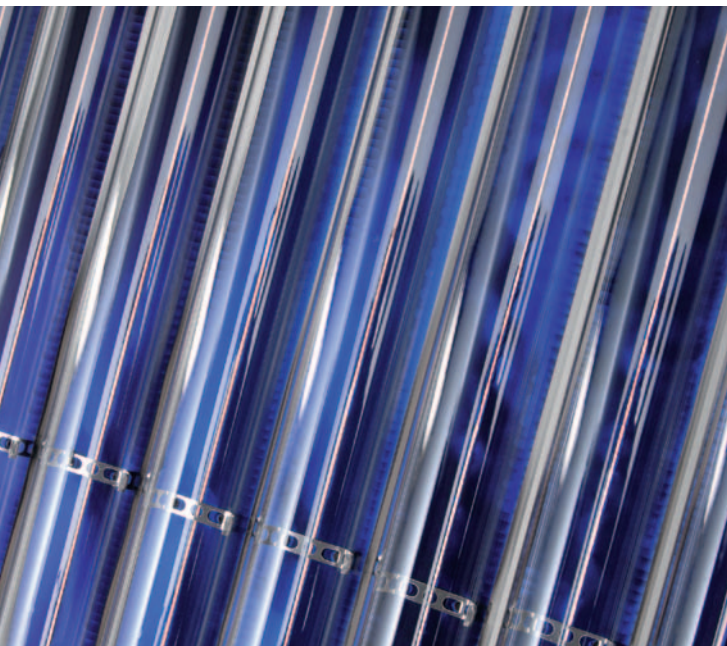




Zeszyt fachowy – Ogrzewanie energią słoneczną





# Spis treści

|            |                                                          |           |
|------------|----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>   | <b>Wprowadzenie</b>                                      | <b>4</b>  |
| <b>1.1</b> | <b>Ciepło słoneczne</b>                                  | <b>5</b>  |
| <b>1.2</b> | <b>Energia użyteczna</b>                                 | <b>5</b>  |
| <b>1.3</b> | <b>Promieniowanie całkowite</b>                          | <b>6</b>  |
| <b>1.4</b> | <b>Energia promieniowania</b>                            | <b>7</b>  |
| <b>2</b>   | <b>Dane techniczne kolektorów</b>                        | <b>8</b>  |
| <b>2.1</b> | <b>Oznaczenia wielkości</b>                              | <b>8</b>  |
|            | – Powierzchnia brutto kolektora                          | 8         |
|            | – Powierzchnia absorbera                                 | 8         |
|            | – Powierzchnia apertury                                  | 8         |
| <b>2.2</b> | <b>Sprawność kolektora</b>                               | <b>9</b>  |
| <b>2.3</b> | <b>Charakterystyki kolektorów</b>                        | <b>9</b>  |
| <b>3.</b>  | <b>Kolektory słoneczne Viessmann</b>                     | <b>10</b> |
| <b>3.1</b> | <b>Rodzaje kolektorów</b>                                | <b>10</b> |
| <b>3.2</b> | <b>Kolektory próżniowe rurowe</b>                        | <b>12</b> |
|            | – Vitosol 300-T                                          | 12        |
|            | – Vitosol 200-T                                          | 13        |
| <b>3.3</b> | <b>Kolektory płaskie</b>                                 | <b>14</b> |
|            | – Vitosol 300-F / 200-F / 100-F                          | 14        |
| <b>3.4</b> | <b>Montaż kolektorów</b>                                 | <b>16</b> |
|            | – Ustawienie kolektora                                   | 16        |
|            | – Miejsca zacienione                                     | 17        |
|            | – Mocowanie                                              | 18        |
| <b>4.</b>  | <b>Zastosowania</b>                                      | <b>20</b> |
| <b>4.1</b> | <b>Pomoce do projektowania</b>                           | <b>20</b> |
|            | – Przeglądarka schematów firmy Viessmann                 | 20        |
|            | – Podręcznik schematów firmy Viessmann                   | 20        |
|            | – ESOP                                                   | 21        |
| <b>4.2</b> | <b>Podstawy projektowania</b>                            | <b>21</b> |
|            | – Wskaźnik pokrycia solarne                              | 21        |
| <b>4.3</b> | <b>Instalacja do podgrzewania ciepłej wody użytkowej</b> | <b>22</b> |
|            | – Zapotrzebowanie c.w.u.                                 | 22        |
|            | – Pojemność podgrzewacza c.w.u.                          | 23        |
| <b>4.4</b> | <b>Instalacja do wspomagania ogrzewania</b>              | <b>24</b> |
|            | – Zapotrzebowanie na ciepło w lecie                      | 25        |
|            | – Zintegrowane ogrzewanie Vitosolar 300-F                | 26        |
|            | – Wymagania wobec instalacji ogrzewania                  | 26        |
| <b>4.5</b> | <b>Baseny</b>                                            | <b>27</b> |
|            | – Baseny odkryte bez konwencjonalnego ogrzewania         | 27        |
|            | – Podgrzewane baseny odkryte                             | 27        |
| <b>5</b>   | <b>Porady praktyczne</b>                                 | <b>28</b> |
| <b>5.1</b> | <b>Dogrzewanie</b>                                       | <b>28</b> |
| <b>5.2</b> | <b>Przłączenie cyrkulacji</b>                            | <b>29</b> |
| <b>5.3</b> | <b>Bezpieczne postępowanie na wypadek stagnacji</b>      | <b>29</b> |
| <b>5.4</b> | <b>Odpowietrzanie</b>                                    | <b>30</b> |
| <b>5.5</b> | <b>Układ regulacji</b>                                   | <b>31</b> |



# Wytwarzanie ciepła z wykorzystaniem energii słonecznej

## Wykorzystanie energii słonecznej do ogrzewania

Wykorzystanie energii słonecznej nie jest bynajmniej odkryciem ery nowożytnej. Od zarania dziejów ludzkości w lecie wygrzewamy się na słońcu bezpośrednio, a w zimie korzystamy z energii słonecznej, jaka jest zmagazynowana w roślinach. Drewno, węgiel, olej lub gaz ogrzewają nasze budynki i ogrzewają wodę do mycia.

Zasoby paliw, które natura zgromadziła przez miliony lat, nie są jednak nieograniczone. Ich ilość zmniejsza się, co z kolei prowadzi do wzrostu cen paliw i energii. Branża techniki grzewczej konsekwentnie pracuje nad rozwiązaniami, których celem jest umożliwienie odpowiedzialnego obchodzenia się z zasobami

naturalnymi oraz zapewnienie, aby dostawy ciepła również i w przyszłości mogły być realizowane po przystępnych cenach.

Ważnym wkładem w oszczędne obchodzenie się z surowcami jest bezpośrednie wykorzystywanie energii słonecznej za pomocą kolektorów. Przy czym, ekonomiczne wykorzystanie energii słonecznej nie jest już dzisiaj żadną wizją przyszłości. Od dawna jest możliwe w wyniku stosowania technicznie wysokiej klasy kolektorów i dopasowanych do nich całych systemów. Inwestycje w tę technologię są opłacalne ekonomicznie i ekologicznie. Świadomość ta znajduje też coraz większe poparcie w społeczeństwie.

## 1.1 Ciepło słoneczne

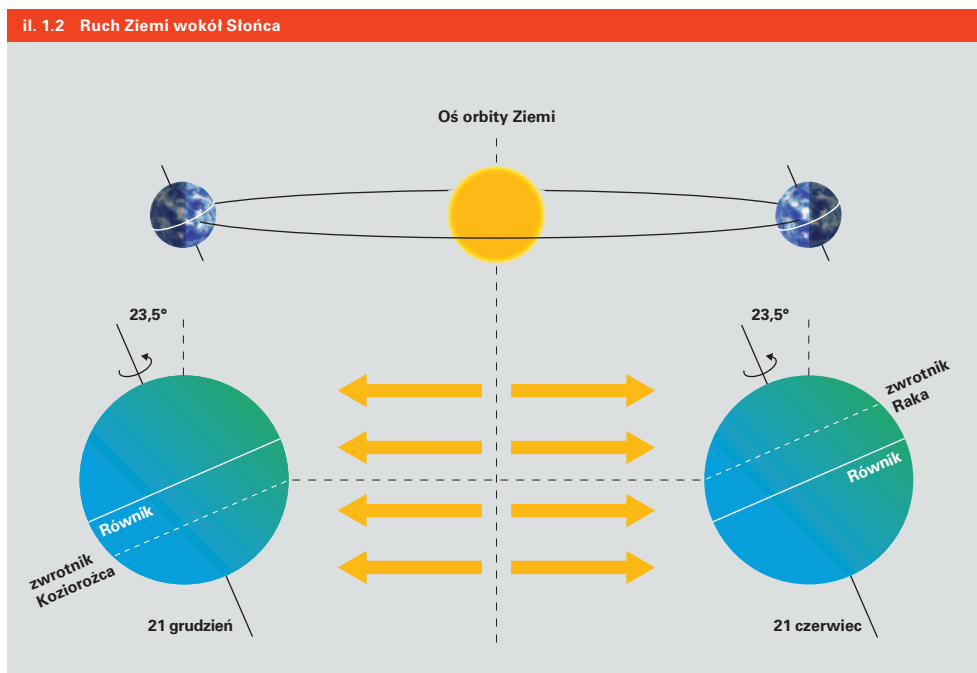
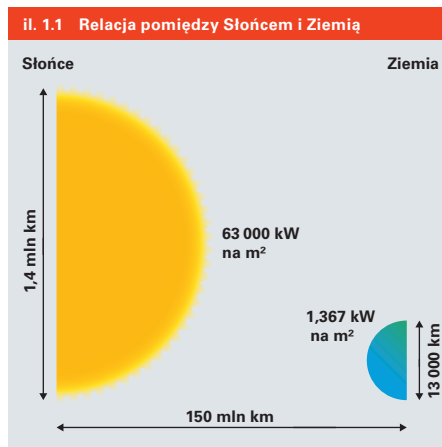
Słońce będzie przez długi czas niezawodnym źródłem energii, jaka jest do dyspozycji ludzkości. Ale mimo, iż istnieją dopracowane możliwości techniczne wykorzystywania Słońca jako źródła energii do wytwarzania ciepła na co dzień, to jednak w znacznym stopniu nie znajdują one jeszcze powszechnego zastosowania.

Słońce ma prawie pięć miliardów lat i będzie istnieć jeszcze kolejnych pięć miliardów lat. Jest ono szczególnie silnym źródłem promieniowania, ponieważ na jego powierzchni panuje temperatura wynosząca prawie 5 500°C. W ciągu dnia z każdego metra kwadratowego powierzchni Słońca wypromieniowywana jest ilość energii równa 1 512 000 kWh, co odpowiada energii, jaką można uzyskać spalając ponad 150 000 litrów oleju opałowego.

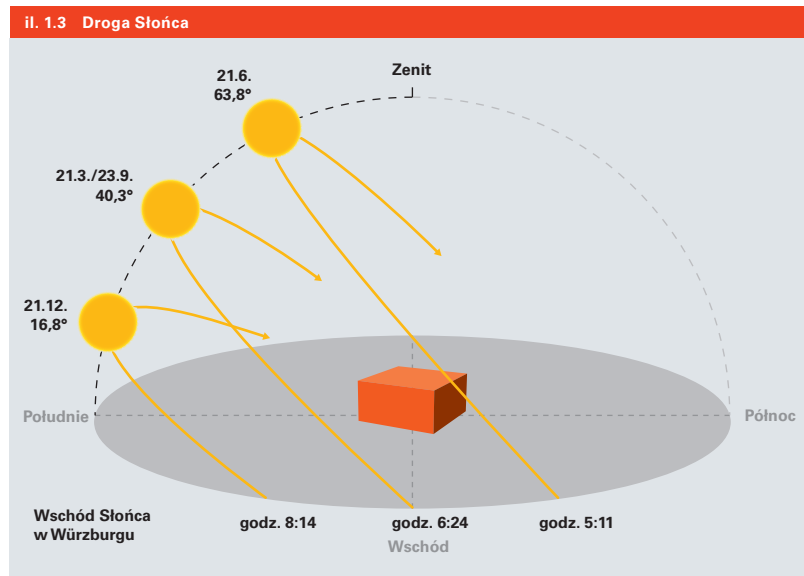
## 1.2 Energia użyteczna

Ponieważ Słońce oddalone jest od Ziemi około 150 milionów kilometrów, ta ogromna moc promieniowania zmniejsza się po drodze do tego stopnia, że możliwe jest życie na naszej planecie. Przeciętna energia promieniowania, jaka dociera do najdalej wysuniętych granic atmosfery ziemskiej, wynosi 1 367 W/m<sup>2</sup>. Wartość ta określana jest mianem stałej słonecznej.

Z naszego punktu widzenia aktywność słoneczna nie jest jednak żadną wielkością stałą. Moc promieniowania zmienia się wraz z upływem dnia i zmianą pór roku. W okresie od marca do września półkula północna jest bardziej skierowana w stronę Słońca, półkula południowa zaś od września do marca. Dlatego dni na półkuli północnej są w lecie dłuższe niż w zimie. Im dalej będziemy przemieszczać się w kierunku północnym, tym dni będą dłuższe (w lecie) lub krótsze (w zimie). I tak np. w Sztokholmie dzień 21 czerwca ma długość 18 godzin i 38 minut, natomiast w Madrycie tylko 15 godzin i 4 minuty.



# 1 Wprowadzenie



Przykład: Würzburg jest położony na 49,7° północnej szerokości geograficznej. W dniu 21 czerwca w południe promienie słoneczne padają na Ziemię pod kątem 63,8°. W południe 21 grudnia kąt ten wynosi tylko 16,8°.

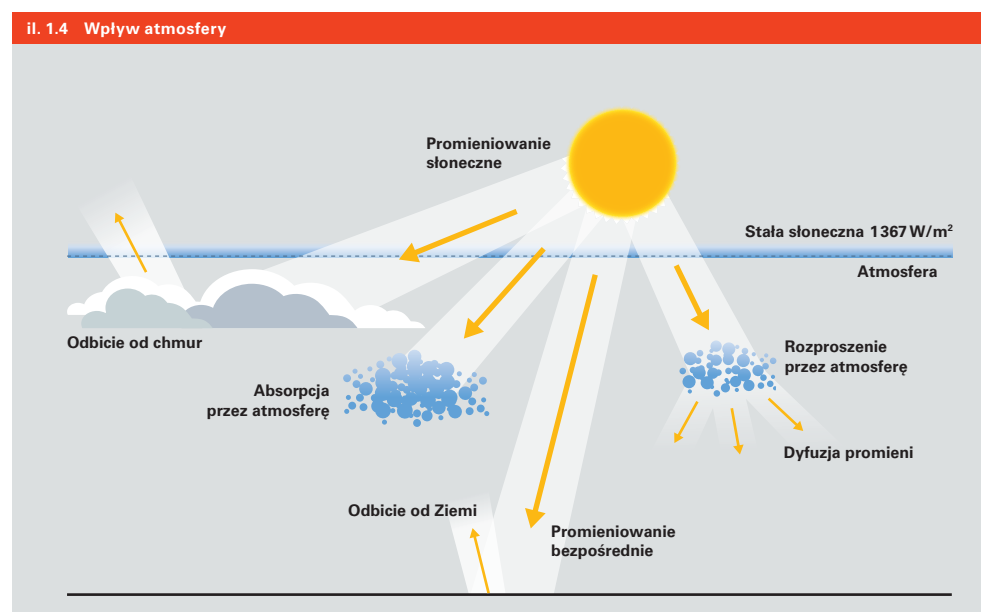
## 1.3 Promieniowanie całkowite

Dla wykorzystania energii słonecznej interesujące jest pytanie, jak dużą część promieniowania słonecznego można faktycznie wykorzystać. Z uwagi na wpływ atmosfery, z wynoszącej 1367 W/m<sup>2</sup> mocy promieniowania (stała słoneczna), na powierzchnię Ziemi dociera maksymalnie około 1 000 W/m<sup>2</sup>.

