

# Kolektory słoneczne – kiedy wydać więcej, by zyskiwać więcej

## Jakie czynniki mają wpływ na efektywność instalacji solarnej?

Dokonując wyboru instalacji solarnej, bierze się pod uwagę szereg czynników technicznych, kosztowych i związanych ze świadczeniami (np. okres i warunki gwarancji, dodatkowe korzyści np. zniżki, czy dodatkowe wyposażenie w atrakcyjnej cenie, itd.). Dokonanie takiego wyboru nie jest łatwym zadaniem szczególnie dla klienta indywidualnego. Posiada on najczęściej ogólną wiedzę i nie jest w stanie ocenić, jaki wpływ na efektywność i tym samym na efekt ekonomiczny ma wybór np. kolektora z szybą antyrefleksyjną (rys. 1) zamiast „standardową”, czy też wybór podgrzewacza wody o klasie efektywności energetycznej C, zamiast D. Szczegółowa analiza wymagałaby bardzo gruntownej analizy techniczno-finansowej. Można jednak podjąć próbę orientacyjnej oceny wpływu niektórych cech elementów instalacji solarnej na jej efektywność i efekt ekonomiczny i w ten sposób wspomóc naszego klienta.

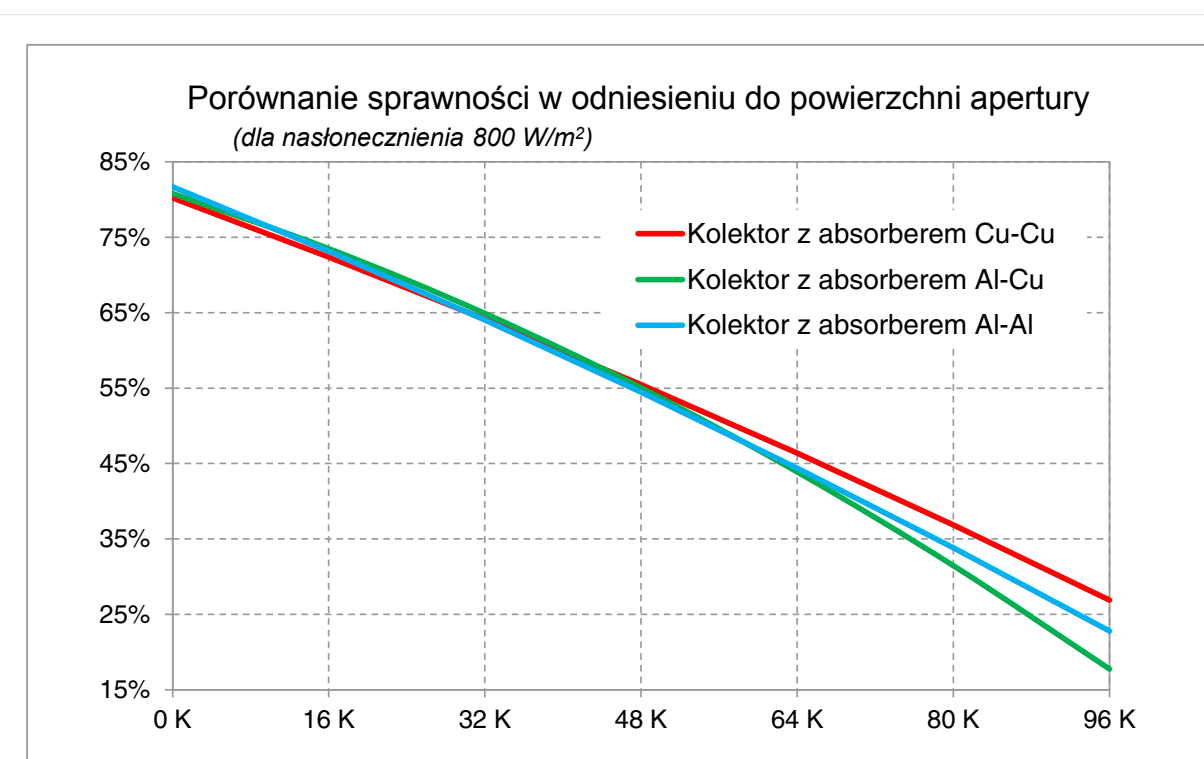


**1** Zastosowanie instalacji solarnej pozwala obniżyć zużycie ciepła, które wg danych GUS [1] stanowi blisko 84% rocznego bilansu energetycznego w budynku jednorodzinny

