

SolarCool raport

Instalacja testowa KLIMOR Gdynia

Podsumowanie wyników testów instalacji klimatyzatora SPLIT i panelu solarnego
SolarCool w budynku SERWISU KLIMOR opracował inż. Robert Obrębski



Spis treści

SolarCool	2
Test	2
Lokalizacja	2
Instalacja testowa	3
Wyniki testów.....	8
Zużycie energii elektrycznej.....	8
Wyniki testów tabele.....	10
Dane szczegółowe 21-06-2016 ÷ 01-08-2016	10
Dane tygodniowe 29-03-2016 ÷ 20-06-2016	11
Temperatura gazu	12
Porównanie układów dla reprezentatywnych dni 30.06.2016 i 21.07.2016.....	13
Charakterystyka porównywanych dni	13
Zużycie energii elektrycznej dla porównywanych dni	15
Czas pracy sprężarki dla porównywanych dni	15
Podsumowanie.....	16

SolarCool raport

Instalacja testowa KLIMOR Gdynia

Test

Celem testu jest porównanie parametrów pracy urządzenia klimatyzacji w wersji standard i w wersji z dodatkową instalacją SolarCool.

Panel SolarCool ma za zadanie znacznie zmniejszyć zużycie energii elektrycznej konsumowanej przez sprężarkę (nawet do 70% w słoneczne dni) poprzez doładowanie energii do układu chłodniczego pochodzącej z promieniowania słonecznego. Zakładamy że w okresie największego obciążenia chłodniczego (gorący słoneczny dzień) uzyskujemy największą ilość doładowanej energii. Dzięki temu sprężarka może zredukować swoją wydajność a tym samym następuje redukcja zapotrzebowania na energię elektryczną.

Test SOLAR COOL jest cały czas kontynuowany i na bieżąco są wprowadzane optymalizacje związane z napełnieniem czynnikiem chłodniczym. W związku z tym raport będzie uzupełniany na bieżąco.

Porównywane parametry:

- Zużycie energii elektrycznej
- Realizacja zadań klimatyzatora (utrzymanie wymaganych warunków klimatu w obsługiwanych pomieszczeniach)
- Czas pracy sprężarki potrzebny do osiągnięcia zadanych parametrów

Lokalizacja

Instalacja klimatyzacji komfortu zainstalowana w budynku SERWIS KLIMOR w Gdyni.

Adres:

Ul. Bolesława Krzywoustego 5

81-035 Gdynia

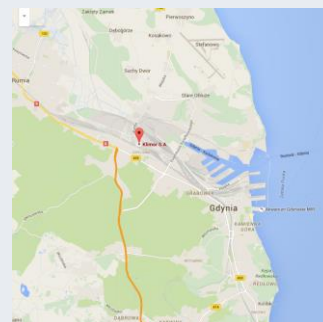
Województwo pomorskie

POLSKA

SolarCool

BUDYNEK SERWIS
KLIMOR

GDYNIA,
UL. BOLESŁAWA
KRZYWOUSTEGO 5



KLIMATYZATOR
Kanałowy SPLIT
inwerterowy rok
produkcji 2015



PANEL SolarCool
SCL-SRP 20 rurowy
Zespół zaworu
kierunkowego

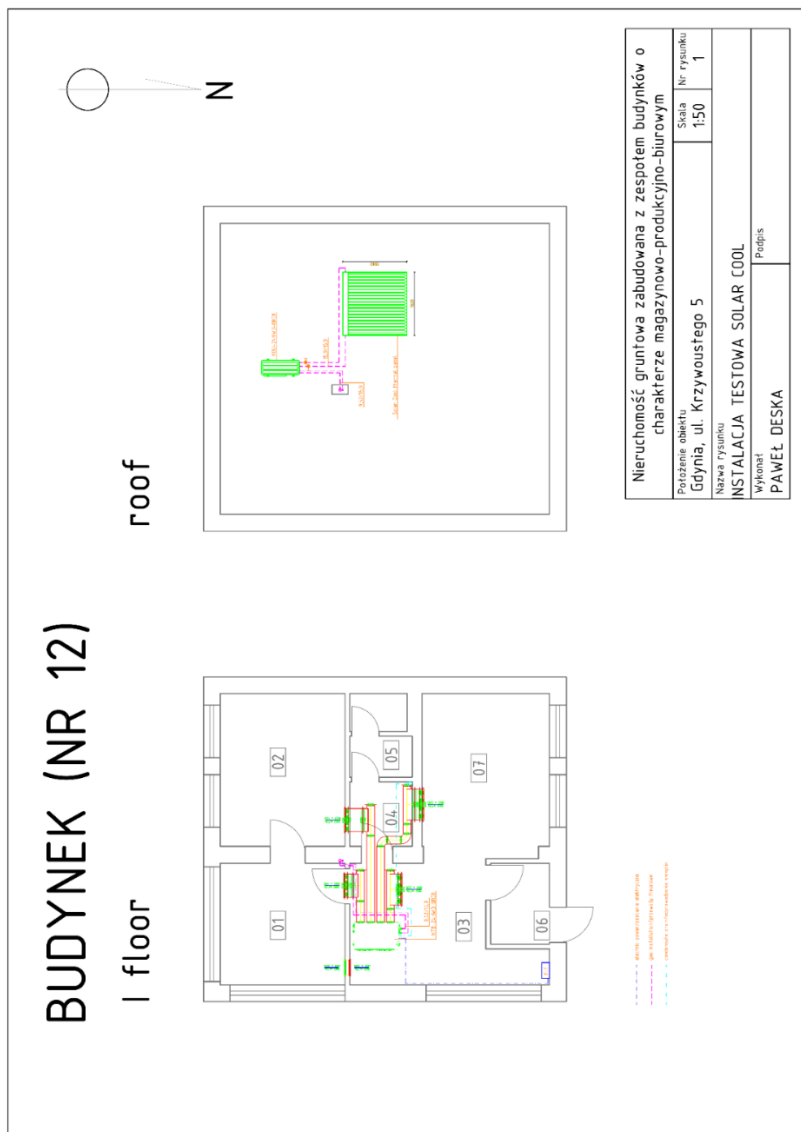


Nieruchomość gruntowa zabudowana z zespołem budynków o charakterze magazynowo-produkcyjno-biurowym.

Budynek jednopiętrowy z płaskim dachem. Cztery pomieszczenia biurowe obsługiwane klimatyzatorem.

Instalacja testowa

W budynku pracuje siedem osób i znajduje się siedem stanowisk pracy ze standardowym wyposażeniem biurowym



Klimatyzator

Na potrzeby testu zainstalowano klimatyzator typu SPLIT kanałowy inwerterowy o mocy

$$Q_{ch} = 8,5 \text{ kW}$$

$$Q_g = 9,7 \text{ kW.}$$

Opis	Zasilanie	Wydajność (min-ś-max)	Wskaźnik energet.	SEER (średni)	SCOP (średni)	Przepływ powietrza	Temp. pracy	Poziom ciśn. akust.	Wymiary w/s/g		Waga	
		chl./grz.	chl./grz				°C		netto	transp.	netto	transp.
	V~, Hz, Ph	kW	kW	W/W	W/W	m³/h		db(A)	mm	mm	kg	kg
jedn. wewn.	220-240, 50, 1	2,8-7,0-8,5/ 3,2-7,6-9,7	A++/A	6,7	3,8	1700/1400/1250	-15~50/ -15~24	46/43/40	920/635/270	1135/655/350	28	31,5
jedn. zewn.												

Panel SolarCool

Panel solarny zapewniający pozyskiwanie energii pochodzącej z promieniowania słonecznego. Na przewodzie tłocznym sprężarki zainstalowano 1 sztukę panelu solarnego typ SolarCool SCL-SRP 20 rurowy.

Specyfikacja panelu:

Rozmiary panelu SCL-SRP 20			Rozmiar rur wymiennika		Masa
Wysokość H [mm]	Szerokość W [mm]	Długość L [mm]	Długość L [mm]	Średnica [mm]	[kg]
120	1620	1640	1500	47	61

Panel solarny mocowany na ramie systemowej typ: SCL-RM 20.

Z uwagi na wykorzystanie instalacji zarówno w trybie grzania jaki i chłodzenia projektuje się zastosowanie zespołu zaworu kierunkowego równoważnego z SCL-SDV 1. Montaż zespołu zaworu kierunkowego wykonano na instalacji łączącej jednostkę zewnętrzną z panelem SolarCool.



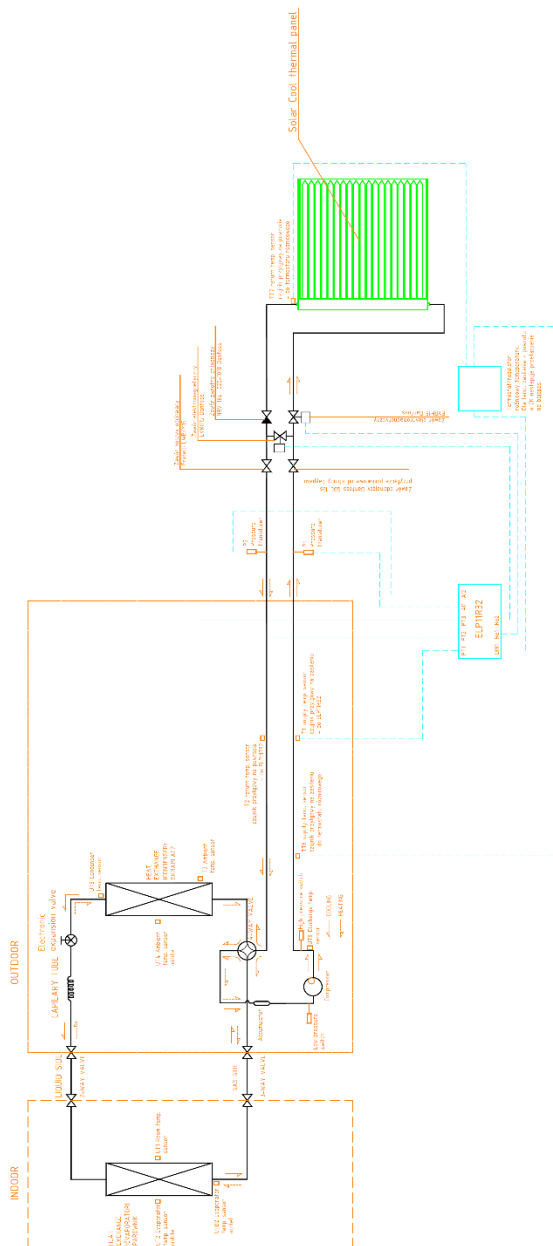
Sterowanie i monitoring



Układ sterowania i monitoringu

Instalacja została doposażona w układ sterowania i monitoringu. Układ składa się z:

- Sterownik swobodnie programowalny ELP11R32
- 3 czujniki temperatury PT1000
- 2 przetworniki ciśnienia CAREL SPKT*R0
- Licznik energii elektrycznej
- Termostat/regulator różnicowy temperatury
- Moduł sterujący / serwer WEB Loytec Linx-100





Odczyty z czujników temperatury i ciśnienia przesyłane są do sterownika ELP11R32. Wbudowana aplikacja przesyła wartości z czujników do sterownika Linx-100 z użyciem protokołu komunikacji MODBUS RTU (RS485).

Sygnal z różnicowego regulatora temperatury przesyłany jest do sterownika ELP11R32. Wbudowana aplikacja przesyła wartość do sterownika Linx-100 z użyciem protokołu komunikacji MODBUS RTU (RS485).

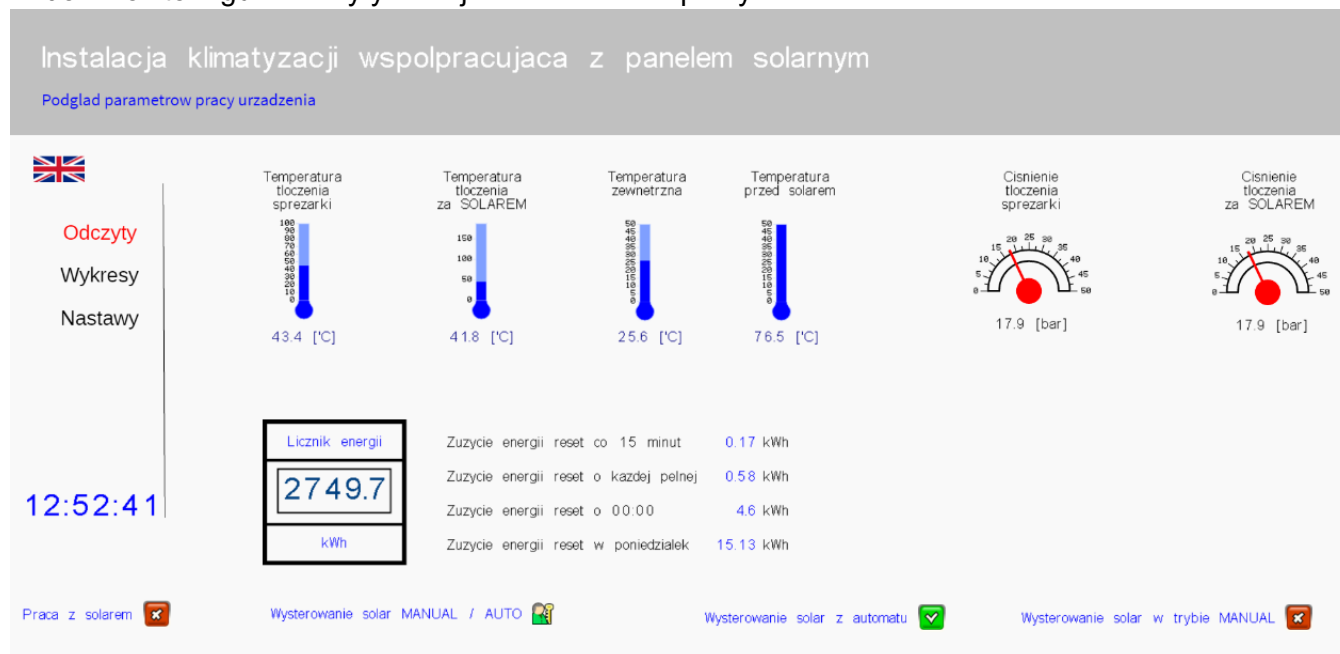
Sterownik ELP11R32 steruje pracą zaworów elektromagnetycznych w zespole zaworu kierunkowego w zależności od nastaw dokonanych przez operatora:

- Sterowanie MANUAL – operator załącza lub wyłącza pracę panelu SolarCool
- Sterowanie AUTO – zawory elektromagnetyczne załączają lub wyłączają pracę panelu SolarCool w zależności od sygnału z różnicowego regulatora temperatury. Jeżeli temperatura czynnika chłodniczego za SolarCool jest wyższa od temperatury czynnika chłodniczego przed SolarCool o $\Delta T \geq 5^{\circ}\text{C}$ → pozwolenie na pracę panelu SolarCool (uzysk energetyczny z panelu SolarCool). Jeżeli temperatura czynnika chłodniczego za SOLARCOOL nie jest wyższa od temperatury czynnika chłodniczego przed SolarCool o $\Delta T \geq 5^{\circ}\text{C}$ → odłączenie panelu SolarCool (brak uzysku energetycznego z panelu SolarCool).

Wartości z licznika energii elektrycznej przesyłana jest do sterownika Linx-100 z użyciem protokołu komunikacji MODBUS RTU (RS485).

Sterownik Linx-100 posiada zaimplementowaną aplikację wraz z wizualizacją. Podłączony jest do sieci internet co umożliwia zdalny monitoring i sterowanie systemem.