Kąt padania promieni słonecznych zmienia się w ciągu roku w zależności od pory roku i szerokości geograficznej. Latem promienie padają na półkulę północną Ziemi pod wyraźnie większym kątem niż w zimie. Niezależnie od pory roku obowiązuje też zasada: im dalej przemieszczamy się na półkuli północnej w kierunku południowym, tym wyżej znajduje się Słońce w południe na niebie, a więc tym większy jest kąt padania promieniowania.

Część promieniowania, która przy bezchmurnym niebie dociera do powierzchni Ziemi, nazywana jest promieniowaniem bezpośrednim. Jeśli światło słoneczne musi przebiegać się przez chmury, ulega rozproszeniu i wówczas mówimy o promieniowaniu rozproszonym.

Sumę promieniowania rozproszonego i bezpośredniego określamy mianem promieniowania całkowitego.



To, jak duże będzie zredukowanie promieniowania w wyniku oddziaływania atmosfery, zależy również od kąta padania promieni słonecznych. Im mniejszy kąt padania, tym dłuższa jest droga przez atmosferę ziemską. Najkrótszą drogę promienie słoneczne przebywają, jeśli promieniowanie pada pod kątem prostym ( $= 90^\circ$ ). Zjawisko to nie występuje jednak w naszych szerokościach geograficznych, tylko na obszarze pomiędzy zwrotnikiem północnym i południowym.

### 1.4 Energia promieniowania

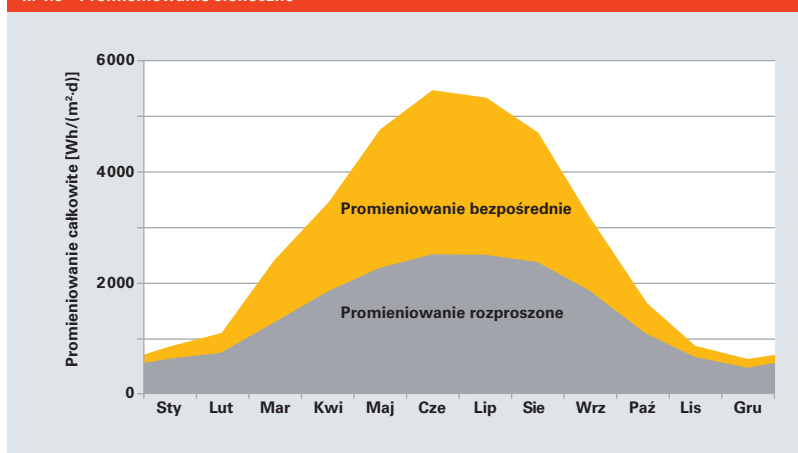
Dla wykorzystania energii słonecznej interesująca jest energia promieniowania, zmierzona na zdefiniowanej powierzchni. Wartość ta nazywana jest natężeniem promieniowania i wyraża się w określonej mocy przypadającej na daną powierzchnię.

Natężenie promieniowania podawane jest w jednostce Watt na metr kwadratowy ( $\text{W}/\text{m}^2$ ) i może być bardzo różne. Przy silnie zachmurzonym niebie wynosi ono około  $50 \text{ W}/\text{m}^2$ , natomiast przy czystym niebie jego wartość dochodzi do  $1000 \text{ W}/\text{m}^2$ .

Dla obliczenia, jaka ilość promieniowania słonecznego faktycznie zamieniana jest w energię ciepłą, trzeba uwzględnić czas trwania promieniowania. Energia ta jest iloczynem mocy i czasu, jednostką jej miary jest watogodzina (Wh). Energia promieniowania całkowitego podawana jest w sumach dziennych, miesięcznych i rocznych. Maksymalne sumyienne w dzień wynoszą w lecie ok.  $8 \text{ kWh}/\text{m}^2$ . Ale nawet w słoneczny dzień zimowy wartość ta może wynosić do  $3 \text{ kWh}/\text{m}^2$ .

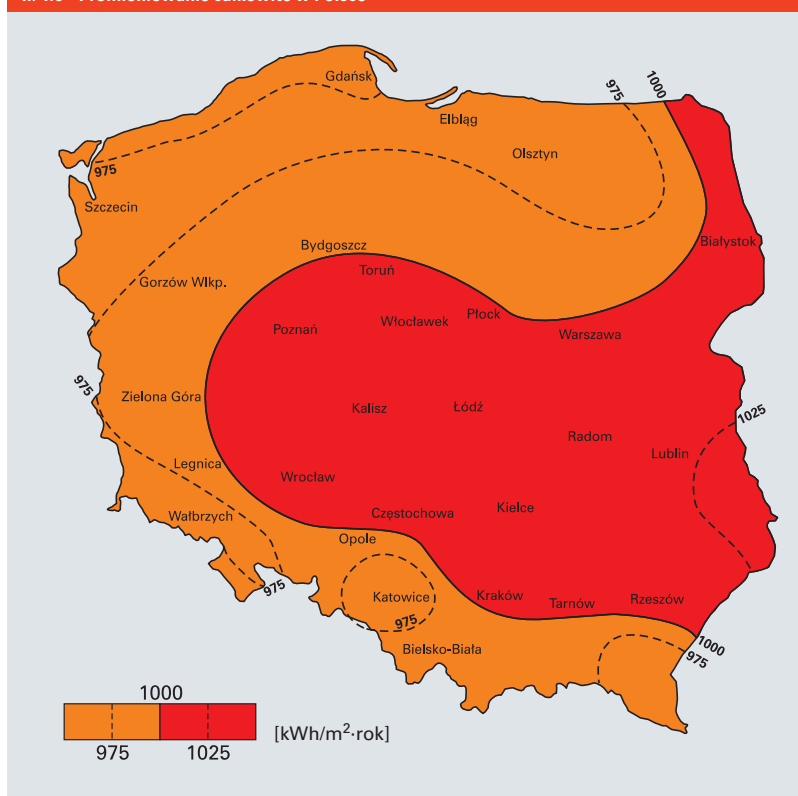
Uśrednione sumy roczne promieniowania całkowitego (w  $\text{kWh}/(\text{m}^2 \times \text{a})$ , gdzie „a” oznacza rok) wynoszą w Polsce między 950 a  $1050 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \times \text{a})$  (średnia długoterminowa). Poszczególne sumy miesięczne energii promieniowania całkowitego mogą odbiegać od wartości średniej nawet o 50 procent, poszczególne sumy roczne do 30 procent.

il. 1.5 Promieniowanie słoneczne



W półroczu letnim średnie sumyienne promieniowania całkowitego wyraźnie przekraczają wartość  $3 \text{ kWh}$  na metr kwadratowy.

il. 1.6 Promieniowanie całkowite w Polsce



## 2 Dane techniczne kolektorów

il. 2.1 Nazwy powierzchni



Przy podawaniu wielkości kolektora decydujące jest, do której powierzchni odnosi się miara.

## Dane techniczne kolektorów

Dla maksymalnego wykorzystania energii promieniowania słonecznego i właściwego zaprojektowania instalacji solarnej, ważne są parametry pracy i efektywność kolektorów.

### 2.1 Oznaczenia wielkości

Wielkościami odniesienia w zakresie danych dotyczących wydajności lub uzysku energii w przypadku kolektorów są trzy różne dane dotyczące powierzchni:

#### **Powierzchnia brutto kolektora**

Powierzchnia brutto wynika z wymiarów zewnętrznych kolektora, a więc z długości  $\times$  szerokość krawędzi zewnętrznych. Wartość ta jest ważna dla planowania montażu i potrzebnej powierzchni dachu. Powierzchnia brutto kolektora jest też często decydującym czynnikiem w przypadku ubiegania się o dotację.

#### **Powierzchnia absorbera**

Powierzchnia absorbera odnosi się wyłącznie do absorbera, przy czym mierzona jest tylko aktywna powierzchnia kolektora. W przypadku absorberów płytowych nie wlicza się zakładek poszczególnych pasków, ponieważ strefy

zakryte nie należą do powierzchni aktywnej. W przypadku absorberów okrągłych liczy się całą powierzchnia absorbera, również jeśli określone strefy nie są wystawione na bezpośrednie promieniowanie słoneczne. Dlatego powierzchnia absorbera okrągłego może być większa od powierzchni brutto kolektora.

#### **Powierzchnia apertury**

Mianem powierzchni apertury określa się z reguły otwór kolektora zakryty płytą szklaną, przez którą może wnikać promieniowanie słoneczne. W przypadku kolektorów próżniowych rurowych z płaskimi absorberami, powierzchnia apertury jest iloczynem średnicy wewnętrznej i długości rury szklanej. Powierzchnia apertury jest ogólnie przyjętą wielkością odniesienia dla oceny sprawności kolektora.

## 2.2 Sprawność kolektora

Sprawność kolektora określa, jaki udział promieniowania słonecznego zamieniany jest w użyteczną energię cieplną.

Podstawą obliczenia tej wartości jest część promieniowania, która pada na powierzchnię apertury (patrz strona 8). Ze stosunku pomiędzy promieniowaniem padającym na powierzchnię apertury i energii promieniowania, która dociera do absorbera i może być zamieniona w ciepło, wylicza się sprawność optyczną, którą oznacza się  $\eta_0$  (wymawia się: eta zero). Jeżeli kolektor zostanie podgrzany przez promieniowanie słoneczne, wtedy przekaże część ciepła do otoczenia – w wyniku zjawiska przewodzenia ciepła przez materiał z jakiego jest wykonany kolektor, promieniowania cieplnego (odbicie) i ruchu powietrza (konwekcja). Straty te określane są przy pomocy współczynników straty ciepła  $k_1$  i  $k_2$  oraz różnicy temperatur  $\Delta T$  (wymawia się: delta T) pomiędzy absorberem i otoczeniem. Różnicę temperatur podaje się w K (= Kelwin).

Sprawność optyczna i współczynniki strat są kluczowymi parametrami kolektora. Określa się je wg metody opisanej w normie europejskiej EN 12975 i następnie są one podawane w danych technicznych urządzeń.

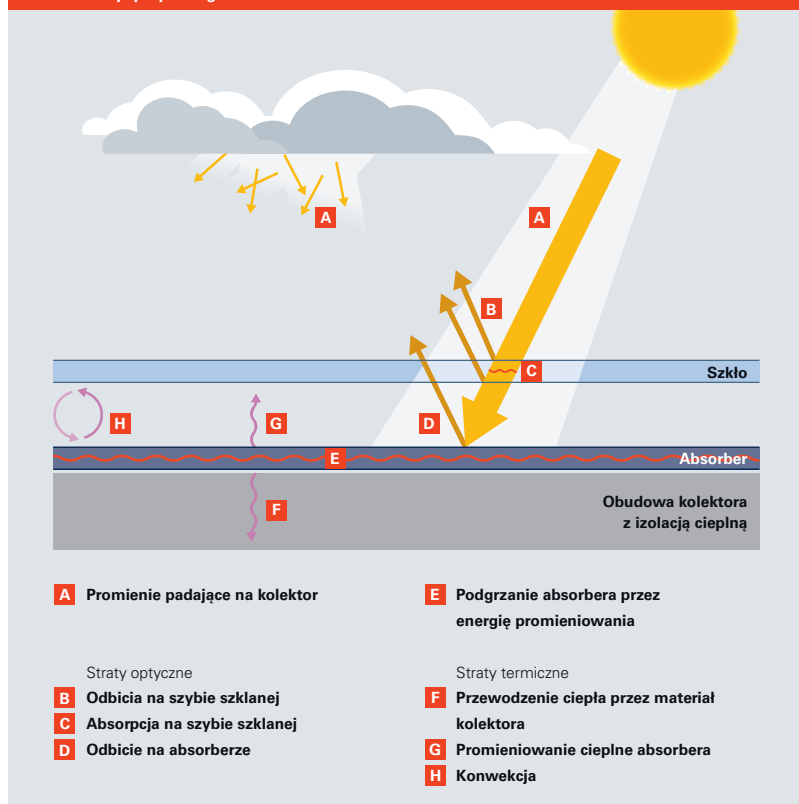
## 2.3 Charakterystyki kolektorów

Wydajność kolektora zależy od jego stanu pracy. Im większa jest różnica pomiędzy temperaturą wewnętrzną kolektora a temperaturą zewnętrzną, tym wyższe są jego straty termiczne. A więc zmniejsza się także sprawność. Przy braku odbioru ciepła z kolektora (pompa nie pracuje i w instalacji nie krąży czynnik solarny), nagrzeje się on do tak zwanej temperatury stagnacji.

W takim przypadku straty termiczne są tak samo duże jak otrzymana energia promieniowania, sprawność kolektora jest równa zero.

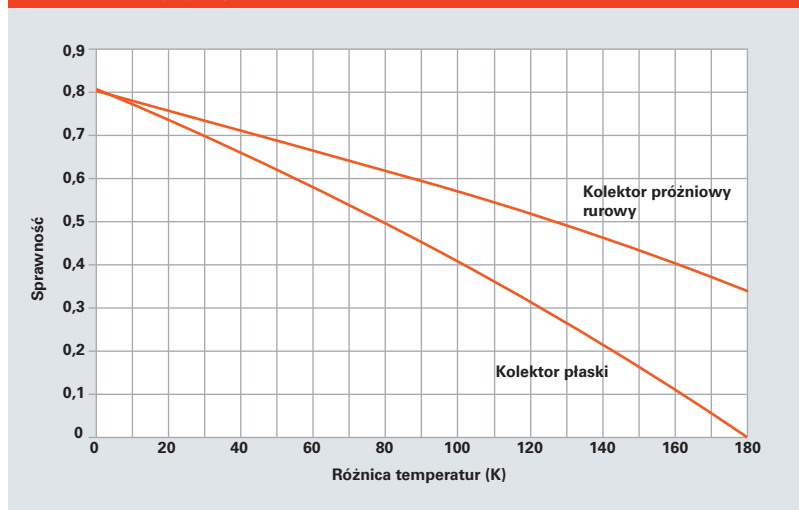
Dostępne w sprzedaży kolektory płaskie firmy Viessmann mogą osiągnąć latem temperaturę stagnacji ponad 200°C, a próżniowe około 300°C.