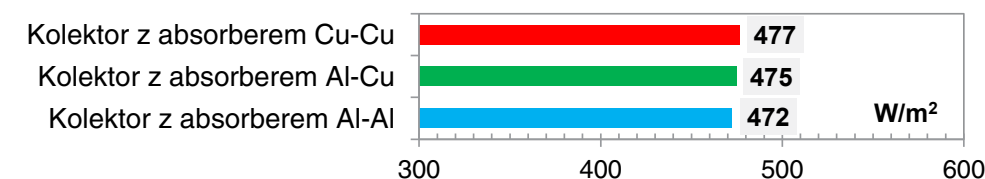
## Wpływ materiałów absorbera na sprawność kolektora słonecznego

Obecny standard na rynku europejskim stanowią kolektory płaskie z absorberami aluminiowo-miedzianymi (Al-Cu). W ostatniej dekadzie wypierały one absorbery w pełni miedziane, wobec ponad 6-krotnego wzrostu ceny miedzi w trakcie lat 2003-2006. Według danych statystycznych [2], 3/4 kolektorów na rynku europejskim w 2012 roku miało absorber typu Al-Cu i należy sądzić, że obecnie ten udział będzie jeszcze wyższy. Zastąpienie miedzi przez aluminium w budowie absorbera nie wpłynęło jednak na obniżenie sprawności kolektora (rys. 2).

IRENEUSZ JELEŃ



## Porównanie mocy jednostkowych (W/m<sup>2</sup> apertury) dla dT=16÷64K



**2** Porównanie charakterystyk sprawności dla kolektorów płaskich jednego producenta o porównywalnych cechach technicznych. Różnica leży po stronie budowy absorberów (Cu-Cu harfowy, Al-Cu harfowy, Al-Al meandrowy) i grubości izolacji cieplnej. W standardowym zakresie pracy (16÷64 K) średnia różnica w sprawności pracy jest na poziomie 1%. Wpływ izolacji cieplnej na sprawność (50/20 mm dla Cu-Cu i Al-Al, zamiast 40/20 mm dla Al-Cu) jest widoczny przy wysokich różnicach temperatury

Wpływ na sprawność niższej przewodności cieplnej aluminium zniwelowano, zwiększając grubość blachy absorbera, a także wprowadzając inne modyfikacje. Na sprawność kolektora wpływa bowiem wiele czynników, takich jak m.in. rodzaj i grubość izolacji cieplnej, rodzaj szyby, odległość pomiędzy absorberem a szybą, czy też średnica i długość orurowania absorbera.

**Kolektory płaskie z absorberami aluminiowo-miedzianymi są przeciętnie o 10÷20% tańsze od kolektorów z absorberami całkowicie miedzianymi (w ramach oferty tego samego producenta). Roczne uzyski ciepła pozostają porównywalne do siebie. O około 10÷20% ulega skróceniu okres zwrotu kosztów inwestycji zakupu instalacji z kolektorami posiadającymi absorber typu Al-Cu (w porównaniu do absorberów Cu-Cu).**

Kluczowym czynnikiem wpływającym na sprawność kolektora słonecznego jest rodzaj pokrycia absorbera. W tym przypadku jednak nie pozostaje wiele miejsca na dokonywanie porównań, gdyż niemal



**3** Pokrycia wytwarzane w technologii PVD cechują się najwyższą efektywnością pracy (absorbpcja promieniowania 95%, emisyjność 5%). Produkcja ma charakter wielkoseryjny, co było dodatkowym powodem rozwoju technologii z końcem lat 90., wobec silnego wzrostu zapotrzebowania rynku

wszystkie kolektory słoneczne produkowane i przeznaczone dla naszej strefy klimatycznej mają absorbery z pokryciem typu PVD (rys. 3). Zdominowała ona na dobre rynek i wyparła pokrycia lakierowane czy też galwanizowane.