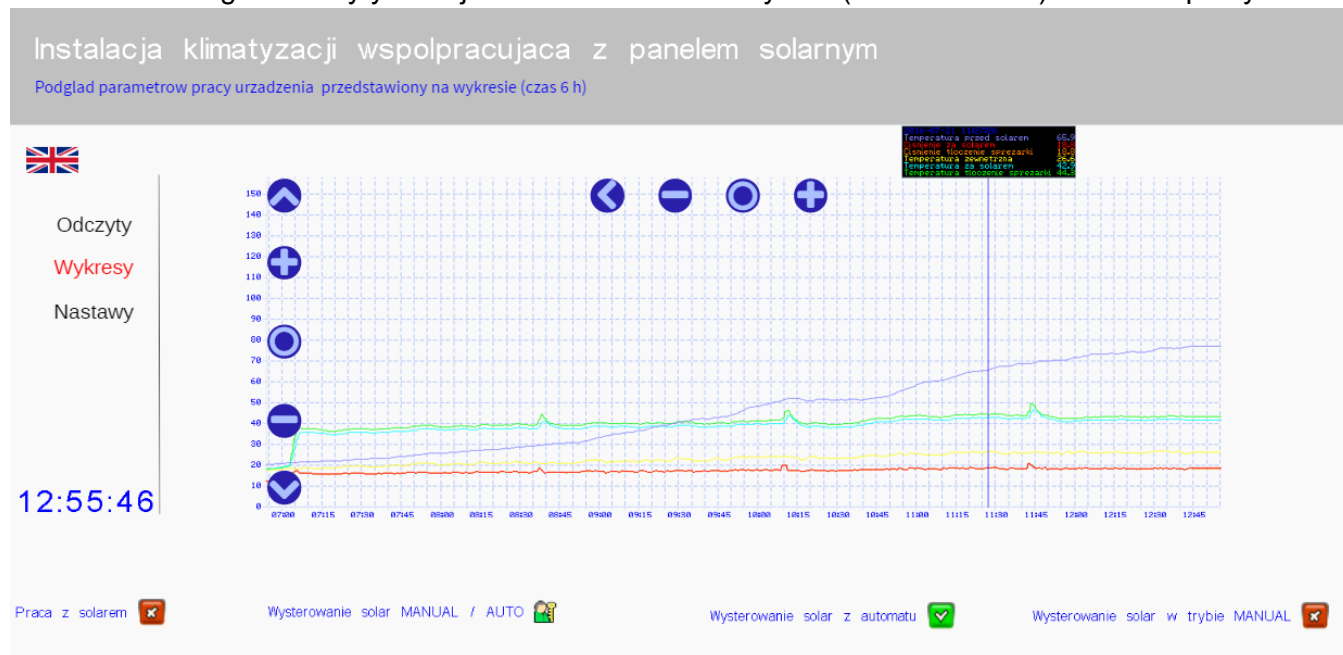
Widok monitoringu – odczyty z czujników oraz stan pracy układu



SolarCool raport



Widok monitoringu – odczyty z czujników naniesione na wykres (trend w czasie) oraz stan pracy układu



Parametry przedstawione na wykresie:

- Data / godzina
- Temperatura tłoczenia sprężarki [°C]
- Temperatura czynnika przed SolarCool [°C]
- Temperatura czynnika za SolarCool [°C]
- Temperatura powietrza zewnętrznego [°C]
- Ciśnienie czynnika przed SolarCool [bar]
- Ciśnienie czynnika za SolarCool [bar]



Dostęp do wizualizacji:

- Z komputera podłączonego do internetu (brak połączenia z siecią wewnętrzną KLIMA-THERM) po wpisaniu w adresie przeglądarki:
<http://www.loytec.com/lweb802/?project=klimor%20solar%20grafika.lweb2&address=78.133.140.28&port=80#lvisPage>

Wyniki testów

Układ pracuje w normalnym trybie na potrzeby pomieszczeń biurowych eksploatowanych od poniedziałku do piątku.

Naprzemiennie w okresach kilkutygodniowych system SolarCool zostaje załączany i wyłączany.

Porównaniu podlegają parametry pracy systemu w równych odcinkach czasowych.

Praca w trybie chłodzenia testowana w okresie 2016-03-28 ÷ 2016-07-20.

W tym czasie:

- Praca z załączonym systemem SolarCool: 2016-06-21 ÷ 2016-07-11 (21 dni)
- Praca z wyłączonym systemem SolarCool: 2016-03-28 ÷ 2016-06-20 (85 dni) oraz 2016-07-12 ÷ 2016-07-20 (9 dni)

