TOP 50 KOLEKTORY SŁONECZNE

Kolektory słoneczne od paru lat cieszą się w Polsce coraz większą popularnością. Od 2012 roku, wartość obrotu tymi urządzeniami w naszym kraju sięgnęła 670 mln zł i osiągnęła powierzchnię 1,2 mln m^2 kolektorów słonecznych. Takie wyniki lokują Polskę na drugim miejscu spośród innych krajów Europejskich.

- **Kolektor płaski** (z płaskim absorberem) jest najczęściej stosowanym typem kolektora. Promieniowanie słonecznie po przejściu przez przeźroczyste pokrycie (najczęściej hartowaną szybę) dociera do absorbera i zamieniane jest na ciepło. Zgromadzona tak energia przekazywana jest do cieczy solarnej przepływającej przez rurki połączone trwale z płytą absorbera. W celu redukcji strat energii pod rurkami oraz na bokach kolektora znajduje się izolacja termiczna, jak również folia odbijająca promieniowanie cieplne. Jedną z kluczowych kwestii technicznych w budowie płaskiego kolektora jest odpowiednie połączenie płyty absorbera z siecią rurek. Zapewnienie odpowiedniego termicznego złącza między tymi dwoma elementami bezpośrednio wpływa na ilość energii, jaką absorber jest w stanie przekazać przepływającej cieczy. Z tego względu powierzchnia styku z jednej strony powinna był jak największa w celu zapewnienia swobodnego odbioru ciepła.

- **Kolektor próżniowy** rurowy (z absorberem w postaci rur próżniowych) Podstawowym elementem budowy jest szklana rura o podwójnej ściance, zazwyczaj wykonana ze szkła borowo-krzemowego. Ścianki rur są połączone a powietrze znajdujące się między nimi jest wypompowywane w celu stworzenia próżni, która stanowi doskonałą izolację cieplną. Absorber w kolektorze próżniowym zazwyczaj nanoszony jest na zewnętrzną powierzchnię wewnętrznej ścianki szklanej rury. Z kolei do wewnętrznej powierzchni rury przymocowywana jest metalowa (aluminiowa lub miedziana) blacha, której zadaniem jest odebranie energii cieplnej z absorbera i przekazanie jej do ciepłowodu wypełnionego płynem niskowrzącym. Pod wpływem energii słonecznej płyn w parowniku zaczyna wrzeć i kieruje się ku górze, następnie w kondensatorze skrapla się i oddaje energię cieplną cieczy chłodzącej, którą stanowi płyn solarny. Ten typ kolektora, z uwagi na zastosowanie dwufazowej wymiany ciepła, określa się jako heat pipe („gorąca rurka" czy „ciepłowód").

Ostatnie decyzje Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska w sprawie warunków dofinansowania kolektorów słonecznych na nowo pobudziły dyskusję o zastosowaniu instalacji solarnych do celów grzewczych i uzysku ciepłej wody użytkowej. W cyklu zestawień **„Top 50 GLOBEnergia"** w obecnym numerze prezentowane jest zestawienie kolektorów słonecznych dostępnych w Polsce i certyfikowanych znakiem Solar KEYMARK Certificate.

W związku z trudnymi warunkami pracy kolektorów słonecznych, a także zalaniem rynku przez licznych producentów kolektorów konieczne jest weryfikowanie ich jakości przez niezależne ośrodki badawcze.

Certyfikat Solar Keymark został wprowadzony przez Europejską Federację Termicznego Przemysłu Solarnego (European Solar Thermal Industry Federation – ESTIF) wraz z Europejskim Komitetem Standaryzacji (European Committee for Standardization).

Certyfikat ma na celu potwierdzenie, że kolektor został poddany niezależnym badaniom, a jego jakość zgodna jest z normą europejską EN 12975. Aby urządzenie mogło otrzymać znak jakości Solar Keymark musi przejść badanie produktu losowo wybranego z linii produkcyjnej oraz zachować standardy procesów produkcyjnych.