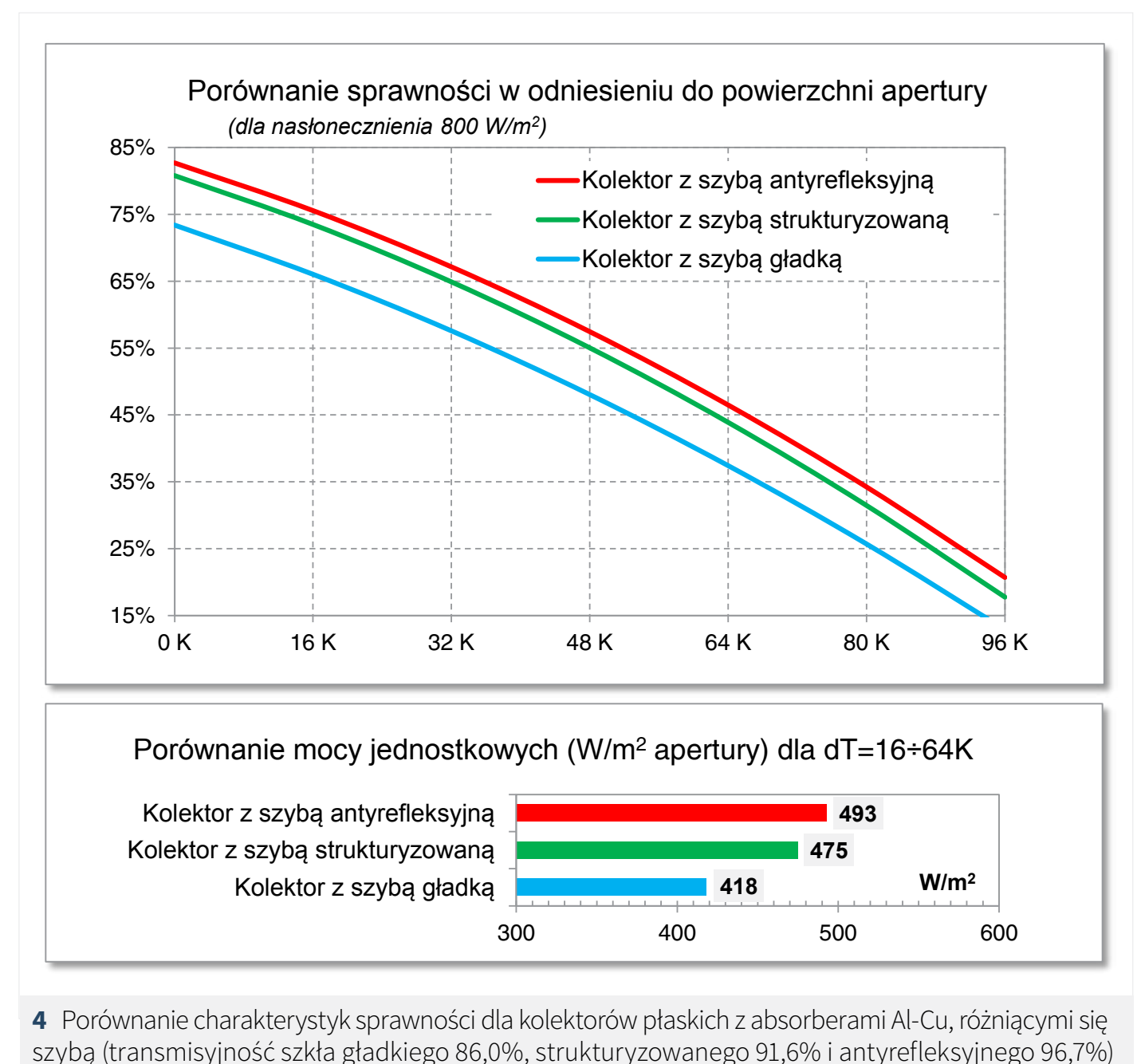
#### Wpływ rodzaju szyby na sprawność kolektora słonecznego

Szkoło zastosowane w przykryciu kolektora słonecznego odgrywa wysokie znaczenie dla jego sprawności (rys. 4). Przy porównywalnej konstrukcji, szyba antyrefleksyjna zwiększa o około 4% średnią sprawność w zakresie 16÷64 K w porównaniu do szkła strukturyzowanego i około 18% w porównaniu do szkła gładkiego.

