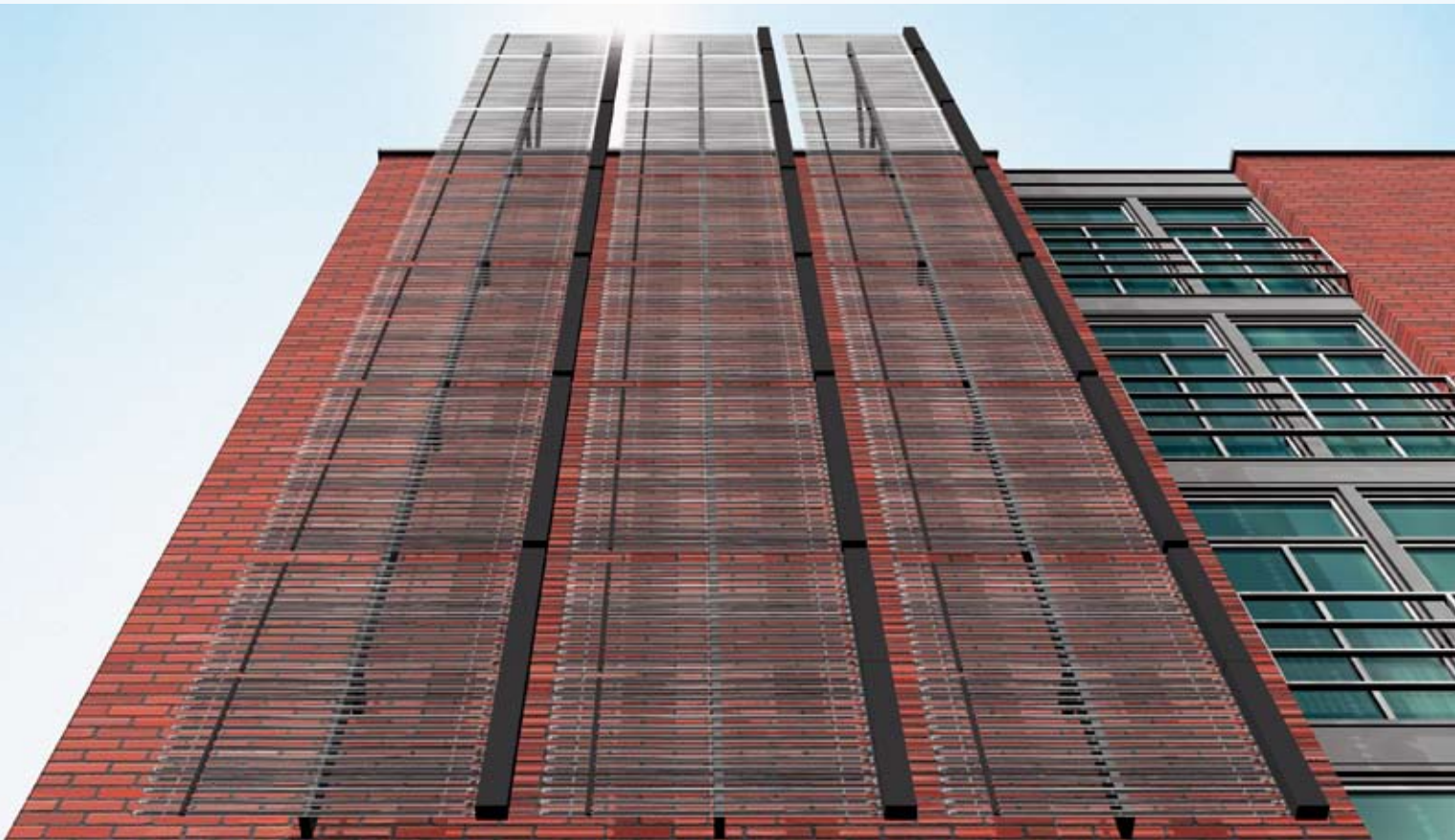


# Podręcznik architekta, projektanta i instalatora

Kolektory słoneczne







Viessmann sp. z o.o.  
ul. Karkonoska 65  
53-015 Wrocław  
tel. 071/ 36 07 100  
fax 071/ 36 07 101  
[www.viessmann.pl](http://www.viessmann.pl)

9449 414 PL 08/2010  
Zmiany zastrzeżone  
Treści chronione prawem autorskim.  
Kopiowanie i rozpowszechnianie tylko  
za zgodą posiadacza praw autorskich.

# Podręcznik architekta, projektanta i instalatora

Kolektory słoneczne

## Spis treści

# Spis treści

## 10 Wprowadzenie

## 11 Wskazówki dla czytelnika

## 13 Przedmowa

## 14 A Założenia

### 16 A.1 Możliwości wykorzystania energii słonecznej do produkcji energii cieplnej

17 A.1.1 Słońce jako źródło energii słonecznej

20 A.1.2 Promieniowanie słoneczne docierające do Ziemi

### 24 A.2 Podstawowe cechy instalacji słonecznych

25 A.2.1 Współczynnik sprawności kolektora

27 A.2.2 Temperatura stagnacji

27 A.2.3 Sprawność kolektora

28 A.2.4 Wydajność kolektora

29 A.2.5 Solarny współczynnik pokrycia zapotrzebowania

### 30 A.3 Podstawowe różnice w działaniu instalacji słonecznej

31 A.3.1 Układ stabilizacji ciśnienia z czynnikiem niezamarzającym

31 A.3.2 Układ stabilizacji ciśnienia z termiczną ochroną antyzamrożeniową

32 A.3.3 System samoopróżniający się

## **34 B Komponenty (części składowe systemu)**

### **36 B.1 Kolektory**

- 37 B.1.1 Budowa i funkcja
- 38 B.1.2 Absorber
- 41 B.1.3 Określenie powierzchni
- 42 B.1.4 Jakość i certyfikaty
- 43 B.1.5 Dobór odpowiedniego typu kolektorów
- 44 B.1.6 Zasady montażu kolektora
- 54 B.1.7 Kolektor jako element konstrukcyjny

### **56 B.2 Podgrzewacze i zasobniki**

- 57 B.2.1 Po co magazynować energię?
- 58 B.2.2 Podstawowe informacje o zasobnikach
- 62 B.2.3 Typy podgrzewaczy
- 65 B.2.4 Ładowność pojemnościowego podgrzewacza c.w.u.
- 70 B.2.5 Wymiennik ciepła

### **72 B.3 Obieg pierwotny**

- 73 B.3.1 Obieg solarny
- 81 B.3.2 Połączenia rurociągów
- 84 B.3.3 Odpowietrzanie
- 85 B.3.4 Czynnik solarny
- 87 B.3.5 Stagnacja i bezpieczny montaż

## **98 C Dobór systemu i wymiarowane**

### **100 C.1 Projektowanie pola kolektorów**

- 101 C.1.1 Budowa instalacji z pojedynczym polem kolektorów
- 102 C.1.2 Budowa instalacji składającej się z kilku pól kolektorów
- 105 C.1.3 Pola kolektorów ustawione w różnych kierunkach świata

### **106 C.2 Zastosowanie instalacji słonecznej**

- 107 C.2.1 Instalacja do podgrzewu ciepłej wody użytkowej
- 119 C.2.2 Projektowanie instalacji wspomagającej ogrzewanie pomieszczeń
- 126 C.2.3 Profile użytkowania w przemyśle
- 127 C.2.4 Ogrzewanie basenów
- 132 C.2.5 Klimatyzacja wspomagana przez energię słoneczną
- 134 C.2.6 Zastosowanie przy wysokich temperaturach

### **136 C.3 Energia odnawialna**

- 137 C.3.1 Instalacja słoneczna w połączeniu z kotłem na biomasę
- 138 C.3.2 Instalacje słoneczne w połączeniu z pompami ciepła

### **140 C.4 Symulacja instalacji programem ESOP**



**144 D Elektroniczny regulator instalacji słonecznej****146 D.1 Funkcje elektronicznego regulatora instalacji słonecznej**

147 D.1.1 Funkcje podstawowe

149 D.1.2 Dodatkowe funkcje

**154 D.2 Kontrola funkcji i wydajności**

155 D.2.1 Funkcja kontrolna

156 D.2.2 Kontrola działania

**160 E Praca instalacji****162 E.1 Oddanie do eksploatacji oraz konserwacja**

163 E.1.1 Ciśnienie w instalacji słonecznej

165 E.1.2 Przygotowanie do uruchomienia

167 E.1.3 Przebieg uruchomienia

171 E.1.4 Kontrola solarnego czynnika grzewczego zawierającego glikol

**172 E.2 Kondensacja pary wodnej w kolektorach płaskich****176 Suplement****178 Wskazówki do ekonomicznej eksploatacji instalacji słonecznej****182 Wskazówki do projektowania większych instalacji słonecznych****184 Wskazówki do zarządzenia o oszczędzaniu energii (EnEV)****186 Wykaz słów kluczy****190 Firma Viessmann****192 Kompletny program firmy Viessmann****194 Impressum**



# Wprowadzenie

Niniejszy podręcznik przedstawia istotne podstawy niezbędne do projektowania, montażu oraz eksploatacji instalacji słonecznej. Informacje tutaj zawarte mogą służyć zarówno kształceniu i dalszemu rozwojowi w tej branży jak i podczas rozmów z klientami.

## Wskazówki dla czytelnika

Dobór tematów jest skoncentrowany na wyjaśnieniu zagadnień niezbędnych do projektowania instalacji – wskazówki praktyczne są zamieszczane wtedy, gdy są potrzebne do projektowania instalacji słonecznej. Są one podane np. w rozdziale o przewodach, gdzie uwzględnione jest wydłużenie materiałowe lub ochrona izolacji dachu, nie ma jednak informacji o lutowaniu instalacji słonecznej.

Materiały opisane w tej książce służą do zrozumienia poszczególnych komponentów, zarówno od strony hydrauliki jak i regulacji instalacji słonecznej, co ułatwia i projektowanie i dobór. Z tego powodu wiele rysunków przedstawionych jest schematycznie i skoncentrowanych na istocie rzeczy.

Książka jest uzupełniona o informacje na temat produktów firmy Viessmann. Karty informacyjne zawierają wskazówki doborowe, dokładne wymiary i informacje o mocach urządzeń oraz kompletne schematy instalacji. Do niektórych etapów projektowania dołączona jest informacja o pomocy, którą można uzyskać w internecie na stronie [www.viessmann.pl](http://www.viessmann.pl).



## Przedmowa

Sytuacja energetyczna na świecie jest determinowana przez rezerwy gazu ziemnego i ropy naftowej oraz z wzrastającym ich zużyciem i drastycznymi podwyżkami cen. Ponadto rosnąca emisja CO<sub>2</sub> ogrzewa naszą atmosferę, co powoduje zmiany klimatyczne. To zmusza do odpowiedzialnego obchodzenia się z energią. Obecnie dąży się do bardziej efektywnych źródeł energii – energii odnawialnych. Rynek grzewczy może się do tego przyczynić poprzez innowacyjną i efektywną technikę grzewczą wraz ze zredukowaniem zużycia paliw kopalnych i zmniejszeniem emisji CO<sub>2</sub>.

Do kompleksowej oferty Viessmann należą rozwiązania systemowe dla wszystkich nośników energii, które ograniczają do minimum zużycie paliw kopalnych, a poprzez ograniczenie emisji dwutlenku węgla chronią środowisko. Nieważne czy kocioł grzewczy jest na gaz, olej, pellet, czy jest to pompa ciepła – idealnym ich uzupełnieniem jest instalacja słoneczna zarówno do podgrzewu wody użytkowej, jak i wspomaganie ogrzewania.

Instalacja kolektorów słonecznych może pokryć do 60% energii niezbędnej do podgrzewu wody użytkowej. Instalacje słoneczne, które dodatkowo wspomagają ogrzewanie, jeszcze bardziej zmniejszają koszty. Wraz z instalacją kolektorów można zaoszczędzić do 35% kosztów energii niezbędnej do ogrzewania i przygotowywania wody użytkowej.

Integracja techniki słonecznej w systemach grzewczych zakłada wykorzystanie pewnych komponentów systemu aby osiągnąć maksymalną efektywność instalacji i ograniczyć koszty eksploatacji. Aby tego dokonać należy właściwie zaprojektować instalację. Badania nad pozyskiwaniem i wykorzystywaniem energii solarnej firma Viessmann rozpoczęła ponad 30 lat temu, co sprawia, że firma posiada spore doświadczenie w tej dziedzinie. Chcemy podzielić się dziś z Państwem tym doświadczeniem w kompaktowej formie tego podręcznika.

Przy doborze tematów położyliśmy nacisk na pewność i bezpieczeństwo planowania i montażu instalacji. Poprawne planowanie jest podstawowym warunkiem nie tylko wydajnej i bezbłędnej pracy systemu, ale także bezpieczeństwa ludzi i budynków.

Jestem przekonany, że ten podręcznik stworzy pomoc dla wszystkich tych, którzy widzą przyszłość w technice kolektorów słonecznych. Życzę wszystkim użytkownikom wielu sukcesów.



Dr Martin Viessmann



# A Założenia

Aby dobrze wykorzystać ogrom potencjału energii słonecznej, potrzeba dobrych komponentów oraz dopasowanych systemów.

Energia słoneczna może być wykorzystywana aktywnie, bądź biernie. Przy biernym użyciu energii, promieniowanie słoneczne jest wykorzystywane bezpośrednio (np. poprzez okno czy ogród zimowy), czyli bez środków technicznych.

Do aktywnego użycia energii słonecznej potrzebne są różnorodne technologie. Słońce może być także wykorzystywane, nie tylko do produkcji ciepła, ale także do wytwarzania energii elektrycznej. Ta książka zajmuje się głównie działem związanym z produkcją ciepła.

Podstawą użytkowania energii słonecznej są promienie słoneczne, które docierają do powierzchni Ziemi. Ich ilość zależy od pory roku, położenia miejscowości oraz od powierzchni na którą padają.

Kolektor, (łac. *collegere* – zbierać, gromadzić) który jest podstawowym komponentem przetwarzającym promienie słoneczne na energię cieplną, zostanie omówiony w tym rozdziale wraz z niezbędnymi dodatkowymi informacjami. Po podłączeniu dalszych komponentów powstaje instalacja słoneczna, której pracę można zaprojektować na różne sposoby.

