

# O TYM NIKT CI TAK NIE OPOWIE

Konsultacje budowlano-remontowe z Majstrem Guru

# 11



## Kolektory?

*ależ to bardzo proste!*



Nowoczesna i darmowa  
**energia słoneczna**

**Cosmo**SUN



## KOMPLETNA OFERTA DO BUDOWY INSTALACJI SOLARNYCH

kolektory słoneczne | pompy ciepła  
rekuperatory | gruntowe wymienniki ciepła

Sprawdź



[www.nowoczesnegrzanie.pl](http://www.nowoczesnegrzanie.pl)





Wcześniejsze odcinki rozmów z Majstrem Guru dostępne są w witrynie internetowej „Budujemy Dom” pod adresem: [www.budujemydom.pl/majster-guru](http://www.budujemydom.pl/majster-guru)

# 11

**Dociekliwy Inwestor:** – *Dzień dobry, panie inżynierze!*

**Majster Guru:** – Dzień dobry! A w czym tym razem mogę Panu pomóc?

– *Chciałbym porozmawiać o kolektorach słonecznych i panelach do produkcji elektryczności.*

– Czemu nie. Szczerze panu powiem, że ostatnio coraz więcej osób mnie o to pyta. Jeszcze z 10–15 lat temu, tego rodzaju instalacje były rzadkością. Dzisiaj już nie robią chyba na nikim wrażenie, no może z wyjątkiem paneli fotowoltaicznych.

– *Właściwie to i ja dochodzę do wniosku, że przyszedłem do pana właśnie ze względu na to, że kolektory się upowszechniły. Dekadę temu pewnie bym o nich nie pomyślał, a teraz czytam artykuły o kolektorach w gazetach, widzę je na mijanych domach, mają je moi znajomi. Pomyślałem więc: dlaczego nie ja?*

– No proszę, skojarzenia mamy podobne. Ale na początek ustalmy w ogóle, o czym rozmawiamy. Mam nadzieję, że zdaje sobie pan sprawę, że kolektory słoneczne oraz panele fotowoltaiczne – to kompletne różne urządzenia?

**– *Wiem, wiem. Kolektory są do przygotowania ciepłej wody, a panele do produkcji prądu.***

– W zasadzie tak, chociaż nie do końca ściśle. Rzeczywiście, dzięki panelom wytwarzamy prąd, który da się wykorzystać na rozmaite sposoby. Ostatecznie, może posłużyć nawet do podgrzania ciepłej wody. Kolektory zaś dostarczają nam ciepła, które najczęściej w polskich warunkach przeznacza się właśnie do przygotowania ciepłej wody użytkowej. Lecz nie jest to jedyna możliwość. Mogą służyć również do ogrzewania budynku, choć precyzyjniej byłoby chyba powiedzieć, że do jego dogrzewania w okresach przejściowych.

**– *O ogrzewaniu domu kolektorami słyszałem i o nie też chciałbym zapytać, ale widzę, że odnosi się pan do tego z rezerwą. Przecież skoro można podgrzewać nimi wodę do mycia, to czemu nie wodę płynącą do kaloryferów? Za to wykorzystaniem prądu z paneli fotowoltaicznych do podgrzewania wody mnie pan zaskoczył.***

– Widzę, że musimy zacząć od podstaw. Na pierwszy ogień weźmy kolektory słoneczne, bo z nimi będzie prościej. A jak pan potem zobaczy, pewne podstawowe zasady można odnieść także do paneli fotowoltaicznych.

Kolektor zamienia padające promieniowanie słoneczne na ciepło, które następnie trafia do instalacji domowej. To ciepło spożytkowujemy do przygotowania ciepłej wody użytkowej, rzadziej – do ogrzewania pomieszczeń. Proszę powie-

dzieć, od czego w największym stopniu zależy ilość pozyskiwanego ciepła?

**– *Oczywiście od tego, ile mamy słońca oraz liczby kolektorów!***

– Zgadza się, z zastrzeżeniem, że nie są to czynniki równorzędne. Ilość energii pochodzącej od słońca jest najważniejsza. Zaraz się pan przekona, że są sytuacje, kiedy powiększanie powierzchni kolektorów nie przynosi korzyści, raczej staje się problemem w sezonie letnim. Za to bez promieniowania słonecznego nic nie zrobimy. To jakby „paliwo” dla naszej instalacji i kiedy go brakuje, z systemu nie ma pożytku. Innymi słowy – nawet z najmniejszej instalacji przy dobrym nasłonecznieniu będzie pożytek, za to z dużej przy braku słońca (mgła, chmury) ciepłej wody nie będzie.

Niech mi pan teraz powie, kiedy słońca mamy najwięcej, a kiedy najbardziej go brakuje?

**– *Niewątpliwie brakuje go teraz – późną jesienią i zimą. Latem zaś odwrotnie. Właśnie sobie pomyślałem, że w sezonie wakacyjnym jest go w moim mieszkaniu***



*nawet za dużo! Chętnie przesunąłbym część na chłodniejszy sezon.*

– Racja. Proszę spojrzeć na zestawienie z rozbiciem na poszczególne miesiące. Po prostu zimą nie dociera do nas zbyt wiele słońca. A z pustego i Salomon nie należy.

A jeszcze rozkład roczny jest skrajnie nierównomierny. 80% energii słonecznej trafia do nas w okresie od początku kwietnia do końca września, czyli w czasie, kiedy praktycznie nie musimy ogrzewać domów. Za to łącznie na grudzień, styczeń i luty przypada zaledwie ok. 6%.

*– Aż się wierzyć nie chce. A konkretnie, to ile właściwie ciepła daje nam słońce?*

– Z pozoru mnóstwo, nie mieszkamy przecież za kręgiem polarnym. Lecz proszę nie dać się omamić różnym sprytnym sprzedawcom, którzy lubią pokazywać uśrednione dane roczne. W Polsce roczna suma energii promieniowania słonecznego wynosi ok. 1000 kWh na 1 m<sup>2</sup> powierzchni. Znaczy to, że w ciągu roku każdy metr kwadratowy działki otrzymuje w przybliżeniu tyle energii, ile uzyskujemy ze spalania 100 m<sup>3</sup> gazu ziemnego. Załóżmy teraz, że mamy energooszczędny budynek o powierzchni 150 m<sup>2</sup>, który potrzebuje rocznie 40 kWh/m<sup>2</sup>. Daje to 6000 kWh. Teoretycznie dla zaspokojenia jego potrzeb energetycznych wystarczyłoby więc „zebrać” energię słoneczną padającą na zaledwie 6 m<sup>2</sup> działki! W praktyce jest o wiele, wiele gorzej. Oczywiście, nie umiemy w 100% wykorzystać docierającej do nas energii, choć konstrukcje kolektorów są wciąż udoskonalane. Zasadnicze



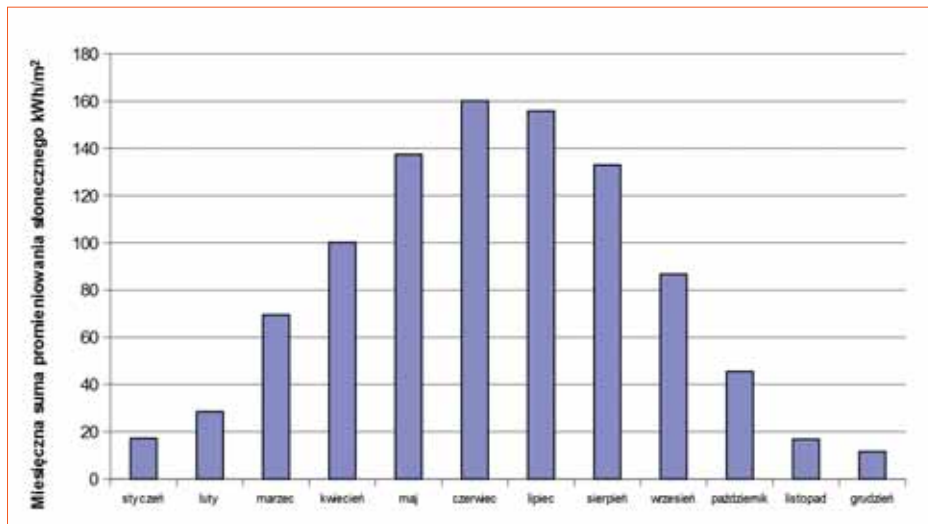
▲ Intensywność promieniowania słonecznego to najważniejszy czynnik dla każdej instalacji solarnej. Nie ma słońca to nie ma i energii. FAKRO

ograniczenie wynika jednak z czynników od nas niezależnych, będących konsekwencją naszego położenia geograficznego. Proszę dobrze zapamiętać: 4/5 całej energii dostajemy przez pół roku. I tak się składa, że sezon grzewczy to właśnie te drugie pół roku – z niedoborem.

*– Tu mnie pan zasmucił. Wcześniej nie spotkałem tego typu danych.*

**Nasłonecznienie dzienne 1 m<sup>2</sup> płaszczyzny o nachyleniu 45° (dane dla Warszawy)**

Miesiąc	Promieniowanie słoneczne kWh/m <sup>2</sup>
I	0,6
II	1,0
III	3,0
IV	3,8
V	4,8
VI	5,4
VII	5,3
VIII	4,9
IX	3,3
X	1,7
XI	0,7
XII	0,5



▲ W zestawieniu rocznym świetnie widać ogromne zróżnicowanie nasłonecznienia

– Ależ proszę pana, to raczej kwestia spojrzenia: szklanka jest do połowy pusta czy pełna? Smucić się, że zimą nie ogrzejemy słońcem domu, czy cieszyć, że wiosną i latem podgrzejemy ciepłą wodę prawie za darmo?