**Kolektory płaskie z szybą antyrefleksyjną (AR) są zwykle droższe o 5÷10% od kolektorów z szybami „solarnymi”. O około 5% ulega skróceniu okres zwrotu kosztów inwestycji zakupu instalacji z kolektorami posiadającymi szybę AR.**

Kolektory z szybami antyrefleksyjnymi znajdują zastosowanie przeważnie w większych instalacjach solarnych, gdzie oczekiwana jest jak najwyższa wydajność przy zachowaniu korzystnej ceny (niższej niż dla kolektorów z absorberami Cu-Cu). Z kolei kolektory z szybami gładkimi są przeznaczone zarówno dla stosowania w klimacie ciepłym, jak i umiarkowanym. Niższa wydajność może być rekompensowana niższą ceną zakupu i skróceniem okresu zwrotu kosztów inwestycji.

Standardem rynkowym są szyby ze szkła „solarnego” (pryzmatyczne, strukturyzowane, itp.) zapewniające wysoką sprawność optyczną kolektora płaskiego (zazwyczaj ponad 80%). Brak dodatkowych powłok nie naraża także takiej szyby na ryzyko uszkodzeń



w trakcie prac montażowych i wieloletniej eksploatacji. Zastosowanie droższej szyby antyrefleksyjnej jest opłacalne, jeśli zwiększenie kosztów wynosi 5÷10%. Z drugiej jednak strony, możliwość znacznego (~20%) obniżenia ceny kolektora słonecznego i całego zestawu solarnego, przy zastosowaniu szkła gładkiego, pozwala uzyskać jeszcze korzystniejszy efekt ekonomiczny. Roczny uzysk ciepła jest niższy o około 7÷10% w porównaniu do zestawu z kolektorami, gdzie znajduje się „standardowe” szkło solarne, ale

przy niższej cenie okres zwrotu kosztów inwestycji może się skrócić nawet o 20÷25%.

#### Wpływ pompy obiegowej i trybu regulacji na efektywność instalacji solarnej

Od września 2015 roku obowiązującym standardem, także dla grup pompowych przeznaczonych do instalacji solarnych, są pompy obiegowe wysokoefektywne (popularnie nazywane „elektronicznymi”). Zastąpiły one powszechnie stosowane pompy





**5** Pompy o stopniowej regulacji wydajności (na fotografii) zostały zastąpione przez pompy wysokoefektywne o płynnej regulacji wydajności i zwiększonej efektywności energetycznej. Zakres zużycia energii elektrycznej mógł zostać obniżony np. z 30÷84 W (pompa stopniowa) do 3÷45 W (pompa wysokoefektywna) w zależności od chwilowego punktu pracy

o stopniowej regulacji wydajności (rys. 5). Roczny czas pracy pompy obiegowej w instalacji solarnej, a także stosunkowo niska wydajność (natężenie przepływu i wysokość podnoszenia) sprawiają, że zmniejszenie zużycia energii elektrycznej jest mniej zauważalne niż chociażby w systemach grzewczych. Roczne zużycie energii elektrycznej ( $Q_{aux}$ ) dla przykładowego zestawu solarnej z pompą obiegową stopniową typoszeregu Wilo ST 15/6 ECO powinno wynieść 111 kWh/rok, podczas gdy przy zastosowaniu pompy wysokoefektywnej Wilo-Yonos PARA ST blisko połowę mniej: 59 kWh/rok (na podstawie kart produktowych zestawów solarnych zgodnie z wymaganiami dyrektywy o efektywności, obliczane metodą SOLCAL). Oznacza to obniżenie kosztów eksploatacyjnych z około 67 na 35 zł/rok.