## **16 A.1**    **Możliwości wykorzystania energii słonecznej do produkcji ciepła**

- 17** A.1.1 Słońce jako źródło energii słonecznej
- 20** A.1.2 Promieniowanie słoneczne docierające do Ziemi

## **24 A.2**    **Podstawowe cechy instalacji słonecznych**

- 25** A.2.1 Współczynnik sprawności kolektora
- 27** A.2.2 Temperatura stagnacji
- 27** A.2.3 Sprawność kolektora
- 28** A.2.4 Wydajność kolektora
- 29** A.2.5 Solarny współczynnik pokrycia zapotrzebowania

## **30 A.3**    **Podstawowe różnice w działaniu**

- 31** A.3.1 Układ stabilizacji ciśnienia z czynnikiem niezamarzającym
- 31** A.3.2 Układ stabilizacji ciśnienia z termiczną ochroną antyzamrożeniową
- 32** A.3.3 System samoopróżniający się



## Możliwości wykorzystania energii słonecznej do produkcji ciepła

**Słońce jest niewyczerpalnym źródłem energii dostępnej dla człowieka.**

Możliwości wykorzystania tego źródła energii do produkcji ciepła są z technologicznego punktu widzenia ogromne. Potencjał rzeczywistego użycia energii słonecznej jest jak dotychczas niezbadany.

W tym rozdziale opisano z czego składa się dostępne człowiekowi promieniowanie słoneczne, co jest szczególnie w „paliwie słonecznym” i jak energia promieniowania słonecznego może być efektywnie wykorzystana. Na początku objaśniono najczęściej stosowane systemy solarne, a następnie porównano je ze sobą.

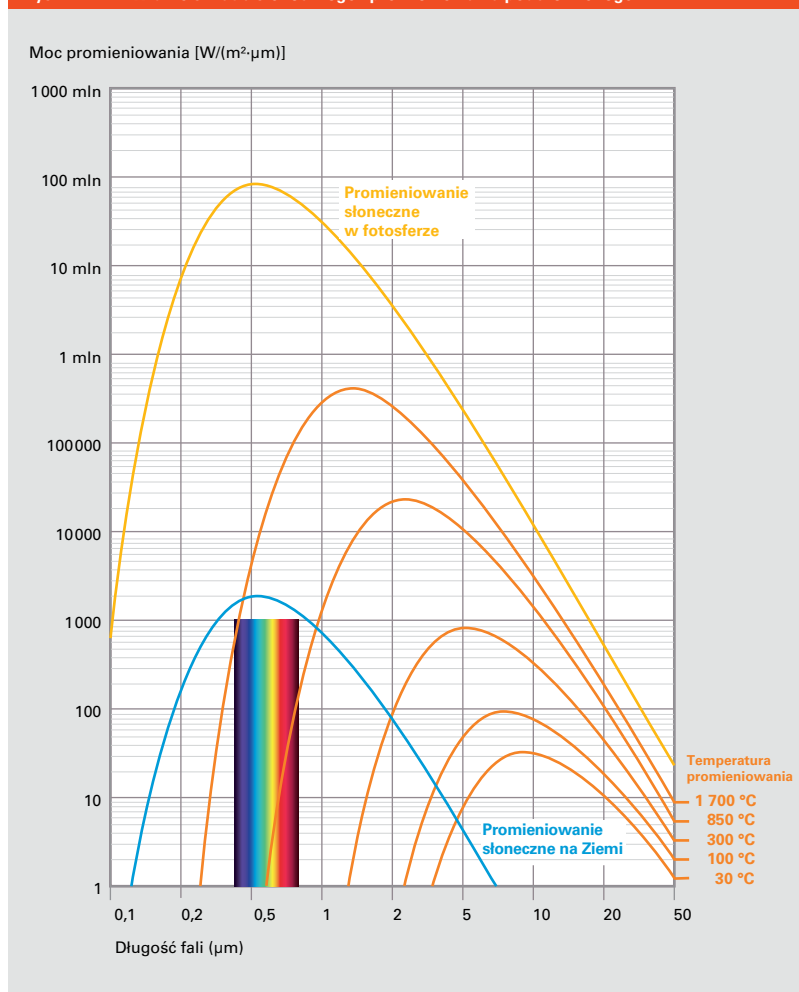
Ta wiedza stanowi podstawę do rzeczowego i fachowego podejścia do otrzymywania ciepła z energii słonecznej.



### A.1.1 Słońce jako źródło promieniowania słonecznego

Źródła promieniowania emitują promieniowanie o różnych długościach fal, która jest zależna od temperatury – intensywność promieniowania wzrasta ze zwiększającą się temperaturą. Do temperatury 400 stopni C ciało promieniuje w zakresie fal długich, niewidzialnym zakresie podczerwonym, później zaczyna się zakres widzialnego promieniowania. Żarzące się na czerwono metale promieniają światłem widzialnym o temperaturze 850°C. Lampy halogenowe wysyłają od 1700°C białe światło i małą cząstkę już niewidzialnego, krótkofalowego promieniowania ultrafioletowego. Ogół emitowanych różnych długości fal nazywany jest „spektrum”.

Rys. A.1.1-1 Widmo światła słonecznego i promieniowania podczerwonego



Ze wzrostem temperatury zwiększa się moc promieniowania widzialnego i niewidzialnego (krótkofalowego)

### Możliwości promieniowania słonecznego

Słońce jest dzięki swojej wysokiej temperaturze wyjątkowo silnym źródłem promieniowania. Zakres widzialnego promieniowania, pomimo, że jest tylko małym wycinkiem całego spektrum promieniowania, ma największą intensywność.

We wnętrzu Słońca zachodzą reakcje termojądrowe, przy których atomy wodoru zespala się z atomami helu. Z tak powstającej masy krytycznej (masa jądra helu jest mniejsza niż suma mas jego cząsteczek) w ilości ponad 4 mln ton na sekundę jest uwalniana energia, która ogrzewa wnętrze Słońca do około 15 mln stopni Celsjusza.

Na powierzchni Słońca (fotosfera) temperatura osiąga niecałe 5500°C. Stąd jest uwalniana energia w formie promieniowania słonecznego, którego intensywność odpowiada 63 MW/m<sup>2</sup>. W ciągu doby energia promieniowania na metr kwadratowy wynosi 1 512 000 kWh, co odpowiada wartości energii około 151 200 l oleju opałowego.

## A.1 Możliwości wykorzystania energii słonecznej do produkcji ciepła

### Stała słoneczna

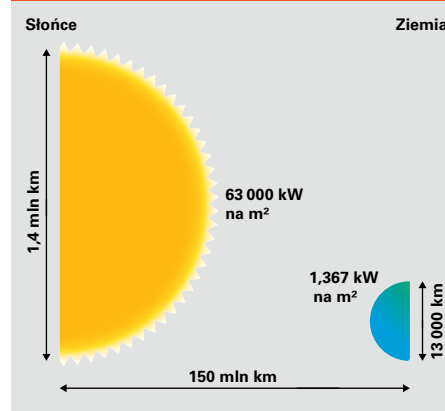
Słońce świeci prawie od 5 miliardów lat i będzie nam służyło jeszcze około drugie tyle. Słońce ma średnicę 1,4 mln km, zaś średnica Ziemi wynosi tylko 13 000 km. Z powodu dużej odległości Słońca od Ziemi (około 150 mln km) ogromne promieniowanie słoneczne jest zredukowane, co pozwala na istnienie życia na naszej planecie.

Ze względu na ten dystans średnia moc promieniowania docierająca do krańca atmosfery ziemskiej obniża się do wartości około  $1367 \text{ W/m}^2$ . Ta wartość jest niezmienna i jest nazwana „stałą słoneczną”, która została zdefiniowana przez World Meteorological Organization (WMO), jedną z organizacji Wspólnoty Europejskiej. Rzeczywista moc promieniowania waha się pomiędzy  $\pm 3,5\%$ . Ze względu na eliptyczną orbitę ziemską, po której Ziemia okrąża Słońce, odległość pomiędzy Ziemią, a Słońcem nie jest stała – oscyluje między 147 mln i 152 mln km. Ponadto zmienia się także aktywność Słońca.

### Wpływ szerokości geograficznej i pór roku

Północno-południowa oś ziemską pochylona jest względem eliptycznej orbity o  $23,5^\circ$  stopnia. Od marca do września północna półkula

Rys. A.1.1–2 Stosunek Słońca do Ziemi

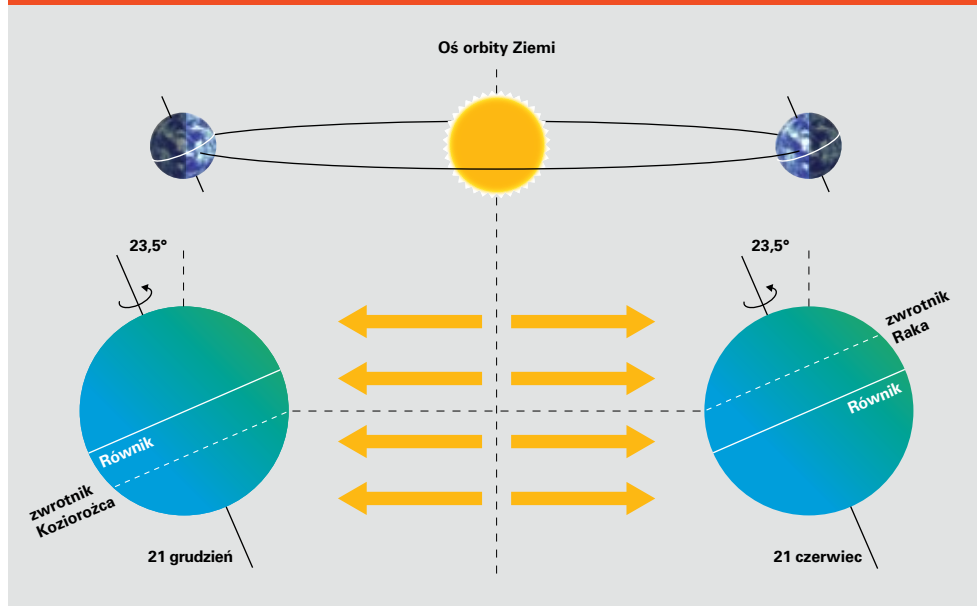


jest silniej nastawiona ku Słońcu, zaś od września do marca – południowa półkula. Z tego wynikają różne długości dni latem i zimą,

Długość dnia zależy również od szerokości geograficznej, to znaczy, że im bardziej na północ, tym są dłuższe (latem) lub krótsze (zimą) dni. Na przykład w Sztokholmie 21 czerwca dzień ma długość 18 godzin i 38 minut, zaś w Madrycie tylko 15 godzin i 4 minuty. Zimą jest dokładnie odwrotnie. Długość dnia zależy od pory roku oraz szerokości geograficznej. 21 grudnia w Niemczech, długość dnia wynosi 9 h 18 min., natomiast w Sztokholmie już tylko 6 h i 6 min.

Nachylenia osi obrotu kuli ziemskiej powoduje różnice w długości czasu docierania promieniowania do Ziemi, a także wpływa na zmianę pór roku.

Rys. A.1.1–3 Orbita Ziemi wokół Słońca



Rys. A.1.1-4 Długość dnia



Długość dnia zależy od pory roku i szerokości geograficznej

Promienie słoneczne padają pod różnymi kątami w zależności od położenia geograficznego.

Najniższy punkt Słońca na niebie 21 grudnia na zwrotniku Raka:

$$H_s = 90^\circ - \text{szerokość geograficzna} - 23,5^\circ$$

**Przykład**

Würzburg leży na 49,7° szerokości geograficznej północnej. Uwzględniając kąt nachylenia osi Ziemi (23,5°), 21 czerwca w południe kiedy Słońce znajduje się najwyżej na horyzoncie, jego promienie padają pod kątem 63,8°. Natomiast w południe 21 grudnia kąt ten wynosi już tylko 16,8°.

Im dalej z północny na południe, tym Słońce jest wyżej w południe na horyzoncie, co oznacza, że kąt padania promieni słonecznych wzrasta wraz z szerokością geograficzną. Najwyższy punkt na horyzoncie Słońce osiąga, gdy jego promienie padają pod kątem 90° (Słońce w zenicie) – taka sytuacja występuje między zwrotnikami.

**Przykład**

**Sztokholm (59,3°):**  $H_s = 90^\circ - 59,3^\circ - 23,5^\circ = 7,2^\circ$

**Würzburg (49,7°):**  $H_s = 90^\circ - 49,7^\circ - 23,5^\circ = 16,8^\circ$

**Madрид (40,4°):**  $H_s = 90^\circ - 40,4^\circ - 23,5^\circ = 26,1^\circ$

Różnica w kącie padania promieni słonecznych w południe pomiędzy najkrótszym a najdłuższym dniem wynosi 47°.