– **Ale czy rzeczywiście zimą jest tak źle?**

– Czuję, że wciąż szuka pan jakiejś furtki dla sezonu zimowego. W takim razie przełożmy dane z tabeli na konkretne liczby. Nawet jeśli kolektory miałyby 100% sprawność, czyli pochłaniałyby całą docierającą do nich energię bez jakichkolwiek strat, a ich powierzchnia była duża, np. 10 m<sup>2</sup>, to z racji bardzo słabego nasłonecznienia – w środku zimy nie dałyby wiele. W grudniu maksymalny uzysk to 5 kWh dziennie, co odpowiada pracy niewielkiego kotła grzewczego o mocy 10 kW przez pół godziny.

Dlatego instalacje słoneczne w naszym klimacie są dobrym sposobem przygotowania ciepłej wody w sezonie letnim. A w kwestii ogrzewania mogą pełnić co najwyżej rolę pomocniczą dla głównego źródła ciepła, np. kotła. I to raczej wiosną i jesienią.

– **Ale podobno kolektory próżniowe są efektywniejsze zimą...**

– Owszem, są. Jednak nie ma co liczyć na cud. Skoro zimą dociera do nas mało energii słonecznej, to i niewiele jej pozyskamy. Przypomniała mi się rozmowa z przedstawicielem jednej z firm, który twierdził, że ich kolektory są równie efektywne zimą, jak i latem. Coś takiego trudno w ogóle komentować. Czy wie pan, dlaczego kolektory próżniowe są zimą efektywniejsze?

– **Nie bardzo.**



– Tak myślałem, więc może objaśnię samą budowę obu rodzajów urządzeń.

Różni je budowa absorbera, czyli elementu pochłaniającego promieniowanie słoneczne oraz sposób zabezpieczenia przed stratami ciepła do otoczenia.

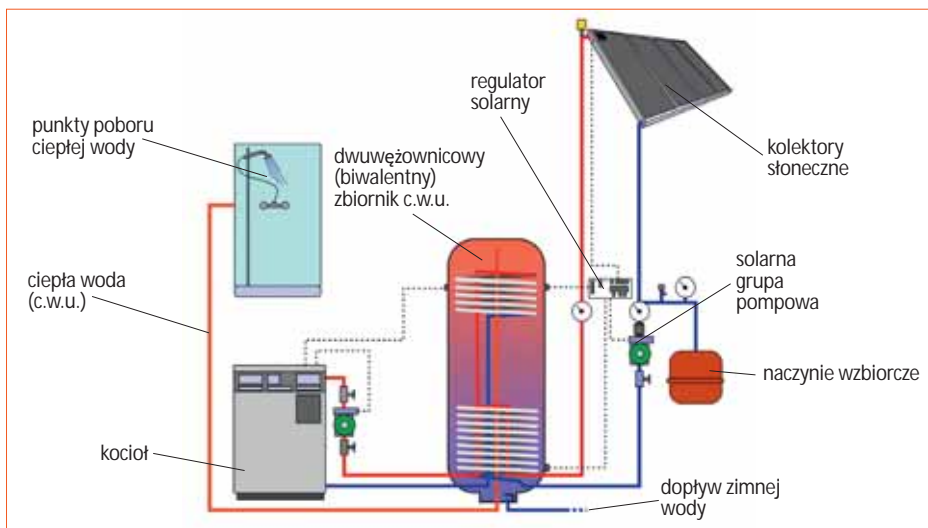
W kolektorach płaskich absorberem jest miedziana lub aluminiowa płyta (blacha). W kolektorach próżniowych absorber jest

zwykle podzielony na wąskie pasy – po jednym w każdej rurze próżniowej. Żeby efektywnie wykorzystać pozyskane ciepło, kolektor nie może zbyt wiele z niego tracić do otoczenia. Specjalna powłoka absorbera (najczęściej na bazie tlenku tytanu) powoduje, że bardzo dobrze pochłania on promieniowanie słoneczne, a rozgrzany wypromiowuje niewiele ciepła.

Żeby ograniczyć pozostałe straty ciepła (przez przewodzenie i konwekcję powietrza), obudowa kolektorów płaskich izolowana jest wełną mineralną. Natomiast w kolektorach próżniowych izolatorem jest właśnie próżnia – w przestrzeni bez powietrza nie ma przewodzenia ani konwekcji, pozostaje jedynie strata energii przez promieniowanie.

Ciepło z rozgrzanego absorbera trzeba przekazać dalej. W kolektorach płaskich, od spodu styka się z nim rurka, przez

▼ Idea budowy instalacji solarnej jest w sumie dość prosta: płyn rozgrzany w kolektorze przekazuje ciepło wodzie zgromadzonej w zasobniku, a następnie znów się nagrzewa



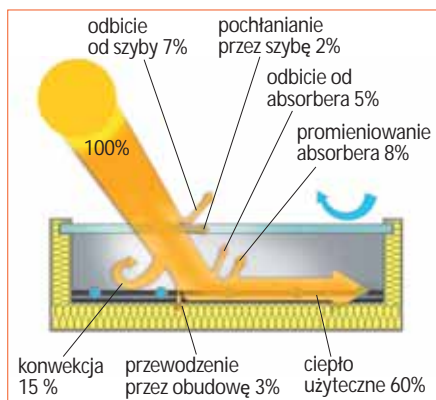
którą przepływa czynnik roboczy (płyn niezamarzający). Z kolei w kolektorach próżniowych, w każdej rurze próżniowej jest umieszczona rurka z przepływającym przez nią czynnikiem roboczym albo tzw. ciepłowod (rurka z cieczą o niskiej temperaturze parowania). Poszczególne ciepłowodny muszą być na zewnątrz – poza rurami próżniowymi – połączone „szyną zbiorczą”, przez którą przepływa czynnik roboczy.

W kolektorach próżniowych największym problemem jest uszczelnienie miejsca połączenia rury próżniowej z rurką odbierającą ciepło z jej wnętrza. Wystarczy nawet minimalna niedokładność i do wnętrza dostaje się powietrze, a wtedy rura nie ma już właściwości izolacyjnych.

**– No dobrze, ale właściwie co z tego wynika dla mnie, który chce je kupić? Na które lepiej się zdecydować?**

– Nie ma jednoznacznej odpowiedzi. Kolektor płaski – przy tej samej powierzchni zabudowy, co próżniowy rurowy – ma większą powierzchnię absorbera (pochłaniającą promieniowanie), za to gorszą izolację termiczną. W efekcie kolektor płaski uzyskuje więcej ciepła latem, gdy nasłonecznienie jest intensywne, a straty ciepła względnie niewielkie. Za to jesienią i zimą przewagę będzie miał rurowy kolektor próżniowy, bo mniej ciepła straci do otoczenia. Ostatecznie wracamy do podstawowego pytania – co chcemy osiągnąć dzięki kolektorom?

**– Zostańmy na razie przy podstawowym – jak sam pan twierdzi – zastosowaniu kolektorów w naszym klimacie, czyli podgrzewaniu wody do mycia itp.**



▲ Pochłanianie energii oraz straty ciepła w kolektorze płaskim

– W porządku, na początek proszę dobrze zapamiętać, że instalacja solarna zawsze wymaga współdziałania z drugim, konwencjonalnym źródłem ciepła: kotłem, grzałką elektryczną albo ogrzewaczem przepływowym.

**– Rozumiem, że podstawowym ograniczeniem jest ta niewielka ilość słońca w sezonie zimowym, o czym już mówiliśmy. Ale z drugiej strony, chyba dałoby**



◀ Rury próżniowe znacznie zmniejszają straty ciepła do otoczenia. Dlatego wyposażone w nie kolektory lepiej niż płaskie radzą sobie w warunkach zimowych. VISSMANN



*się wykorzystać dość kolektorów, żeby wystarczyły i zimą?*

– Co do pierwszego punktu, to generalnie ma pan rację. Jednak odnośnie drugiego, niestety, już nie.

*– Jak to, odpowiednio duża instalacja nie dostarczy nam dość ciepła?*

– Ano nie. Ponadto latem będziemy ją przeklinać. Powiem panu więcej, nawet część instalatorów, jakby nie patrzeć, ludzi zajmujących się tą problematyką zawodowo, tego nie rozumie. Dlatego tym bardziej warto to sobie dobrze wyjaśnić.

Otóż, sezon zimowy to nie tylko marne nasłonecznienie, ale przeważnie też niska temperatura na zewnątrz domu. Sporo będzie dni, kiedy płyn w kolektorze rozgrzeje się tylko do niewysokiej temperatury, kilkunastu stopni. W efekcie wody w zasobniku także nie podgrzejemy do wyższej temperatury. I zwiększanie powierzchni kolektorów nic nie da. W małej instalacji będziemy mogli podgrzać 200 l wody z 10°C do 15°C. W znacznie większej, podgrzejemy zaś np. 600 l. Choć i tak ani 1 litra nie podgrzejemy do 40°C. Dlatego potrzebne jest drugie, konwencjonalne źródło ciepła, które wodę – podgrzaną wstępnie przez kolektory – dogrzeje do użytecznej temperatury 40–50°C. Może to być węzownica zasilana przez kocioł grzewczy albo grzałka elektryczna. Ten konwencjonalny sposób ogrzewania może przydać się i latem, gdy zdarzy się kilka pochmurnych, deszczowych dni z wyjątkowo słabym nasłonecznieniem.