**Wpływ podgrzewacza na efektywność systemu**  
Większość 2-wężownicowych podgrzewaczy wody oferowanych na rynku ma klasę efektywności ener-

getycznej C lub D. Znacznie mniej podgrzewaczy jest w wyższej klasie B, a podgrzewacz z klasą A można spotkać sporadycznie. Wpływ izolacji cieplnej na straty ciepłe podgrzewacza i całkowitą efektywność zestawu solarnej obrazuje poglądowo porównanie wykonane wg metody SOLCAL (rys. 6). Służy ona określeniu rocznego udziału energii innej niż energia słoneczna ( $Q_{nonsol}$ ) dla zestawu solarnej (wg rozporządzenia UE 812/2013). Od strat ciepła podgrzewacza zależeć będzie ilość dodatkowego ciepła koniecznego do doprowadzenia do wody użytkowej. Porównując zestaw solarnej z podgrzewaczem 300 litrów o klasie C do zestawu z podgrzewaczem klasy B, uzyskuje się około 5% zwiększenia potrzeb dodatkowego ciepła. Dla zestawu z podgrzewaczem klasy D będzie to już około 12%. Czy to dużo? W wymiarze energetycznym tak, jednak przeliczając to na koszty zużycia dodatkowego paliwa, np. gazu ziemnego (~0,28 zł/kWh) zwiększenie kosztów można szacować na odpowiednio ~20 zł/rok i ~60 zł/rok. Tak więc decyzja o wyborze bardziej efektywnych produktów jak w każdym przypadku powinna uwzględniać koszty inwestycji, a także warunki gwarancji itp.

**Podgrzewacz 2-wężownicowy o klasie efektywności B jest droższy w zakupie o około 20÷25% od podgrzewaczy klasy C. Zmniejszenie strat ciepłych rzędu 5% oznacza uzyskanie oszczędności około 20 zł/rok w przypadku współpracy z kotłem gazowym.**

**Podsumowanie, czyli o ile można zwiększyć efektywność instalacji solarnej?**

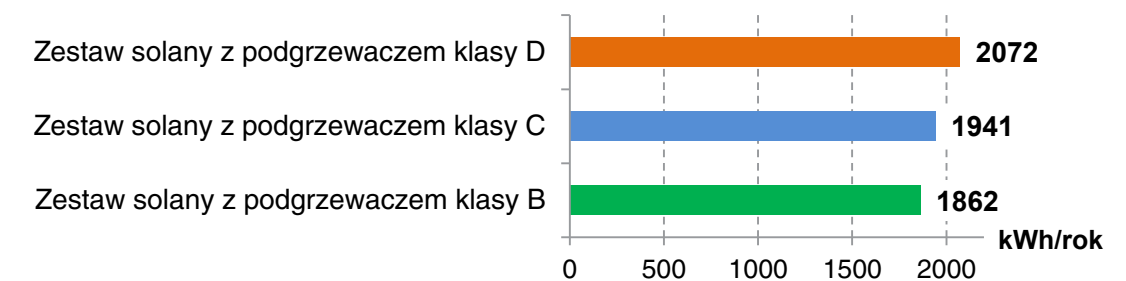
Różnorodność oferty rynkowej kolektorów słonecznych oraz kompletnych zestawów solarnych pozwala dostosować wybór rozwiązania do możliwości finansowych inwestora oraz wymagań technicznych. Jeżeli możliwości wyboru są ograniczone ze wzglę-

dów finansowych, to możliwe jest znalezienie na rynku korzystnych cenowo produktów. Mogą one przy korzystnej relacji ceny do wydajności, zapewnić krótkie okresy zwrotu kosztów inwestycji.