### il. 2.2 Przepływy energii w kolektorze

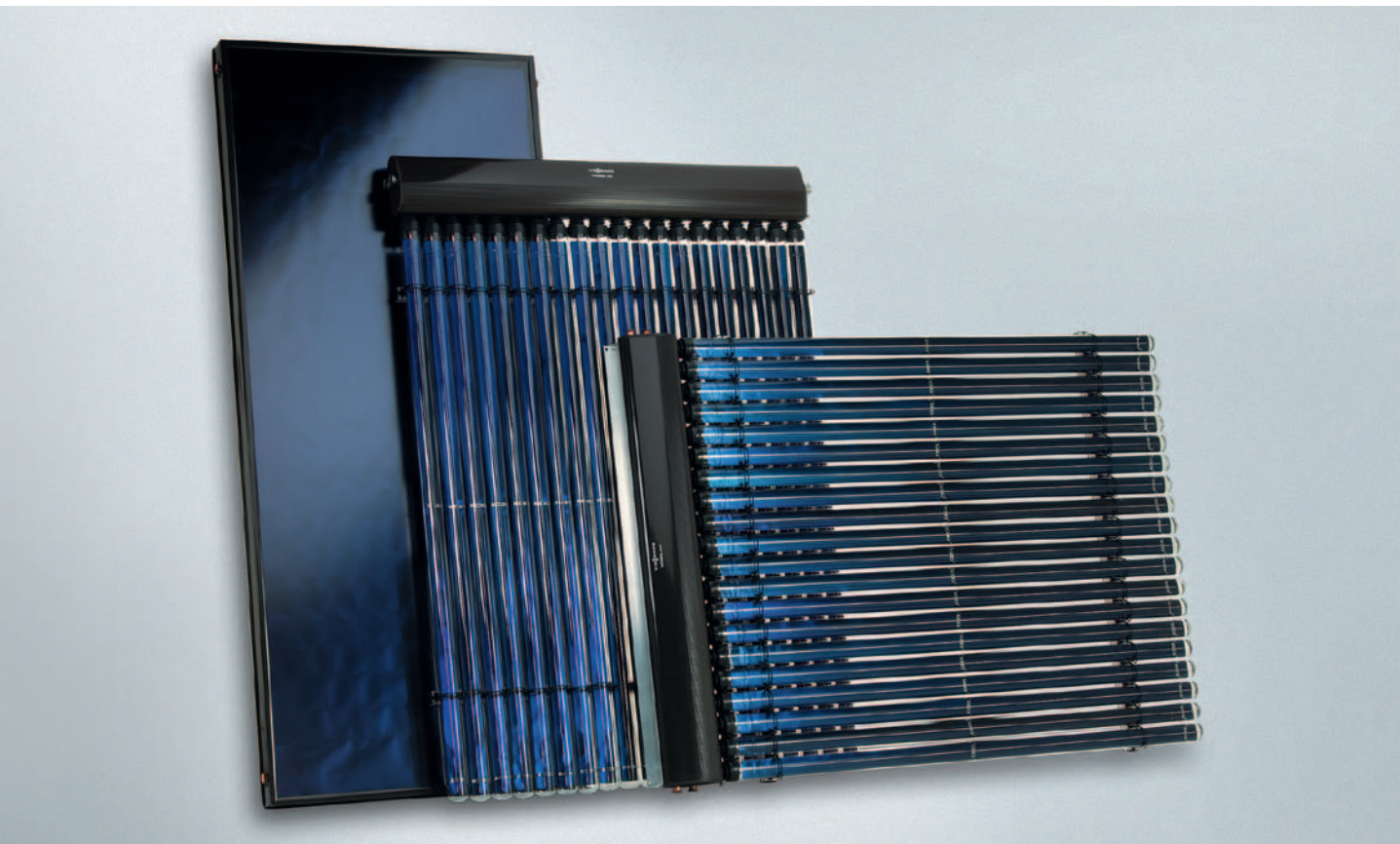


Do wytwarzania ciepła nie może być wykorzystana cała ilość promieniowania słonecznego, jaka dociera do kolektora (straty optyczne). Z ciepła wytworzonego w kolektorze niewielka jego ilość jest tracona (straty termiczne).

### il. 2.3 Charakterystyki sprawności kolektorów



Wraz z rosnącą różnicą temperatur między kolektorem a otoczeniem, kolektor próżniowy wyraźnie pokazuje swoje zalety – wyższą sprawność.



## Kolektory słoneczne Viessmann

Dla instalacji solarnej decydujący jest długi okres jej użytkowania. Dlatego musi ona być wykonana z niezawodnych i dopracowanych komponentów. W kolektorach słonecznych firmy Viessmann zawarte są doświadczenia ponad 30 lat.

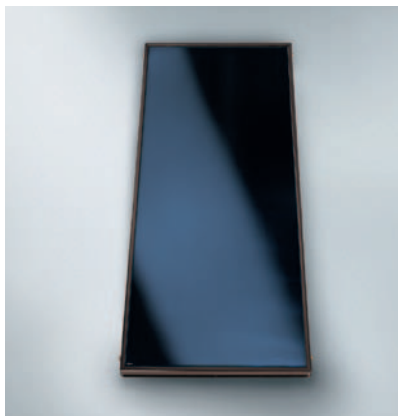
### 3.1 Rodzaje kolektorów

Pomijając niektóre specjalne rozwiązania techniczne stosowane są głównie kolektory, w których krąży czynnik solarny transportujący ciepło. Z reguły chodzi tutaj o mieszaninę składającą się z wody i glikolu (środka przeciw zamarzaniu). Solarny czynnik grzewczy pobiera ciepło jakie wytworzył absorber (pochłaniając promieniowanie słoneczne) i transportuje do odbiornika ciepła, np. podgrzewacza wody użytkowej. Proces ten jest taki sam w przypadku wszystkich typów kolektorów. Główna różnica pomiędzy kolektorami polega na rodzaju izolacji zapobiegającej stratom ciepła.

W przypadku kolektorów płaskich absorber jest z reguły dobrze chroniony przed wpływami warunków atmosferycznych, przez obudowę z powlekanej blachy stalowej, aluminium lub stali nierdzewnej oraz przykrycie przeźroczyste wykonane z bezpiecznego szkła solarne o niewielkiej zawartości żelaza. Dodatkowo, antyrefleksyjna powłoka szkła (AR), redukuje zjawisko odbijania się promieni słonecznych od szyby. Przed nadmierną utratą ciepła chroni kolektor izolacja cieplna jego obudowy. W przypadku dużych różnic pomiędzy temperaturą w kolektorze a otoczeniem jakość izolacji cieplnej ma decydujący wpływ na wydajność kolektora.

W kolektorze rurowym absorber jest – podobnie jak w termosie – osadzony w rurze szklanej, w której panuje próżnia. Próżnia posiada bardzo dobre właściwości termoizolacyjne, dlatego straty ciepła są mniejsze niż w przypadku kolektorów płaskich. Jest to szczególnie korzystne przy niskich temperaturach zewnętrznych, a więc zwłaszcza w warunkach eksploatacyjnych, jakie są zazwyczaj spotykane na przykład w instalacjach solarnych wspomagających ogrzewanie budynku.

Warunkiem wysokiej niezawodności i długiego okresu użytkowania kolektorów próżniowych rurowych jest dobre uszczelnienie rur. W przypadku kolektorów Viessmann jest to zagwarantowane. Nieuniknione, minimalne ilości gazu, które jednak dostają się do rur (głównie wodoru), wiązane są za pomocą cienkiej warstewki baru („pochłaniacz gazów”), która jest naparowywana na wewnętrzną stronę rury.



il. 3.1

**Vitosol 300-F / Vitosol 200-F**

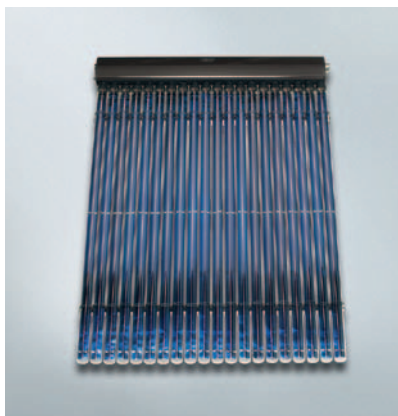
Wydajne, trwałe i łatwe w montażu kolektory płaskie.



il. 3.2

**Vitosol 100-F**

Wydajny i trwały kolektor płaski w atrakcyjnej cenie



il. 3.3

**Vitosol 300-T**

Kolektor próżniowy rurowy z technologią „Heatpipe” dla zapewnienia najwyższej efektywności i niezawodności eksploatacji.



il. 3.4

**Vitosol 200-T**

Kolektor próżniowy rurowy zbudowany na zasadzie rurki cieplnej (heat pipe) do montażu w dowolnym położeniu.

#### 3.2 Kolektory próżniowe rurowe

Kolektory próżniowe rurowe różnią się przede wszystkim sposobem pracy. Solarny czynnik grzewczy przepływa bezpośrednio przez kolektor, albo działają na zasadzie rurki cieplnej (heat pipe). W przypadku kolektorów o przepływie bezpośrednim czynnik grzewczy przepływa bezpośrednio przez rury absorbera wewnątrz rur szklanych. W rozwiązaniu „heat pipe” czynnik grzewczy (płyn w instalacji solarnej), nie przepływa bezpośrednio przez rury próżniowe kolektora. W rurach próżniowych znajduje się czynnik roboczy, którym najczęściej jest woda pod niskim ciśnieniem. W rurce cieplnej (heat pipe), umieszczonej pod absorberem, woda odparowuje już przy temperaturze 30°C odbierając ciepło z absorbera. Na górnym końcu każdej rury próżniowej kolektora, para skrapla się w tzw. kondensatorze (skraplaczu), przekazując ciepło czynnikowi grzewczemu krążącemu w instalacji solarnej (patrz rys. 3.4).

Kolektory z rurką cieplną mają tę zaletę, że zapewniają pewny odbiór ciepła w kolektorze i umożliwiają projektowanie prostych instalacji. Od chwili wprowadzenia specjalnych kolektorów „heat pipe”, które można montować również w pozycji poziomej. Viessmann oferuje już tylko kolektory próżniowe rurowe z techniką „heat pipe”.

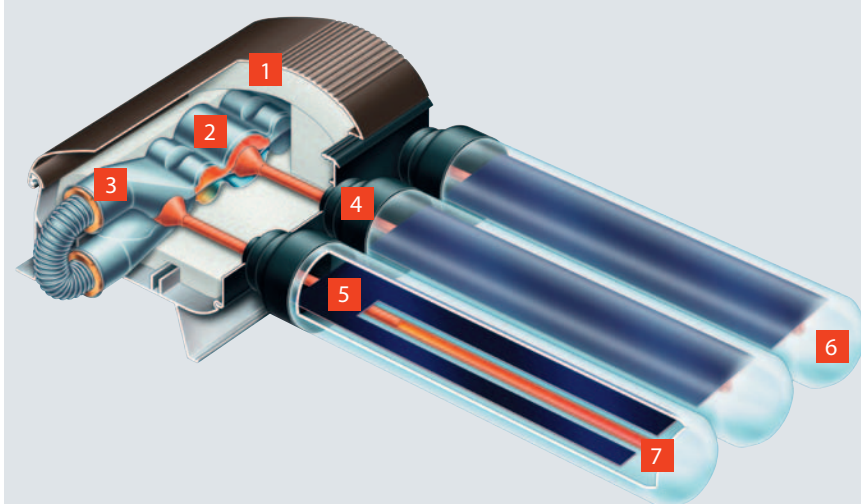
#### Vitosol 300-T

Bardzo wydajny kolektor próżniowy rurowy Vitosol 300-T ustawiany jest zawsze pod kątem nachylenia  $> 25^\circ$ . Dzięki temu kondensatory mogą mieć o wiele większą średnicę niż rura absorbera. Z uwagi na dobre przenoszenie ciepła możliwe są bardzo wysokie wydajności. Szczególnie wysoki poziom bezpieczeństwa eksploatacji zapewnia połączenie „na sucho” rurek cieplnych w przewodzie zbiorczym (a więc nie ma bezpośredniego kontaktu pomiędzy czynnikiem grzewczym w instalacji solarnej a roboczym w rurach próżniowych), oraz niewielka ilość cieczy w kolektorze.

Najważniejsze cechy techniczne kolektora Vitosol 300-T:

- Bardzo skuteczna izolacja cieplna
- Połączenie „na sucho”
- Dwururowy wymiennik ciepła Duotec
- Możliwość obracania każdej rury próżniowej i optymalne ustawienie absorbera
- Łatwa wymiana rur próżniowych, bez konieczności opróżniania instalacji
- Absorber pokryty powłoką o wysokiej selektywności
- Wysokowartościowe szkło o niewielkiej zawartości żelaza

il. 3.5 Wysokiej wydajności kolektor próżniowo-rurowy Vitosol 300-T



- 1 Izolacja cieplna o wysokiej skuteczności
- 2 Połączenie „na sucho” bez bezpośredniego kontaktu nośnika ciepła i czynnika solarnego
- 3 Dwururowy wymiennik ciepła Duotec
- 4 Prosta wymiana i możliwość obracania rur kolektora
- 5 Absorber pokryty powłoką o wysokiej selektywności
- 6 Wysokowartościowe szkło o niskiej zawartości żelaza
- 7 Heatpipe (rurka cieplna)

### Vitosol 200-T

Tworząc kolektor próżniowy rurowy Vitosol 200-T firma Viessmann połączyła wysokie bezpieczeństwo eksploatacji kolektora z rurką cieplną „heat pipe”, z możliwością montażu kolektora w dowolnym położeniu. Vitosol 200-T może być montowany w pozycji pionowej i poziomej, pod każdym dowolnym kątem w zakresie od 0 do 90 stopni i w takim samym stopniu nadaje się do instalacji prywatnych jak i przemysłowych.

Najważniejsze cechy techniczne:

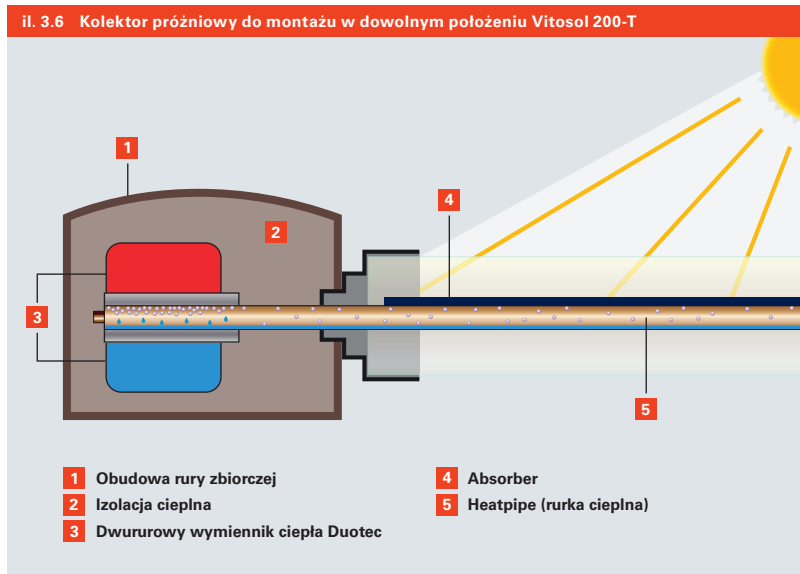
- Izolacja cieplna o wysokiej skuteczności
- Połączenie „na sucho”
- Dwururowy wymiennik ciepła Duotec
- Prosta wymiana i możliwość obracania rur
- Absorber pokryty powłoką o wysokiej selektywności
- Wysokowartościowe szkło o niskiej zawartości żelaza
- Możliwość montażu w pozycji poziomej

### Prosty montaż

Podczas montażu szybkie łączenie pojedynczych kolektorów umożliwiające sprawdzone w praktyce, wykonane ze stali nierdzewnej złącza wtykowe z rur falistych.