Zużycie energii elektrycznej

Stan licznika na początku testu: **1943,53 [kWh]**

Stan licznika na końcu testu: **2743,99 [kWh]**

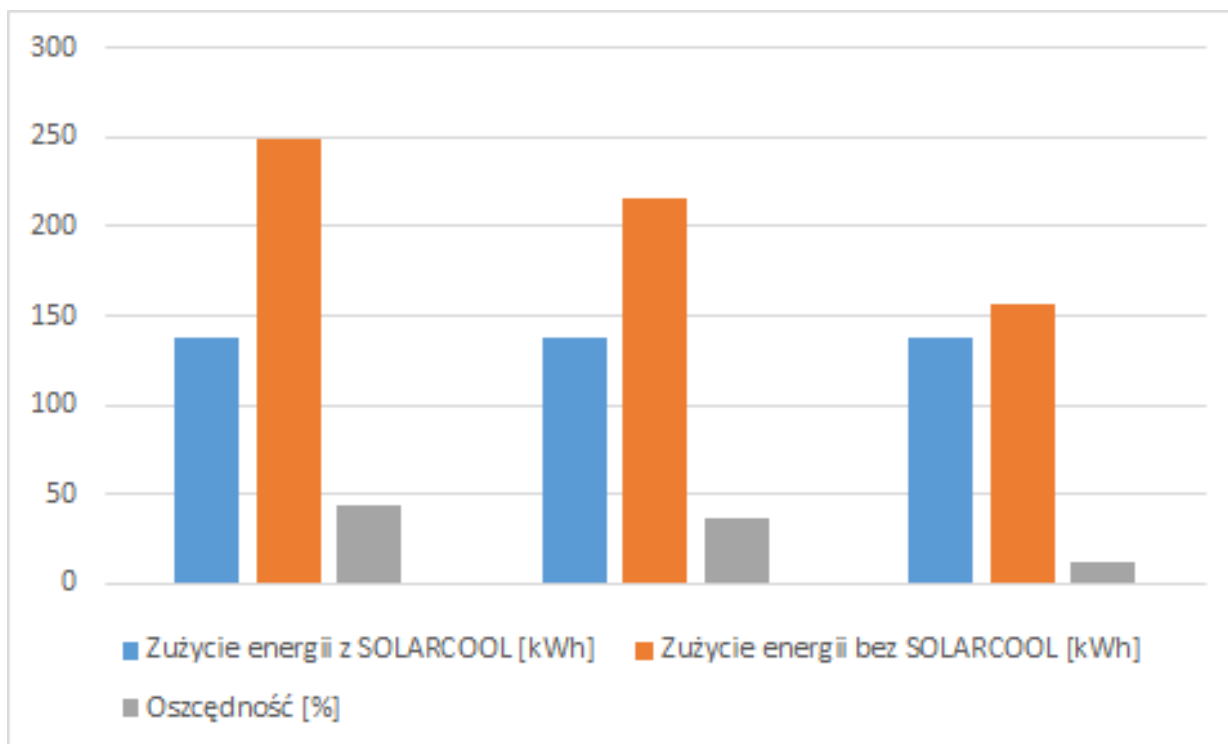
W zależności od warunków atmosferycznych jak i obciążenia cieplnego pomieszczeń, dzienne zużycie energii waha się od 1 [kWh] do 25,5 [kWh].

Szczegółowe porównania w okresach 3-tygodniowych w tabeli poniżej:

Okres pracy z SolarCool			Okres pracy bez SolarCool			Ilość dni testu	Oszczędność [%]
Początek	Koniec	Zużycie [kWh]	Początek	Koniec	Zużycie [kWh]		
2016-06-21	2016-07-11	138,02	2016-04-12	2016-05-02	248,68	21	44,50
			2016-04-05	2016-04-25	215,85	21	36,05
			2016-03-09	206-04-18	156,74	21	11,95

Układ z załączonym panelem SolarCool wykazuje oszczędności w zużyciu energii elektrycznej na poziomie 11 ÷ 44 %. Bardzo dobry wynik, mając na uwadze że praca układu bez SolarCool realizowana była w okresach mniejszego obciążenia cieplnego pomieszczeń (miesiące wiosenne).

Największe oszczędności wykazane są w okresach następujących po sobie = zbliżone warunki pracy.





Wyniki testów tabeli

Dane szczegółowe 21-06-2016 ÷ 01-08-2016

DZIEŃ TYGODNIA	DATA	ODCZYT	ZUŻYCIE DOBOWE	SOLAR ON/OFF	ZUŻYCIE TYGODNIOWE
Poniedziałek	2016-08-01	2818,80005	4,58008	0	56,75
Niedziela	2016-07-31	2814,21997	5,35986	0	
Sobota	2016-07-30	2808,86011	7,19019	0	
Piątek	2016-07-29	2801,66992	9,15991	0	
Czwartek	2016-07-28	2792,51001	10,18994	0	
Środa	2016-07-27	2782,32007	11,23999	0	
Wtorek	2016-07-26	2771,08008	9,03003	0	
Poniedziałek	2016-07-25	2762,05005	1,44995	0	26,52002
Niedziela	2016-07-24	2760,6001	1,57007	0	
Sobota	2016-07-23	2759,03003	2,63013	0	
Piątek	2016-07-22	2756,3999	9,48999	0	
Czwartek	2016-07-21	2746,90991	2,91992	0	
Środa	2016-07-20	2743,98999	5,41992	0	
Wtorek	2016-07-19	2738,57007	3,04004	0	
Poniedziałek	2016-07-18	2735,53003	2,33008	0	19,61011
Niedziela	2016-07-17	2733,19995	1,07983	0	
Sobota	2016-07-16	2732,12012	2,42017	0	
Piątek	2016-07-15	2729,69995	1,34985	0	
Czwartek	2016-07-14	2728,3501	4,12012	0	
Środa	2016-07-13	2724,22998	4,47998	0	
Wtorek	2016-07-12	2719,75	3,83008	0	
Poniedziałek	2016-07-11	2715,91992	3,57983	1	24,85986
Niedziela	2016-07-10	2712,34009	3,17017	1	
Sobota	2016-07-09	2709,16992	5,52002	1	
Piątek	2016-07-08	2703,6499	4,44995	1	
Czwartek	2016-07-07	2699,19995	1	1	
Środa	2016-07-06	2698,19995	2,84985	1	
Wtorek	2016-07-05	2695,3501	4,29004	1	
Poniedziałek	2016-07-04	2691,06006	4,93994	1	52
Niedziela	2016-07-03	2686,12012	7,46021	1	
Sobota	2016-07-02	2678,65991	12,09985	1	
Piątek	2016-07-01	2666,56006	5,59009	1	
Czwartek	2016-06-30	2660,96997	6,21997	1	
Środa	2016-06-29	2654,75	7,33008	1	
Wtorek	2016-06-28	2647,41992	8,35986	1	
Poniedziałek	2016-06-27	2639,06006	7,75	1	61,16016
Niedziela	2016-06-26	2631,31006	10,88013	1	
Sobota	2016-06-25	2620,42993	16,02002	1	
Piątek	2016-06-24	2604,40991	11,65991	1	
Czwartek	2016-06-23	2592,75	6,37012	1	
Środa	2016-06-22	2586,37988	4,8999	1	
Wtorek	2016-06-21	2581,47998	3,58008	1	