Najwyższy lub najniższy punkt Słońca w południe uwzględniając szerokość geograficzną, można obliczyć w poniższy sposób:

Najwyższy punkt Słońca na niebie 21 czerwca na zwrotniku Raka:

$$H_s = 90^\circ - \text{szerokość geograficzna} + 23,5^\circ$$

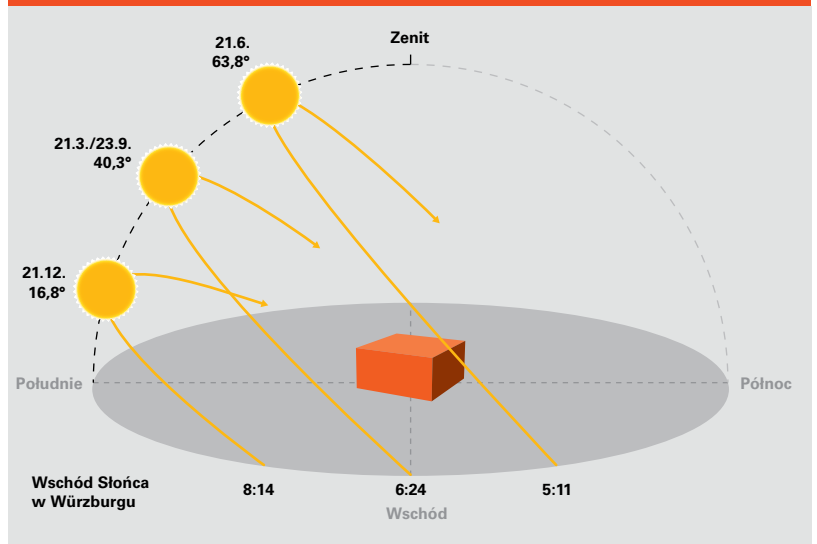
**Przykład**

**Sztokholm (59,3°):**  $H_s = 90^\circ - 59,3^\circ + 23,5^\circ = 54,2^\circ$

**Würzburg (49,7°):**  $H_s = 90^\circ - 49,7^\circ + 23,5^\circ = 63,8^\circ$

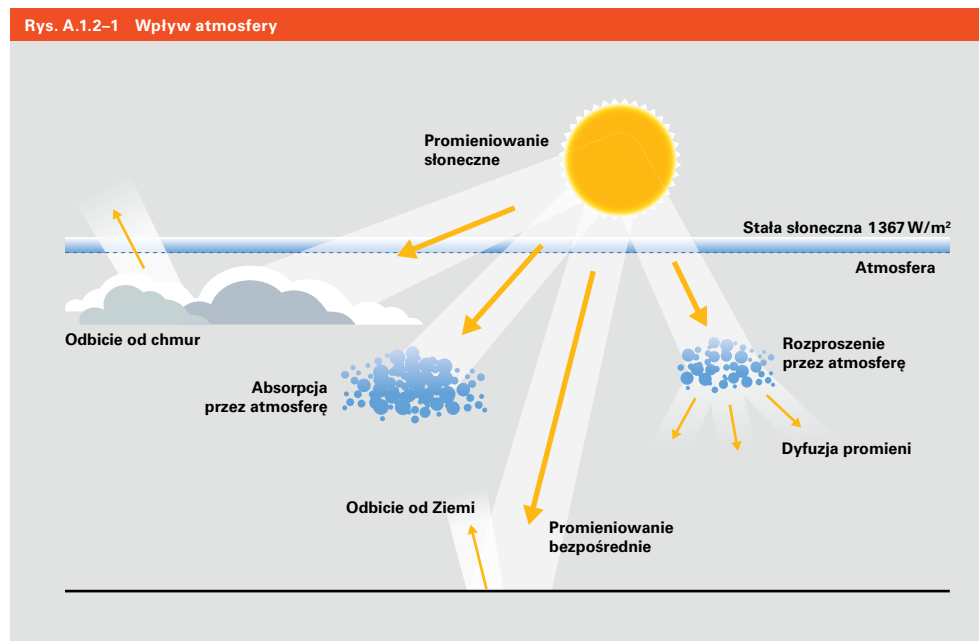
**Madрид (40,4°):**  $H_s = 90^\circ - 40,4^\circ + 23,5^\circ = 73,1^\circ$

Rys. A.1.1-5 Trajektoria Słońca



## A.1 Możliwości wykorzystania energii słonecznej do produkcji ciepła

Atmosfera ziemiska częściowo zmniejsza (redukuje) moc promieni słonecznych. Część promieni słonecznych jest przez nią absorbowana, bądź odbijana. Promieniowanie, które dociera do powierzchni Ziemi, jest albo promieniowaniem bezpośrednim lub rozproszonym po przejściu przez powłokę chmur (dyfuzja).



### A.1.2 Promienie słoneczne docierające na Ziemię

#### Globalne promieniowanie

Moc promieniowania słonecznego określa tzw. stała słoneczna, która wynosi  $1367 \text{ W/m}^2$ . Z tej mocy po przejściu przez atmosferę, do powierzchni Ziemi dociera już tylko ok.  $1000 \text{ W/m}^2$ . Atmosfera oddziałuje w różny sposób na promieniowanie słoneczne. Warstwy chmur odbijają część promieniowania, dalsza część jest przez nie absorbowana (łac. Absorbere = pochłaniać). Reszta promieni słonecznych jest rozpraszana przez grubsze warstwy atmosfery lub chmury, co jest związane z procesem dyfuzji. Niektóre promienie słoneczne docierają bezpośrednio do powierzchni Ziemi.

Część promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni Ziemi, jest albo odbijana, lub absorbowana. Ta część, która zostaje pochłonięta wpływa na ogrzewanie powierzchni Ziemi. Promieniowanie słoneczne, które uległo dyfuzji w warstwie chmur, również zostaje zaabsorbowane przez powierzchnię Ziemi.

Sumę bezpośredniego i zdyfuzjonowanego (rozproszonego) promieniowania nazywamy globalnym promieniowaniem. Udział rozproszonego promieniowania w globalnym promieniowaniu wynosi w Niemczech średnio w roku około 50% – latem mniej, a zimą więcej.

Różnica między bezpośrednim, a rozproszonym promieniowaniem w zastosowaniu techniki solarnej jest wyjątkowo interesująca dla systemów koncentrujących/ogniskujących (z zwierciadła wklęsłe, np. paraboliczne), ponieważ te systemy wykorzystują tylko bezpośrednie promieniowanie.

### Masa powietrza

Moc promieniowania docierającego do powierzchni Ziemi jest zależna od długości drogi przebytej przez atmosferę. Ten efekt redukcji zwany Air Mass (AM) czyli masą powietrza, zależy od kąta padania promieni słonecznych. Najkrótsza droga promieni słonecznych przebiega pod kątem prostym (90stopni) do powierzchni Ziemi i jest określana jako AM1. Im dłuższą drogę muszą przebyć promienie słoneczne aby dotrzeć do Ziemi tym większe jest zjawisko ich redukcji w atmosferze.

Granice mocy promieniowania bezpośredniego i rozproszonego są płynne. Również słabe światło z dużym udziałem promieni słonecznych rozproszonych zapewnia niezbędną moc napromieniowania.

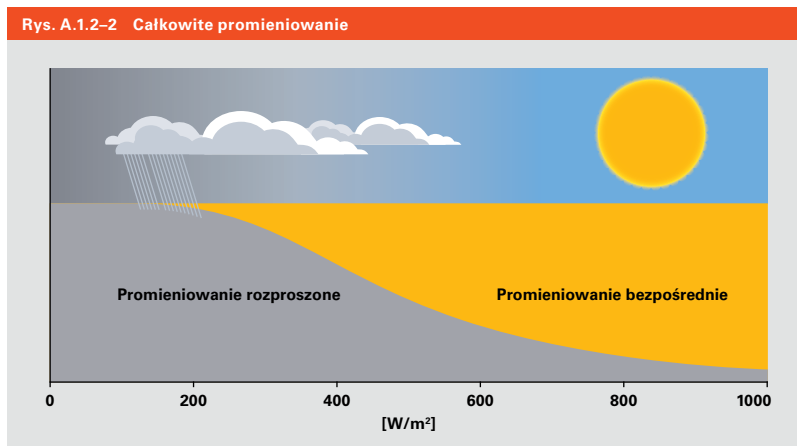
### Moc promieniowania słonecznego

Moc promieniowania na określonej płaszczyźnie nazywa się napromieniowaniem. Z fizycznego punktu widzenia napromieniowanie jest więc mocą promieniowania na płaszczyznę i określa się ją w Watach na metr kwadratowy ( $W/m^2$ ). Moc słonecznego napromieniowania ulega znacznym zmianom. Przy dużym zachmurzeniu moc ta osiąga wartość  $50 W/m^2$ , zaś przy przejrzystym niebie  $1000 W/m^2$ .

Aby wyliczyć, rzeczywistą ilość promieniowania przekształconego w energię solaro-termiczną, należy dodatkowo wziąć pod uwagę czas promieniowania. Watogodzina jest techniczną jednostką energii (ciepła) równa energii zużytej (wyprodukowanej, przekazanej..) przez układ o mocy jednego wata w czasie nieprzerwanej pracy przez jedną godzinę;  $1Wh = 3600$  dżuli (J). Energia uzyskana z promieniowania globalnego, jest podawana w zestawieniu dziennym, miesięcznym i rocznym.

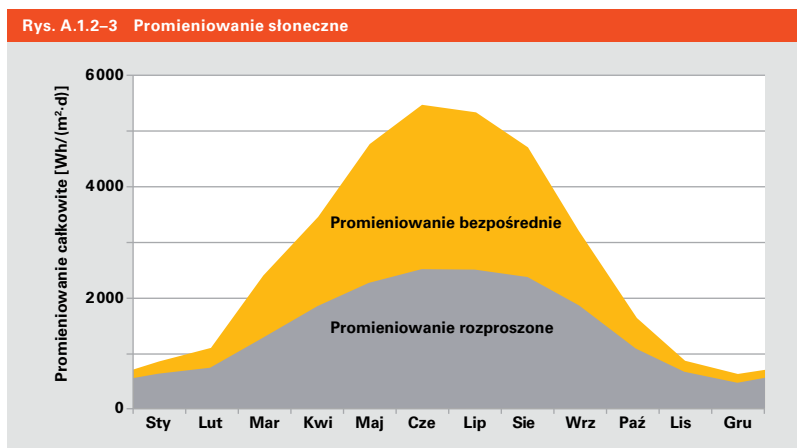
Maksymalna energia promieniowania dziennego latem w Niemczech wynosi  $8 kWh/m^2$ . W zimie już tylko ok.  $3 kWh/m^2$ . W północnej Polsce w 2009 roku maksymalna wartość mocy dziennej wyniosła  $8,2 kWh/m^2$ , a zimą najniższa wartość wyniosła  $0,06 kWh/m^2$ .

Rys. A.1.2-2 Całkowite promieniowanie



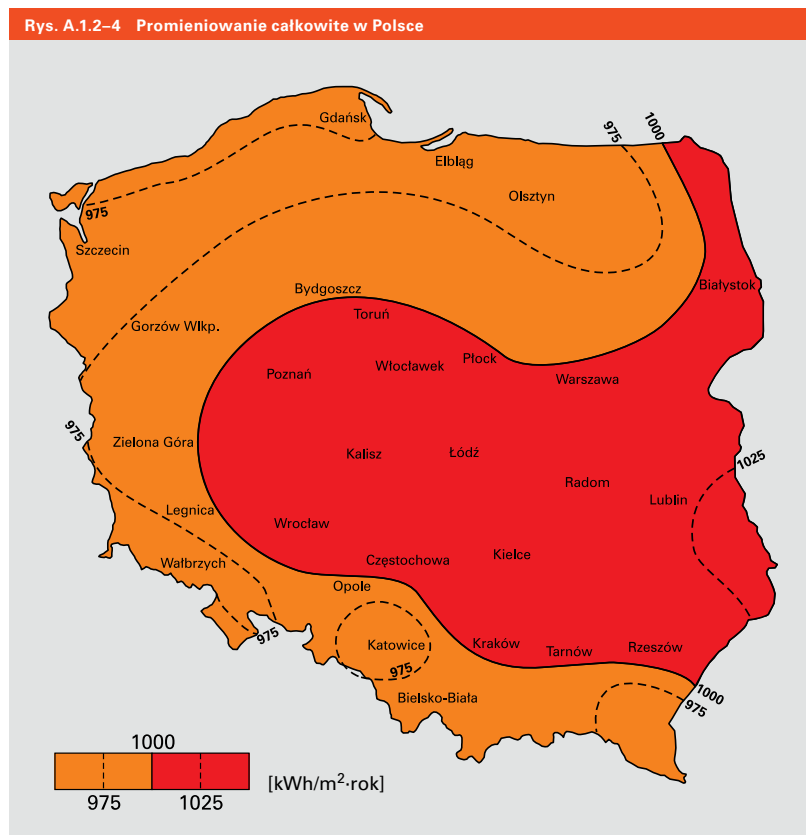
Płynna granica pomiędzy promieniowaniem bezpośrednim a rozproszonym. Pozornie słabe światło promieniowania rozproszonego może dostarczać wystarczająco dużo energii

Rys. A.1.2-3 Promieniowanie słoneczne



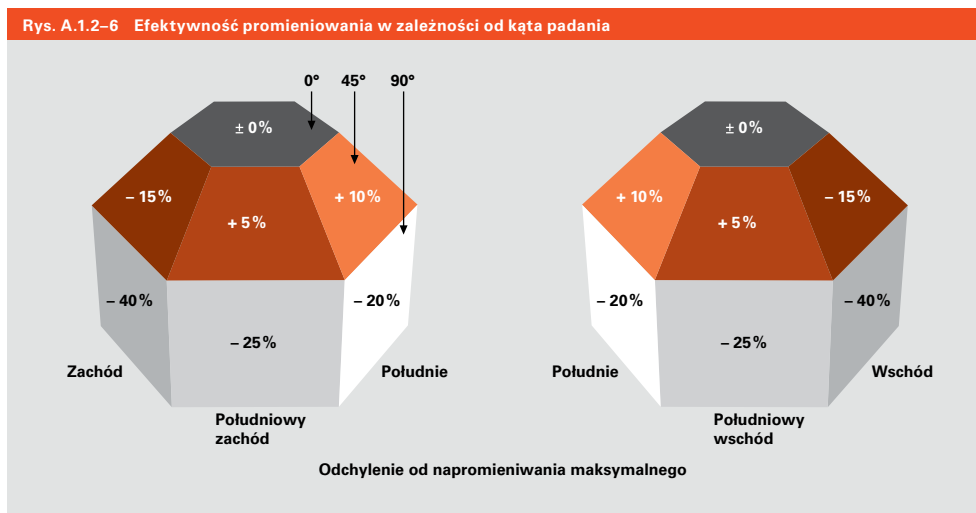
Średnie dzienne sumy napromieniowania w ciągu roku różnią się prawie dziesięciokrotnie. Udział rozproszonego promieniowania wynosi średnio 50%.

## A.1 Możliwości wykorzystania energii słonecznej do produkcji ciepła



Średnie sumy rocznego nasłonecznienia (średnia długoterminowa) w Polsce wynoszą między 950 kWh/m<sup>2</sup> a 1 050 kWh/m<sup>2</sup>. Na świecie te wartości wahają się pomiędzy 800 kWh/m<sup>2</sup> w Skandynawii, a 2 200 kWh/m<sup>2</sup> na Saharze.

Pojedyncze sumy miesięczne napromieniania mogą się różnić od średniej długoterminowej nawet do 50%, zaś pojedyncze sumy roczne do 30%.



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

### Nachylenie powierzchni odbierającej promieniowanie słoneczne

Wartości energii napromieniowania globalnego odnoszą się do powierzchni ustawionej prostopadle do kierunku promieniowania. Nachylenie płaszczyzny wywiera wpływ na te wartości.

Jeśli powierzchnia odbiorcza jest nachylona – zmienia się kąt promieniowania, moc napromieniowania oraz ilość energii. Sumy roczne odnoszące się do płaszczyzny energii globalnego napromieniowania są także zależne od nachylenia powierzchni odbiorczej.