Poszczególne rury próżniowe kolektora można poprzez przekręcanie ustawić optymalnie wzdłuż osi podłużnej w kierunku Słońca.

Kolektory o powierzchni do 15 m<sup>2</sup> można łączyć ze sobą tworząc pole kolektorów (baterię kolektorów).



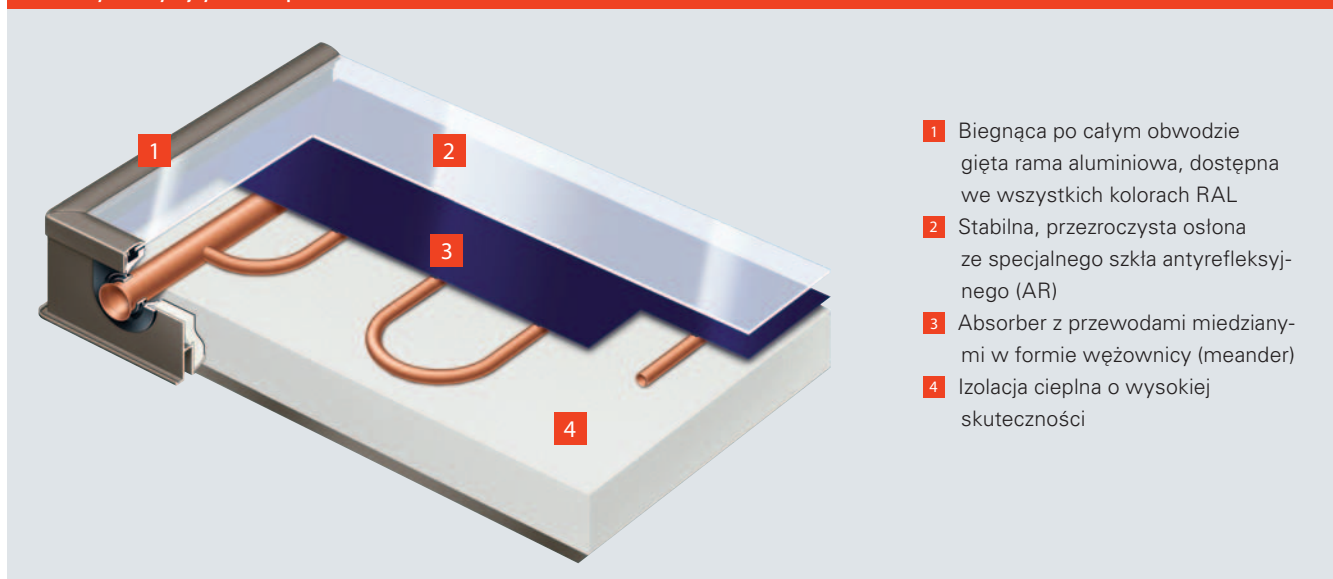
Nagrzana przez Słońce woda odparowuje we wnętrzu rurki cieplnej (heat pipe). W najzimniejszym miejscu, w kondensatorze Duotec, para ulega skropleniu i przekazuje przy tym energię czynnikowi krążącemu w instalacji solarnej. W wyniku powstającego w ten sposób niższego ciśnienia para stale przemieszcza się w kierunku rury zbiorczej. Kondensat powraca na dnie rury absorbera i ponownie odparowuje.



il. 3.6

Ułożone poziomo kolektory próżniowe rurowe Vitosol 200-T z absorberami ustawionymi w kierunku Słońca.

il. 3.8 Wysokowydajny kolektor płaski Vitosol 300-F



#### 3.3 Kolektory płaskie

Viessmann oferuje trzy typy kolektorów płaskich o porównywalnej konstrukcji podstawowej.

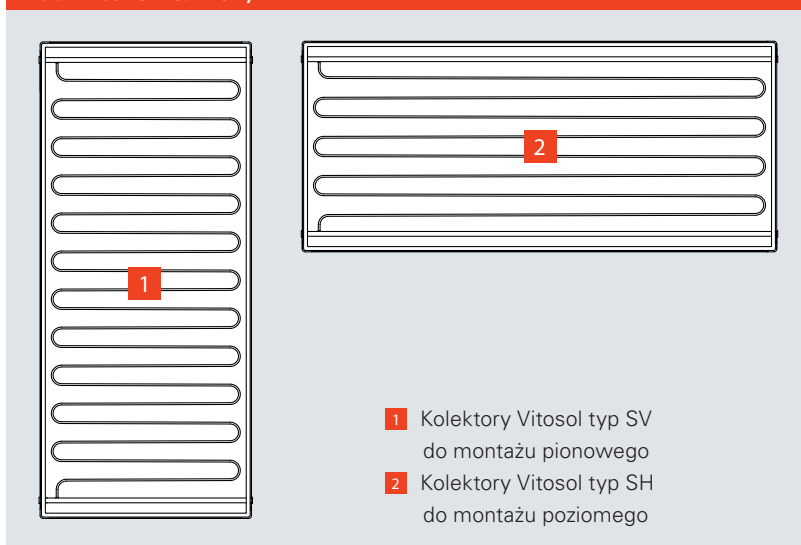
##### **Vitosol 300-F / 200-F / 100-F**

Obudowy kolektorów płaskich Vitosol składają się z biegnącej po całym obwodzie ramy aluminiowej, w której wnętrzu umieszczony jest pełnopowierzchniowy absorber. „Sercem” kolektorów jest absorber, w Vitosol 300-F i 200-F blacha absorbera pokryta jest warstwą na bazie tlenków tytanu: Sol-Titan, a w 100-F czarnym chromem. W kolektorach tych absorbery skutecznie pochłaniają promieniowanie słoneczne i są odporne na tzw. starzenie, czyli pracują z niemal niezmienną sprawnością przez cały okres długoletniej eksploatacji.

Przewody miedziane absorbera mają kształt meandra, co gwarantuje równomierny przepływ przez każdy kolektor i równomierne odbieranie ciepła z całej powierzchni każdego kolektora pracującego w instalacji. Płyta dna jest w całości połączona z ramą kolektora. Uszczelnienie szyby kolektora wykonane jest bezszwowo z elastycznego materiału uszczelniającego, odpornego na warunki atmosferyczne i promieniowanie UV.

Kolektor płaski Vitosol 300-F jest wysokosprawnym kolektorem, który dzięki zastosowaniu szkła antyrefleksyjnego i wzmocnionej izolacji cieplnej jest szczególnie efektywny i umożliwia pozyskanie dużych ilości ciepła słonecznego.

il. 3.9 Absorber meandrowy



Rura miedziana w kształcie meandra jest na całej długości połączona z blachą absorbera.

### Prosty montaż

Kolektory płaskie Viessmann wyróżniają się szczególnie prostym montażem. Zintegrowane rury zasilania i powrotu umożliwiają prosty i bezpieczny montaż nawet większych pól kolektorów. Przy pomocy elastycznych, wykonanych ze stali nierdzewnej złączy wtykowych z rur falistych można połączyć ze sobą do dwunastu kolektorów wzgl. utworzyć z nich pole kolektorów.

Łatwy w montażu system mocowań, ze sprawdzonymi i odpornymi na korozję elementami ze stali nierdzewnej i aluminium, jest jednolity dla wszystkich kolektorów Viessmann. Kolektory płaskie można stosować w sposób uniwersalny – mogą być ustawione pionowo lub poziomo, przystosowane są do montażu na dachu, do wbudowania w połacie dachu oraz do montażu wolnostojącego (na przykład na dachach płaskich). W przypadku montażu na dachu opcjonalnie dostępne są osłony boczne przyłączy hydraulicznych, które tworzą harmonijne przejście pomiędzy powierzchnią kolektora i powierzchnią dachu. Na życzenie można otrzymać ramy we wszystkich kolorach RAL.

W przypadku instalacji pionowej, na przykład na elewacji, dla osiągnięcia optymalnych uzysków energii zaleca się zwiększenie powierzchni kolektora o 20 procent w porównaniu ze zwykłym montażem na dachu.

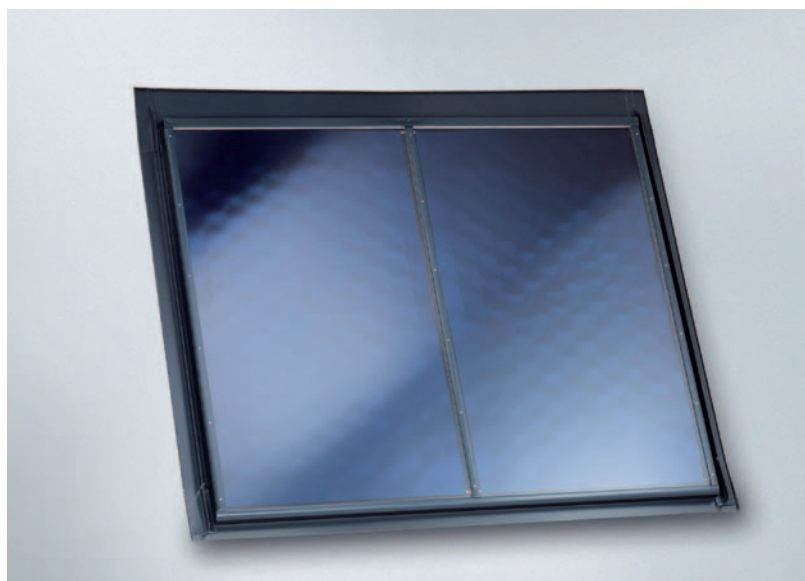
### Kolektor wielkopowierzchniowy

Viessmann oferuje kolektory wielkopowierzchniowe do zabudowy w dachu, co stanowi wizualnie szczególnie interesujące rozwiązanie. W zależności od celu zastosowania i zapotrzebowania na powierzchnię, do dyspozycji są różne modele. Inną zaletą tego typu kolektora jest szybki montaż dzięki zintegrowanemu orurowaniu i zmontowanej fabrycznie ramy do osadzenia w dachu.

Dla uzyskania optymalnego efektu wizualnego ramy i elementy obróbki blacharskiej mogą być dostarczone we wszystkich kolorach RAL.

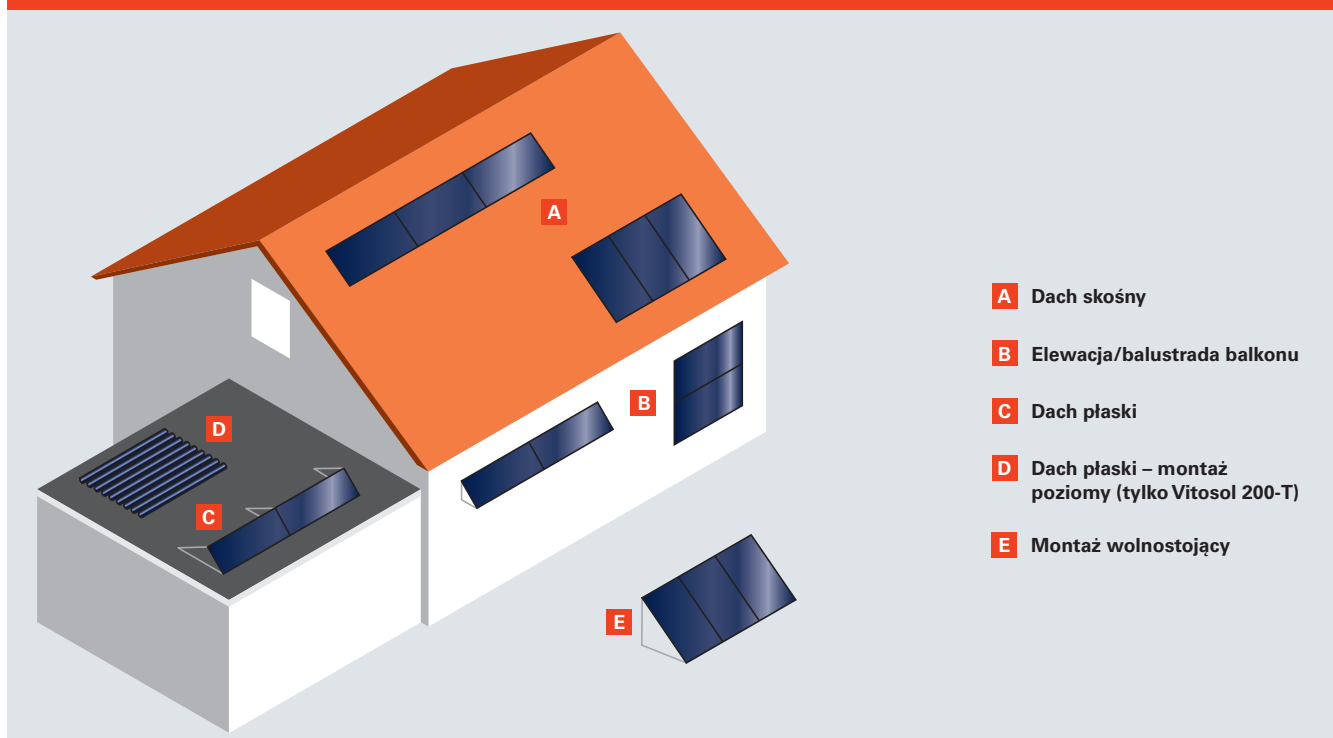


il. 3.10: Kolektor płaski Vitosol 300-F jest wysokowydajnym kolektorem, który szczególnie nadaje się do solarnego wspomagania ogrzewania budynków.



il. 3.11 Kolektor wielkopowierzchniowy Vitosol 200-F, typ 5DIA

il. 3.12 Możliwości montażu kolektorów



W zależności od rodzaju kolektora możliwe są różne sposoby montażu. W ten sposób dla każdego obiektu można dobrać odpowiedni kolektor z optymalnie pasującą techniką jego zamocowania.

#### 3.4 Montaż kolektorów

Z uwagi na różnorodne formy konstrukcji kolektory słoneczne instalowane są w prawie wszystkich rodzajach budynków – zarówno w nowym budownictwie jak i podczas modernizacji budynku. Można je zamontować na dachu skośnym, płaskim, na elewacji lub jako konstrukcja wolnostojąca.

Kolektor i jego system mocowania tworzą przy tym dopasowaną do siebie konstrukcję. Viessmann posiada w swoim programie kompletne i sprawdzone systemy dla wszystkich powszechnie występujących typów dachów oraz pasujące do wszystkich kolektorów Vitosol – oznacza to największą pewność i bezpieczeństwo przy projektowaniu i wykonaniu instalacji.

#### Ustawienie kolektora

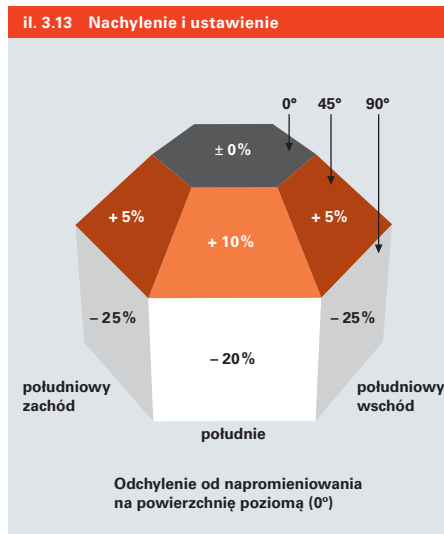
Najwięcej użytecznej energii grzewczej z kolektora możemy uzyskać wtedy, kiedy promienie słoneczne padają pod kątem prostym na powierzchnię absorbującą promieniowanie słoneczne – na absorber kolektora. Ponieważ w naszej szerokości geograficznej promienie słoneczne nigdy nie padają prostopadle, można temu „zaradzić” poprzez odpowiednie nachylenie płaszczyzny kolektora lub samego absorbera. Przykładowo, płaszczyzna ustawiona do poziomu pod kątem 35°, skierowana w kierunku południowym, pozyska ok. 12% więcej energii słonecznej w porównaniu do tej samej powierzchni położonej poziomo – o kącie nachylenia do poziomu wynoszącym 0°.