*– Zaraz, zaraz. Pamiętaj deklaracje, że instalacja z kolektorami pokrywa*



*60–70% rocznego zapotrzebowania na ciepłą wodę. Coś mi tu nie pasuje. Czy sprzedawcy kłamią?*

– Raczej – mniej lub bardziej świadomie – nie mówią całej prawdy. Mamy tu drobną, ale ważną, różnicę terminologiczną. 60% zapotrzebowania na ciepłą wodę to nie to samo, co 60% zapotrzebowania na energię do przygotowania ciepłej wody. Czuje pan różnicę?

*– Ależ to jakaś kazuistyka!*

– Moim zdaniem, wcale nie. Proszę się spokojnie zastanowić: czy tyle samo ciepła potrzeba do podgrzania 200 l wody z 10 do 40°C, co przy podniesieniu temperatury z 15°C do 40°C?

*– W drugim przypadku będzie łatwiej.*

– I dokładnie o to chodzi! W tych mniej korzystnych okresach, woda może być zaledwie letnia, lecz to znaczy, że jej podgrzanie do przydatnej temperatury pochłonie i tak mniej energii, niż gdyby pochodziła wprost z wodociągu lub studni. Zużycie ciepła z konwencjonalnego źródła będzie więc mniejsze. Dzięki kolektorom i tak oszczędzimy. Ale przecież

uprzedzałem, że nie mogą pracować samodzielnie.

**– Dobrze. Rozumiem teraz, w czym rzecz. Ile w takim razie jesteśmy w stanie osiągnąć dzięki kolektorom?**

– Najczęściej instalacje do przygotowania c.w.u. projektuje się tak, żeby pokryły 50–60% rocznego zapotrzebowania na ciepło. Da się wprawdzie osiągnąć nieco więcej, jednak im dalej, tym robi się to mniej opłacalne. Po prostu wzrost kosztów, wynikający z konieczności zwiększenia powierzchni kolektorów, jest wówczas szybszy niż tempo przyrostu oszczędności. Ekonomiczna opłacalność inwestycji spada. No i jeszcze mamy z takimi „prze-rośniętymi” instalacjami problemy.

**– Wspominał pan o tym, ale o co w istocie chodzi?**

– Pozwoli pan, że posłużę się analogią. Zimą pewnie się pan cieszy, kiedy pogoda jest ładna i słońce wpada przez okno?

**– Oczywiście!**

– A czy latem, w upał, jest pan równie zadowolony z tego, że słońce świeci w te same okna?

**– Pewnie, że nie.**

– No właśnie. W instalacjach solarnych zawsze trzeba się liczyć z nadprodukcją ciepła w okresie letnim. A jeśli zwiększymy powierzchnię kolektorów, to i skala tej nadwyżki będzie większa. Wracając do naszego przykładu z oknami – więcej

kolektorów to jak więcej okien w tym samym pokoju, na nasłonecznionej elewacji. Jeżeli przesadzimy, w upały nie da się w tym wnętrzu wysiedzieć. Chociaż, istotnie, przy jesiennej szarawce będziemy się cieszyć z większej ilości naturalnego światła.

**– Rozumiem w czym problem, ale na pewno są sposoby poradzenia sobie z tym.**

– Są, i to nawet kilka. Najlepiej żeby nadmiar ciepła dał się jakoś z pożytkiem zagospodarować. Problemu nie ma, jeśli kolektory podgrzewają także wodę w basenie lub dom funkcjonuje latem jako pensjonat dla turystów, którzy zużywają zwykle dużo ciepłej wody. Ciepło z kolektorów może również zasilać kolektor gruntowy pompy ciepła. W ten sposób przyspieszamy regenerację źródła dolnego po sezonie grzewczym. Grunt pełni też rolę akumulatora ciepła pozyskanego

▼ Typowy zestaw do przygotowania c.w.u. dla 4 osób składa się z 2 lub 3 kolektorów. Nie warto go powiększać bez szczególnego uzasadnienia i to nie tylko ze względu na wzrost kosztów. HEWALEX



z energii słonecznej, bo przynajmniej jej część odzyskamy w sezonie grzewczym, gdy pompa ciepła pracuje.

*– Ale ja nie planuję basenu, rozważam jedynie pompę ciepła. Pomyślałem jednak, że przecież i w mniejszym, prawidłowo dobranym systemie, mogą być problemy. Przecież słońce nie przestaje świecić, kiedy wyjeżdżamy na wakacyjny urlop i z c.w.u. nie korzystamy.*

– Brawo! Rzeczywiście tak jest, lecz problem rozwiązano. Producenci przewidują taki tryb pracy urządzeń, gdy czynnik roboczy krąży w instalacji i nocą, gdy temperatura na zewnątrz jest niższa od temperatury podgrzanej za dnia wody, wówczas ciepło jest poprzez kolektor oddawane do otoczenia. Aczkolwiek efektywność tego rozwiązania może być zbyt niska. W końcu, absorbery kolektorów pokrywane są specjalnymi powłokami o słabej zdolności do wypromieniowania ciepła. Wymiana ciepła przez przewodzenie i konwekcję także jest słaba (zwłaszcza w kolektorach próżniowych).

Jeszcze inne rozwiązanie to osłony przeciwsłoneczne na kolektory. Mogą to być samoczynnie rozwijane rolety, ale niektórzy użytkownicy stosują doraźne rozwiązania, zakrywając po prostu kolektory tkaniną. Oczywiście, wymaga to dobrego dostępu do nich.

Ciekawszym rozwiązaniem jest tzw. system drain back, w którym normalnie kolektor jest pusty, bez czynnika roboczego. Czynnikiem roboczym jest zaś zwykła woda, którą pompa przenosi z zasobnika do kolektorów dopiero po wykryciu przez czujnik, że ich temperatura jest



odpowiednio wysoka. Zaś po wyłączeniu pompy – woda sama, grawitacyjnie opada do zbiornika. Proszę zauważyć, że jeżeli woda w zasobniku jest już odpowiednio podgrzana i nie potrzebujemy więcej ciepła, wystarczy żeby sterownik nie uruchamiał pompy. Wówczas temperatura wody się nie podnosi, choćby nasłonecznienie było bardzo duże.

Przy czym należy wyraźnie powiedzieć, że instalacja, w której dochodzi do przegrzania w innej sytuacji niż urlopowy brak odbioru ciepła przez kilka dni, jest po prostu źle zaprojektowana – z nieodpowiednio dobraną wielkością kolektorów i zasobnika względem potrzeb.

***– A ile w takim razie powinno być kolektorów i jak duży zasobnik jest niezbędny?***

– Uprzedzam, że będę mówił o sytuacji typowej – gospodarstwa domowego dla 4 osób. Zakładam też zwrócenie kolektorów wprost na południe oraz nachylenie ich pod kątem ok. 45%. Jeżeli mamy liczną rodzinę albo latem prowadzimy pensjonat, powiększenie instalacji będzie jak najbardziej uzasadnione. W tym ostatnim

przypadku, warto dodatkowo uwzględnić pewne inne zmiany.

Dla 4 osób potrzeba dziennie średnio 200–240 l ciepłej wody o temperaturze 45°C. Dobrze dobrana i ekonomicznie uzasadniona instalacja zapewnia pokrycie 50–60% rocznego zapotrzebowania na energię do podgrzania c.w.u.

Wystarczy do tego zwykle dwa kolektory płaskie o powierzchni ok. 4 m<sup>2</sup>. Taki sam stopień pokrycia może zapewnić jeden dobry kolektor próżniowy o powierzchni ok. 3 m<sup>2</sup>, a wówczas jego cena będzie konkurencyjna. Zasobnik powinien mieć w takiej sytuacji przynajmniej 300 litrów.

*– Tylko dwa zwykłe kolektory? To przecież strasznie mało i na dachach zwykle widać ich przynajmniej 2 razy tyle!*

– Zwiększenie liczby kolektorów może być czasem uzasadnione specyficzną sytuacją, choćby niekorzystnym ustawieniem względem stron świata. Najczęściej jednak takie przewymiarowanie jest efektem braku kompetencji – rozumiałej u prywatnego inwestora, lecz niewybaczalnej u fachowca. A to ten pierwszy ma problem, jeżeli kolektorów zainstalowano po prostu zbyt wiele. Nie tylko zapłacił więcej, ale ma teraz problemy z nadmia-

### DLA ZAAWANSOWANYCH

#### Parametry kolektorów

W praktyce użyteczna jest przede wszystkim informacja o **rocznym uzysku energii z 1 m<sup>2</sup> powierzchni kolektora**, pod warunkiem jednak, że procedura badawcza była taka sama dla wszystkich produktów, co w praktyce oznacza, że badania musiały przeprowadzić ta sama instytucja, bo międzynarodowej normy określającej jak zbadać uzysk energetyczny kolektora wciąż nie ma. Najczęściej jest to szwajcarski instytut SPF w Rapperswilu. Dane z badań przeprowadzonych przez SPF są jawne i dostępne na stronie internetowej [www.solarenergy.ch](http://www.solarenergy.ch).