Ilość energii jest największa, gdy promienie słoneczne padają pod kątem prostym na powierzchnię odbiorczą. Ponieważ w naszej szerokości geograficznej promienie słoneczne nigdy nie padają prostopadle, można temu „zaradzić” poprzez odpowiednie nachylenie płaszczyzny odbiorczej. Przykładowo; określona powierzchnia płaszczyzny ustawiona do poziomu pod kątem 35° w kierunku południowym, pozyska 12% więcej energii słonecznej w porównaniu do tej samej powierzchni będącej w pozycji horyzontalnej.

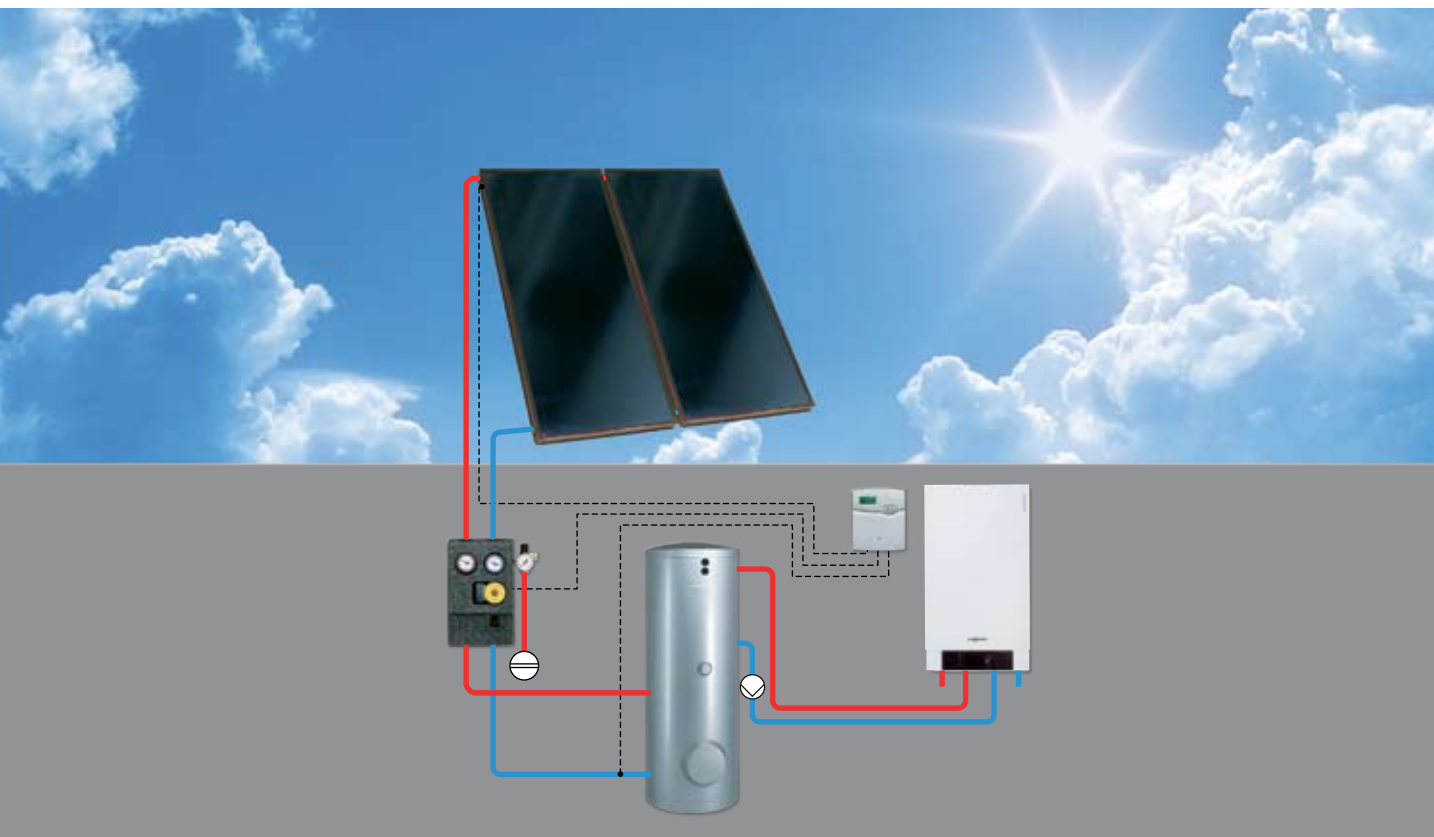
### Usytuowanie powierzchni odbiorczej

Kolejnym czynnikiem do wyliczenia oczekiwanej ilości energii jest usytuowanie powierzchni odbiorczej. Na półkuli północnej optymalnym

ustawieniem jest ustawienie w kierunku południowym. Odchylenie powierzchni odbiorczej od kierunku południowego określa się jako azymut. Powierzchnia skierowana prostopadle na południe ma azymut 0 stopni.

W technice solarnej kierunki podaje się inaczej niż w geografii (z użyciem kompasu), południe – 0 stopni, zachód + 90 stopni, wschód – 90 stopni etc.

Na rysunku A 1.2 -6 przedstawiono zależność pozyskanej energii promieniowania słonecznego od usytuowania i nachylenia płaszczyzny absorbującej. W odniesieniu do ustawienia horyzontalnego mamy do czynienia z większą, bądź mniejszą wydajnością kolektorów słonecznych. Zakres, w którym wydajność kolektora słonecznego jest optymalna można zdefiniować pomiędzy kątem nachylenia południowo-wschodnim, a południowo-zachodnim między 25 a 70°. Duże odchylenia np. przy montażu na fasadzie, może zrekomensować odpowiednio duża powierzchnia kolektorów.



## Podstawowe cechy instalacji kolektorów słonecznych

Kolektory słoneczne są urządzeniami przetwarzającymi promieniowanie słoneczne na ciepło, które różnią się pod wieloma względami od konwencjonalnych urządzeń grzewczych. Największą różnicą jest to, że „paliwem”, jest promieniowanie słoneczne.

Z jednej strony źródło energii (Słońce) jest według ludzkiego pojęcia niewyczerpalne, z drugiej strony jest ono też trudno mierzalne oraz ograniczone. Należy zaznaczyć, że w okresie sezonu grzewczego, kiedy występuje największe zapotrzebowanie na energię grzewczą, napromieniowanie słoneczne jest najmniejsze – i na odwrót. Słońca nie da się włączyć, lub wyłączyć, w zależności od potrzeby. Taki punkt wyjścia wymaga zasadniczo innego podejścia, niż projektowanie urządzeń dostarczających energię, których moc jest dostępna zgodnie z zapotrzebowaniem. Poza paroma wyjątkami, urządzenia wykorzystujące energię słoneczną używa się jako urządzenia wspomagające – systemy biwalentne (wspomagające).

Rysunek powyżej przedstawia prosty system biwalentny: kocioł grzewczy zapewnia dostępność odpowiedniej ilości ciepłej wody w wymaganym czasie. Kolektory są systemowo zintegrowane, tak aby możliwie jak najwięcej energii uzyskać z promieniowania słonecznego i aby kocioł zużył możliwie jak najmniej paliwa.

Już na tym prostym przykładzie, widać dokładnie, że efektywna praca urządzeń solarnych nie zależy tylko od kolektorów, ale od przemyślanego zestawienia poszczególnych elementów systemu. Następne rozdziały wyjaśnią jak prawidłowo dokonać doboru kolektorów słonecznych oraz jak zaplanować ich pracę w całym systemie grzewczym.



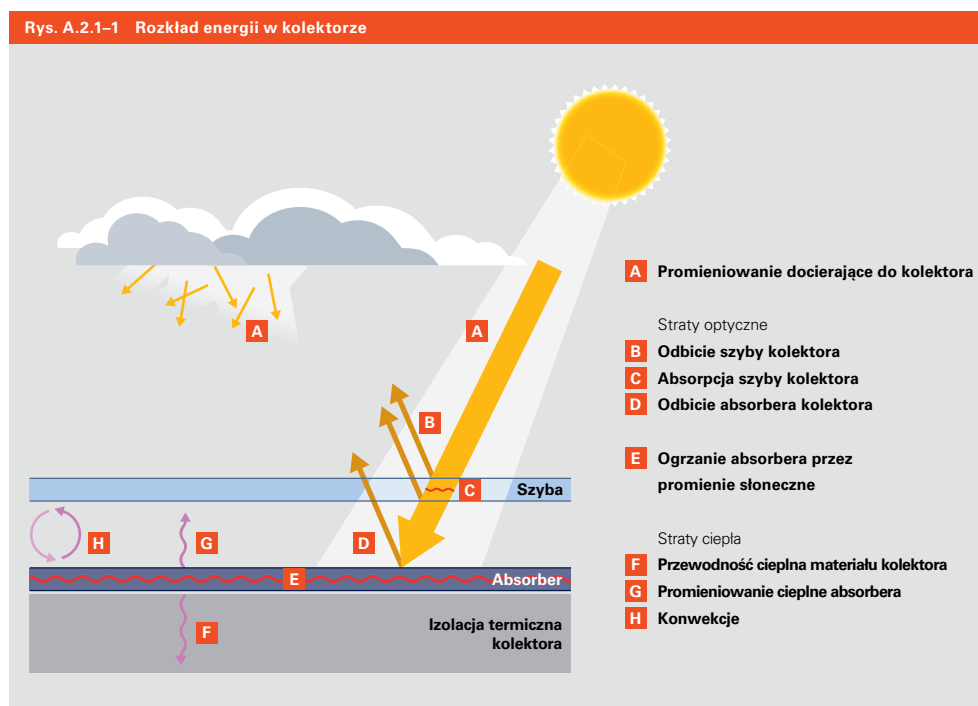
### A.2.1 Współczynnik sprawności kolektora

Sprawność kolektora jest zależna od ilości promieni słonecznych padających na aperturę powierzchni kolektora, która z kolei zamienia je na potrzebne ciepło. Jako aperturę powierzchni, określa się powierzchnię kolektora, na którą pada słońce (patrz rozdział B.1.3). Sprawność działania kolektora jest między innymi zależna od jego rodzaju konstrukcji i użytych materiałów.

Część napromieniowania słonecznego padającego na kolektor jest odbijana i absorbowana przez szybę kolektora. Z zależności pomiędzy całkowitą wartością napromieniowania słonecznego padającego na kolektor, a tą jego częścią, która została przetworzoną przez absorber w ciepło, można wyliczyć sprawność kolektora.

Tzw. optyczny współczynnik sprawności, określany jako  $\eta_0$  (czytaj: eta zero), jest sprawnością określoną przy warunkach zerowej różnicy temperatury pomiędzy temp. czynnika solarnego a temp. otoczenia.

Kiedy kolektor nagrzej się od dzięki promieniom słonecznym, oddaje część ciepła do otoczenia – poprzez izolację, promieniowanie cieplne obudowy kolektora i konwekcję (ruch powietrza). Te straty można wyliczyć za pomocą współczynnika strat ciepła  $k_1$  i  $k_2$  i różnicy temperatur  $\Delta T$ , między absorberem, a środowiskiem (więcej informacji na temat absorberów – patrz rozdział B.1.2). Różnicę temperatur podaje się w stopniach Kelvina (K).



Promieniowanie docierające do kolektora, jest pomniejszane (redukowane) przez straty optyczne. Pozostałe promieniowanie nagrzewa absorber. Część ciepła, które kolektor oddaje do otoczenia, określa się jako straty termiczne.

## A.2 Podstawowe cechy instalacji słonecznych

Współczynnik strat ciepła i optyczny współczynnik sprawności są istotnymi parametrami w określaniu sprawności kolektora.

Rys. A.2.1-2 Parametry kolektorów

	Sprawność optyczna %	Współczynnik strat ciepła $k_1$ W/(m <sup>2</sup> ·K)	Współczynnik strat ciepła $k_2$ W/(m <sup>2</sup> ·K <sup>2</sup> )
<b>Kolektor płaski</b>	80	4	0,1
<b>Kolektor płaski z szybą antyrefleksyjną</b>	84	4	0,1
<b>Próżniowy kolektor rurowy</b>	80	1,5	0,005

### Wskazówka

Im większa różnica temperatur między kolektorem a otoczeniem, tym większe będą straty termiczne – sprawność działania kolektora spada więc wraz ze wzrostem temperatury cieczy wewnątrz kolektora, albo wraz ze spadkiem temperatury zewnętrznej.

Optyczny współczynnik sprawności i współczynnik strat ciepła są określane wg europejskich norm EN 12975. Opisane procedury przedstawiają istotę parametrów kolektora. Podaje się je na kartach z danymi o urządzeniu (zobacz [www.viessmann.pl](http://www.viessmann.pl) zakładka Dokumentacje techniczne > kolektory słoneczne).

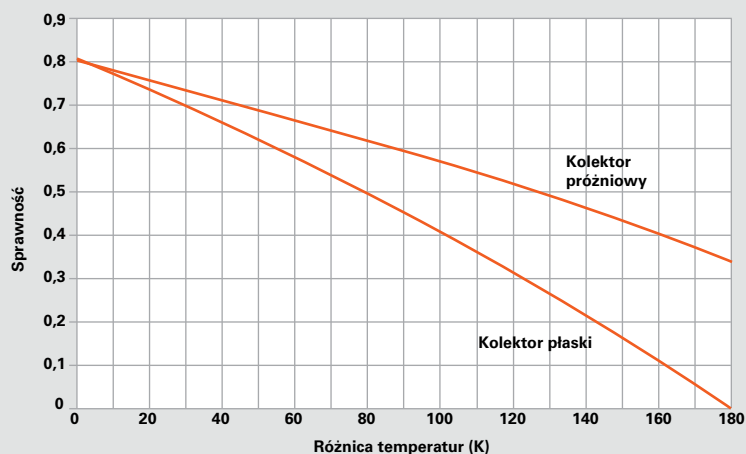
Te trzy wartości wraz z mocą napromieniowania  $E_g$  są wystarczające, aby przedstawić sprawność działania kolektora i jego krzywą charakterystyczną.

$$\eta = \eta_0 - \frac{k_1 \cdot \Delta T}{E_g} - \frac{k_2 \cdot \Delta T^2}{E_g}$$

- $\eta$  sprawność kolektora
- $\eta_0$  sprawność optyczna
- $k_1$  współczynnik strat ciepła w W/(m<sup>2</sup>·K)
- $k_2$  współczynnik strat ciepła w W/(m<sup>2</sup>·K<sup>2</sup>)
- $\Delta T$  różnica temperatur w K
- $E_g$  moc napromieniowania w W/m<sup>2</sup>

Maksymalna sprawność kolektora jest osiągnięta, gdy różnica temperatur pomiędzy kolektorem, a otoczeniem wynosi zero, a kolektor nie oddaje ciepła do otoczenia.