Metodologia

Dla praktycznego zobrazowania rankingu kolektorów słonecznych dostępnych na Polskim rynku zestawiono produkty w dwóch wariantach: największego uzysku energetycznego i największej opłacalności ekonomicznej. Zestawienie uwzględnia przeznaczenie kolektorów do grzania ciepłej wody użytkowej lub celów centralnego ogrzewania.

W pierwszym wariancie parametry wskazują uzysk mocy z 1 m^2 powierzchni kolektora dla celów grzania ciepłej wody użytkowej, oraz dla celów grzewczych. W wariancie ekonomicznym obliczona została cena za moc grzewczą z 1 m^2 powierzchni czynnej kolektora, również dla przypadków grzania c.o. i c.w.u.

Aby obliczenia obrazowały pracę kolektorów słonecznych na potrzeby ogrzewania cwu skorygowano sprawność kolektorów dla typowej ich pracy przy ogrzewaniu wody od 10 do 45°C, czyli przyjęto delta T 35. Dodatkowo założono, że średnie natężenie promieniowania słonecznego w półroczu letnim, przy pracy kolektora na potrzeby cwu będzie wynosić 700 W/m^2.

Wykorzystanie kolektorów słonecznych na potrzeby grzewcze budynku w większości przypadków nie znajduje uzasadnienia ekonomicznego, jednak dla pełnego zestawienia dokonano również takiego założenia. W powyższym przypadku woda podgrzana musi być do wyższych temperatur od 10 do 60°C, dlatego wartość delta T wynosi tu **50**. Do obliczeń założono, że średnie natężenie promieniowania słonecznego dla miesięcy zimowych, wynoszące 300 W/m^2.

Dane podzielono wg typu kolektora na płaskie i próżniowe. W tabelach zebrano po dwa reprezentatywne kolektory z każdej firmy wg skrajnych powierzchni apertury. Szczegółowe zestawienie „Top 50 Kolektorów słonecznych" dostępne jest w wersji PDF po kontakcie z Redakcją.

Wykresy obrazują porównanie efektywności kolektora n cwu (po uwzględnieniu strat wynikających z założonych warunków) i wskaźnika ekonomicznego (efektywność n cwu podzielona przez cenę za 1m^2 powierzchni czynnej kolektora). Im wyższe współczynniki tym korzystniejszy wybór kolektora – w wersji efektywności działania, lub korzystnej ceny względem jakości.

Warto wiedzieć

- **Natężenie promieniowania słonecznego** to chwilowa wartość gęstości mocy promieniowania słonecznego padającego w ciągu jednej sekundy na powierzchnię jednego m^2, prostopadłą do kierunku promieniowania. Wartość podawana jest w W/m^2 lub kW/m^2. Do granicy atmosfery ziemi dociera ze słońca w sposób ciągły strumień energii o mocy 1366 W/m^2 i jest to tak zwana stała słoneczna. Natężenie promieniowania słonecznego ulega zmianom zazwyczaj w przedziale 100–800 W/m^2 w ciągu dnia. Najwyższe wartości notowane są w słoneczne bezchmurne dni i mogą osiągać 1000 W/m^2.

- **Powierzchna apertury** = powierzchnia czynna to nasłoneczniona powierzchnia kolektora słonecznego, z której promieniowanie pada na absorber kolektora.