Jeśli sprzedawca twierdzi, że produkt ma certyfikat SPF, to poprośmy o jego numer i sprawdzimy. Oczywiście fakt, że kolektor został tam przebadany, nie znaczy wcale, że jest on dobry lub zły, został po prostu zbadany w sposób umożliwiający porównanie z innymi urządzeniami. Chodzi o to, że zmieniając założenia (warunki badania), np. strefę klimatyczną, łączną powierzchnię kolektorów, ilość podgrzewanej wody itd. można dla tego samego kolektora otrzymać bardzo różne wyniki.

Jeśli danych o rocznym uzysku energii brak, to pozostaje kierować się trzema podstawowymi parametrami:

■ **sprawność optyczna** [%]. Informuje o sprawności przemiany energii promieniowania w ciepło, im wyższa, tym lepiej;

■ **liniowy współczynnik przenikania (strat) ciepła**  $a_1$  [W/(m<sup>2</sup>·K)]. Dostarcza informacji o stratach ciepła wynikających z jego ucieczki z kolektora do otoczenia (nie uwzględnia rurociągów, zasobnika itd.). Jest użyteczny przede wszystkim, gdy temperatura otoczenia jest wysoka – w sezonie letnim. Im jest niższy, tym lepiej;

■ **kwadratowy współczynnik przenikania (strat) ciepła**  $a_2$  [W/(m<sup>2</sup>·K<sup>2</sup>)]. Parametr analogiczny do poprzedniego, ale użyteczny, gdy temperatura zewnętrzna jest niska – w sezonie jesienno-zimowym.

Często producenci chwalać się, że kolektor uzyskał znak **Solar Keymark**. Trzeba jednak podkreślić, że ten znak gwarantuje jedynie, że podstawowe dane techniczne sprzętu (ale nie roczny uzysk energii) wyznaczono w sposób zgodny z europejskimi normami, a jakość kolektorów jest powtarzalna i stale kontrolowana. Solar Keymark może uzyskać zarówno sprzęt bardzo dobry, jak i słaby. Ponadto procedura certyfikacji jest kosztowna, często zbyt droga dla niewielkich wytwórców.



▲ Umiar w doborze powierzchni kolektorów oraz odpowiednio duży zasobnik, to podstawowe warunki, dzięki którym unikniemy problemu nadmiaru ciepła. ARISTON

rem ciepła. Nie bez powodu na forach internetowych wątki o tym, jak sobie poradzić z przegrzaniem kolektorów, są liczne i popularne. Pamiętam np. pomysły, żeby wyposażyć instalację w chłodnicę od ciężarówki!

Tymczasem, w dobrze zaprojektowanym systemie solarnym powinien wystarczyć odpowiednio dobrany zasobnik i naczynie wzbiorcze.

**– No dobrze, jaka powinna być zatem pojemność zasobnika i dlaczego jest on taki ważny?**

– Przede wszystkim sprawa podstawowa – system solarny nie może funkcjonować bez zasobnika. Przepływowe podgrzewanie c.w.u. po prostu nie wchodzi w grę – to nie kocioł gazowy. Wszystko dlatego, że dopływ energii słonecznej – a w efekcie i ciepła z kolektorów – potrafi się bardzo zmieniać. Zarówno z dnia na dzień, jak i z godziny na godzinę. Zasobnik musi więc być większy, niż w typowej instalacji zasilanej przez kocioł. Przyjmuje się, że powinien mieć pojemność 1,5–2 razy większą, niż dzienne zapotrzebowanie na ciepłą wodę. Przy typowym zużyciu, daje to 300–400 l dla 4 osób. Zasobnik będzie

zatem znacznie większy od typowego, zasilanego tylko przez kocioł (najczęściej 120–150 l). To zwiększenie rozmiarów trzeba przewidzieć, planując kotłownię. Wielkość zasobnika jest wyjątkowo istotna dla pracy całej instalacji. Zbyt mały się nie sprawdzi, bo latem nie będzie w stanie wchłonąć całego ciepła z kolektora. Zbyt duży też nie ma sensu, bo będzie droższy, zajmie więcej miejsca, zaś wiosną i jesienią bardzo duża objętość wody będzie zbyt słabo ogrzana.

Ponadto zasobniki do instalacji solarnych powinny mieć specjalną konstrukcję. Najistotniejsza jest duża powierzchnia wymiany ciepła. Instalacja solarna zaczyna ogrzewać wodę, gdy różnica temperatury pomiędzy płynem solarnym a wodą wynosi zaledwie ok. 6°C, jeśli węzownica będzie mała, to wymiana ciepła będzie wówczas nieefektywna.

Zasobnik solarny ma i drugą węzownicę, ewentualnie grzałkę elektryczną. Poza sezonem letnim, kolektory zazwyczaj jedynie wstępnie podgrzewają wodę, np. od +10°C (temperatura wody wodociągowej) do +30°C. Wodę należy jeszcze podgrzać. Robi to kocioł przyłączony do drugiej węzownicy, ew. właśnie grzałka elektryczna.



## Rozmowy o kolektorach

W takim układzie:

- dolną wężownicę, która ma bezpośredni kontakt z zimną wodą wodociągową, zasila instalacja solarna;
- górną wężownicę zasila kocioł, żeby dogrzać do ostatecznej temperatury wodę już podgrzaną nieco przez dolną wężownicę. Przy czym wężownicę może być więcej, jeżeli w instalacji są poza tym jakieś źródła ciepła, np. kominek z płaszczem wodnym.

**– A co jeżeli ktoś już ma kocioł kupiony np. wraz z niewielkim zbiornikiem? Czy trzeba go wymienić?**

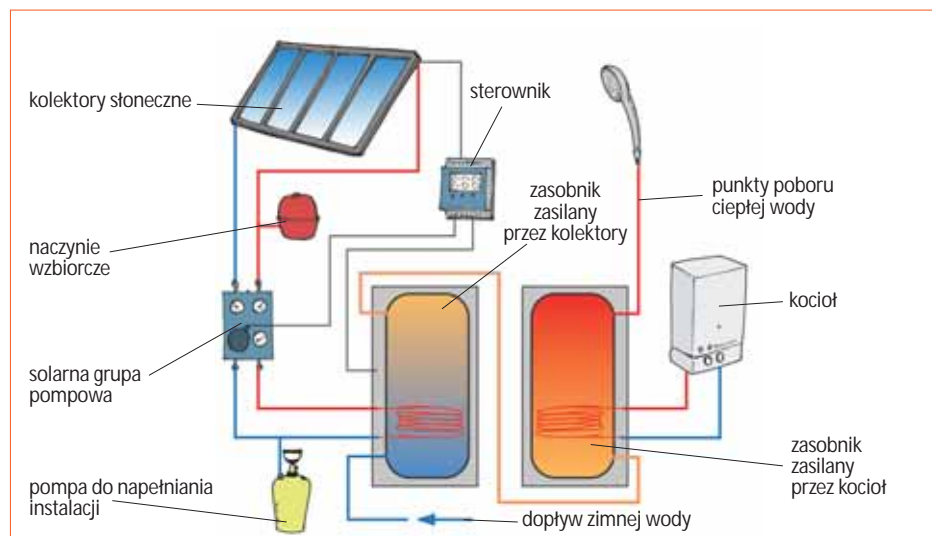
– Niekoniecznie. Mniej popularnym, ale technicznie dobrym rozwiązaniem jest też szeregowy układ dwóch zasobników. Pierwszego z wężownicą instalacji solarnej, a drugiego z wężownicą

zasilaną przez kocioł. Dzięki temu kocioł nigdy nie ogrzewa wody w pierwszym zbiorniku i można lepiej spożytkować ciepło z kolektorów. Proszę zauważyć, że w układzie, gdzie zasobnik jest tylko jeden, jeśli kocioł już podgrzał wodę, to nie można odebrać ciepła z kolektorów. Oczywiście, dwa zasobniki też nie są bez wad, bo nie możemy ciepłem słonecznym podgrzać wody w drugim zasobniku, jeżeli ta ostygnie.

Spotykany jest również układ, w którym zasobnik jest jeden, wyłącznie podgrzewany przez kolektory. Kocioł z kolei podgrzewa ją przepływowo – w czasie poboru jeżeli jest zbyt chłodna.

Jak widać, możliwości jest wiele i wybranie najkorzystniejszej zależy od konkretnych uwarunkowań, choćby tego, jaki mamy kocioł oraz ile wolnego miejsca.

▼ Dwa szeregowo połączone zasobniki wody pozwalają bardzo dobrze wykorzystać ciepło z kolektorów



**– Wspominał pan o włączaniu i wyłączeniu pompy obiegowej, jak rozumieć odbywa się to automatycznie?**

– To chyba jasne, nie wyobrażam sobie ręcznego sterowania. Byłoby to wręcz absurdalne, biorąc pod uwagę, że najczęściej nie ma nas w domu w środku dnia, kiedy nasłonecznienie jest największe. Wszystkie układy solarne mają automatyczny sterownik. Jego praca nie jest może czymś szczególnie zawiłym, ale czasem jednak trudniejszym, niż może się wydawać.