Rys. A.2.1-3 Wykres sprawności optycznej



Kolektor próżniowy wykazuje większą sprawność podczas dużych różnic między temperaturą wewnątrz kolektora a temperaturą powietrza.

### A.2.2 Temperatura stagnacji

Przy braku odbioru ciepła od kolektora słonecznego (solarny czynnik grzewczy nie cyrkuluje, a pompa nie działa), nagrzeje się on tylko do tak zwanej temperatury stagnacji. Podczas tego stanu straty termiczne są równie duże, co odebrana moc promieniowania, sprawność kolektora wynosi 0.

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

### A.2.3 Sprawność kolektora

#### Moc maksymalna kolektora

Moc maksymalną kolektora definiuje się jako iloczyn optycznego współczynnika sprawności i maksymalnego przyjętego napromieniania 1 000 W/m<sup>2</sup>.

Przy przyjętym optycznym współczynnikiem sprawności wynoszącym 80%, moc maksymalna wynosi 0,8 kW na metr kwadratowy powierzchni kolektora. Jednakże przy normalnej pracy kolektor rzadko osiąga tę wartość.

#### Określenie mocy kolektorów

Przy projektowaniu instalacji słonecznej należy dokonać prawidłowego założenia co do mocy kolektorów. Jest to niezbędne aby móc prawidłowo dobrać wymiennik ciepła.

Norma VDI 6002 część 1 przewiduje najniższą moc kolektora 500 W/m<sup>2</sup>. Polecamy dla bezpiecznego projektowania przyjąć nieco wyższą wartość tj. 600 W/m<sup>2</sup> z założeniem niższych temperatur, tak aby kolektor działał z oczekiwaną mocą. Wszystkie części systemu i zestawy solarne firmy Viessmann zostały opracowane w oparciu o takie właśnie parametry.

#### Sprawność instalacji

W literaturze fachowej znajdują się inne wartości sprawności, które są użyte tylko dla statystycznych celów porównania urządzeń produkujących ciepło. Przy badaniu wszystkich zainstalowanych kolektorów słonecznych w regionie, obok wszystkich danych w m<sup>2</sup> podano także ich moc. Wynosi ona 700 W/m<sup>2</sup> na powierzchnię absorbera (średnia moc przy maksymalnym napromienianiu), ale nie jest to istotne przy projektowaniu systemu.

## A.2 Podstawowe cechy instalacji słonecznych

### A.2.4 Wydajność kolektora

Do rozmieszczenia instalacji słonecznej i zwymiarowania jej poszczególnych części, bardziej istotna jest oczekiwana wydajność tej instalacji niż moc kolektorów.

Wydajność kolektora uzależniona jest od jego średnio oczekiwanej mocy (kW) i czasu działania (h). Z tego wyliczona wartość w kWh odnosi się do metrów kwadratowych powierzchni kolektora, bądź apertury (patrz rozdział B.1.3) i jest podawana w kWh/m<sup>2</sup>. Planując dzienne potrzeby ciepłej wody wartość ta jest niezbędna do poprawnego doboru pojemnościowego podgrzewacza ciepłej wody. Wydajność kolektora w ciągu roku jest podawana w kWh/(m<sup>2</sup> × a) i jest istotnym kryterium doboru elementów systemu i ich działania.

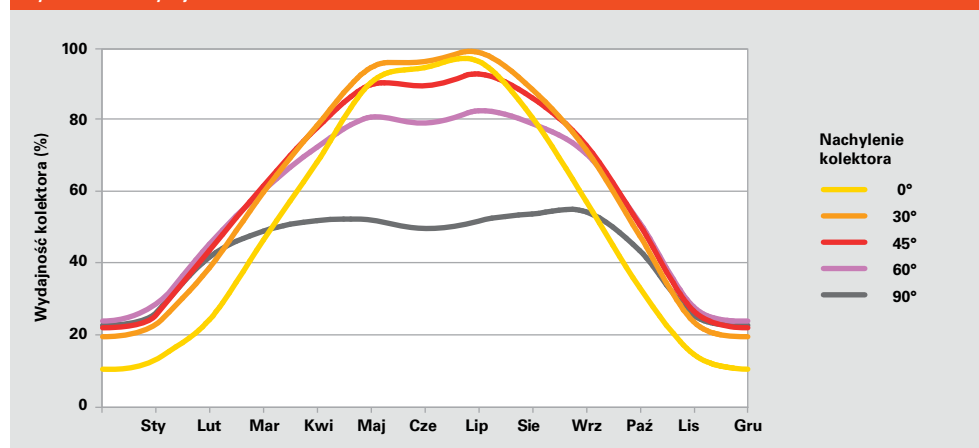
Im ta wartość jest wyższa, tym więcej energii jest dostarczanej przez instalację kolektorów słonecznych do systemu. W ciągu roku zdarzają się sytuacje, że kolektor może jeszcze dostarczać energię, ale zasobnik ciepłej wody osiągnął już pożądaną temperaturę. W tym przypadku nie można mówić o żadnej wydajności. Wydajność kolektora jest istotnym kryterium przy określaniu efektywnego działania instalacji słonecznej. Wydajność kolektora jest wyjątkowo wysoka, kiedy powierzchnia kolektora jest optymalnie ustawiona i odkryta. Optimum napromieniowania nie jest tożsame z optimum wydajności.

Instalacja słoneczna będąca wspomaganiami systemu grzewczego sprawdza się w przypadku odpowiedniego nachylenia kolektorów, szczególnie w okresie przejściowym i zimowym. Latem, kiedy kolektor jedynie ogrzewa c.w.u. poprzez „zły” kąt nachylenia produkuje zbyt wiele energii, która nie może zostać wykorzystana, zaś w okresie przejściowym ten sam kąt nachylenia pomaga uzyskać większą sprawność urządzenia. Wydłużanie okresu pozyskiwania energii słonecznej w ciągu roku, a nie tylko podczas największego nasłonecznienia, jest bardziej optymalne, niż ustawienie kolektora pod kątem zapewniającym maksymalne uzyski ciepła tylko latem.

#### Wskazówka

Wybór miejsca usytuowania kolektora jest sensowny, gdy mamy możliwość pozyskania energii słonecznej.

Rys. A.2.4-1 Wydajność kolektora



Miesięczne wydajności kolektora ustawionego w kierunku południowym, są zależne od kąta jego nachylenia do promieni słonecznych.

### A.2.5 Wskaźnik pokrycia zapotrzebowania

Wskaźnik pokrycia ilości energii otrzymywanej z kolektorów słonecznych w stosunku do łącznego zapotrzebowania energii.

Obok wydajności, drugim istotnym kryterium przy projektowaniu instalacji słonecznej jest wskaźnik pokrycia. Wskaźnik ten wykazuje ile procent potrzebnej energii, dla przewidzianego zapotrzebowania, dostarczy system kolektorów w określonym przedziale czasu (najczęściej przyjmuje się 1 rok).

To kryterium oceny, określa wydajność instalacji słonecznej w stosunku do potrzebnej ilości ciepła, biorąc również pod uwagę straty zasobnika c.w.u. Istnieje również możliwość zestawienia ilości energii słonecznej w stosunku do energii z konwencjonalnego źródła uzupełniającego. Przy porównaniu systemów solarnych trzeba również zwrócić uwagę na sposób obliczania wskaźnika pokrycia. Zaleca się w tym celu wykorzystywanie profesjonalnych programów do weryfikacji parametrów i symulacji pracy instalacji słonecznych (np. ESOP).

Im wyższy współczynnik pokrycia zapotrzebowania, tym większe oszczędności energii konwencjonalnej. Jest to zrozumiałe, że klienci zwykle życzą sobie instalacji z możliwie wysokim wskaźnikiem pokrycia. Rozważne projektowanie instalacji słonecznej oznacza znalezienie kompromisu pomiędzy wydajnością, a wskaźnikiem pokrycia zapotrzebowania.

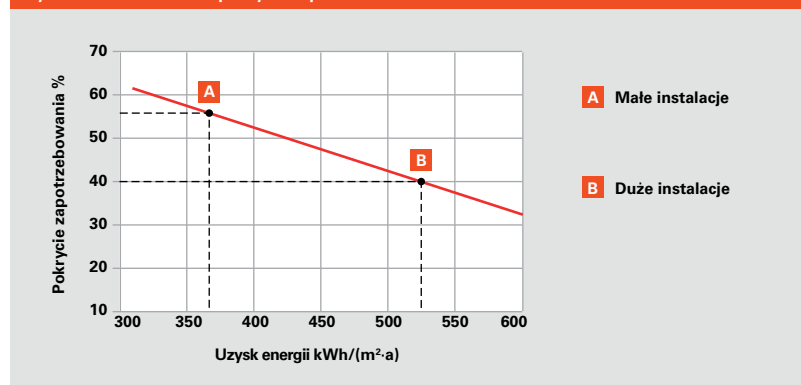
Zasadniczo: Im wyższy wskaźnik pokrycia, tym mniejsza wydajność na metr kwadratowy powierzchni kolektora – z powodu nieuniknionych nadwyżek energii latem i niskiej sprawności kolektora.

Przypomnijmy więc – sprawność kolektora maleje przy wzrastających różnicach temperatur pomiędzy kolektorem a temperaturą otoczenia.

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

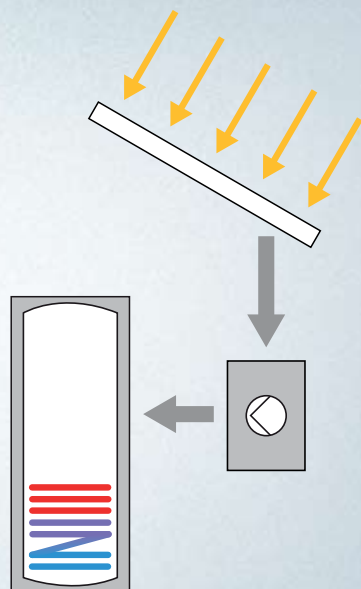
W Polsce powszechnie przyjmuje się wskaźnik pokrycia zapotrzebowania na poziomie 50-60% na potrzeby ogrzania wody w domkach jednorodzinnych, zaś w dużych instalacjach słonecznych na poziomie 30-40%. Przy wspomaganie centralnego ogrzewania przez instalacją słoneczną trudno o podanie standardowych wartości, ponieważ wskaźnik pokrycia zależy od energetycznej jakości wykonania budynku (izolacji, szczelności itd.) (patrz rozdział C.2.2).

Rys. A.2.5-1 Wskaźnik pokrycia zapotrzebowania c.w.u



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

### A.3 Podstawowe różnice w działaniu instalacji słonecznej



## Podstawowe różnice w działaniu

W Polsce najbardziej rozpowszechnione są instalacje, które składają się z kolektorów, regulatora z pompą obiegową i dobrze zaizolowanego zasobnika c.w.u.

Energia słoneczna dociera do absorbera, którego zewnętrzna strona pokryta jest odpowiednią powłoką absorbującą. Na spodniej stronie absorbera umocowane są miedziane rury, przez które przepływa solarny czynnik grzewczy. Absorber przekształca promieniowanie słoneczne w ciepło, które następnie przekazuje do czynnika solarnego poprzez zamontowane rury miedziane. Regulator i pompa zajmują się transportem ciepła przewodami. Ciepło to zostaje przekazane wodzie użytkowej w pojemnościowym podgrzewaczu przez węzownicę lub zewnętrzny wymiennik płytowy do podgrzewacza zasobnikowego.

Z zasady wszystkie instalacje słoneczne są skonstruowane w opisany sposób. Jednakże w ich działaniu pojawiają się istotne różnice, które zostaną opisane dalej.

W rozdziale B.2.4.2 możemy przeczytać o rozwiązaniu bez użycia pompy (z wykorzystaniem samoczynnego ruchu grawitacyjnego).

### A.3.1 Układ stabilizacji ciśnienia z czynnikiem niezamarzającym

W systemach z czynnikiem niezamarzającym używa się nośnika ciepła, który z reguły składa się z mieszanki wody i środka niezamarzającego (glikolu). Nośnik ciepła jest tłoczony przez kolektor połączony z absorberem za pomocą pompy przejmując jednocześnie jego energię cieplną, aby następnie oddać ją w wymienniku ciepła podgrzewacza c.w.u.

Glikol chroni instalację przed zamarzaniem zimą. System ten oferuje jednocześnie możliwie największą ochronę przed korozją, ponieważ przyjęte w handlu solarne czynniki grzewcze dodatkowo zawierają inhibitory korozji.

Zamknięte układy stabilizacji ciśnienia zawsze wymagają naczynia wzbiorczego, które poprzez rozciągającą się membranę przejmuje na siebie zwiększone ciśnienie w instalacji.

Tego rodzaju systemy solarne występują w 95% ogółu instalacji w Europie.

### A.3.2 Układ stabilizacji ciśnienia z termiczną ochroną antyzamrożeniową

System z termiczną ochroną antyzamrożeniową jest podobnie zbudowany jak wcześniej opisany układ stabilizacji ciśnienia ze środkiem niezamarzającym. Różnica polega na tym, że zamiast czynnika niezamarzającego w instalacji krąży czysta woda. Aby woda nie zamarzała zimą, energia cieplna uzyskana w sposób konwencjonalny, jest transportowana z pojemnościowego podgrzewacza c.w.u. do kolektora. Z energetycznego punktu widzenia w takim systemie ilość energii wyprodukowanej latem trzeba pomniejszyć o ilość energii zużytej na podgrzanie kolektorów zimą. Wkład energii zimą na podgrzanie kolektora jest zależny od aktualnej temperatury na zewnątrz i waha się do 10% wydajności z kolektorów słonecznych.

Przy projektowaniu instalacji, w których nie ma rozdziału między obiegiem z kolektorami a obiegiem ciepła należy wziąć pod uwagę inne zasady (inny rodzaj obchodzenia się z krążącą gorącą wodą, ciśnieniem próbnym itd.) niż przy projektowaniu oddzielnych obiegów grzewczego i solarnego.