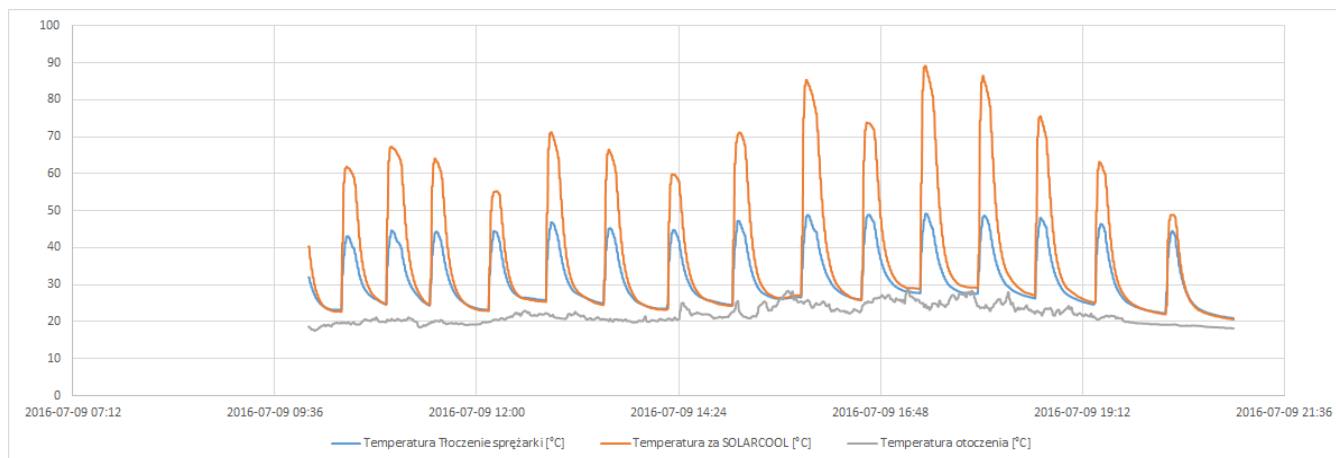
Dane tygodniowe 29-03-2016 ÷ 20-06-2016

DZIEŃ TYGODNIA	DATA	ODCZYT	SOLAR ON/OFF	ZUŻYCIE TYGODNIOWE
Poniedziałek	2016-06-20	2577,8999	0	32,58984
Wtorek	2016-06-14	2549,22998	0	
Poniedziałek	2016-05-02	2324,29004	0	89,06006
Wtorek	2016-04-26	2254,66992	0	
Poniedziałek	2016-04-25	2235,22998	0	108,25
Wtorek	2016-04-19	2127,20996	0	
Poniedziałek	2016-04-18	2126,97998	0	51,37988
Wtorek	2016-04-12	2075,6001	0	
Niedziela	2016-04-10	2048,88989	0	56,21985
Wtorek	2016-04-05	1995,82996	0	
Poniedziałek	2016-04-04	1992,67004	0	49,14001
Wtorek	2016-03-29	1943,53003	0	