**– Co tu trudnego? Włączyć pompę, gdy kolektory się nagrzeją i wyłączyć, jeżeli stygną.**

– Jeżeli idzie o zasadę, to ma pan rację, lecz bywają i sytuacje trudne. Współdziałanie sterownika instalacji solarnej oraz sterownika kotła musi być zgodne, dlatego najwygodniej, jeśli producent kotła, pompy ciepła czy innego urządzenia grzewczego, jakie mamy, przewidział opcję współpracy z kolektorami. Dobra automatyka powinna uwzględniać np. to, że ciepło z kolektorów dopływa tylko w niektórych godzinach i nie uruchamiać konwencjonalnego ogrzewania niepotrzebnie. Nie powinny mieć miejsca, takie sytuacje, że kocioł podgrzał wodę w zasobniku, a godzinę czy dwie później – kolektory nie mają gdzie oddać ciepła. Ponadto w instalacji słonecznej kłopotliwe jest to, że temperatura czynnika roboczego, płynącego przez kolektory, oraz wody w zasobniku jest bardzo zmienna. W związku z tym prędkość przepływu czynnika roboczego także powinna być różna, bo od niej zależy intensywność wy-

miany ciepła. Niekiedy zatem projektant i wykonawca muszą się nieźle nagłowić.

**– Nie przypuszczałem, że może to być tak zawiłe!**

– Właściwie, to nigdy nie powinno być zawiłe, przynajmniej od strony użytkownika. Po to kupuje pan automatykę, żeby mieć ciepłą wodę, kiedy tylko jest potrzebna i w odpowiedniej ilości. Bez przełączania czegokolwiek i zmieniania ustawień. Głównowacą ma projektant oraz instalator, bo za to biorą pieniądze.

Podam panu jeszcze jeden ciekawy przykład. Układ, którego z zasady powinno się unikać – kolektory zwrócone są ku różnym stronom świata, np. znajdujące się na przeciwnych połaciach dachu. Wówczas każda ich grupa powinna mieć własną pompę obiegową i sterownik, bo słońce będzie na nie padać w innym czasie.

**– No właśnie, skoro jesteśmy przy ustawieniu kolektorów, to czy rzeczywiście orientacja na południe jest aż tak ważna?**

▼ Instalacja z kolektorami na różnych połaciach dachu, ale skierowanymi w tym samym kierunku, nie powinna przysparzać problemów. Za to przy odmiernej orientacji w zasadzie powinniśmy mieć też odrębne sterowniki i pompy.  
MAKROTERM



– Ważna, choć pewne odchylenie jest dopuszczalne i da się je skompensować, powiększając powierzchnię kolektorów. Aby działanie kolektorów było efektywne, ich lokalizacja musi spełnić 3 podstawowe warunki:

- nie mogą być zacienione przez budynki, drzewa itp.;
- powinny być zwrócone ku stronie o intensywnym nasłonecznieniu;
- kąt ich nachylenia względem poziomu powinniśmy dostosować do tego, czy chcemy otrzymać najwyższy uzysk energii latem, czy też poprawić go wiosną i jesienią.

Pierwszy warunek, dotyczący zacienienia, nie wymaga wyjaśnienia.

Jeśli to niemożliwe, lepsze jest odchylenie na zachód niż na wschód. Wielkość niezbędnej korekty (powiększenia) powierzchni kolektorów pokazuje wykres. Warto podkreślić, że przy odchyleniu do około 50°, korekta nie jest duża – 10% dla kierunku południowo-zachodniego oraz 20% dla południowo-wschodniego.

Zdecydowanie należy odradzić instalowanie kolektorów od północy. Nasłonecznienie zawsze będzie tam słabe, a większość promieniowania rozproszona, przez co trudniejsza do spożytkowania przez te urządzenia. Podobnie nie ma sensu instalowanie kolektorów w miejscu teoretycznie korzystnym, lecz zacienionym, np. przez inny budynek. Tylko proszę mnie dobrze zrozumieć: pierwszym wyborem powinien być kierunek południowy. Jednak z uwzględnieniem zdrowego rozsądku. Nie będzie miało sensu zwrócenie na północ, ale również wprost na południe, za to w cieniu dużego drzewa.

– *Rozumiem, a co z kątem nachylenia?*

– W większości sytuacji, czyli gdy naszym celem jest możliwie duży uzysk energii przez cały rok, optymalny kąt nachylenia wynosi 40–45°. Całe szczęście, że mniej więcej tyle mają też dachy w polskich domach. Trzeba jednak od razu zaznaczyć, że zmiana kąta nachylenia w dość szerokim zakresie nie wpływa zasadniczo na ilość pozyskiwanej rocznie energii. Obniżenie kąta z 45° do 25° wymaga zwiększenia powierzchni kolektora raptem o 5%, natomiast podniesienie go do 65° korekty o 12%.

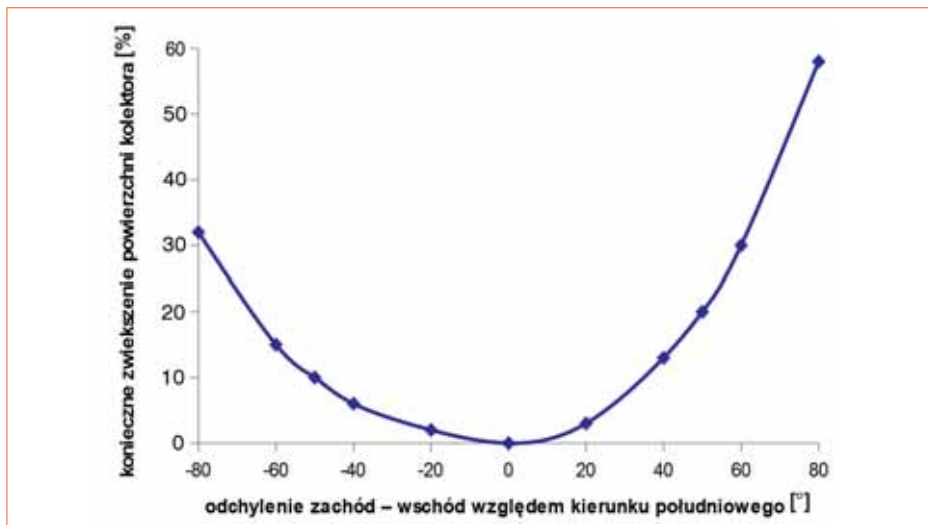
Zmiana kąta nachylenia może być za to uzasadnionym zabiegiem, jeżeli chcemy wyraźnie zróżnicować uzysk energii, zależnie od pory roku.

Latem słońce znajduje się znacznie wyżej nad horyzontem niż zimą. Zalecane kąty nachylenia są następujące:

- 30–45° – c.w.u. oraz ogrzewanie basenu latem;
- 45–60° – c.w.u. oraz dogrzewanie budynku.

Oczywiście, można zdecydować się nawet na większe odchylenie od 45°, ale wówczas odczujemy wyraźny spadek zdolności kolektorów do całorocznego przygotowania c.w.u. W specyficznych sytuacjach nie będzie to wadą. Ma sens np. ustawienie pod kątem ok. 20° kolektorów służących wyłącznie do ogrzewania basenu albo prawie pionowe ustawienie kolektorów w dużej instalacji dogrzewającej budynek. Spadek jej wydajności w sezonie letnim będzie pożądanym, jeśli nie mamy jak zagospodarować ewentualnego nadmiaru ciepła.





▲ Korekta powierzchni kolektora przy odchyleniu na zachód lub wschód

– *Ale jednak najczęściej ogranicza nas kąt nachylenia dachu, z którym nic nie zrobimy.*

– A kto powiedział, że kolektory muszą leżeć płasko na dachu? Jeżeli jego kąt nachylenia jest rozsądny i nie psuje nam parametrów instalacji, rzeczywiście, nie ma co udziwniać i kolektory można umieścić na pokryciu lub zamiast jego fragmentu. Tym niemniej w niesprzyjających warunkach rozważyłbym zastosowanie jakiejś konstrukcji wsporczej na pości dachu albo i wolnostojącej obok budynku. Pozostaje jeszcze wariant poziomego ustawienia rurowego kolektora próżniowego i takie obrócenie poszczególnych rur, żeby poprawić kąt padania promieni słonecznych na blaszki absorbera w ich wnętrzu.

– *Znowu pojawiła się nam tu sprawa*

*kolektorów ogrzewających budynek. Mówił pan już wcześniej, że ich powierzchnia musiałaby być dużo większa. Ale czy są jakieś inne, dodatkowe warunki, jeżeli ktoś się mimo wszystko na to zdecyduje?*

– Przypominam, że to raczej kwestia dogrzewania niż ogrzewania budynku. Kotła albo pompy ciepła tak nie zastąpimy. Żeby pan miał wyobrażenie, o jakiej wielkości instalacji tu mówimy – kolektory powinny mieć powierzchnię ok. 1/10 metrażu domu. W porównaniu z przygotowaniem c.w.u., to naprawdę dużo. W przypadku domu jednorodzinnego 150 m<sup>2</sup>, będziemy więc potrzebować ok. 15 m<sup>2</sup> kolektorów. To mniej więcej trzykrotnie więcej, niż typowa instalacja pracująca na potrzeby c.w.u.