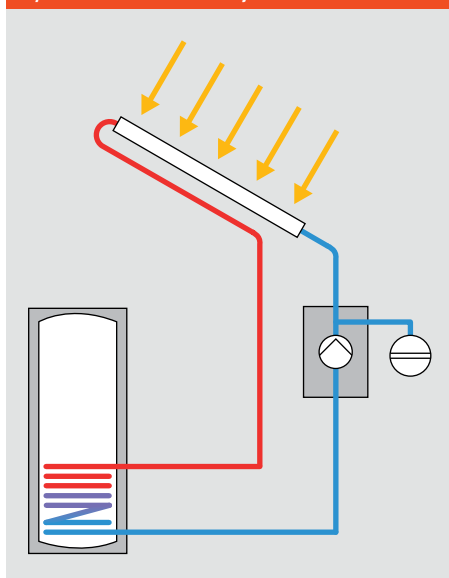
#### Wskazówka

Systemy firmy Viessmann są systemami z układem stabilizacji ciśnienia z czynnikiem niezamarzającym.

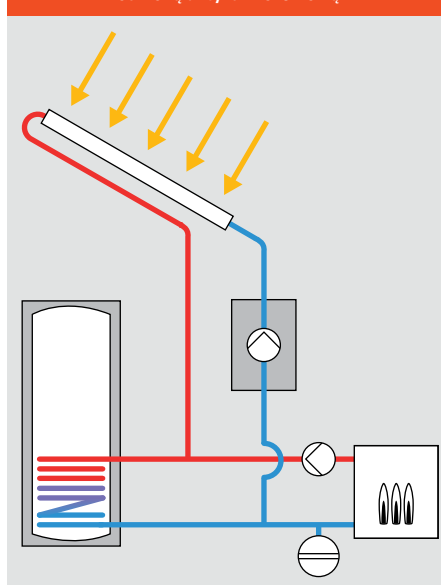
Systemy te:

- gwarantują niezawodną ochronę antyzamrożeniową zimą
- nie zużywają ciepła wytworzonego w sposób konwencjonalny, po to aby ochronić kolektor przed zamarzaniem
- umożliwiają łatwe ułożenie rur w instalacji kolektorów
- oferują możliwie najskuteczniejszą ochronę przeciw korozji – dotyczy to wszystkich komponentów instalacji

Rys. A.3.1 Układ stabilizacji ciśnienia



Rys. A.3.2 Układ stabilizacji ciśnienia z termiczną ochroną antyzamrożeniową



## A.3 Podstawowe różnice w działaniu instalacji słonecznej

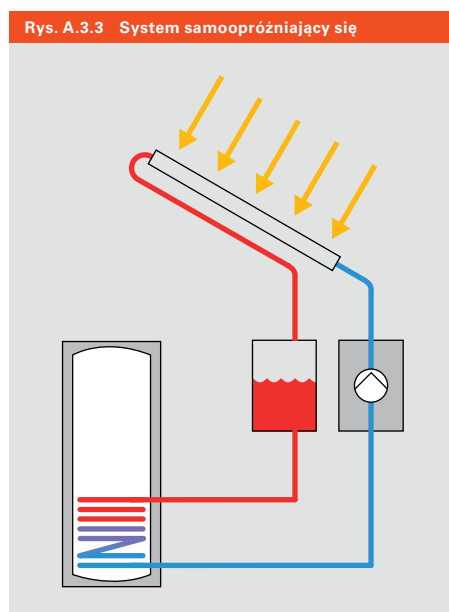
### A.3.3 System samoopróżniający się (Drainback system) – samoczynnego odpływu solarnego czynnika grzewczego z kolektora słonecznego do zbiornika.

Cechą charakterystyczną systemu Drainback jest to, że czynnik grzewczy samoczynnie wypływa z instalacji słonecznej, kiedy system ten nie może pracować. Zjawisko to ma miejsce jedynie wtedy, kiedy konstrukcja kolektorów umożliwia odpływ grawitacyjny. Wszystkie połączenia pomiędzy rurami łączącymi kolektor z instalacją muszą być nachylone. Spływający solarny czynnik grzewczy gromadzony jest w zbiorniku.

System ten jest systemem samoopróżniającym się, który z reguły napełniony jest czystą wodą. Z tego powodu z wszystkich części instalacji, które są narażone na zamarzanie musi być spuszczana woda. Instalacja słoneczna, z takim systemem odpływu, pod żadnym pozorem, nie może pracować przy ujemnych temperaturach powietrza, nawet jeśli kolektor sam się nagrzewa dzięki promieniowaniu słonecznemu. Ponieważ ten typ instalacji wymaga ułożenia przewodów ze spadkami umożliwiającymi samoczynny odpływ, jest on trudniejszy do zamontowania niż układ kolektorów pracujących w układzie zamkniętym.

Z opisanych powodów, jeśli montowany jest układ z systemem odpływu to coraz częściej napełnia się go mieszaniną glikolu polipropylenowego z wodą. Ewentualny błąd w wykonaniu odpowiednich spadków przewodów, skutkujący niepełnym odpływem nie spowoduje uszkodzenia instalacji (czynnik obiegowy nie zamrznie).

Wkład energii pomocniczej (energia elektryczna zasilająca pompę) jest w systemach odpływu zawsze wyższy, niż w układach zamkniętych, ponieważ w instalacjach z systemem odpływu przy każdorazowym wznowieniu pracy musi być napełniona.









## B Komponenty (części składowe systemu)

Dobra znajomość budowy i funkcji części składowych systemu kolektorów słonecznych jest bardzo istotna aby móc go prawidłowo zaprojektować i zamontować.

Rozdział ten zajmuje się opisem poszczególnych części składowych systemów. Zostaną w nim objaśnione zarówno szczegóły techniczne, jak i podstawy funkcjonowania tego rodzaju systemów. Wyjaśnimy co charakteryzuje dobry kolektor, jak dobrać odpowiedni pojemnościowy podgrzewacz c.w.u. i na co należy zwrócić uwagę przy projektowaniu i montażu poszczególnych elementów systemu.

Przedstawione informacje wykazują, że układy solarne składające się z odpowiednio dobranych, wydajnych części składowych mogą pracować długo, bezpiecznie i z dużą wydajnością.

### 36 B.1 Kolektory

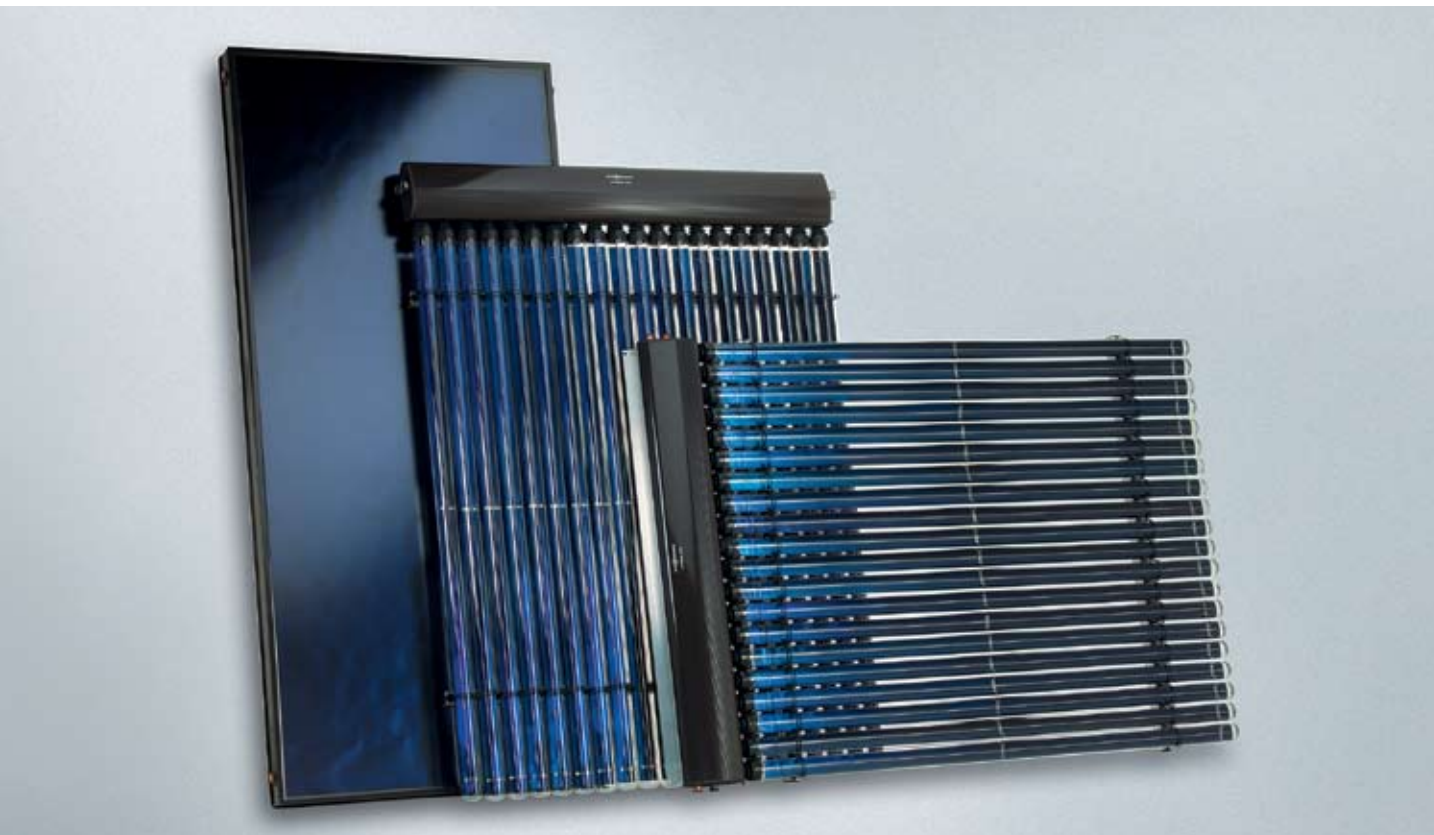
- 37 B.1.1 Budowa i funkcja
- 38 B.1.2 Absorber
- 41 B.1.3 Określenie powierzchni
- 42 B.1.4 Jakość i certyfikaty
- 43 B.1.5 Dobór odpowiedniego typu kolektorów
- 44 B.1.6 Zasady montażu kolektora
- 54 B.1.7 Kolektory jako element konstrukcyjny

### 56 B.2 Zbiorniki

- 57 B.2.1 Po co magazynować energię?
- 58 B.2.2 Podstawowe informacje o zasobnikach
- 62 B.2.3 Typy podgrzewaczy
- 65 B.2.4 Ładowność pojemnościowego podgrzewacza c.w.u.
- 70 B.2.5 Wymiennik ciepła

### 72 B.3 Obieg pierwotny

- 73 B.3.1 Obieg kolektora
- 81 B.3.2 Połączenia rurociągów
- 84 B.3.3 Odpowietrzenie
- 85 B.3.4 Solarny czynnik grzewczy
- 87 B.3.5 Stagnacja i bezpieczny montaż



## Kolektory

Przemysłowa produkcja kolektorów słonecznych rozpoczęła się w połowie lat siedemdziesiątych jako odpowiedź na kryzys energetyczny. Od tego czasu przemysł ten rozwinął się i produkcja kolektorów osiągnęła wysoki poziom, a jej znaczący udział zlokalizowany jest w Europie. Kolektory słoneczne są wysokojakościowymi produktami, których czas działania przewiduje się powyżej 20 lat.



Fot. B.1-1 Firma Viessmann posiada 30-letnie doświadczenie w produkcji kolektorów słonecznych.

Technologiczny rozwój kolektorów jest mocno zaawansowany. Jednak w odniesieniu do ich pierwotnej koncepcji nie zaszły żadne poważne zmiany. Głównie dąży się do optymalizacji funkcjonowania detali jak np. użytych materiałów. Obecnie największy nacisk wywierany jest na badania i rozwój integracji systemów solarnych oraz nowe formy ich zastosowania.

Rozdział ten zajmuje się technicznymi podstawami działania kolektorów. Wskazane zostaną różnice pomiędzy kolektorami płaskimi a próżniowymi zarówno pod względem ich funkcjonowania jak i pracy.

Kolektory różnią się głównie budową absorbera i rodzajem izolacji. Fizyczny proces – przemiany energii słonecznej w potrzebne ciepło – jest taki sam przy wszystkich typach kolektorów – absorber zamienia promieniowanie słoneczne w energię cieplną.

O specjalnym zastosowaniu systemów koncentrujących (ogniskujących promienie słoneczne) do solarnej produkcji energii elektrycznej, można przeczytać w rozdziale C.2.6.

## B.1.1 Budowa i funkcja

### **Kolektor płaski**

W Niemczech udział kolektorów płaskich stanowi 90%. Kolektory te składają się z warstwy absorbera, tylnej płyty z blachy stalowej, aluminium lub stali szlachetnej oraz ramy wraz ze szkłem solarnym i izolacją cieplną.

Wszystkie te komponenty długotrwanie chronią kolektor przed niesprzyjającymi czynnikami atmosferycznymi. Dodatkowo, antyreflekcyjna powłoka szkła (Antireflex- AR) redukuje zjawisko odbijania się promieni słonecznych, a odpowiednie uszczelnienie kolektora zmniejsza straty ciepła.

Obudowa płaskich kolektorów firmy Viessmann składa się z giętej ramy z profilu aluminiowego bez styków narożnych i ostrych krawędzi. Bezstykowa, odporna na wpływy atmosferyczne i ultrafiolet uszczelka szyby

kolektora oraz odporna na przebicia ściana spodnia wykonana z blachy aluminiowej zapewniają kolektorowi dużą trwałość i wysokie wykorzystanie energii.

Kolektory słoneczne płaskie można łatwo i bezpiecznie montować na dachu lub w jego połaci. Coraz częściej montuje się kolektory na fasadzie bądź jako wolnostojące. Płaskie kolektory są tańsze, niż kolektory próżniowe i znajdują zastosowanie jako urządzenia podgrzewające wodę użytkową, baseny oraz wspomagające ogrzewanie pomieszczeń.

Wśród kolektorów płaskich najpopularniejsze są kolektory o powierzchni absorbera 2-2,5 m<sup>2</sup>.