Temperatura gazu

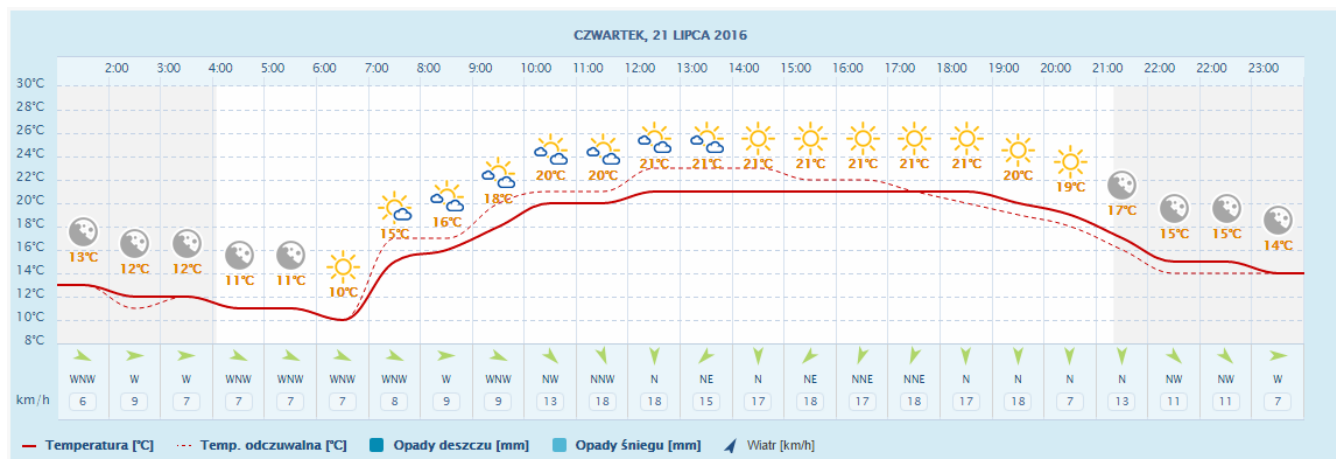
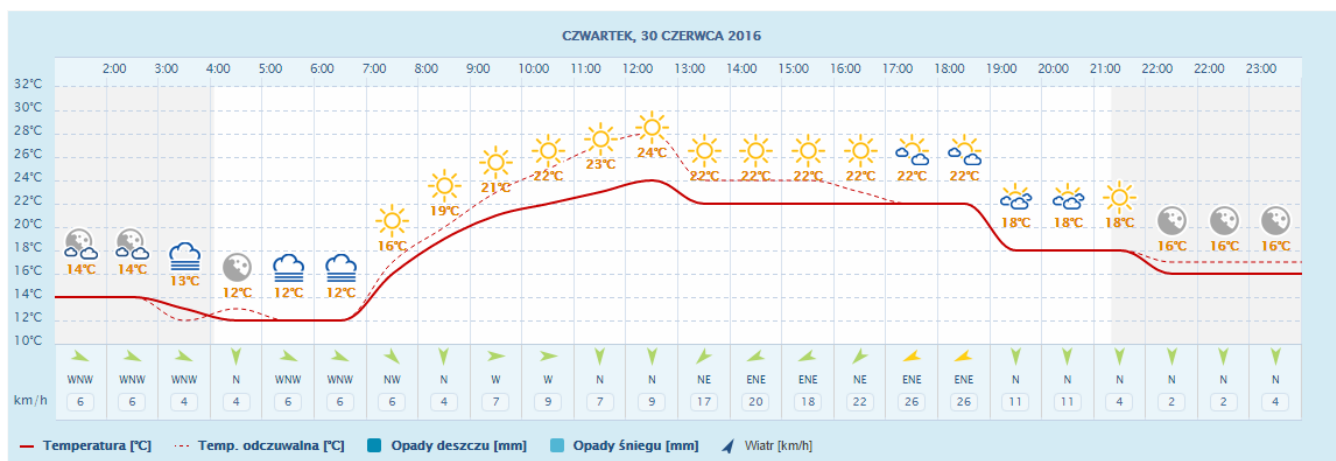
Panel SolarCool z powodzeniem realizuje zadanie zwiększenia temperatury gazu. W okresach gdy występuje duże nasłonecznienie różnica temperatur gazu czynnika chłodniczego przed i za SolarCool podczas pracy sprężarki waha się w zakresie $\Delta T = 6 \div 40 \text{ }^\circ\text{C}$.