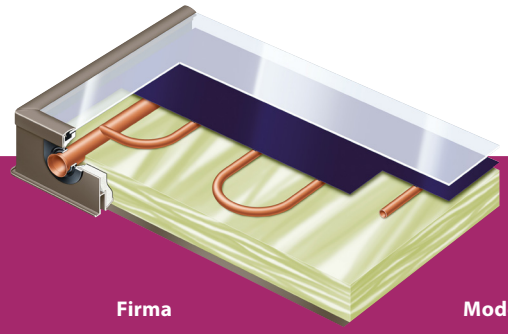
- **Wykres sprawności kolektora słonecznego** – na podstawie trzech parametrów (wskaźników charakterystycznych kolektora słonecznego): sprawności optycznej oraz współczynników strat ciepła a1 i a2, tworzony jest wykres sprawności kolektora słonecznego. Na jego podstawie można określić sprawność kolektora w danych warunkach eksploatacji, a także porównać ze sobą różne rodzaje kolektorów płaskich i próżniowych. Sprawność chwilową określa się według wzoru zawierającego wartość sprawności optycznej h0, współczynników strat ciepła a1 i a2, różnicy temperatury (absorber-otoczenie) ΔT oraz nasłonecznienia Eg. (wykres)

Wskaźniki charakterystyczne sprawności kolektora słonecznego:

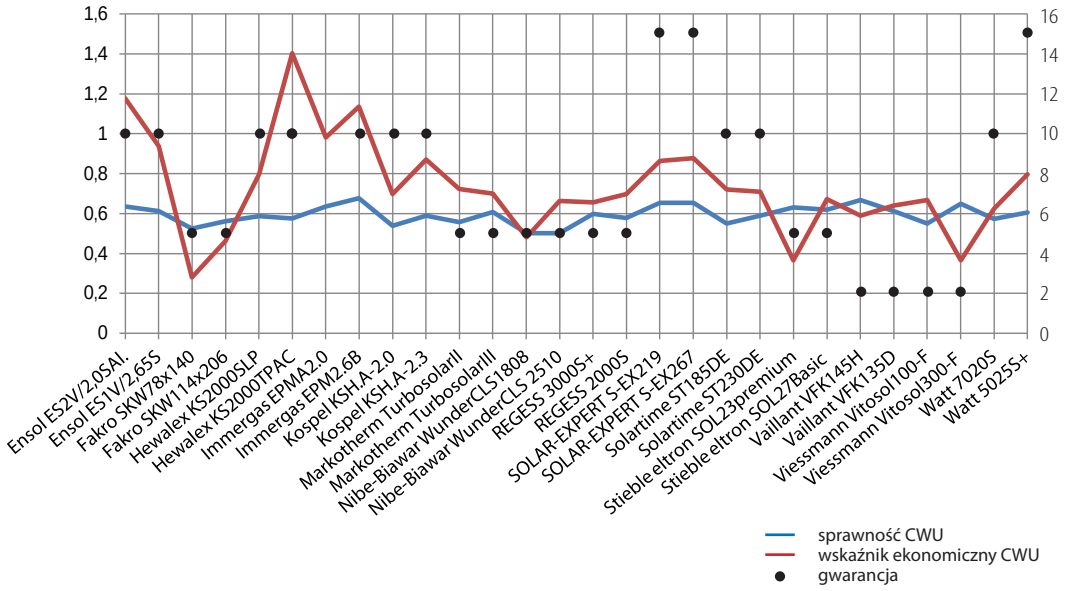
- **Sprawność optyczna kolektora (η_0)** – to największa sprawność, jaką może osiągać kolektor słoneczny – określana w badaniach laboratoryjnych, przy założeniu równej temperatury absorbera i powietrza zewnętrznego. Nie uwzględnia ona strat ciepła jest więc w praktyce nieosiągana.