Dodatkowo, obok nachylenia ważną rolę przy wykorzystywaniu energii słonecznej odgrywa również ustawienie powierzchni absorbującej promieniowanie. Na półkuli północnej optymalne jest ustawienie (skierowanie) w kierunku południowym. Odchylenia powierzchni absorbującej promieniowanie od ustawienia w kierunku południowym określa się mianem „kąta azymutu” (powierzchnia ustawiona w kierunku południowym posiada kąt azymutu 0°).

Podsumowując można powiedzieć, że przy ustawieniu kolektora pomiędzy południowym wschodem i południowym zachodem i przy kątach nachylenia pomiędzy 25° i 70° występują warunki optymalne dla zapewnienia możliwie wysokich uzysków energii instalacji solarnej. Większe odchylenia, na przykład instalacji solarnych usytuowanych na elewacjach, mogą być skompensowane odpowiednio większą powierzchnią kolektora.

### Miejsca zacienione

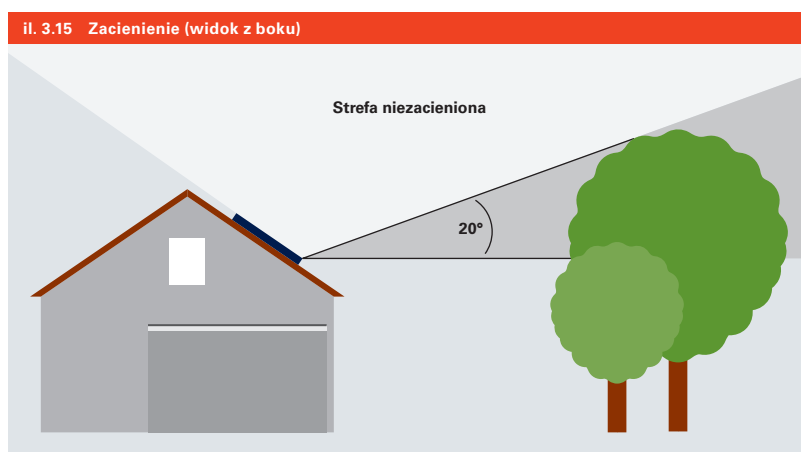
Przy wyborze miejsca do montażu należy starannie zadbać o to, aby budynki lub drzewa nie mogły rzucać cienia na kolektor. Dlatego, rozpatrując to w kontekście kolektora skierowanego w kierunku południowym, obszar pomiędzy południowym wschodem i południowym zachodem powinien być wolny od cienia, a kąt w stosunku do horyzontu nie może być większy niż 20°. Trzeba też pamiętać, że instalacja będzie pracować ponad 20 lat i że drzewa mogą w tym czasie trochę urosnąć.



Napromieniowanie wobec powierzchni horyzontalnej zmniejsza się lub zwiększa w zależności od nachylenia i ustawienia płaszczyzny odbiorczej (absorbującej promieniowanie).



Przy wyborze miejsca do montażu kolektorów można tolerować zacienienie tylko w godzinach rannych lub wieczornych.

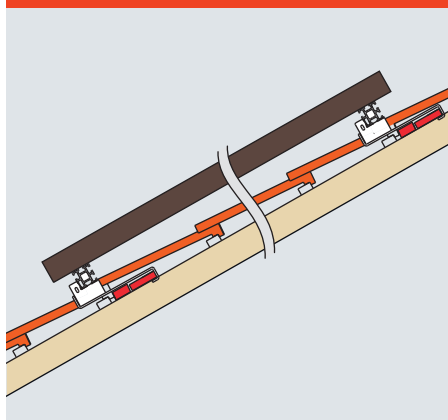


Pamiętając o 20-letnim okresie użytkowania trzeba również uwzględnić spodziewane zacienienie.

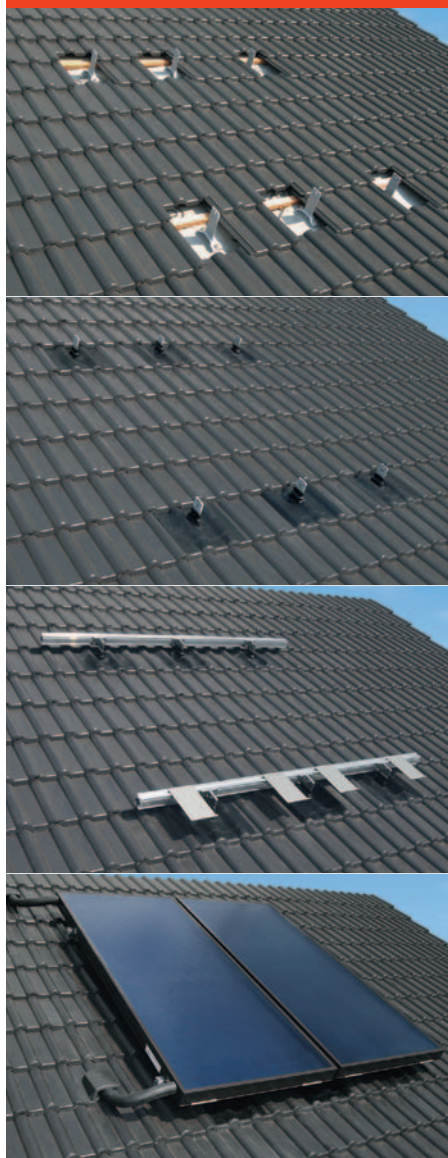
### 3 Kolektory słoneczne Viessmann

Czy to będzie montaż na dachu czy też integracja z dachem – w każdym przypadku kolektory muszą być montowane w sposób pewny konstrukcyjnie i z uwzględnieniem szczelności przeciwdeszczowej. W przypadku systemów montażowych Viessmann wszystkie komponenty do montażu są dokładnie dostosowane do tych wymagań.

il. 3.16 Montaż na dachu



il. 3.17 Mocowanie na dachu



Technika mocowania kolektorów Viessmann zapewnia niezawodne połączenie z krokwią.

W przypadku montowania kolektorów na dachu oryginalny system mocowania bez problemów spełnia wymagania w zakresie bezpieczeństwa konstrukcyjnego i szczelności przeciwdeszczowej.

#### **Mocowanie**

Oprócz integracji z dachem większość kolektorów montowana jest równoległe do dachu, na pokryciu dachu (montaż na dachu).

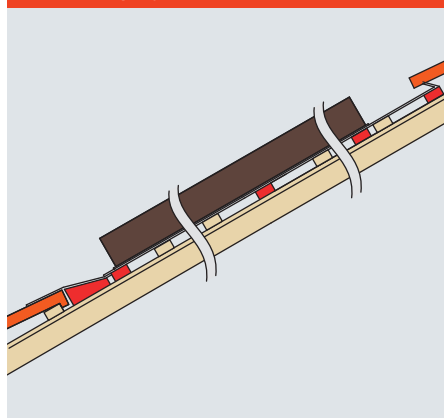
#### **Montaż na dachu**

Przy montażu kolektorów słonecznych na dachu najważniejsze jest bezpieczne i statyczne posadowienie płyt kolektorów. Punktem mocowania kolektora do dachu są wstawione haki lub klamry. Koniecznie należy zadbać o warunki szczelności i hermetycznego zakotwienia, ponieważ punkty mocowania lub ewentualne nieszczelności nie będą widoczne pod kolektorami.

Wykonanie mocowania zależne jest od spodziewanego obciążenia wiatrem lub śniegiem. W wytycznych projektowych kolektorów Vitosol zamieszczone są w tym celu dokładne dane dla każdego typu kolektora.

Oba rodzaje zamocowania (haki i klamry dachowe) zapewniają pewne połączenie na krokwiach dachu. Mocowanie do istniejących już lat dachu jest nieodpowiednie, wówczas jakość i wytrzymałość może być kwestionowana, przy umocowaniach na listwach dachowych dostępnych na rynku nie da się stworzyć całkowitej stateczności. System montażu musi być odpowiednio przystosowany (przerobiony).

il. 3.18 Integracja z dachem



### Integracja z dachem

W przypadku integracji z dachem kolektor płaski instalowany jest zamiast pokrycia dachu. A więc, kolektor spoczywa bezpiecznie na całej konstrukcji składającej się z łąt i krokwi.

Dla bezpiecznego odprowadzania wód deszczowych wbudowuje się poniżej kolektora dodatkową płaszczyznę uszczelniającą. W ten sposób, również w razie pęknięcia szyby lub innych uszkodzeń kolektora unika się przenikania wody do budynku.

il. 3.19 Zabudowa kolektorów w połaci dachu



Ramy i elementy obróbki blacharskich kolektorów Viessmann, podobnie jak i obudowy przyłączeniowe są dostępne we wszystkich kolorach RAL, co pozwala na wykonanie harmonijnego przejścia pomiędzy powierzchnią kolektora i dachem.



il. 3.20 Kolektor jako kolorystycznie dopasowany element dachu

## Zastosowania

W niniejszym rozdziale znajdą Państwo podstawy projektowania instalacji solarnych do podgrzewania ciepłej wody użytkowej (c.w.u.), solarnego wspomaganie ogrzewania i do ogrzewania wody basenowej.

### 4.1 Pomoce do projektowania

Dla szczegółów projektowych, jakie są potrzebne do zaplanowania konkretnej instalacji, nasi partnerzy rynkowi mają do dyspozycji wiele środków pomocniczych.

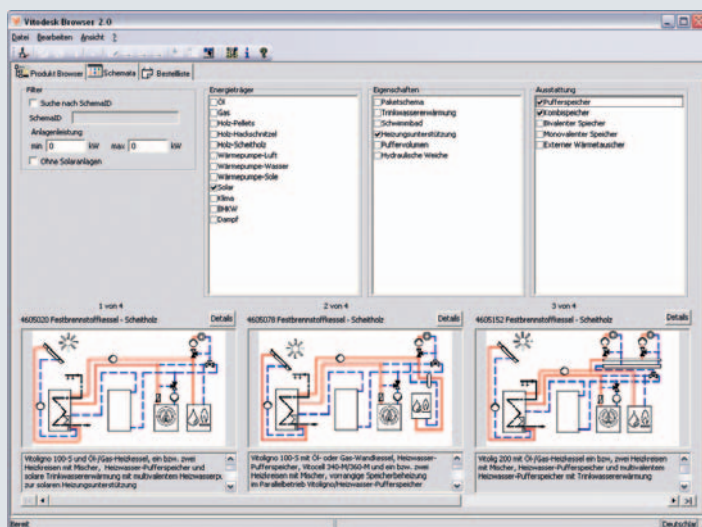
#### Przeglądarka schematów firmy Viessmann

Dla potrzeb zaplanowania instalacji przeglądarka schematów firmy Viessmann oferuje kompleksowe rozwiązania systemowe. Po zalogowaniu do portalu Viessmann w Strefie Projektanta udostępniony jest program Schemen-Browser. Można tutaj, przy pomocy funkcji szczegółowego wyszukiwania znaleźć pasujący schemat instalacji dla połączenia różnych źródeł ciepła i dla oczekiwanego sposobu użytkowania. Przeglądarka schematów jest do dyspozycji naszych partnerów rynkowych na stronie internetowej firmy Viessmann bezpłatnie po zalogowaniu.

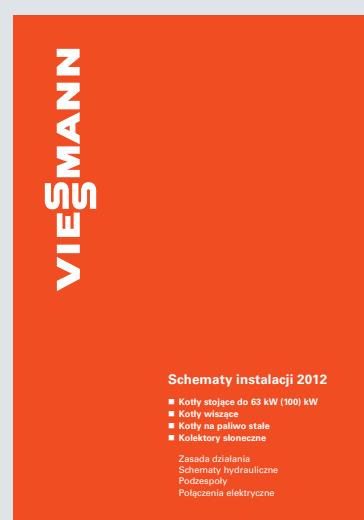
#### Podręcznik schematów firmy Viessmann

W podręczniku schematów firmy Viessmann znajdują się opisy najbardziej popularnych kombinacji różnych źródeł ciepła z instalacjami solarnymi. Do każdego schematu znajdą Państwo kompletny opis działania, odpowiedni schemat połączeń elektrycznych oraz specyfikację.

il. 4.1 Przeglądarka schematów firmy Viessmann



il. 4.2 Podręcznik schematów firmy Viessmann



## ESOP

Do projektowania instalacji Viessmann udostępnia dwa programy obliczeniowe: do pierwszej, szybkiej orientacji można wykorzystywać wariant online programu ESOP na stronie internetowej firmy Viessmann, zaś do dokładnych obliczeń nasi partnerzy rynkowi otrzymują od pracowników oddziałów handlowych Viessmanna program ESOP w wersji offline.

## 4.2 Podstawy projektowania

### Wskaźnik pokrycia solarnego

Istotnym kryterium przy projektowaniu instalacji solarnej jest wskaźnik pokrycia solarnego. Wskaźnik ten określa ile procent potrzebnej energii, dla przewidzianego zapotrzebowania, dostarczy system kolektorów w określonym przedziale czasu (najczęściej przyjmuje się 1 rok). Im wyższe jest pokrycie solarne, tym mniej energii trzeba dostarczyć z instalacji konwencjonalnej.

Podstawą obliczenia wskaźnika pokrycia solarnego jest zawsze ilość ciepła, jaka jest rocznie dostarczana przez poszczególne źródła ciepła (a nie ich wydajność).

Właściwy kompromis między wydajnością, a wskaźnikiem pokrycia jest tak samo istotny jak dobry kompromis pomiędzy kosztami instalacji solarnej, a zaoszczędzoną energią konwencjonalną.