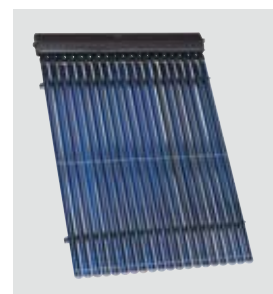


Fot. B.1.1-1 kolektor płaski Vitosol 200-F

### **Kolektor próżniowy**

Przemiana energii słonecznej w ciepło w absorberze jest identyczna w kolektorach płaskich jak i w próżniowych. Istotne różnice polegają na izolacji cieplnej – przy kolektorach próżniowych absorber jest podobny do tego w termosie, wbudowany w wypełnioną próżnią szklaną rurkę. Próżnia zapewnia skuteczną izolację cieplną, dzięki temu występują mniejsze straty ciepła niż przy kolektorach płaskich – szczególnie przy wysokich temperaturach, kiedy problemem jest rozgrzewanie się obudowy.

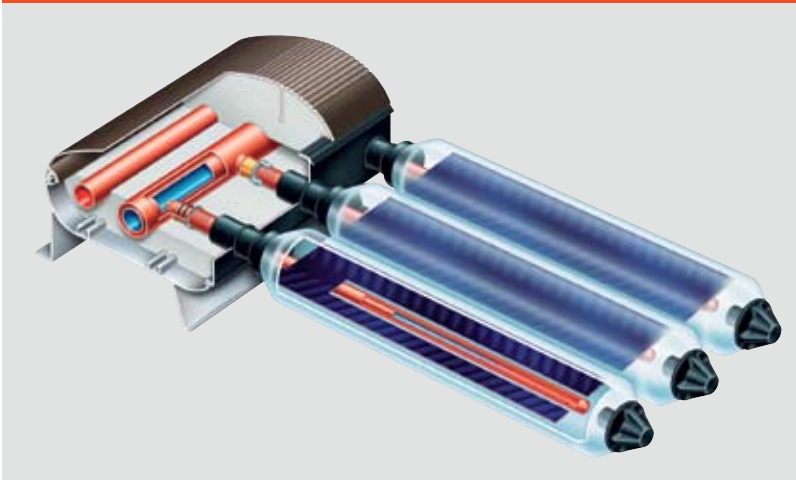
Aby kolektor próżniowo–rurkowy był niezawodny i długo nam służył, niezbędne jest utrzymanie próżni poprzez odpowiednie uszczelnienie. Kolektory Viessmann to gwarantują. Minimalne ilości gazu (głównie wodoru), które krążą w rurach kolektora próżniowego są pochłaniane przez cienką warstwę baru (pochłaniacz gazów), którym wyłożone są wewnętrzne ścianki rur.



Fot. B.1.1-2 kolektor próżniowy Vitosol 300-T

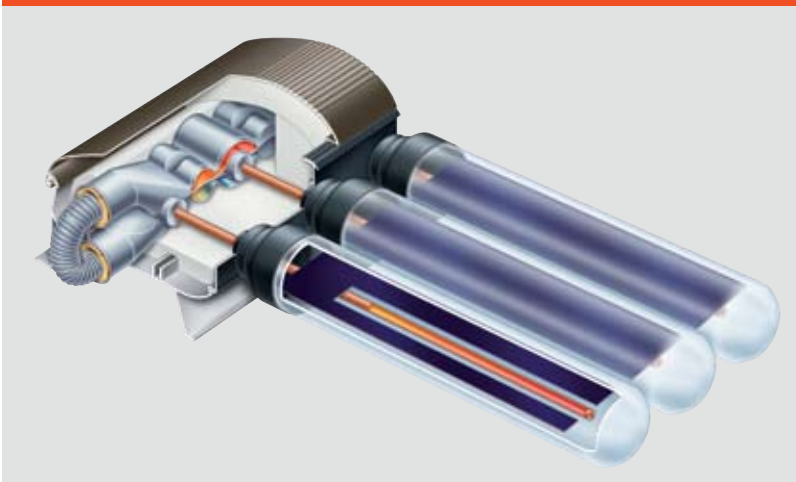
## B.1 Kolektory

Rys. B.1.1-3 Kolektor próżniowy Vitosol 200-T (typ SD2A)



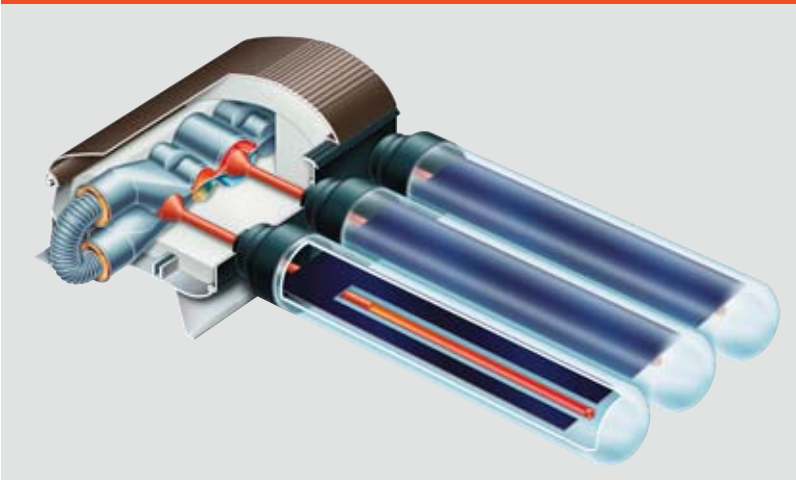
Przekrój kolektora próżniowego z przepływem bezpośrednim

Rys. B.1.1-4 Kolektor próżniowy Vitosol 200-T (typ SP2)



Przekrój kolektora próżniowego z suchym połączeniem rur heatpipe

Rys. B.1.1-5 Kolektor próżniowy Vitosol 300-T



Przekrój kolektora próżniowego typu Heatpipe

Pośród kolektorów próżniowo – rurowych rozróżniamy te o budowie z bezpośrednim przepływem oraz kolektory z technologią typu Heatpipe.

Kolektory próżniowe z suchym połączeniem rur heatpipe w rurze zbiorczej charakteryzują się niską zawartością cieczy w kolektorze co decyduje o szczególnie wysokiej niezawodności eksploatacji.

Dzięki indywidualnemu ukierunkowaniu rur nadają się one do pionowej lub poziomej uniwersalnej zabudowy na dachu i na elewacji, a także jako element wolnostojący.

W kolektorze wykonanym w technologii Heatpipe czynnik solarny nie przepływa bezpośrednio przez rury. Zamiast tego w specjalnym absorberze cyrkuluje nośnik ciepła, który odparowuje przy nagrzaniu promieniami słonecznymi i skrapla się w skraplaczu, oddając ciepło czynnikowi solarnemu. Ten proces wymaga określonego kąta nachylenia kolektora, tak aby transport ciepła z rury dochodził do skraplacza.

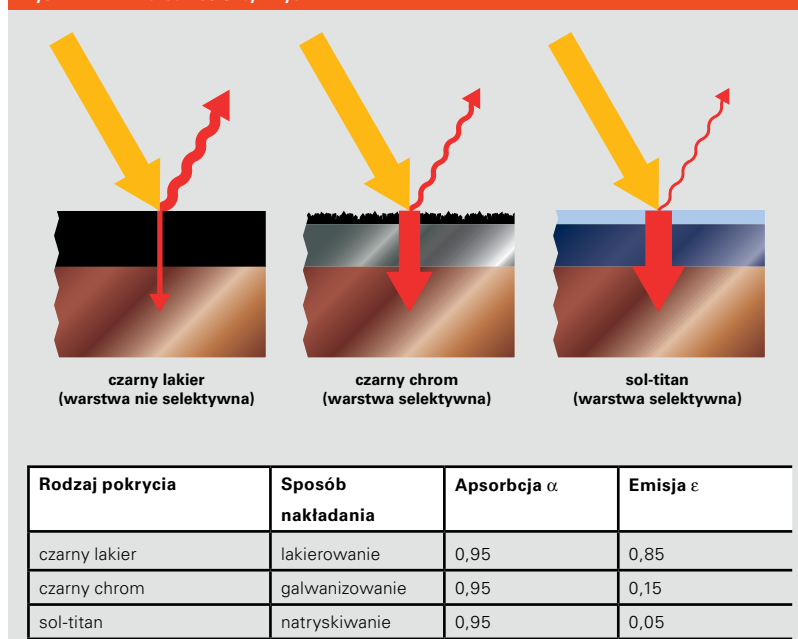
### B.1.2 Absorber

Rdzeniem kolektora jest absorber. To tutaj padające promienie słoneczne są zamieniane w ciepło. Z blachy pokrytej absorberem oddawane jest ciepło do solarnego czynnika grzewczego poprzez przylutowane, zaciśnięte albo przyspawane rury. Podstawa absorbera wykonana jest głównie z miedzianej lub aluminiowej blachy ale także ze szkła. Obudowa jest starannie wyselekcjonowana, co gwarantuje, że padające promienie słoneczne są możliwie efektywnie przekształcane w ciepło (duża absorpcja –  $\alpha$ ) i tylko bardzo małe ilości ciepła podlegają stracie poprzez promieniowanie gorącego absorbera (mała emisja –  $\epsilon$ ).

Blachy są galwanizowane (powłoka z czarnego chromu), bądź materiał podkładowy pokrywany jest warstwą selektywną (tzw. „niebieska warstwa”). Obie warstwy dają nam wysoką selektywność, warstwy różnią się pod względem wytrzymałości na czynniki atmosferyczne w zależności od warunków w jakich będą pracowały (np. powietrze zawierające sól w obszarach nadmorskich). Różnią się też pod względem absorpcji i emisji przy różnych temperaturach. Ostatni czynnik ma jednak bardzo mały wpływ na proces działania instalacji słonecznej i dlatego może być pominięty przy projektowaniu.

Części orurowania absorbera wystawione na działanie słońca mogą być polakierowane na kolor matowo–czarny, jednak dla samego absorbera ten fakt jest nieistotny. Nowoczesne absorbery wcale nie są czarne, ale w zależności od kąta padania promieni słonecznych mogą mieć zabarwienie niebieskawe, bądź zielonkawe.

Rys. B.1.2-1 Warstw selektywnych



Podczas przekształcania promieniowania słonecznego w ciepło przy tych samych warunkach promieniowania uwidaczniają się istotne różnice.

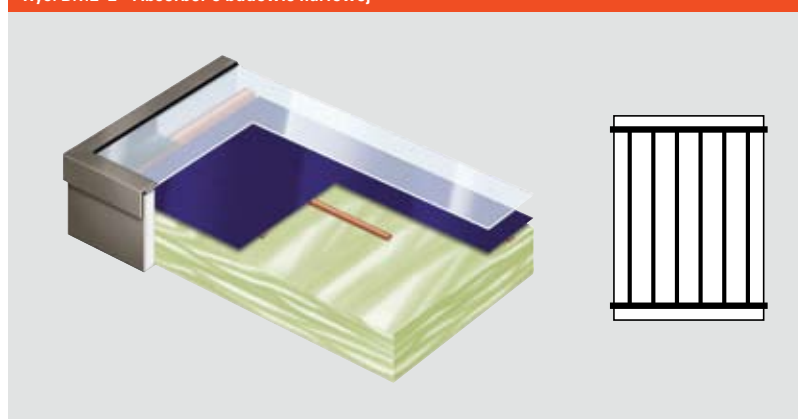
### Absorber w kolektorach płaskich

W płaskich kolektorach absorber montowany jest na ryflowanych, bądź płaskich blachach. Rury absorbera mogą mieć formę harfy (rysunek B.1.2-2). W innym typie rura absorbera może być poprowadzona w sposób meandrowy (rys. B.1.2-3).

Kolektory z absorberem o kształcie harfy charakteryzują się stosunkowo niskimi stratami ciśnienia podczas pracy, jednakże istnieje ryzyko nieregularnego przepływu. Absorbery meandrowe natomiast gwarantują bezpieczny równomierny przepływ ciepła, ponieważ czynnik solarny przepływa jedynie przez pojedynczą rurę.

Przy projektowaniu małych instalacji różnica ta jest nieistotna, ale przy większych instalacjach gdzie mamy do czynienia z dużymi polami kolektorów owe techniczne różnice w przepływach muszą zostać uwzględnione (patrz rozdział C.1).

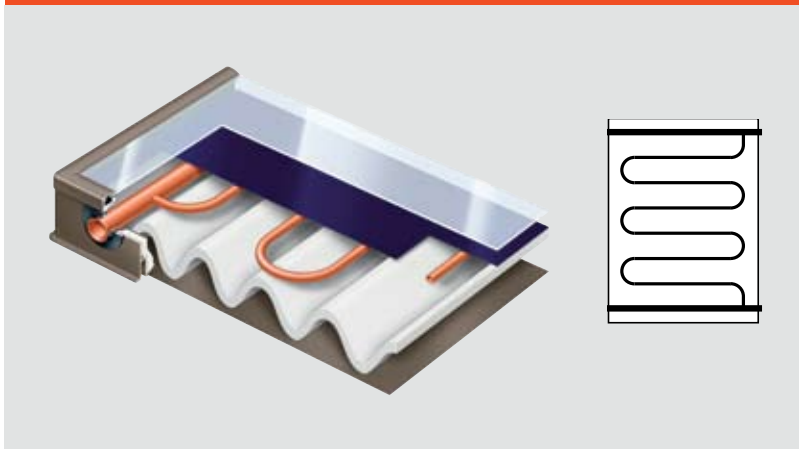
Rys. B.1.2-2 Absorber o budowie harfowej



Kolektory płaskie o budowie harfowej są korzystne, ze względu na mały opór przepływu.

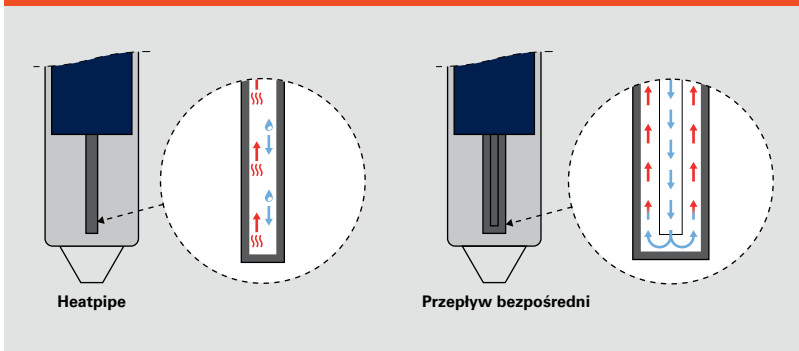
## B.1 Kolektory

Rys. B.1.2-3 Absorber budowa meandrowa



Kolektory o konstrukcji meandrowej są korzystne ze względu na równomierne i bezpieczne oddawanie ciepła.