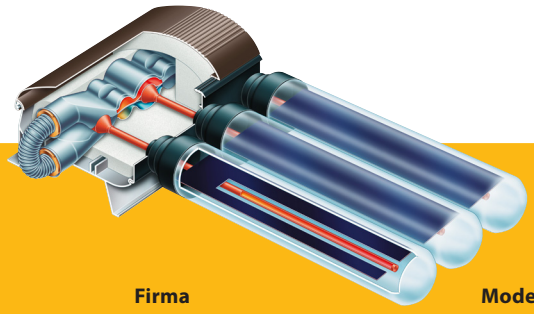
- **Współczynnik liniowych strat ciepła a1** – wskazuje jak maleje sprawność kolektora wraz z obniżaniem temperatury otoczenia. Współczynnik a1 odgrywa zasadniczą rolę przy niewielkich różnicach temperatur pomiędzy kolektorem, a jego otoczeniem (np. kwiecień-wrzesień). Im niższe współczynniki strat tym lepszy kolektor

- **Współczynnik kwadratowych** (nieliniowych) strat ciepła a2 – wskazuje jak maleje sprawność kolektora wraz z obniżaniem temperatury otoczenia. Odgrywa decydującą rolę dla pracy kolektora w porze zimnej (październik-marzec). Im niższe współczynniki strat tym lepszy kolektor