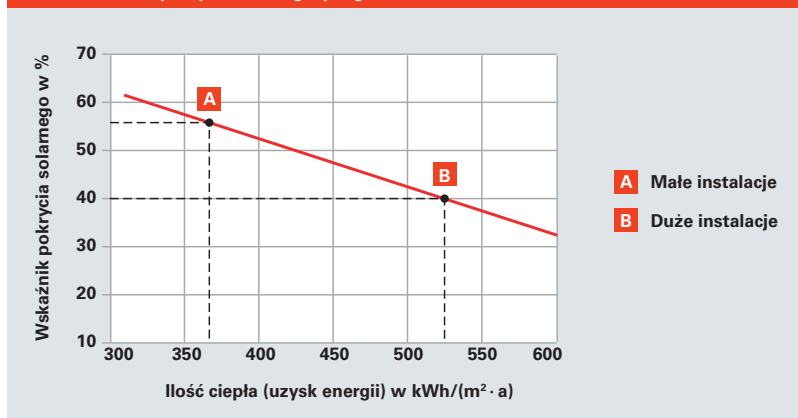
W Polsce powszechnie przyjmuje się wskaźnik solarnego pokrycia zapotrzebowania na poziomie 50-60% na potrzeby ogrzania wody w domkach jednorodzinnych, zaś w dużych instalacjach solarnych na poziomie 30-40%. Przy wspomaganiu centralnego ogrzewania przez instalację solarną trudno o podanie standardowych wartości, ponieważ wskaźnik pokrycia zależy od energetycznej jakości wykonania budynku (izolacji, szczelności itd.)

il. 4.3 ESOP

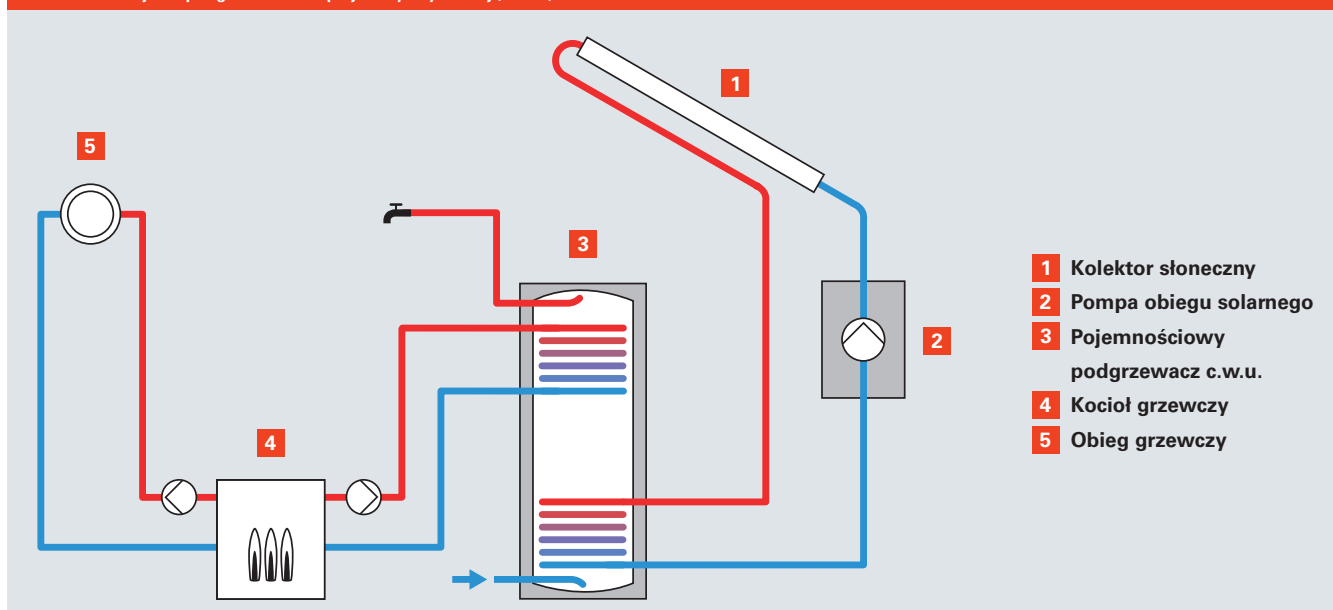


Dla każdej instalacji solarnej trzeba znaleźć kompromis pomiędzy wskaźnikiem pokrycia, a wydajnością kolektora.

il. 4.4 Wskaźnik pokrycia solarnego (podgrzew c.w.u.)



il. 4.5 Instalacja do podgrzewania ciepłej wody użytkowej (c.w.u.)



W standardowym rozwiązaniu instalacji solarnej stosowany jest biwalentny pojemnościowy podgrzewacz c.w.u., który jest ogrzewany przez dwa źródła ciepła. Jest to dobre połączenie oszczędności energii i bezpieczeństwa zasilania.

### 4.3 Instalacja do podgrzewania ciepłej wody użytkowej

Biwalentny pojemnościowy podgrzewacz c.w.u. ogrzewany jest przez dwa źródła ciepła. Część górną podgrzewa kocioł grzewczy. Zaś drugi wymiennik ciepła, który jest zabudowany w dolnej części zbiornika ogrzewany jest przez instalację solarną tylko wtedy, kiedy pomiędzy czujnikiem temperatury kolektora i czujnikiem temperatury zbiornika zostanie zmierzona różnica temperatur, która będzie większa niż wartość ustawiona na regulatorze – dopiero wtedy zostanie włączona pompa obiegu solarnego.

Przy projektowaniu instalacji kolektorów do podgrzewu c.w.u. w domach jedno- i dwurodzinnych przyjmuje się pokrycie solarne wynoszące około 60 procent. W ten sposób uzyskuje się w lecie prawie pełne pokrycie, tzn. ciepło potrzebne do ogrzewania wody użytkowej, przez większość dni będzie dostarczane wyłącznie przez kolektory słoneczne (bez dogrzewania kotłem grzewczym). Niewykorzystane nadmiary ciepła mieszczą się w akceptowalnych granicach, użytkownik wyraźnie odczuwa uzysk energii z instalacji solarnej i przez dłuższy okres czasu oszczędza na dogrzewaniu przez instalację konwencjonalną.

Wyraźnie wyższe pokrycie solarne do podgrzewania c.w.u. w domu jednorodzinnym, które będzie przekraczało 60 procent, jest ze względów technicznych i ekonomicznych nieuzasadnione.

#### Zapotrzebowanie c.w.u.

Aby móc zaprojektować instalację solarną, trzeba najpierw znać zużycie ciepłej wody. Ważne jest przy tym rozróżnienie pomiędzy zapotrzebowaniem maksymalnym i obliczeniowym.

Zapotrzebowanie maksymalne stanowi podstawę do obliczenia bezpieczeństwa zasilania, jest to wielkość charakterystyczna dla pojemnościowego podgrzewacza c.w.u. i dla obliczenia mocy kotła grzewczego.

Dla uniknięcia błędnego wymiarowania, w przypadku instalacji solarnej za podstawę przyjmuje się zapotrzebowanie obliczeniowe na c.w.u.. Określa ono spodziewane średnie zużycie ciepłej wody w miesiącach letnich. Jego wartość wynosi około połowy zapotrzebowania maksymalnego, na jakie została zaprojektowana konwencjonalna część instalacji.

Przyjęte założenia do projektowania:  
 Zużycie 30 litrów na osobę przy 60°C.  
 Jeśli zużycie na osobę jest wyraźnie wyższe, wtedy projektowanie odbywa się na podstawie wyboru ilości litrów na dzień.

il. 4.6 Zestawienie wartości obliczeniowych dla podgrzewania c.w.u.

| Liczba osób | Zapotrzebowanie na ciepłą wodę 60°C w litrach | Biwalentny pojemnościowy podgrzewacz c.w.u. | Kolektor            |                           |
|-------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------|---------------------------|
|             |                                               |                                             | Vitosol-F<br>Liczba | Vitosol-T<br>Powierzchnia |
| 2           | 60                                            | 300 litrów                                  | 2 × SV / 2 × SH     | 1 × 3 m <sup>2</sup>      |
| 3           | 90                                            |                                             | 2 × SV / 2 × SH     | 1 × 3 m <sup>2</sup>      |
| 4           | 120                                           |                                             | 2 × SV / 2 × SH     | 1 × 3 m <sup>2</sup>      |
| 5           | 150                                           | 400 litrów                                  | 2 × SV / 2 × SH     | 2 × 2 m <sup>2</sup>      |
| 6           | 180                                           |                                             | 3 × SV / 3 × SH     | 2 × 2 m <sup>2</sup>      |
| 8           | 240                                           | 500 litrów                                  | 4 × SV / 4 × SH     | 2 × 3 m <sup>2</sup>      |
| 10          | 300                                           |                                             | 4 × SV / 4 × SH     | 2 × 3 m <sup>2</sup>      |
| 12          | 360                                           |                                             | 5 × SV / 5 × SH     | 4 × 2 m <sup>2</sup>      |
| 15          | 450                                           |                                             | 6 × SV / 6 × SH     | 3 × 3 m <sup>2</sup>      |

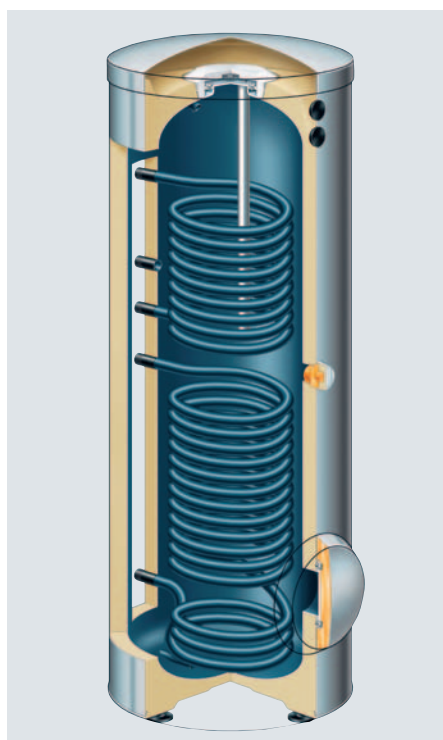
Dla uzyskania pokrycia solarne­go rzędu ok. 60 procent, w praktyce sprawd­ziła się formuła dwudniowa, tzn. zbiornik solar­ny powinien pomieścić podwójną ilość spodzie­wanego zapotrzebowania dzien­nego c.w.u. (w odnie­sieniu do zużycia oblicze­niowego). Instalacja kolektorów jest tak wymiarowa­na, żeby cała pojemność zbiornika w słoneczny dzień mogła zostać podgrzana do co najmniej 60°C. Pozwoli to na zaspokojenie potrzeb w dniu następnym, jeśli promieniowanie słoneczne byłoby słabsze. Z tego punktu widzenia określa się stosunek pojemności zbiornika (podgrzewacza c.w.u.) do powierzchni kolektora.

### Pojemność podgrzewacza c.w.u.

W Europie Środkowej w bezchmurny, słoneczny dzień jest do dyspozycji 5 kWh promieniowania na m<sup>2</sup> powierzchni kolektora. Aby tę ilość energii można było wykorzystać w biwalentnym pojemnościowym podgrzewa­czu c.w.u., w przypadku kolektorów płaskich przyjmuje się co najmniej 50 l pojemności zbiornika na m<sup>2</sup> powierzchni kolektora, w przy­padku kolektorów próżniowych rurowych jest to 70 l na m<sup>2</sup>.

W odniesieniu do biwalentnych pojemno­ściowych podgrzewaczy c.w.u. w domu jedno- i dwurodzinnych (przy wysokim stopniu pokrycia) obowiązuje zasada: Jeżeli powierzchnia kolektora jest ustawiona pomię­dzy południowym wschodem i południowym zachodem (maksymalne odchylenie 45 stopni

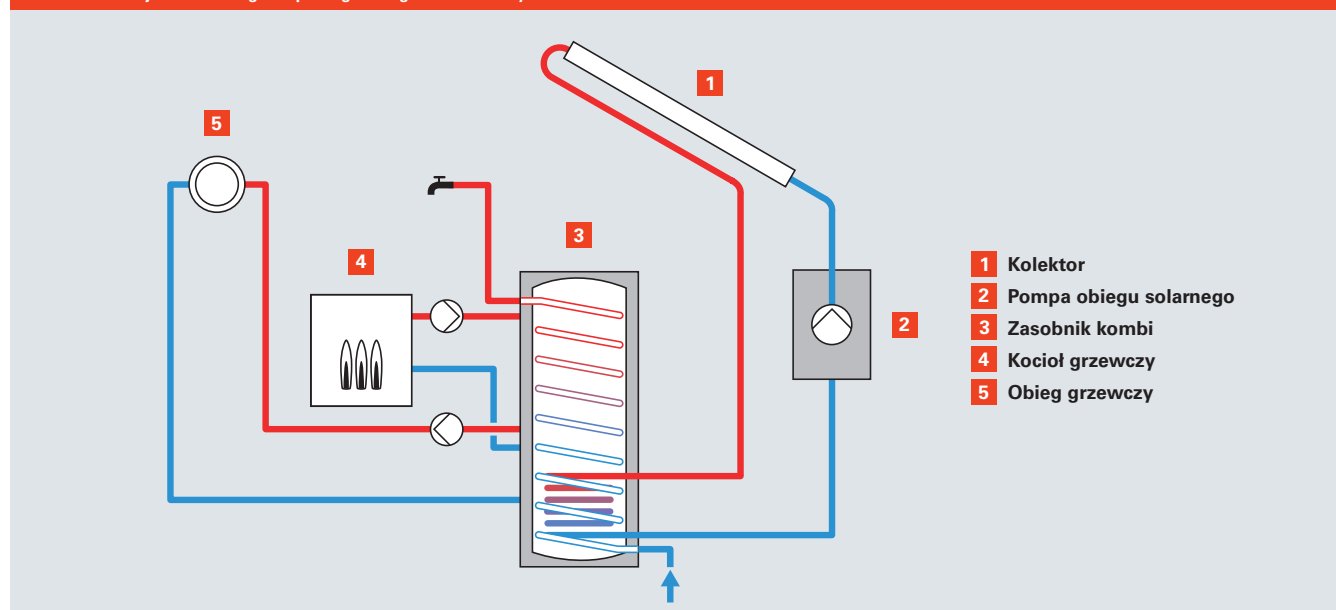
od kierunku południowego), a kąt nachylenia do poziomu znajduje się pomiędzy 25 a 55 stopni, wtedy na 100 l pojemności zbiornika można przyjąć 1,5 m<sup>2</sup> powierzchni kolektora płaskiego lub 1,0 m<sup>2</sup> kolektora rurowego. Dla skompensowania mniejszego uzysku energii, który będzie wynikał z niekorzystnego usta­wienia lub nachylenia, można trochę zwięk­szyć powierzchnię kolektora.



il. 4.7  
 Biwalentny pojemnościowy podgrzewacz ciepłej wody użytkowej Vitocell 100-B

## 4 Zastosowania

il. 4.8 Instalacja do solarnego wspomagania ogrzewania budynku i c.w.u.



W przypadku instalacji służących do solarnego wspomagania ogrzewania stosuje się zasobniki buforowe, tutaj jako zasobnik kombi ze zintegrowanym wymiennikiem ciepła do podgrzewania c.w.u., w formie zwiniętej rury falistej ze stali nierdzewnej.

### 4.4 Instalacja do wspomagania ogrzewania

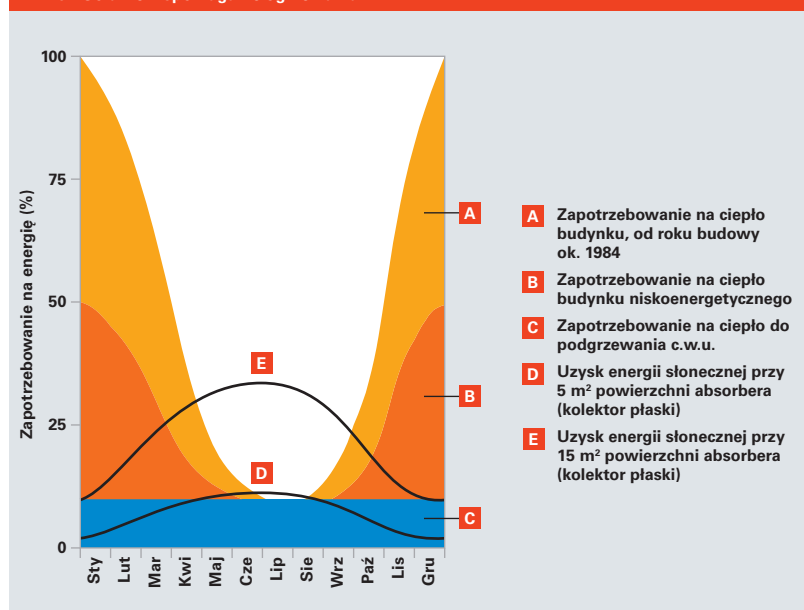
Jeżeli pomiędzy czujnikiem temperatury kolektora i czujnikiem temperatury zasobnika zostanie zmierzona różnica temperatury, która przekroczy wartość ustawioną na regulatorze, włącza się pompa obiegu solarnego i zasobnik kombi jest podgrzewany solarnie. W razie potrzeby ogrzewanie górnej części zasobnika przejmuje kocioł grzewczy.