Porównanie układów dla reprezentatywnych dni 30.06.2016 i 21.07.2016

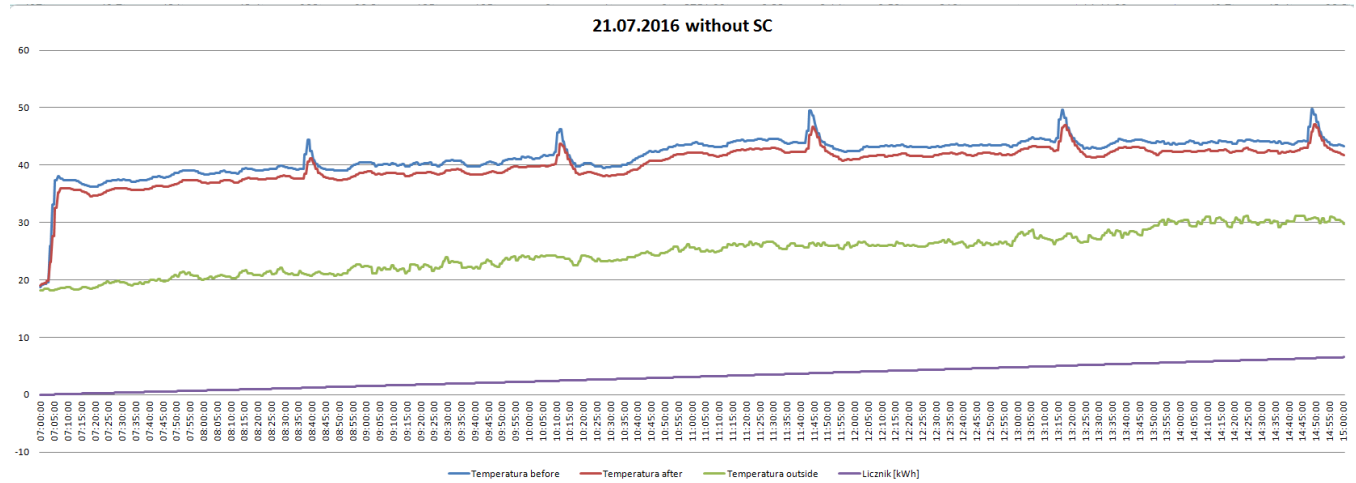
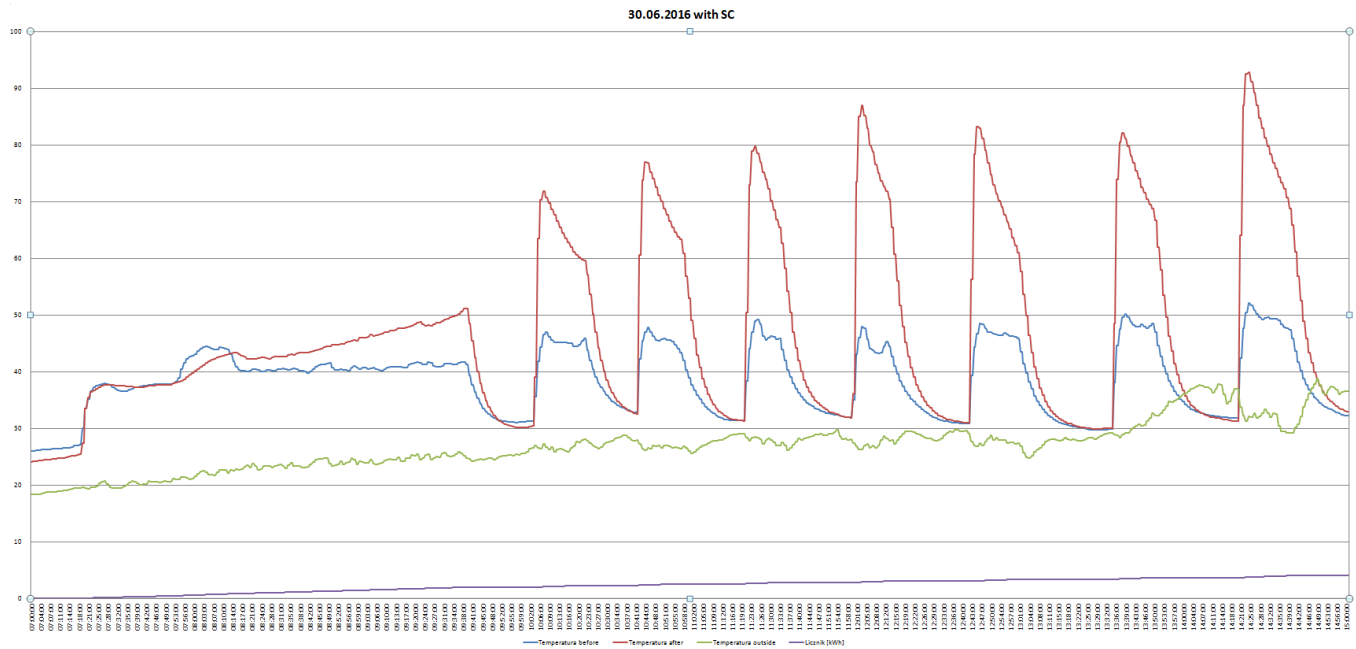
Charakterystyka porównywanych dni

Wg archiwalnych danych pogodowych wybrano dwa dni o zbliżonych parametrach temperatury i usłonecznienia. 30.06.2016 – praca z załączonym panelem SolarCool; 21.07.2016 – praca z wyłączoną instalacją SolarCool. Oba przypadają na dzień pracujący – czwartek. Do porównania wybrano tylko godziny pracy pomieszczeń 7÷15. Poniższe wykresy pokazują silne nasłonecznienie (nawet nieco silniejsze w przypadku 30.06 kiedy urządzenie pracowało z SolarCool).





Wykresy pracy dla czasu 7:00-15:00





Zużycie energii elektrycznej dla porównywanych dni

Zużycie energii elektrycznej w porównywanym okresie:

Dla instalacji pracującej z SolarCool - 4,00kWh

Dla instalacji pracującej bez SolarCool - 6,53kWh

Redukcja zapotrzebowania na energię w danym okresie czasu 2,53kWh czyli 39%.

Czas pracy sprężarki dla porównywanych dni

Czas pracy sprężarki tym okresie:

Dla instalacji pracującej z SolarCool – 4 godziny 18 minut

Dla instalacji pracującej bez SolarCool – 8 godzin

Redukcja zapotrzebowania na pracę sprężarki w danym okresie czasu 3 godziny 42 minuty czyli 46,25%.



Podsumowanie

Przeprowadzone testy wykazują oszczędności osiągnane przez instalację wyposażoną w panel SolarCool. Podstawowym zyskiem jest zmniejszenie kosztów pracy instalacji w okresie nasłonecznienia. Im wyższa wartość nasłonecznienia tym większe oszczędności uzyskano na badanej instalacji.

Dodatkowym atutem pracy instalacji wyposażonej w panel SolarCool jest zmniejszenie o ponad 45% czasu pracy sprężarki. Wpływa to w znaczący sposób na żywotność urządzenia. W tym przypadku również zauważalna jest zależność: im wyższa wartość nasłonecznienia tym krótszy jest czas pracy sprężarki.