to standardowe rozwiązanie najczęściej stosowane przy tego typu ogrzewaniu. Dodatkowym atutem jest tu dostępność, szeroki wybór urządzeń oraz niskie koszty montażu.

Normatywne zużycie ciepłej wody dla tego typu budynków wynosi ok. 0,8l/na 1m<sup>2</sup> pow. ogrzewanej/dobę. Oznacza to roczne zapotrzebowanie na ciepłą wodę w analizowanym budynku na poziomie ok. 107m<sup>3</sup>. Biorąc pod uwagę bardzo sprawność całkowitą przygotowania ciepłej wody ( $\eta_{tot} = 0,96$ ), koszt przygotowania 1m<sup>3</sup> ciepłej wody będzie wynosił około 25pln netto. Roczny koszt przygotowania ciepłej wody użytkowej wyniesie zatem około 2675PLN netto.

### Możliwości zmiany systemu

Kolektory słoneczne na potrzeby c.w.u.:

Aby wykorzystać solarne podgrzewanie ciepłej wody należałoby przebudować cały system przygotowania c.w.u. Po pierwsze należałoby zapewnić możliwość centralnego przygotowania ciepłej wody użytkowej w zasobniku ładowanym z dwóch źródeł: kotła C.O. oraz systemu solarnego. Dopiero do tego typu zasobnika (z dodatkową węzownicą solarną umieszczonego w budynku głównym) można podłączyć kolektory słoneczne.

Analiza przygotowania c.w.u. w zasobniku z wykorzystaniem kolektorów słonecznych:

Założenia:

- roczne zapotrzebowanie na c.w.u. – ok. 100m<sup>3</sup>
- stopień pokrycia produkcji c.w.u. z kolektorów słonecznych – ok. 50%

W systemie solarnym koszt przygotowania i dostarczenia ciepłej wody do punktu poboru wyniesie około 15PLN/m<sup>3</sup> netto. Daje to oszczędność na poziomie ok. 10PLN netto na 1m<sup>3</sup> wody ciepłej użytkowej.

Przy założonym stopniu pokrycia zapotrzebowania na CWU z kolektorów słonecznych na poziomie 50%, całkowity roczny koszt wytworzenia dla tej ilości ciepłej wody w systemie hybrydowym dwóch źródeł wyniesie około 2000PLN netto.

Z tego wynika, że roczna suma oszczędności z zastosowania kolektorów słonecznych to w tym przypadku ok. 675PLN netto.

Dodatkowym kosztem tego rozwiązania, będzie praca pompy ładującej zasobnik c.w.u z pompy, sama praca pompy solarnej, oraz pompy cyrkulacyjnej. Bez projektu instalacyjnego trudno ocenić moce potrzebnych pomp, lecz orientacyjny koszt prądu zużywanego przez te pompy w ciągu roku wyniesie około 200- 300 PLN netto.

Na koszty inwestycyjne analizowanego systemu składają się m.in.:

- zakup i zamontowanie solarnego zasobnika CWU z podwójną węzownicą,
- kolektory słoneczne z jednostką sterującą,
- wykonanie zasilania zasobnika z kotła węglowego,

Koszty te trudno ocenić, lecz nawet przy ewentualnym wykorzystaniu dofinansowania państwowego na tego typu inwestycje, system ten nie będzie absolutnie opłacalny.

## 5. Energia elektryczna z modułów PV

Typ modułów PV, (dla których wykonano obliczenia):

### **SolarWorld SunModule SW225 mono black**

Pola modułów PV wyznaczono dla wymiarów geometrycznych modułów SW225 rozmieszczonych na dachu najlepiej pod optymalnym kątem 45° tak, aby się wzajemnie nie zasłaniały.

Możliwe jest wykorzystanie energii słonecznej do produkcji energii elektrycznej na potrzeby użytkowe budynku. Należy wykonać instalację paneli fotowoltaicznych rozmieszczonych na połąci dachowej obiektu. Tak wykonana instalacja wymieniaby energię promieniowania słonecznego w energię elektryczną zużywaną następnie w obiekcie.

### **Moc elektrowni słonecznej dla 5szt. modułów PV:**

Obliczenia wykonano dla lokalizacji – Skórcz

Moc prądu elektrycznego  $P_m$  wytwarzanego przez 1m<sup>2</sup> modułu PV pod wpływem nasłonecznienia  $G_0$  określono jako:

$$P_m = (G + G_d) * \eta_0 * S ; G + G_d = G_0$$

gdzie:

$\eta_0$  - sprawność modułu PV (%)

S – powierzchnia referencyjna modułu PV = 1m<sup>2</sup>

G – natężenie promieniowania słonecznego bezpośredniego

G<sub>d</sub> – natężenie promieniowania słonecznego rozproszonego

Dla warunków Skórcz : 1000W/m<sup>2</sup>; T= 25°C, AM 1.5 można uzyskać moc pól PV równą:

$$P_m = 5\text{szt} \times 225\text{W} = 1350\text{W} = 1,35 \text{ kW}$$

Dla warunków standardowych: 800 W/m<sup>2</sup>; NOCT, AM 1.5 moc wyniesie:

$$P_m = 5\text{szt} \times 162,9\text{W} = 972\text{W} = 0,97 \text{ kW}$$

Month	Solar Radiation ( kWh / m <sup>2</sup> / day )	AC Energy ( kWh )	Energy Value ( \$ )
January	1.17	35	N/A
February	1.17	32	N/A
March	1.98	59	N/A
April	3.50	99	N/A
May	4.52	130	N/A
June	4.44	121	N/A
July	4.94	137	N/A
August	3.75	106	N/A
September	2.55	71	N/A
October	1.93	56	N/A
November	0.96	28	N/A
December	0.89	27	N/A
<b>Annual</b>	<b>2.65</b>	<b>901</b>	<b>0</b>

### RESULTS

 Print Results

**900** kWh per Year \*

#### Location and Station Identification

Requested Location	skórcz
Weather Data Source	(INTL) GDANSK PORT POLNOCNY, POLAND 39 mi
Latitude	54.35° N
Longitude	18.63° E

#### PV System Specifications *(Residential)*

DC System Size	1.12 kW
Module Type	Standard
Array Type	Fixed (open rack)
Array Tilt	20°
Array Azimuth	180°
System Losses	14%
Inverter Efficiency	96%
DC to AC Size Ratio	1.1

Pomimo możliwości technologicznych rozmieszczenia paneli fotowoltaicznych na obiekcie, należało by wykonać dokładny projekt implementacji takiego systemu, jego kosztów i ewentualnych zysków. Wyraźnie widać techniczne możliwości jednak niezbędna jest w tym wypadku szczegółowa analiza z dokładnymi projektami technicznymi.