W Niemczech wyraźnie ponad połowa całkowitej powierzchni kolektorów jest zainstalowana w instalacjach solarnych, które obok podgrzewania c.w.u. wspomagają także ogrzewanie pomieszczeń. Solarne wspomaganie ogrzewania jest zgodne z dzisiejszym stanem wiedzy technicznej.

W przypadku wspomagania ogrzewania podaż i popyt zachowują się odwrotnie względem siebie. Patrząc na to z perspektywy przebiegu roku, zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania jest najwyższe wtedy, kiedy promieniowanie słoneczne jest najmniejsze.

Możliwości solarnego wspomagania ogrzewania bez sezonowego magazynowania energii są ograniczone, pełne pokrycie przez instalację solarną zapotrzebowania na ciepło w zimie jest niemożliwe. Instalacja solarna nie może więc zastąpić konwencjonalnego źródła ciepła, któremu z kolei nie można też zmniejszać mocy.

il. 4.9 Solarne wspomaganie ogrzewania



Wadą solarnego wspomagania ogrzewania są nadwyżki ciepła w lecie, które nie mogą być wykorzystane.

Doświadczenie pokazuje, że osoby zainteresowane często błędnie oceniają możliwości instalacji solarnej służącej do wspomagania ogrzewania budynku. Dlatego podczas rozmowy z klientem należy możliwie jak najwcześniej skorygować błędne oceny i wyjaśnić, jakie są realne możliwości, jeśli chodzi o solarne wspomaganie ogrzewania. W przypadku modernizacji instalacji współczynniki pokrycia, w odniesieniu do zapotrzebowania na energię do podgrzewania c.w.u. i do ogrzewania pomieszczeń, są większe od 30 procent i zapotrzebowanie to można zaspokoić tylko poprzez poniesienie bardzo wysokich nakładów na urządzenia techniczne.

Tym samym instalacja solarna jest zawsze częścią składową całościowego systemu, w którym przecież też chodzi o najwyższą efektywność konwencjonalnego źródła ciepła.

### Zapotrzebowanie na ciepło w lecie

Podstawą wymiarowania solarnego wspomagania ogrzewania jest zawsze zapotrzebowanie na ciepło w lecie. Składa się ono z zapotrzebowania na ciepło do podgrzewania c.w.u. i ewentualnie innych, zależnych od obiektu odbiorników, które także mogą być zasilane przez instalację – jak na przykład ogrzewanie pomieszczeń piwnicznych w lecie dla uniknięcia zjawiska kondensacji.

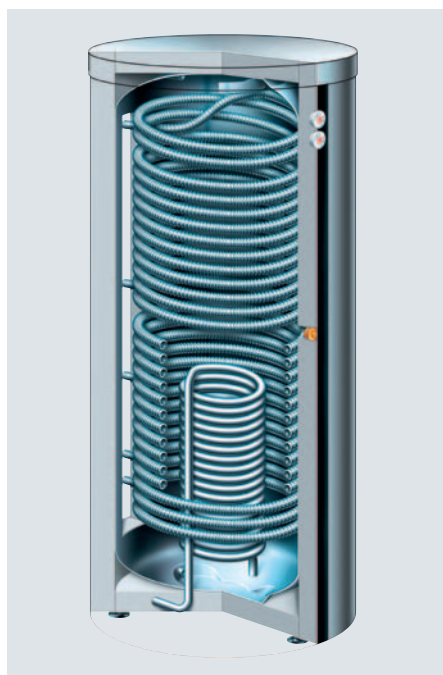
Dla tego zapotrzebowania na ciepło w lecie dobiera się za pomocą tabeli obliczeniowej (patrz il. 4.6) odpowiednią powierzchnię kolektora. Określoną w ten sposób powierzchnię kolektora mnoży się teraz przez współczynnik 2 i 2,5 – pomiędzy tymi dwoma wynikami znajdują się wartości dotyczące powierzchni kolektora do solarnego wspomagania ogrzewania. Dokładne ich ustalenie dokonywane jest potem z uwzględnieniem uwarunkowań architektonicznych i wymiarów poszczególnych kolektorów.

Stosunek powierzchni kolektora do pojemności zasobnika określa się dokładnie tak samo jak w przypadku instalacji służącej do podgrzewania c.w.u. Na 1,5 m<sup>2</sup> kolektora płaskiego lub 1,0 m<sup>2</sup> kolektora rurowego można przyjąć po 100 l pojemności zasobnika.

il. 4.10 Zestawienie wartości obliczeniowych dla wspomagania ogrzewania (EFH)

| Liczba osób | Zapotrzebowanie na ciepłą wodę 60°C w litrach | Pojemność zasobnika buforowego w litrach | Kolektor            |                           |
|-------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------|---------------------------|
|             |                                               |                                          | Vitosol-F<br>Liczba | Vitosol-T<br>Powierzchnia |
| 2           | 60                                            | 750                                      | 4 × SV / 4 × SH     | 2 × 3 m <sup>2</sup>      |
| 3           | 90                                            | 750                                      | 4 × SV / 4 × SH     | 2 × 3 m <sup>2</sup>      |
| 4           | 120                                           | 750 / 1000                               | 4 × SV / 4 × SH     | 2 × 3 m <sup>2</sup>      |
| 5           | 150                                           | 750 / 1000                               | 4 × SV / 4 × SH     | 4 × 2 m <sup>2</sup>      |
| 6           | 180                                           | 750 / 1000                               | 4 × SV / 4 × SH     | 4 × 2 m <sup>2</sup>      |
| 7           | 210                                           | 1000                                     | 6 × SV / 6 × SH     | 3 × 3 m <sup>2</sup>      |
| 8           | 240                                           | 1000                                     | 6 × SV / 6 × SH     | 3 × 3 m <sup>2</sup>      |

Tabela oferuje szybki przegląd i dobór komponentów instalacji do solarnego wspomagania ogrzewania.



il. 4.11  
Idealne rozwiązanie do solarnego wspomagania ogrzewania: multiwalentny zasobnik buforowy wody grzewczej ze zintegrowanym podgrzewaniem c.w.u. Vitocell 340-M

il. 4.12 Urządzenie kompaktowe Vitosolar 300-F



### ***Zintegrowane ogrzewanie Vitosolar 300-F***

Kompleksowe współdziałanie instalacji solarnej i konwencjonalnego źródła ciepła wymaga szczegółowego i starannego zaprojektowania. Firma Viessmann stworzyła Vitosolar 300-F specjalnie dla potrzeb solarnego wspomagania ogrzewania w domu jednorodzinnym.

Vitosolar 300-F jest bardzo wydajną jednostką służącą do solarnego wspomagania ogrzewania i podgrzewania c.w.u. Jednostka ta składa się z zasobnika kombi o pojemności 750 litrów z wstępnie orurowaną podstawą do bezpośredniego montażu gazowego kotła kondensacyjnego.

Na konsoli montażowej znajdują się już wstępnie zamontowane: rozdzielacz obwodu grzewczego Divicon z zaworem mieszającym 3-drogowym i energooszczędną pompą, stacja pompowa Solar-Divicon, zaizolowane przewody rurowe i zawory odcinające. Układ regulacji obejmuje wszystkie niezbędne funkcje instalacji grzewczej i instalacji solarnej. Dla zbilansowania energii wyświetlacz regulatora pokazuje uzysk energii solarnej. Vitosolar 300-F jest wyposażony w bardzo efektywne pompy o regulowanej prędkości obrotowej (klasa efektywności energetycznej A) dla obwodu grzewczego i solarne.

### ***Wymagania wobec instalacji ogrzewania***

Szeroko rozpowszechnione jest błędne mniemanie, jakoby solarne wspomaganie ogrzewania było możliwe tylko przy ogrzewaniu podłogowym. Uzyski energii w przypadku ogrzewania grzejnikami są średniorocznie tylko nieznacznie mniejsze. Powodem tego niewielkiego zmniejszenia jest trochę wyższa temperatura docelowa instalacji solarnej, która zawsze jest określana przez temperaturę na powrocie z obiegu grzewczego.

Porównując różne sposoby ogrzewania pomieszczeń, trzeba brać pod uwagę, że instalacja solarna ma dostarczać energię ciepłą do instalacji ogrzewania przede wszystkim w okresach przejściowych. W tym czasie, instalacje ogrzewania pracują z niższymi temperaturami wody grzewczej, od tych na jakie zostały zaprojektowane. Woda powracająca z instalacji, również w instalacji grzejnikowej, może mieć niską temperaturę.

## 4.5 Baseny

Baseny dzieli się ze względu na ich przeznaczenie na trzy kategorie, z czego wynikają różne wymagania przy projektowaniu instalacji solarnej:

- odkryte baseny bez ogrzewania konwencjonalnego (baseny w domach jednorodzinnych)
- odkryte baseny, w których temperatura wody utrzymywana jest na określonym poziomie (odkryte baseny publiczne, częściowo również baseny znajdujące się na zewnątrz domów jednorodzinnych)
- baseny kryte, które są użytkowane przez cały rok i temperatura utrzymywana jest na określonym poziomie (kryte baseny publiczne i baseny w domach jednorodzinnych)

Temperatura utrzymywana jest to pożądana temperatura minimalna wody w basenie, którą gwarantuje urządzenie grzewcze.

Generalnie należy pamiętać o tym, aby zapotrzebowanie na energię basenu krytego utrzymywać na możliwie niskim poziomie.

### Baseny odkryte bez konwencjonalnego ogrzewania

W niedogrzewanych basenach odkrytych w wyniku promieniowania słonecznego na powierzchnię basenu powstaje swego rodzaju „naturalny przebieg temperatury”. Instalacja solarna nic nie zmienia w tym typowym przebiegu temperatury, może jednak o kilka stopni podwyższyć temperaturę podstawową. Wielkość tego wzrostu temperatury zależna jest od stosunku powierzchni basenu do powierzchni absorbera.

Ilustracja 4.14 przedstawia związek pomiędzy stosunkiem powierzchni wzgl. powierzchni absorbera i wzrostem temperatury. Ze względu na stosunkowo niskie temperatury kolektora i czas użytkowania (lato) zastosowany typ kolektora nie ma wpływu na te wartości.

Z doświadczenia wiadomo, że już wzrost temperatury o 3 do 4 stopni Kelvina jest wystarczający do uzyskania odczuwalnej, przyjemnej temperatury kąpieli. Osiąga się to poprzez zastosowanie takiej powierzchni kolektora, której wielkość nie przekroczy połowy wielkości powierzchni basenu.

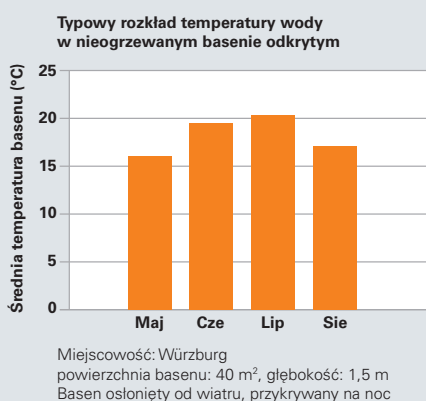
### Podgrzewane baseny odkryte

Jeżeli temperatura wody w basenie jest doprowadzana do wymaganego poziomu i następnie utrzymywana za pomocą konwencjonalnej instalacji grzewczej, nie prowadzi to praktycznie do żadnych zmian parametrów eksploatacyjnych instalacji solarnej i ich wpływu na temperaturę basenu. Instalacja solarna zapewnia wzrost temperatury o kilka stopni powyżej wybranej (możliwie jak najniższej), utrzymywanej temperatury wody i w ten sposób eliminuje w lecie potrzebę dogrzewania. Ponieważ baseny odkryte są ogrzewane tylko latem, instalacja kolektorów może w zimnych porach roku służyć do wspomagania ogrzewania budynku. Dlatego racjonalne jest w tym przypadku połączenie instalacji w system podgrzewania basenu, podgrzewania ciepłej wody użytkowej (c.w.u.) i wspierania ogrzewania. Dla zaprojektowania tego typu kombinacji, do powierzchni kolektora służącego do podgrzewania wody w basenie dodaje się powierzchnię kolektora do podgrzewania c.w.u. Dodatki do wsparcia ogrzewania nie są konieczne.

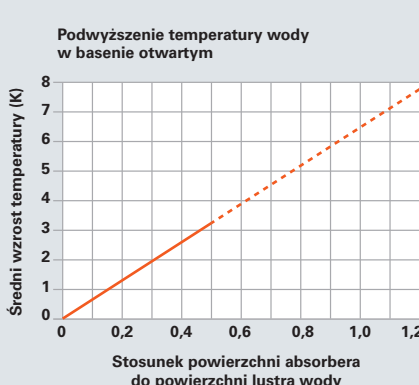
#### Wskazówka

Przyłączenie instalacji solarnej do pływalni krytej jest zbyt złożone, aby można się było tutaj opierać na ogólnych zasadach. Zamiast tego konieczne jest przeprowadzenie całkowitej symulacji budynku. Można to zrobić za pomocą programu do projektowania ESOP.

il. 4.13 Nieogrzewany basen odkryty



il. 4.14 Pomoce do projektowania



## Porady praktyczne

Dzięki doświadczeniu dziesiątków lat Viessmann udostępnia dopracowaną technikę systemową i wiedzę w skondensowanej formie.

Sam kolektor słoneczny, nawet najwyższej jakości, nie gwarantuje jeszcze optymalnego działania całej instalacji solarnej. Zależy to raczej od optymalnego współdziałania wszystkich komponentów w ramach kompletnego rozwiązania systemowego. Dopasowane do siebie nawzajem komponenty systemowe firmy Viessmann gwarantują optymalną sprawność i wysokie bezpieczeństwo eksploatacji instalacji grzewczej wspieranej przez instalację solarną.

Efektywność całego systemu zależy jednak w głównej mierze również od wyposażenia dodatkowego i rozwiązań w instalacji. W następnych rozdziałach znajdą Państwo ważne porady dotyczące optymalnego funkcjonowania instalacji.