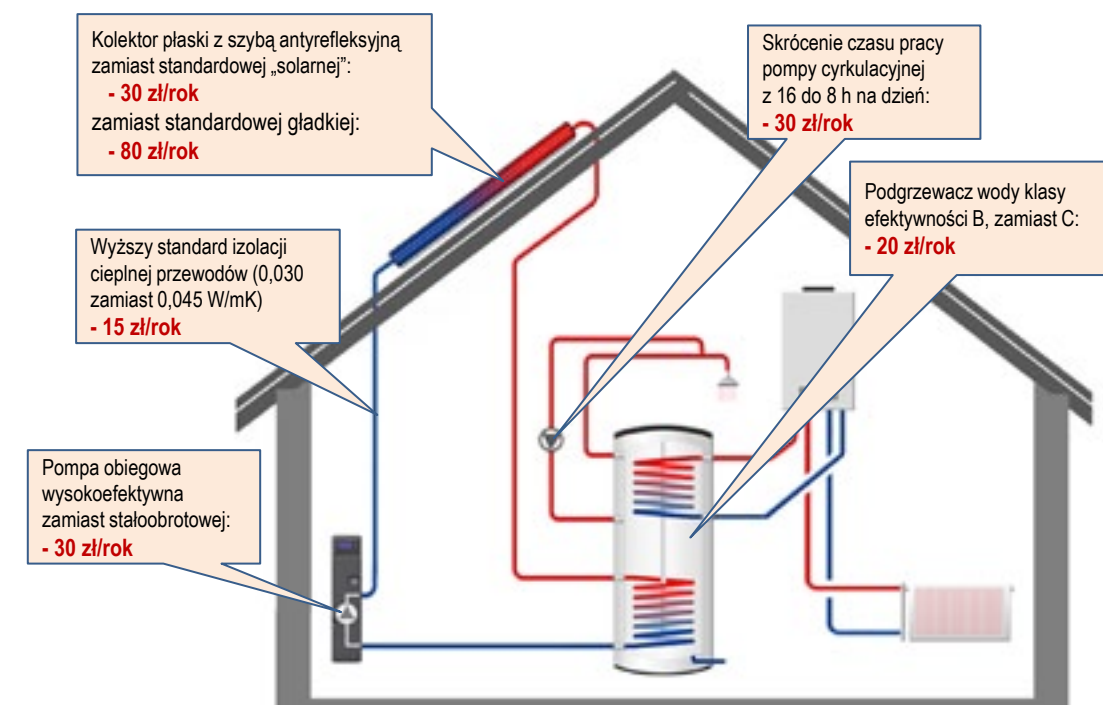
Jeśli priorytetem jest uzyskanie jak najwyższych efektów pracy instalacji solarnej, to oferta rynkowa proponuje szereg rozwiązań, o których wspomniano wcześniej. Potencjał do zwiększania efektywności pracy instalacji solarnej jest znaczny i leży nie tylko po stronie cech jego komponentów, ale również nastaw pracy, jak np. skrócenia czasu pracy cyrkulacji wody użytkowej w budynku. Można szacować, że poprawa efektywności o 10÷20% całej instalacji solarnej leży „w zasięgu ręki” (rys. 7) i nie wymaga nadmiernego zwiększenia kosztów inwestycji. Warto jednak w każdym wypadku doradzać klientom pamiętać, że mogą oni mieć różne preferencje i wymagania odnośnie wyposażenia swojego domu, w tym także instalacji, a więc i kolektorów słonecznych. Jednych przecież stać na... limuzynę, czy SUV-a i tylko takim chęć jeździć, a inni są zadowoleni z samochodu w przyzwoitym średnim standardzie.

#### Literatura:

- [1] „Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2012 r.”, GUS, 2014  
[2] “More automation more adhesives”, Sun & Wind Energy 7/2012



**6** Porównanie energii (kWh/rok) koniecznej do dostarczenia dodatkowo w celu podgrzania wody użytkowej przez kocioł lub inne źródło ciepła (kalkulacja arkuszem SOLCAL, zestaw solarnej z 3 kolektorami płaskimi o powierzchni łącznej 5,5 m<sup>2</sup> apertury, podgrzewaczem 300 litrów, profilem rozbioru wody XL (19 kWh/dzień), dla warunków nasłonecznienia we Wrocławiu)



**7** Przykładowa instalacja solarnej jest przeznaczona do podgrzewania 300 litrów ciepłej wody użytkowej dziennie (10/45°C) i pozwala uzyskać 50% pokrycia potrzeb ciepłych przy zmniejszeniu zużycia gazu ziemnego o 330 m<sup>3</sup>/rok, to daje rachunek niższy o około 850 zł/rok (wg symulacji w programie GetSolar). Dodatkowe obniżenie kosztów jest możliwe przy zastosowaniu podwyższonego standardu izolacji cieplnej, zastosowaniu szkła antyrefleksyjnego czy też skróceniu czasu pracy pompy cyrkulacyjnej c.w.u. Teoretycznie jest to maksymalnie łącznie 175 zł/rok dodatkowych oszczędności, a więc o 20% więcej niż w wariantcie wyjściowym