Ale istotnie, są i inne warunki. Instalacja centralnego ogrzewania powinna

być dostosowana do pracy z jak najniższą temperaturą wody grzewczej. Z tego względu w grę wchodzi właściwie tylko ogrzewanie płaszczyznowe: podłogowe, sufitowe lub ściennie. Powinno być przy tym zaprojektowane tak, aby mogło działać sprawnie nawet przy temperaturze zasilania ok. 30°C. Oznacza to, że należy je projektować podobnie jak dla pomp ciepła – z niewielkim rozstawem rurek, zakładając bardzo duży przepływ oraz małą różnicę temperatury pomiędzy zasilaniem i powrotem (najlepiej tylko 5 stopni, a w typowych instalacjach jest dwa razy wyższą). Ze względu na wyjątkowo niską temperaturę zasilania, musimy też unikać sposobów wykończenia podłogi utrudniających przekazywanie ciepła. Lepsze będą płytki ceramiczne od choćby najcieńszej wykładziny lub paneli.

W przypadku instalacji ogrzewającej budynek, wyraźnie zaznacza się przewaga kolektorów próżniowych nad płaskimi. Kolektory próżniowe, z racji lepszej izolacji cieplnej, są po prostu wydajniejsze w niskiej temperaturze otoczenia. A przecież właśnie z takimi warunkami mamy do czynienia w sezonie grzewczym.

Zaprojektowanie instalacji, która nie tylko podgrzeje c.w.u., lecz i ogrzeje budynek – jest trudnym zadaniem i wymaga nieco innych rozwiązań. Należy np. przewidzieć możliwość odśnieżania kolektorów, czy zagospodarowania ewentualnego nadmiaru ciepła w sezonie letnim. Nie jest to z całą pewnością sytuacja standardowa, a równocześnie trzeba mieć świadomość, że budowa takiego systemu jest nie tylko trudniejsza, ale i znacznie droższa, niż w instalacji solarnej tylko do c.w.u. Na niedoróbki projektowe i wyko-



▲ Jeżeli kąt nachylenia dachu jest niekorzystny, kolektory można umieścić na optymalnie nachylonej konstrukcji wsporczej. GALMET

nawcze nie można sobie pozwolić.

Jednak rzecz ostatecznie najistotniejsza to zdecydować, czego właściwie oczekujemy od kolektorów. Kłopotem jest, że podjęcie takiej decyzji w pełni świadomie wymaga posiadania przynajmniej takiej dawki wiedzy, jaką tu panu przekazałem.

**– Co właściwie ma pan na myśli? Przecież na początku zadeklarowałem, że zasadniczo chodzi mi o instalację do przygotowania ciepłej wody.**

– Ależ to ogólnik! Przy takich danych – nawet nie ma co myśleć o projektowaniu. Proszę zastanowić się nad tym, co dzisiaj powiedzieliśmy. Liczy się to, ile wody potrzebujemy – czy tylko do mycia, a może będziemy także podgrzewać basen? Czy mamy dość miejsca w kotłowni i na dachu? Jak możemy ustawić kolektor? Poza tym są inne aspekty: ile ciepła potrzebujemy oraz ile z niego zaoszczędzimy dzięki kolektorom? Co jeszcze odgrywa rolę – może chcemy dbać o środowisko, a może o własną wygodę,

i po prostu nie musieć palić latem w kotle na węgiel? Proponuję na koniec rozważyć o kolektorach zająć się i tymi czynnikami.

***– Bardzo chętnie. To powinno mi pomóc w podjęciu decyzji.***

– W takim razie, na początek trochę matematyki. Ile ciepła potrzeba, żeby podgrzać te nasze 200 l wody? Znając pojemność cieplną wody, możemy to policzyć bez trudu.

Zakładając typowe zużycie c.w.u. dla 4 osób, wynoszące 200 l dziennie przy podgrzaniu z 10°C (woda wodociągowa) do 45°C, otrzymujemy:

$200 \text{ l} \times 35 \text{ K} \times 4,2 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K}) = 29\,400 \text{ kJ}$   
Mnożymy to przez 365 dni w roku:  
 $29\,400 \text{ kJ} \times 365 = 10\,731\,000 \text{ kJ}$

A następnie dzielimy przez 3600, żeby przeliczyć wynik na kWh:

$10\,731\,000 \text{ kJ} : 3600 = 2981 \text{ kWh}$

Oczywiście, indywidualne różnice mogą być ogromne, w zależności od upodobań domowników. Lecz orientacyjnie możemy przyjąć, że przygotowanie c.w.u. pochłania rocznie ok. 3000 kWh. Jeżeli mamy cyrkulację ciepłej wody, to na związane z nią straty trzeba doliczyć jeszcze przynajmniej 1000 kWh.

Najpewniej zastanawia się pan teraz, czy to mało, czy dużo? Typowy nowy polski dom zużywa rocznie na ogrzewanie i wentylację ok. 100 kWh energii na 1 m<sup>2</sup> powierzchni ogrzewanej. Dla 150 m<sup>2</sup> to:  $100 \text{ kWh}/\text{m}^2 \times 150 \text{ m}^2 = 15\,000 \text{ kWh}$  W takim domu, 3000 kWh na przygotowanie c.w.u. to (w porównaniu z ogrzewaniem) niezbyt wiele – ok. 20%.

Jeśli jednak potrzeby energetyczne budynku obniżymy do energooszczędnego

poziomu 40 kWh/m<sup>2</sup>, otrzymamy:  
 $40 \text{ kWh}/\text{m}^2 \times 150 \text{ m}^2 = 6000 \text{ kWh}$

W tym przypadku, c.w.u. pochłania już połowę tego, co ogrzewanie. Jeżeli rodzina jest liczna albo zużycie wody z innych względów duże, to będzie to nawet znacznie więcej.

***– A jak przełoży się to na pieniądze?***

– Za punkt odniesienia możemy przyjąć gaz ziemny, bo jest mniej więcej w środku stawki cen nośników energii. Uwzględniając sprawność kotłów, koszt ciepła z gazu to ok. 0,25 zł/kWh. Rocznie za przygotowanie ciepłej wody zapłacimy więc 750–1000 zł. Ale jeżeli będziemy wykorzystywać prąd, w cenie ok. 0,60 zł/kWh, koszty wzrosną ponad dwukrotnie, do około 2000 zł. Zakładając 50% pokrycie tego zapotrzebowania przez kolektory, zaoszczędzimy rocznie 500–1000 zł. Osobnego omówienia wymagają domy z kotłami na paliwa stałe (węgiel).

***– Co jest w nich takiego szczególnego?***

– Już tłumaczę. W sezonie zimowym i tak palimy w takim kotle – zasypowym lub z podajnikiem. Koszty ciepła są niskie 0,12–0,15 zł/kWh. Przygotowanie c.w.u. jest niejako działalnością uboczną. Co innego latem, kiedy rozpala się w kotle specjalnie na potrzeby c.w.u.

***– Ale przecież sam pan powiedział, że takie kotły mogą działać automatycznie.***

– Mogą, lecz proszę pamiętać, że nie jest to automatyzacja na poziomie kotła

gazowego. Opał trzeba jednak co kilka dni przynosić, kocioł zaś czyścić. Do tego tzw. tryb letni w przypadku kotła na węgiel-groszek oznacza, że niemal całą dobę działa on w trybie podtrzymania żaru. Podtrzymania, na które zużywa się więcej węgla, niż na samo podgrzanie wody. Kocioł pracuje przy tym z niską sprawnością, emitując więcej zanieczyszczeń i pokrywając komorę spalania sadzą. Ani to czyste, ani wygodne, ani tanie, jeżeli uwzględnić węgiel na podtrzymanie żaru. Niech się więc pan nie dziwi, że w okresie letnim wielu użytkowników takich kotłów podgrzewa c.w.u. elektrycznie.

*– Rozumiem, o co panu chodzi. W pierwszej chwili pomyślałem sobie, że przy niskiej cenie węgla nie warto myśleć o kolektorach. Jak teraz widzę, to jednak nie tylko kwestia pieniędzy, a nawet i finansowo sprawa nie wygląda tak jednoznacznie.*

– Dobrze, żeby pan wiedział, co jakiś wybór ostatecznie oznacza. Bo proszę też nie zapominać, że ma pan także dru-

► Codzienne podgrzanie 200 l wody w zasobniku pochłonie w ciągu roku ok. 3000 kWh energii. GALMET



gie, można powiedzieć konkurencyjne rozwiązanie w technice solarnej – panele fotowoltaiczne.

*– Właśnie, może teraz do nich przejdziemy. Chętnie posłucham, co pan myśli o tym rozwiązaniu. Kilka miesięcy temu było o nich głośno, przy okazji ustawy o odnawialnych źródłach energii. A potem dość szybko sprawa ucichła. I niczego konkretnego w sumie się nie dowiedziałem.*

– Miałem podobne wrażenia. Najpierw medialna burza, która ostatecznie okazała się raczej burzą w szklance wody. Dużo gadania o energetyce obywatelskiej, prosumentach, łącznie z huraoptymistycznymi artykułami o tym, jak to ze sprzedaży prądu do sieci spłacimy w parę lat koszty instalacji i będziemy na tym zarabiać. Szczerze mówiąc, sporo z tego to były obietnice bez pokrycia, żeby nie powiedzieć brednie. A potem kompletna cisza.