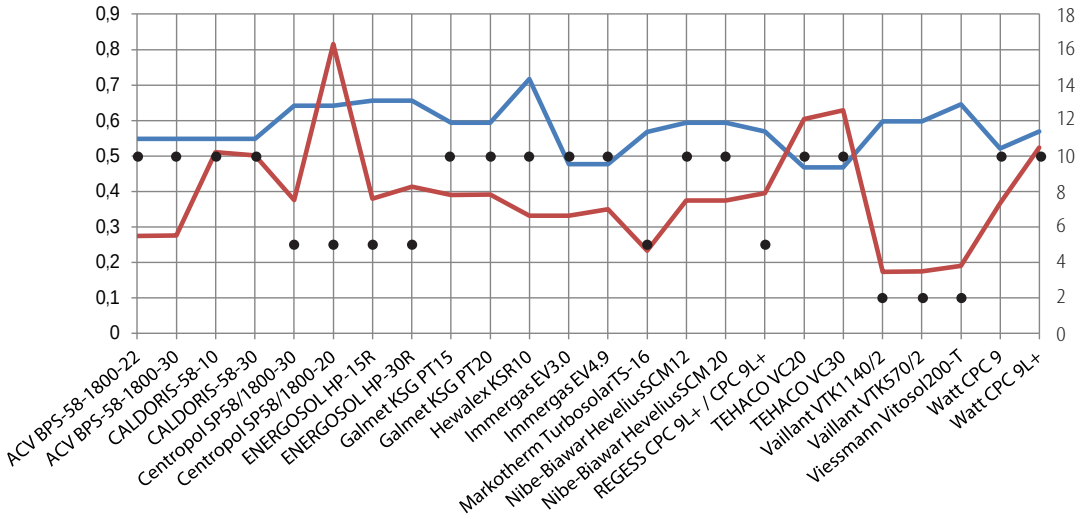


Firma	Model	nCO Sprawność dla CO	nCWU Sprawność dla cwu	Powierzchnia apertury [m²]	Gwarancja [lata]	Cena netto [zł]	Cena/powierzchnię [zł/m²]	wskaźnik ekonomiczny CO [W/zł/m²]	wskaźnik ekonomiczny CWU [Wzł/m²]
Energetyka Solarna Ensol sp. z o.o.	Ensol ES2V/2,0SAI.	0,233	0,636	1,85	10	999,0	540,0	0,431	1,178
Energetyka Solarna Ensol sp. z o.o.	Ensol ES1V/2,65S	0,180	0,613	2,45	10	1599,0	652,7	0,276	0,939
FAKRO PP Sp. z o.o	Fakro SKW78x140	0,006	0,524	0,91	5	1700,0	1868,1	0,003	0,280
FAKRO PP Sp. z o.o	Fakro SKW114x206	0,051	0,561	2,07	5	2521,0	1216,1	0,042	0,461
Hewalex	Hewalex KS2000SLP	0,066	0,588	1,82	10	1339,0	736,9	0,090	0,797
Hewalex	Hewalex KS2000TPAC	0,067	0,576	2,83	10	1159,0	410,0	0,162	1,404
Immergas Polska, S.p. z.o.o.	Immergas EPMA2.0	0,233	0,636	1,85	10	1199,0	648,1	0,359	0,981
Immergas Polska, S.p. z.o.o.	Immergas EPM2.6B	0,335	0,677	3,44	10	2050,0	595,9	0,562	1,136
Kospel SA	Kospel KSH.A-2.0	0,043	0,538	1,98	10	1525,5	770,5	0,056	0,698
Kospel SA	Kospel KSH.A-2.3	0,283	0,589	2,27	10	1536,6	676,9	0,419	0,870
Markotherm	Markotherm TurbosolarII	0,098	0,557	1,88	5	1450,0	771,3	0,126	0,722
Markotherm	Markotherm TurbosolarIII	0,214	0,609	2,29	5	1990,0	869,0	0,246	0,701
Nibe-Biawar sp. z o.o.	Nibe-Biawar WunderCLS1808	-0,082	0,501	1,62	5	1690,0	1043,2	-0,079	0,480
Nibe-Biawar sp. z o.o.	Nibe-Biawar WunderCLS 2510	-0,082	0,501	2,24	5	1690,0	754,5	-0,109	0,664
REGESS Sp. Z o.o.	REGESS 3000S+	0,156	0,598	1,87	5	1700,0	909,1	0,171	0,657
REGESS Sp. Z o.o.	REGESS 2000S	0,162	0,578	1,87	5	1550,0	828,9	0,196	0,697
SOLAR-EXPERT Sp. z o.o.	SOLAR-EXPERT S-EX219	0,268	0,654	2,19	15	1660,0	758,0	0,353	0,863
SOLAR-EXPERT Sp. z o.o.	SOLAR-EXPERT S-EX267	0,268	0,654	2,67	15	1990,0	745,3	0,359	0,878
Solartime Sp. z.o.o	Solartime ST185DE	0,091	0,551	1,83	10	1399,0	764,5	0,118	0,720
Solartime Sp. z.o.o	Solartime ST230DE	0,140	0,589	2,29	10	1899,0	829,3	0,169	0,710
Stieble eltron	Stieble eltron SOL23premium	0,215	0,631	2,04	5	3520,0	1725,5	0,124	0,366
Stieble eltron	Stieble eltron SOL27Basic	0,218	0,618	2,39	5	2200,0	920,5	0,236	0,672
Vaillant GmbH	Vaillant VFK145H	0,380	0,667	2,35	2	2660,0	1131,9	0,335	0,589
Vaillant GmbH	Vaillant VFK135D	0,172	0,612	2,35	2	2250,0	957,4	0,180	0,640
Viessmann Poland Sp. z.o.o	Viessmann Vitosol100-F	0,068	0,551	2,33	2	1921,0	824,5	0,082	0,668
Viessmann Poland Sp. z.o.o	Viessmann Vitosol300-F	0,220	0,649	2,33	2	4131,0	1773,0	0,124	0,366
Watt S.A.	Watt 7020S	0,157	0,574	1,85	10	1700,0	918,9	0,171	0,624
Watt S.A.	Watt 5025S+	0,114	0,605	3,36	15	2550,0	758,9	0,150	0,798