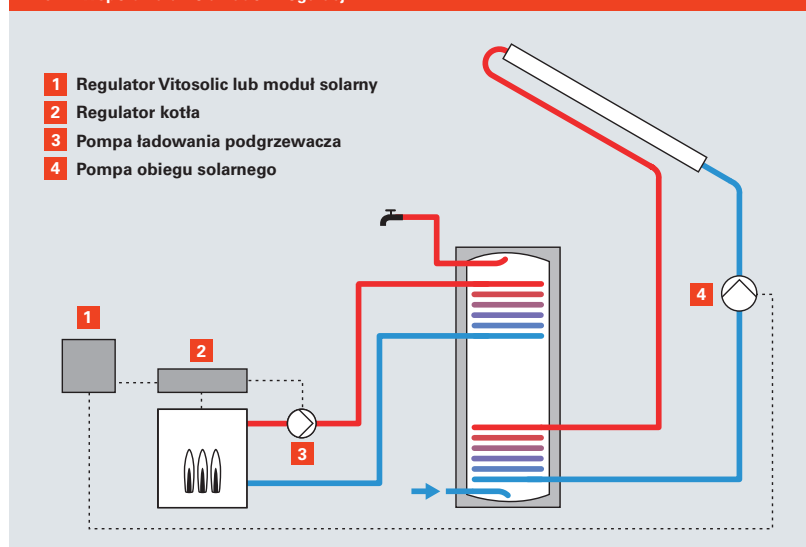
### 5.1 Dogrzewanie

Temperatura w konwencjonalnie dogrzewanej części pojemnościowego podgrzewacza c.w.u. i wybrane czasy włączania dogrzewania mają duży wpływ na uzysk energii wzgl. efektywność instalacji solarnej. Im woda w podgrzewaczu ma wyższą temperaturę, tym mniej „miejsca” ma instalacja solarna na zasilenie systemu energią. Wskazane jest więc, aby zwracać uwagę na ten aspekt i jednocześnie uwzględnić przy tym wymagania odnośnie komfortu i higieny.

Dla zwiększenia efektywności instalacji solarnej można tak długo opóźniać konwencjonalne dogrzewanie biwalentnego pojemnościowego podgrzewacza c.w.u., aż przestanie być dostarczane ciepło solarne, a więc nastąpi wyłączenie pompy obiegu solarnego (ograniczenie doładowania). Funkcja ta może być wykorzystywana we współdziałaniu z układami regulacji kotła Vitotronic.

W układzie regulacji kotła nastawia się, jak zwykle, temperaturę wymaganą dla ciepłej wody użytkowej. Dodatkowo nastawia się temperaturę minimalną. Jeśli teraz przy uaktywnionym ograniczeniu dogrzewania, zasobnik będzie ładowany solarnie, wtedy układ regulacji kotła pozwoli na obniżenie temperatury ciepłej wody aż do ustawionej temperatury minimalnej. Pojemnościowy podgrzewacz c.w.u. będzie ogrzewany przez kocioł grzewczy dopiero wtedy, kiedy temperatura spadnie również poniżej tej wartości minimalnej. Obowiązuje to również w przypadku pracującej pompy obiegu solarnego.

il. 5.1 Współdziałanie układów regulacji



## il. 5.2 Przyłączenie cyrkulacji

### A Powrót cyrkulacji (lato)

Niezbędny przewód dla uniknięcia nadwyżki (przyrostu) temperatury latem

### B Powrót cyrkulacji (zima)

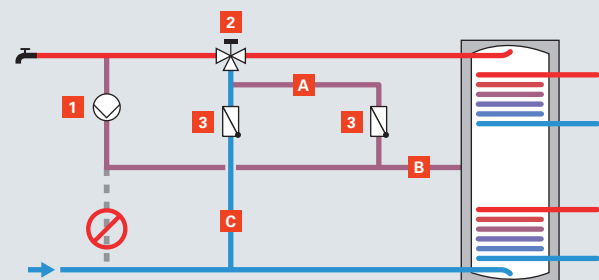
Temperatura na zasilaniu max 60°C

### C Wlot mieszacza wody użytkowej

Ułożenie przewodu na możliwie krótkim odcinku, gdyż zimą nie ma przepływu

### ❌ Powrót cyrkulacji (błędny)

Powrotu cyrkulacji nie podłączać do części solarnej zbiornika



1 Pompa cyrkulacyjna 2 Mieszacz wody użytkowej 3 Zawór zwrotny

## 5.2 Przyłączenie cyrkulacji

Warunkiem efektywnego działania instalacji solarnej jest jak najniższa temperatura wody użytkowej w części zbiornika ogrzewanej przez kolektory słoneczne. Do dolnej części zbiornika nie można więc podłączyć cyrkulacji wody użytkowej. Dlatego w przypadku pojemnościowych podgrzewaczy c.w.u. błędem jest przyłączanie „z przyzwyczajenia” powrotu cyrkulacji do dopływu zimnej wody. Do tego celu należy raczej wykorzystać cyrkulacyjne przyłącze zbiornika. W przeciwnym razie cały zbiornik zostanie doprowadzony do temperatury powrotu cyrkulacji.

Przy podłączaniu cyrkulacji trzeba też uwzględnić fakt, że ciepła woda w zbiorniku solarnym może osiągnąć temperatury znacznie przekraczające 60°C, a więc musi być zamontowany termostacyjny zawór mieszający.

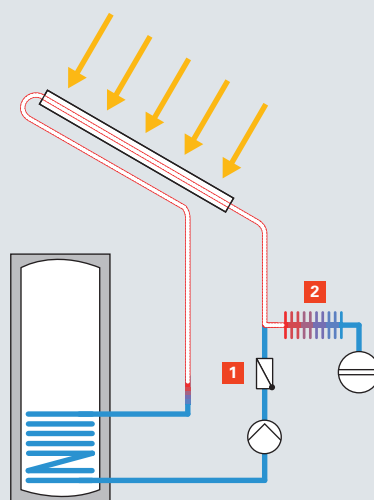
Ilustracja 5.2 przedstawia prawidłowe przyłączenie cyrkulacji w powiązaniu z termostacyjnym zaworem mieszającym. Dla uniknięcia nieprawidłowej cyrkulacji należy zamontować zawór klapowy zwrotny na doprowadzeniu zimnej wody do mieszacza wody użytkowej.

## 5.3 Bezpieczne postępowanie na wypadek stagnacji

Kolektor słoneczny wytwarza ciepło zawsze wtedy, kiedy światło pada na absorber. Jeśli odbiór ciepła w systemie przestaje już być możliwy lub celowy, instalacja się wyłącza i kolektor przechodzi w stan stagnacji. Uwarunkowany tym wzrost temperatury w kolektorze może łatwo doprowadzić do przekroczenia punktu wrzenia cieczy solarnej.

Spodziewane okresy stagnacji trzeba uwzględniać przy projektowaniu zwłaszcza tych instalacji, które będą służyły do solarnego wspomaganie ogrzewania, ponieważ

## il. 5.3 Stagnacja



1 Zawór zwrotny 2 Chłodnica

Para może się rozprzestrzenić w przewodach zasilającym i powrotnym. Przeponowe naczynie wzbiorcze instalowane jest na przewodzie powrotnym, za chłodnicą stagnacji.

w tego typu instalacjach stagnacja jest nieunikniona. Stagnację mogą jednak spowodować również usterki techniczne lub przerwa w dopływie prądu.

Podczas stagnacji w instalacji solarnej powstają najwyższe temperatury i ciśnienia. Dlatego układ stabilizacji ciśnienia i urządzenia zabezpieczające projektowane są z uwzględnieniem takiej sytuacji. Ważne przy tym jest, aby unikać uszkodzeń elementów instalacji, które mogą powstać wskutek pary, jaka wytwarza się podczas stagnacji w kolektorze i jest tłoczona do przewodów rurowych.

Viessmann opracował dla swoich partnerów handlowych oprogramowanie SOLSEC, za pomocą którego łatwo można obliczyć rozprężenie się pary w systemie i ewentualne niezbędne środki zapobiegawcze – na przykład zastosowanie chłodnicy stagnacyjnej. Dzięki programowi można też łatwo zaprojektować układ stabilizacji ciśnienia, ponieważ objętość nominalna i ciśnienie przed przepływem w naczyniu wzbiorczym są również wynikiem funkcji programu obliczeniowego. SOLSEC można również pobrać ze strony internetowej firmy Viessmann, dział partnerów handlowych.

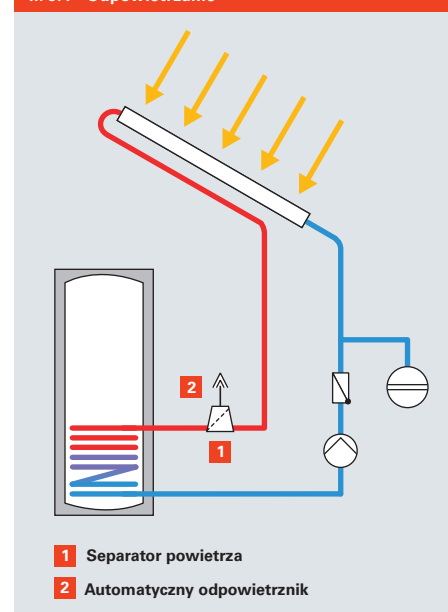
### 5.4 Odpowietrzanie

Warunkiem bezawaryjnego i efektywnego działania instalacji solarnej jest również właściwe jej odpowietrzanie. Powietrze generuje szumy w instalacji i jednocześnie zagraża bezpiecznemu przepływowi czynnika solarnego przez kolektor, bądź przez pojedyncze pola kolektorów. Proces ten przyspiesza utlenianie organicznych związków znajdujących się w czynnikach grzewczych, tj. mieszanice wody z glikolem.

W celu usunięcia powietrza z obiegu kolektorów używa się odpowietrzników, otwieranych i zamykanych ręcznie jak i tych automatycznych. Do automatycznych należą szybki odpowietrznik i separator powietrza. Solarny czynnik grzewczy odpowietrza się dłużej, niż woda. Podczas napełniania instalacji grzewczej, w kolektorach znajduje się powietrze. To powietrze podczas napełniania jest wypierane przez czynnik solarny. Część powietrza w postaci pęcherzyków porywana jest przez czynnik solarny i dopiero później jest ono usuwane. Powietrze gromadzi się w górnej części obiegu kolektorów lub tworzy poprzeczne poduszki powietrzne w rurociągach. Inaczej, niż ma to miejsce w instalacjach grzewczych, odpowietrzanie podczas pracy instalacji nie może się odbywać w najwyższym punkcie instalacji, a więc przy kolektorze. W przeciwnym razie, w przypadku stagnacji doszłoby w tym miejscu do uwolnienia płynu solarnego w formie gazu.

Odpowietrzanie lub odgazowanie obwodu solarnego można najprościej zrealizować poprzez zamontowanie separatora powietrza w kotłowni, najlepiej na zasilaniu przed wlotem do zasobnika.

il. 5.4 Odpowietrzanie



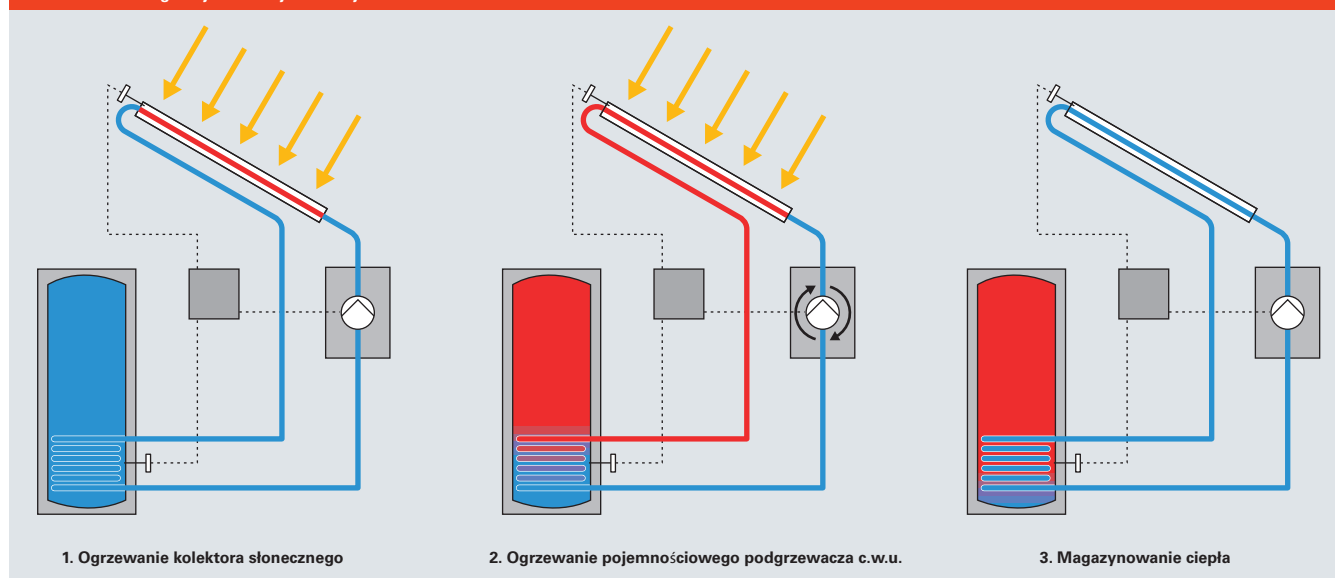
## 5.5 Układ regulacji

Układ regulacji zapewnia bezpieczne i efektywne współdziałanie całego systemu grzewczego. Przy ogrzewaniu wody użytkowej, regulator mierzy temperaturę kolektora i w odbiorniku ciepła (zbiorniku c.w.u.). Pompa obiegu solarnej pozostaje wyłączona, dopóki różnica temperatur pomiędzy kolektorem, a zbiornikiem nie przekroczy ustawionej wcześniej wartości (próg załączania). Jeśli różnica temperatur spadnie do drugiej ustawionej wartości (próg wyłączenia), pompa jest wyłączana. Różnica pomiędzy progami załączenia i wyłączenia nazwana jest histerezą. Próg załączenia pompy solarnej musi być tak dobrany, aby transport ciepła z kolektora do zbiornika był opłacalny. Oznacza to, że w wymienniku ciepła musi być duża różnica temperatur pomiędzy solarnym czynnikiem grzewczym, a wodą w zbiorniku. Poza tym układ nie może zostać wyłączony zbyt szybko od momentu uruchomienia np. podczas rozruchu instalacji kiedy zimny czynnik solarny wraca do kolektora obniżając jego temperaturę. Dodatkowo układ regulacji oferuje wiele innych funkcji, gwarantujących bezpieczną eksploatację instalacji.

Jeśli instalacja kolektorów ma współpracować z nowym urządzeniem grzewczym firmy Viessmann, wtedy sterowanie pracą instalacji solarnej może realizować regulator kotła. Regulatory Vitotronic są wyposażone we wszystkie niezbędne funkcje instalacji solarnej i tym samym gwarantują jej optymalne współdziałanie z kotłem grzewczym. Komponenty instalacji solarnej przyłączone są do systemu z modułem regulacji SM1.

W celu doposażenia istniejących kotłów grzewczych w instalację solarną lub dla bardziej złożonych systemów, Viessmann oferuje rodzinę regulatorów Vitosolic.

il. 5.5 Zasada regulacji instalacji solarnej



Regulator solarny dba o efektywne wykorzystanie ciepła. Tylko gdy się to opłaca, ciepło zostaje przetransportowane z kolektora do zbiornika.



climate of innovation

Viessmann sp. z o.o.

ul. Karkonoska 65

53-015 Wrocław

tel. 71/ 36 07 100

Infolinia: 801 0801 24

**[www.viessmann.pl](http://www.viessmann.pl)**