*– No właśnie. A ja po lekturze prasowych artykułów właściwie to nie bardzo nawet wiem, jak taki panel działa i ile może dać prądu.*

– Zacznijmy więc od podstaw. Każdy taki panel składa się z ogniw fotowoltaicznych, nazywanych też słonecznymi, popularnie oznaczanych skrótem PV (od *Photo Voltaic*). Ich wykorzystanie nie jest wcale nowością. Są powszechne i to od wielu lat, np. w kalkulatorach i do zasilania ulicznej sygnalizacji świetlnej.

Nie będę szczegółowo opisywać fizycznych podstaw działania ogniw fotowoltaicznych. Bez trudu znajdzie

pan te informacje w każdej encyklopedii. Nawet dość przestarzałej. W końcu, to właśnie za wyjaśnienie tzw. zjawiska fotoelektrycznego Albert Einstein dostał Nagrodę Nobla. Wystarczy powiedzieć, że ogniwo słoneczne jest elementem półprzewodnikowym, tworzącym złącze typu p-n. Pod wpływem padającego nań promieniowania słonecznego (fotonów), powstaje siła elektromotoryczna, bo elektrony przemieszczają się do obszaru n, zaś tzw. dziury do obszaru p. Wynikiem tego ruchu ładunków jest powstanie różnicy potencjałów, czyli prądu elektrycznego.

A czy wie pan, dlaczego w ogóle takie ogniwa musimy łączyć w panele?

– *Szczerze mówiąc – nie.*

– Otóż, pojedyncze ogniwo najpopularniejszego rodzaju, czyli zbudowane na bazie krzemu, daje napięcie zaledwie ok. 0,5 V. Łącząc je szeregowo, uzyskujemy odpowiednio wyższą, użyteczną wartość.

Z praktycznego punktu widzenia, najważniejsza jest znajomość kilku podstawowych zasad rządzących działaniem instalacji fotowoltaicznych:

- natężenie uzyskiwanego prądu elektrycznego, a więc ilość energii, jest powiązane z intensywnością promieniowania słonecznego;
- sprawność przemiany energii słonecznej w elektryczność waha się w szerokim zakresie od kilku do ponad 20%, zależnie od budowy ogniw. Jednak ich ceny także są rozmaite, dlatego najlepiej jest przeliczać cenę na uzyskiwaną moc elektryczną (zł/kWh);
- w panelach powstaje prąd stały, a znakomita większość domowych urządzeń



▲ Panele fotowoltaiczne na pierwszy rzut oka może być trudno odróżnić od kolektorów płaskich. Jednak dostarczają nam prąd a nie ciepło. BRAAS

zasilanych jest prądem przemiennym.

Trzeba więc go przetworzyć, co wymaga dodatkowych urządzeń (falownika);

- magazynowanie energii elektrycznej w akumulatorach jest kosztowne i niepraktyczne.

Widzi pan teraz, dlaczego mówiłem, że informacje o natężeniu promieniowania słonecznego i jego nierównomiernym rozkładzie przydadzą się nam przy omówieniu paneli PV?

– *Oczywiście. Skoro zimą i jesienią mamy mało słońca, to zarówno z kolektorów, jak i paneli uzysk energii będzie niewielki.*

– Właśnie o to chodzi. To nie kolektor albo panel jest źródłem energii, a słońce. On je tylko wyłapuje i zmienia na użyteczną dla nas postać. Proszę sobie przypomnieć naszą poprzednią rozmowę o pompach



ciepła. Tam sytuacja była analogiczna – sama pompa nie tworzy ciepła, lecz jedynie zbiera je z otoczenia i przetwarza. Dlatego zapewnienia niektórych sprzedawców, że panele dają tyle samo energii latem i zimą, włożmy między bajki. Praw fizyki nikt nie zmieni. Największym problemem pozostaje nierównomierny uzysk energii – tak w skali roku, jak i doby.

**– Ale przecież prądem da się naładować akumulatory i wykorzystać tę energię później.**

– W teorii tak, w praktyce raczej nie. Niech pan sobie nie wyobraża, że zachowując rozsądne wymiary i cenę zestawu akumulatorów, będziemy w stanie zgromadzić dość energii. To zupełnie inna skala, niż np. akumulator samochodowy. A jest jeszcze drugi problem, akurat znany i z akumulatorów samochodowych. Domyśla się pan jaki?

**– Nie wiem co ma pan na myśli.**

– Trwałość. Po kilku latach taki zestaw akumulatorów straci pojemność i trzeba

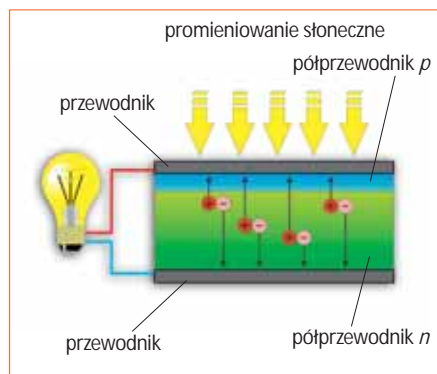
będzie go wymienić. A to znowu koszty, i to niemałe. Dlatego uważam, że gromadzenie prądu w przypadku małych domowych instalacjach jest ślepą uliczką. Najlepiej wykorzystać go na bieżąco, choćby przetwarzając na ciepło, lub sprzedać nadwyżkę do sieci.

**– Zasilanie urządzeń elektrycznych rozumiem, ale zamiana na ciepło?**

– Przecież mówiłem, że prąd to po prostu czysta energia. I wciąż niejednokrotnie bardziej opłaca się przeznaczyć jego nadwyżkę np. do podgrzania c.w.u., niż sprzedać go do sieci.

Jak rozumiem, sens zasilania domowych urządzeń elektrycznych wytworzonym na miejscu prądem nie budzi pańskich wątpliwości. Jednak zamiana na ciepło technicznie nie jest żadnym problemem, wystarczy do tego grzałka elektryczna umieszczona w zasobniku wody. W porównaniu z kolektorami słonecznymi – ma to pewną zaletę. Pamiętaj pan, co mówiłem o kłopotach z przekroczeniem pewnej temperatury

▼ Budowa ogniwa słonecznego



wody, nawet jeżeli kolektorów będzie dużo?

***– Pamiętam, możemy co najwyżej podgrzać więcej wody ale i tak do tej samej, dość niskiej temperatury.***

– No właśnie. W przypadku grzałki, tego ograniczenia nie ma – dysponując mniejszą ilością energii, po prostu podgrzejemy mniej wody, lecz równie dobrze możemy ją nawet zagotować.

Wbrew pozorom, zamiana prądu na ciepło ma w pewnych sytuacjach sens i jest ekonomicznie uzasadniona. W myśl obecnie obowiązujących w naszym kraju regulacji prawnych, możemy wprawdzie sprzedać wytworzony prąd do sieci, aczkolwiek stawki są niekorzystne. Za 1 kWh otrzymamy zaledwie ok. 0,18 zł, podczas gdy wytworzenie 1 kWh ciepła z gazu ziemnego kosztuje w domowej instalacji ok. 0,25 zł. Stąd prosty wniosek, że o ile mamy w ogóle taką możliwość, to wszelkie nadwyżki prądu, których nie zużyły urządzenia elektryczne, lepiej spożytkować na miejscu, np. do przygotowania c.w.u., niż wysłać do sieci.

Sytuacja ma się zmienić od 2016 r., kiedy zacznie obowiązywać ustawa o odnawialnych źródłach energii (OZE). O tym za chwilę, najpierw skończmy temat budowy samego systemu fotowoltaicznego.

***– No właśnie. Co poza panelami będzie potrzebne? I czy – w porównaniu z kolektorami – jest łatwiej czy trudniej?***

– Jeżeli zaś idzie o samą budowę instalacji fotowoltaicznej, to na poziomie ideowym,

ogólnych założeń, nie jest bardzo skomplikowana. Wykonawczo zaś pod niektórymi względami może być nawet łatwiejsza, niż w układzie z kolektorami cieczowymi. Jednak bywa i tak, że projektant i instalator będą mieli „pod górkę”. To po prostu inne systemy, mające ze sobą w zasadzie tylko tyle wspólnego, że obie wykorzystują słońce. Ale po kolei.

Najważniejsze elementy to same ogniwa, falownik „przetwarzający” uzyskany z nich prąd stały na przemienny, którym zasilane są domowe urządzenia, trochę przewodów i aparatura zabezpieczająca. Nie ma przy tym elementów ruchomych (takich jak pompy), a przewody mogą być długie i da się je dowolnie układać. Żeby uniknąć dużych strat energii, wystarczy po prostu zwiększyć przekrój przewodów. W układzie, gdy jesteśmy podłączeni do sieci i sprzedajemy do niej prąd, niezbędny jest specjalny licznik i zabezpieczenie, żeby w wyłączonej, np. z powodu prac naprawczych sieci, nie pojawiło się napięcie pochodzące z naszej instalacji. To zagrażałoby przecież pracującym przy niej ludziom.

To, co powiedzieliśmy sobie odnośnie ustawienia kolektorów względem stron świata oraz ich kąta nachylenia, obowiązuje również przy zakładaniu paneli. Za to wysoka temperatura otoczenia i samych urządzeń dla odmiany zmniejszy nam ilość uzyskiwanej energii elektrycznej. No i trzeba jeszcze bardziej dbać, żeby panele nie były zacienione. Częściowe ich przysłonięcie odbija się wyjątkowo negatywnie na uzysku energii.