Firma	Model	nCO Sprawność dla CO	nCWU Sprawność dla cwu	Powierzchnia apertury [m2]	Gwarancja [lata]	Cena netto [zł]	Cena/powierzchnię [zł/m2]	wskaźnik ekono-miczny CO [W/zł/m2]	wskaźnik ekono-miczny CWU [W/zł/m2]
ACV Polska sp. z.	ACV BPS-58-1800-22	0,385	0,548	2,05	10	4095,0	1994,6	0,193	0,275
ACV Polska sp. z.	ACV BPS-58-1800-30	0,385	0,548	2,80	10	5565,0	1987,5	0,194	0,276
Caldoris Polska Sp. z.o.o.	CALDORIS-58-10	0,385	0,548	0,95	10	1020,0	1073,7	0,359	0,511
Caldoris Polska Sp. z.o.o.	CALDORIS-58-30	0,385	0,548	2,80	10	3060,0	1092,9	0,353	0,502
CENTROPOL Sp. J.	Centropol SP58/1800-30	0,445	0,642	2,81	5	4800,0	1708,2	0,261	0,376
CENTROPOL Sp. J.	Centropol SP58/1800-20	0,445	0,642	3,81	5	3000,0	787,4	0,565	0,815
ENERGO-TERM	ENERGOSOL HP-15R	0,476	0,657	1,40	5	2420,0	1728,6	0,276	0,380
ENERGO-TERM	ENERGOSOL HP-30R	0,476	0,657	2,79	5	4430,0	1587,8	0,300	0,414
Galmet Sp. z o.o. Sp. K.	Galmet KSG PT15	0,395	0,594	1,41	10	2149,0	1524,1	0,259	0,390
Galmet Sp. z o.o. Sp. K.	Galmet KSG PT20	0,395	0,594	1,88	10	2849,0	1515,4	0,261	0,392
Hewalex	Hewalex KSR10	0,568	0,716	1,01	10	2190,0	2159,8	0,263	0,332
Immergas Polska, S.p. z.o.o.	Immergas EV3.0	0,210	0,478	1,67	10	2399,0	1436,5	0,146	0,332
Immergas Polska, S.p. z.o.o.	Immergas EV4.9	0,210	0,478	2,85	10	3899,0	1366,6	0,154	0,349
Markotherm	Markotherm TurbosolarTS-16	0,278	0,569	0,99	5	2400,0	2431,6	0,114	0,234
Nibe-Biawar sp. z o.o.	Nibe-Biawar HeveliusSCM12	0,395	0,594	1,13	10	1790,0	1584,1	0,249	0,375
Nibe-Biawar sp. z o.o.	Nibe-Biawar HeveliusSCM 20	0,395	0,594	1,88	10	2980,0	1585,1	0,249	0,375
REGESS Sp. Z o.o.	REGESS CPC 9L+ / CPC 9L+	0,470	0,569	1,81	5	2600,0	1436,5	0,327	0,396
TEHACO Sp. z o.o.	TEHACO VC20	0,319	0,468	2,40	10	1860,0	775,0	0,412	0,604
TEHACO Sp. z o.o.	TEHACO VC30	0,319	0,468	3,60	10	2680,0	744,4	0,429	0,629
Vaillant GmbH	Vaillant VTK1140/2	0,494	0,598	1,99	2	6830,0	3432,2	0,144	0,174
Vaillant GmbH	Vaillant VTK570/2	0,494	0,598	1,00	2	3410,0	3410,0	0,145	0,175
Viessmann Poland Sp. z.o.o	Viessmann Vitosol200-T	0,476	0,646	2,15	2	7299,0	3394,9	0,140	0,190
Watt S.A.	Watt CPC 9	0,420	0,521	1,90	10	2700,0	1421,1	0,296	0,367
Watt S.A.	Watt CPC 9L+	0,470	0,569	2,81	10	3050,0	1085,4	0,433	0,524
Viessmann Poland Sp. z.o.o	Viessmann Vitosol100-F	0,068	0,551	2,33	2	1921,0	824,5	0,082	0,668
Viessmann Poland Sp. z.o.o	Viessmann Vitosol300-F	0,220	0,649	2,33	2	4131,0	1773,0	0,124	0,366
Watt S.A.	Watt 7020S	0,157	0,574	1,85	10	1700,0	918,9	0,171	0,624
Watt S.A.	Watt 5025S+	0,114	0,605	3,36	15	2550,0	758,9	0,150	0,798



A. Wańska, B. Szymański
GLOBEnergia