W dużych instalacjach, stosuje się czasem zaawansowane systemy, dzięki którym panele PV np. automatycznie



▲ Zasady dotyczące ustawienia paneli fotowoltaicznych względem stron świata, kąta ich nachylenia oraz mocowania na dachu są takie same jak dla kolektorów słonecznych. ARCHIWUM BD

ustawiają się względem słońca. W małych instalacjach domowych – zdecydowanie bym to odradzał. Nie tylko ze względu na wzrost kosztów, ale i fakt, że są to elementy mechaniczne, potencjalnie zawodne i wymagające fachowej konserwacji. W energetyce zawodowej i tak potrzebny jest wyspecjalizowany nadzór techniczny, lecz w domowej mikroskali to spory kłopot.

– *No dobrze, ogólne zasady budowy instalacji są dla mnie zrozumiałe. Gorzej z kwestią odsprzedaży prądu do sieci. Kilka miesięcy temu było z tym straszne zamieszanie w Sejmie i Senacie – poprawki, poprawki do poprawek, ich odrzucanie... Myślę, że nie tylko ja się w tym pogubiłem.*

– Najgłośniejsze było o tzw. taryfach gwarantowanych, wpisanych do ustawy OZE. Zgodnie z nią, prąd wytworzony w nowych mikroinstalacjach do 5 kW mocy zainstalowanej, firmy energetyczne mają obowiązek odkupić, płacąc za niego

0,75 zł/kWh i to przez 15 lat. A tymczasem aktualna cena zakupu prądu z sieci wynosi 0,60 zł/kWh. Najwięksi optymiści ogłosili w związku z tym, że opłaci się nawet wziąć kredyt na budowę takiej instalacji, bo spłacimy go z pieniędzy uzyskanych ze sprzedaży prądu do sieci. Niestety, przyglądając się bliżej ustawie, znajdziemy tam zapis, że nowe ceny energii może ustanowić minister infrastruktury w drodze rozporządzenia. I nie ma zastrzeżenia, że może to zrobić dopiero 15 lat po wejściu w życie ustawy (czyli w 2031 r.). Jeśli zestawimy to z zapowiadaną od razu przez rząd chęcią nowelizacji ustawy (która wejdzie w życie dopiero w 2016 r.!), trudno uwierzyć, że kolejne rządy nie będą przez 15 lat „grzebać” w taryfach, uzasadniając to np. koniecznością zmniejszenia dziury budżetowej.

– *Zaraz zaraz, powiedział pan „nowych mikroinstalacjach”? Kto w takim razie sprzeda prąd według tych stawek?*

– Nowych, czyli uruchomionych po wejściu w życie ustawy – od 2016 r. No chyba że pojawi się jakaś szczególna interpretacja...

– *A co w takim razie z ludźmi, którzy zdecydowali się na panele fotowoltaiczne wcześniej? Czy oni też mogą odsprzedać prąd do sieci?*

– Mogą, ale na mniej korzystnych zasadach. Mało kto zdaje sobie chyba sprawę, że od jesieni 2013 r., gdy znowelizowano ustawę Prawo Energetyczne, mamy zagwarantowaną możliwość sprzedaży nadwyżek prądu z małych domowych



instalacji do sieci. O ile tylko moc, którą chcielibyśmy oddawać, nie przekracza mocy przyłączeniowej (zapisanej w naszej umowie z zakładem energetycznym), to dostawca energii ma obowiązek ją od nas odkupić. Chęć sprzedaży energii po prostu zgłaszamy, a zakład nie może odmówić jej przyjęcia. W większości domów jednorodzinnych, moc przyłączeniowa wynosi przynajmniej 10 kW, zaś instalacje fotowoltaiczne mają najczęściej do 5 kW. Niestety, zgodnie z regulacjami z tej samej ustawy, taki mały dostawca dostaje bardzo niekorzystną cenę – 80% giełdowej ceny energii w poprzednim roku. Ta cena nie obejmuje jednak opłat za przesył, w efekcie za kWh prądu dostarczonego do sieci dostaje poniżej 0,20 zł/kWh, podczas gdy za prąd z sieci sam płaci 0,60 zł/kWh. Dlatego właśnie mówiłem, że już lepiej podgrzewać tym prądem wodę.

**– No dobrze, a ile kosztuje taka mikroinstalacja?**

– I tu dochodzimy do podstawowej bariery. Fotowoltaika to wciąż duży wydatek. Zwłaszcza w zestawieniu ze zwykłymi kolektorami słonecznymi. Na kolektory

dla przeciętnej rodziny, wraz z osprzętem, zasobnikiem i robocizną, wystarczy nam ok. 10 000 zł. Oczywiście, różnice cen są spore, choć równocześnie oznacza to, że od niejednego producenta możemy kupić dobry zestaw w promocyjnej cenie. Małe instalacje fotowoltaiczne są znacznie droższe. To wydatek na poziomie 7000–8000 zł/kW, czyli za 4 kW mocy zainstalowanej zapłacimy ok. 30 000 zł. Właśnie wysoka cena jest główną przeszkodą w upowszechnieniu się technologii PV. Działa wprawdzie nadzorowany przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej program Prosument, w ramach którego możemy dostać bezzwrotną dotację i preferencyjny kredyt, lecz jak dotąd, nie ożywił on specjalnie rynku.

**– Dziękuję panu bardzo za rozmowę. Widzę, że temat energetyki słonecznej muszą jeszcze dobrze przemyśleć.**

– Do widzenia, do następnego spotkania.



▲ Najkorzystniejsze ceny zakupu energii obowiązują dla mikroinstalacji do 5 kW mocy zainstalowanej. Także z tego względu nie warto przesadzać z liczbą paneli.  
ARCHIWUM BD



# Kolektory

BEZPŁATNY DODATEK DO BUDUJEMY DOM 11-12/2015

Zdjęcie na okładce: Nibe-Biawar

Dotychczas w serii **O TYM NIKT CI TAK NIE OPOWIE** ukazały się zeszyty obejmujące kompleksowo tematykę budowy domów.

Zapraszamy do lektury lub pobrania wydań w wersji elektronicznej ze strony [www.budujemydom.pl/majster-guru](http://www.budujemydom.pl/majster-guru)



1. WYBÓR SYSTEMU OGRZEWANIA DOMU
2. GRZEJNIKI I PODEŁOGÓWKA ORAZ STEROWANIE I REGULACJA OGRZEWANIA
3. INSTALACJE ELEKTRYCZNE, TELETECHNICZNE ORAZ OŚWIETLENIE
4. FUNDAMENTY, ŚCIANY, STROPY
5. ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII
6. OKNA, DRZWI I BRAMY GARAŻOWE
7. DACHY, POKYCIA, ORYNNOWANIE
8. INSTALACJE WODNE I KANALIZACYJNE
9. WENTYLACJA
10. POMPY CIEPŁA



**Wydawca:** AVT-Korporacja Sp. z o.o.  
ul. Leszczyńska 11, 03-197 Warszawa  
tel. 22 257 84 99, faks 22 257 84 00  
[www.avt.pl](http://www.avt.pl), [avt@avt.pl](mailto:avt@avt.pl)



AVT-Korporacja Sp. z o.o.  
należy do Izby Wydawców Prasy

# 15 LAT POMP CIEPŁA NIBE w POLSCE SKORZYSTAJ z 7-LETNIEJ GWARANCJI

7 LAT  
GWARANCJI

 **NIBE**

## GRUNTOWE POMPY CIEPŁA NIBE

- klasa energetyczna A<sup>++</sup>/A<sup>+++</sup>
- najbardziej intuicyjny i przyjazny interfejs
- niewiarygodnie cicha praca
- zdalne sterowanie NIBE UPLINK
- Certyfikat jakości EHPA Q



CERTYFIKAT  
JAKOŚCI  
EHPA Q



WYSOKI  
WSPÓŁCZYNNIK  
SPRAWNOŚCI



TEMPERATURA  
ZASILANIA C.O.



STEROWANIE  
PRZEZ TELEFON  
KOMÓRKOWY



STEROWANIE  
PRZEZ INTERNET



MOŻLIWOŚĆ  
ŁĄCZENIA  
W KASKADĘ



MOŻLIWOŚĆ  
CHŁODZENIA



WERSJA  
Z MODULOWANĄ  
MOCĄ



Najkorzystniejsza efektywność wykorzystania energii słonecznej

# HEWALEX

ENERGIA ZE SŁOŃCA



Kolektory słoneczne



Pompy ciepła



Fotowoltaika

## Mniej inwestujesz - więcej zyskujesz

- 25 lat doświadczenia w branży Odnawialnych Źródeł Energii
- Certyfikowane produkty najwyższej jakości
- Wsparcie techniczne, serwisowe i konstrukcyjne firmy Hewalex
- Najkorzystniejsze warunki gwarancyjne



[www.hewalex.pl](http://www.hewalex.pl)

HEWALEX Sp. z o.o. Sp. k.  
ul. Słowackiego 33, 43-502 Czechowice-Dziedzice,  
INFOLINIA: 0801 000 810, tel. (32) 214 17 10, fax (32) 214 50 04