Rys. B.1.2-4 Absorber Heatpipe z bezpośrednim przepływem



Aby odprowadzić ciepło z absorbera, przy rurach typu Heatpipe wykorzystuje się siłę grawitacji, bądź bezpośredni przepływ.



Fot. B.1.2-5 Kolektor rury typu Heatpipe jest połączony na sucho z obiegiem solarnym.

Warto zwrócić uwagę na liczbę przyłączy do absorbera. Jeśli kolektor jest wyposażony tylko w dwa króćce, może być podłączony bez dodatkowego zewnętrznego orurowania, po prostu szeregowo. Kolektory z czterema połączeniami oferują z hydraulicznego punktu widzenia, zwiększoną elastyczność – ułatwiają bowiem planowanie i bezpieczne działanie, co jest szczególnie widoczne przy dużych polach kolektorowych.

### **Absorber w kolektorach próżniowo-rurowych**

W tym typie kolektora absorber składa się z płaskiego paska blachy ryflowanej przyspawanej do orurowania. Przy bezpośrednio przepuszczających rurach jest wstawiona wspólna rura. We wnętrzu rury przepływa solarny czynnik grzewczy, który po ogrzaniu płynie w odwrotnym kierunku poprzez przyspawaną zewnętrzną część absorbera. Przy rurach typu Heatpipe używa się pojedynczej zamkniętej rurki.

Kolektory próżniowo-rurowe firmy Viessmann posiadają wzdłużną oś obrotu dzięki czemu w sytuacji kiedy instalacja słoneczna została niekorzystnie zamontowana (w stosunku do kierunku południowego), absorber może pobierać optymalną energię z promieniowania słonecznego (poprzez jego obrót z nastawą absorbera prostopadle ku południu).

### **Okrągły absorber szklany**

W tym typie kolektora wmontowana jest rura w rurze. Absorber jest naniesiony na zewnętrzną powierzchnię rury wewnętrznej. Ciepło przewodzone jest do solarnego czynnika grzewczego poprzez blachę przewodzącą ciepło i umiejscowionymi w niej rurkami. Dzięki zainstalowaniu zwierciadeł również odwrócone części absorbera mogą wykorzystywać promieniowanie słoneczne. Biorąc pod uwagę uwarunkowania konstrukcyjne powierzchni apertury, sprawność działania tego typu kolektorów jest o ok. 20% mniejsza niż kolektorów z płaskim absorberem o tej samej powierzchni.



### B.1.3 Określenie powierzchni

Przy opisie kolektorów używa się trzech różnych miar ich powierzchni. Dane te dają nam informację o mocy i wydajności kolektorów. Jednakże literatura nie zawsze poprawnie podaje, o który rodzaj powierzchni w danym aspekcie chodzi. Kolektory firmy Viessmann zawsze wyposażone są w jasne i czytelne karty techniczne określające dane powierzchni.

#### Powierzchnia kolektora brutto

Jako powierzchnię brutto określa się zewnętrzną powierzchnię kolektora, będącą iloczynem długości i szerokości urządzenia. Powierzchnia brutto nie wpływa na moc urządzenia, ale jest niezbędna do projektowania a później do montażu na połąci dachu. Jest ona również ważna w przypadku składania wniosków o dotacje na kolektory.

#### Powierzchnia absorbera

Powierzchnia absorbera odnosi się wyłącznie do absorbera. W absorberze ryflowanym zachodzące na siebie pojedyncze „prążki” nie są sumowane, gdyż częściowo przykryte obszary nie są wliczane do powierzchni aktywnej. Natomiast przy absorberze okrągłym zalicza się całą powierzchnię absorbera, mimo że niektóre obszary nie są bezpośrednio wystawione na działanie promieni słonecznych. Dlatego powierzchnia w absorberach okrągłych może być większa, niż powierzchnia kolektora brutto.

#### Powierzchnia apertury

W optyce aperturę określa się, mówiąc najprościej, jako średnicę otworu urządzenia optycznego, przez który wpada światło. W odniesieniu do kolektorów, powierzchnią apertury jest największa powierzchnia, na którą pada światło, a więc przez którą wpadają promienie słoneczne.

W kolektorach płaskich powierzchnią apertury jest widoczny obszar na szybie kolektora, czyli obszar wewnątrz ramy kolektora, przez który wpada światło do urządzenia.

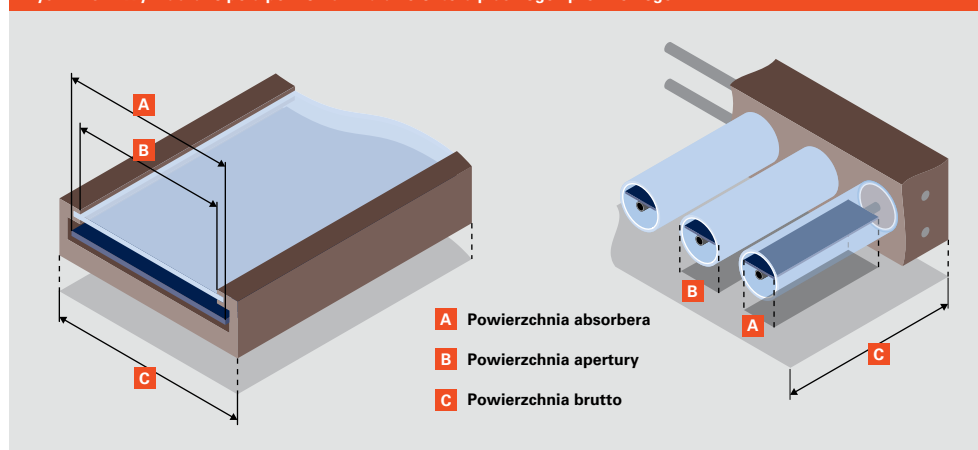
W kolektorach próżniowo–rurowych zarówno z płaskim, jak i z okrągłym absorberem bez powierzchni z antyrefleksem, powierzchnią apertury określa się jako sumę wszystkich odcinków szklanych rur. Ponieważ brak w nich tylnej blachy, powierzchnia apertury jest tu większa niż w kolektorach płaskich.

W kolektorach rurowych, gdzie powierzchnia z antyrefleksem leży po jego spodniej stronie, powierzchnią naświetloną zwierciadłem określa się mianem powierzchni apertury.

#### Wskazówka

Przy doborze optymalnego usytuowania instalacji słonecznej, standardem stało się stosowanie powierzchni apertury jako miarodajnej wielkości. Rzadziej korzysta się z powierzchni absorbera. Dlatego tak ważnym jest, aby rozróżniać te wielkości.

Rys. B.1.3–1 Wyznaczane pola powierzchni dla kolektora płaskiego i próżniowego



Powierzchnię kolektora podaje się w metrach kwadratowych.

## B.1 Kolektory

### B.1.4 Jakość i certyfikaty

Kolektory są w sposób ciągły narażone na działanie czynników atmosferycznych oraz na duże wahania temperatur. Dlatego kolektory są wytwarzane z materiałów, które gwarantują ochronę przed tymi czynnikami.

Kolektory Viessmann zbudowane są z materiałów o wysokiej jakości, takich jak stal szlachetna, aluminium, miedź i szyby ze szkła solarnego. Powyższe parametry są potwierdzone przez instytucje certyfikujące.

#### Badanie EN 12795

Badanie to zawiera test sprawdzający moc kolektora i jego wytrzymałość na deszcz, śnieg i grad.

#### Solar Keymark

Oprócz badań EN 12795 przeprowadza się badania certyfikujące Solar Keymark przez niezależną instytucję. Kolektory firmy Viessmann są zbadane i certyfikowane przez Solar Keymark.

#### Znak CE

Znak CE daje gwarancję, że producent spełnia wymagania norm. W związku z tym nie trzeba przeprowadzać żadnych dodatkowych badań zewnętrznych.

#### „Błękitny anioł” (RAL-UZ 73)

„Błękitny anioł” ze swoją nalepką jest wyróżnieniem specjalnym. Znaczek ten nie ma żadnych prawnych ani dopuszczających konsekwencji i obowiązywał do roku 2007 jako wyróżnienie spośród innych urządzeń z wyraźnym podkreśleniem dbałości o środowisko. Znaczek ten określa również czy dany kolektor może podlegać recyklingowi i czy został wykonany energooszczędnie. (KEA).

Obok badań wynikających z norm istnieją również inne znaki jakości, których dodatkowe korzyści nie są istotne ani dla użytkownika, producenta czy firmy montażowej. Firma Viessmann, podobnie jak inni producenci, nie bierze udziału w takich dodatkowych odznaczeniach.

Fot. B.1.4–1 Wysoka wydajność i długi czas użytkowania kolektorów Viessmann są wynikiem intensywnej pracy nad ciągłym ulepszaniem.



### B.1.5 Dobór odpowiedniego typu kolektorów

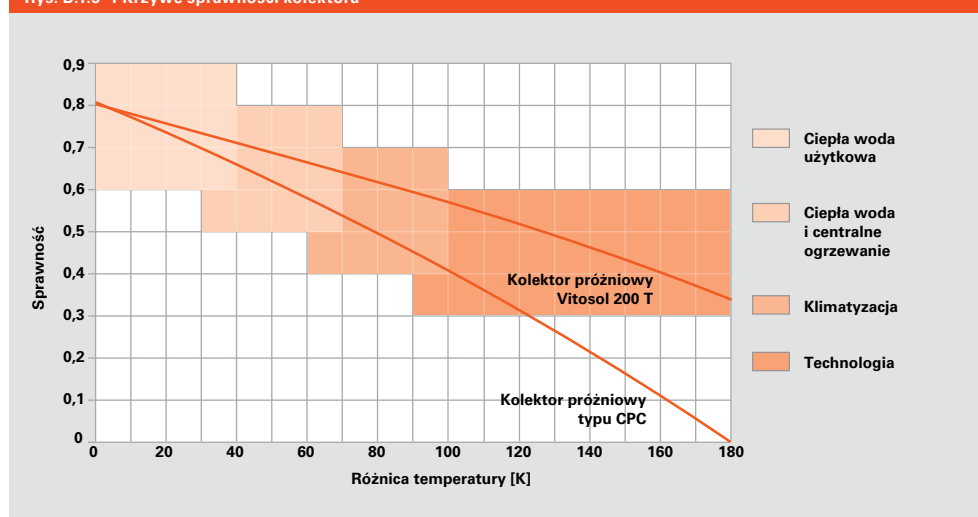
Przy doborze kolektorów znaczącym parametrem, obok dostępnego miejsca oraz warunków montażu, jest różnica temperatur ( $\Delta T$ ) pomiędzy średnią temperaturą kolektora, a powietrzem (patrz rozdział A.2.1).

Średnia temperatura kolektora słonecznego wynika ze średniej temperatury zasilania i powrotu, i wpływa istotnie na sprawność działania i jego moc. Przy doborze kolektora decydująca jest także wydajność instalacji, dlatego do oceny niezbędne jest określenie oczekiwanego pola kolektorów oraz czasu ich pracy w ciągu roku. Z tego wynika żądana różnica temperatur.

Rysunek B.1.5-1 przedstawia średnie różnice temperatur niższe ( $\Delta T$ ) np. przy instalacjach podgrzewających wodę użytkową z niskim współczynnikiem pokrycia zapotrzebowania, niż przy instalacjach z wyższym współczynnikiem lub w instalacjach wspomagających ogrzewanie.

Jednakże przy doborze kolektora ważny jest również stosunek jego ceny do mocy. Jest on zawsze korzystniejszy w przypadku wyboru kolektorów próżniowo-rurowych. Jednakże kolektory płaskie są bardziej atrakcyjne cenowo niż kolektory próżniowo-rurowe i dostarczają odpowiednią ilość ciepłej wody.

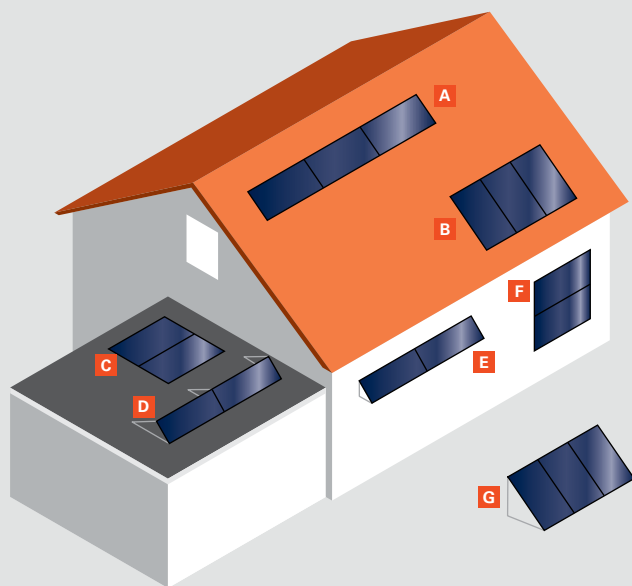
Rys. B.1.5-1 Krzywe sprawności kolektora



Im wyższa różnica temperatury pomiędzy kolektorem, a jego otoczeniem, tym większa korzyść kolektora próżniowego.

## B.1 Kolektory

Rys. B.1.6-1 Sposób instalacji kolektora, usytuowanie kolektora



**A B** Dach skośny

**C D** Dach płaski

**E F** Fasada, balkon, balustrada

**G** Montaż wolnostojący

- Kolektory płaskie nie mogą być instalowane w płaszczyźnie poziomej.
- Rury próżniowe z bezpośrednim przepływem mogą być instalowane poziomo przy założeniu długiej fazy stagnacji a przyłącza kolektora z lekkim skosem, jak dla układów grawitacyjnych.
- Rury typu Heatpipe należy zamontować zgodnie z zachowaniem minimalnego kąta nachylenia.
- Kolektorów płaskich o dużej powierzchni przeznaczonych do montażu w połaci dachowej, nie można montować na dachu płaskim jako instalacji wolno stojącej. Powyższe dotyczy również instalacji montowanych bezpośrednio na gruncie.

### B.1.6 Zasady montażu kolektora

Kolektory słoneczne są urządzeniami przetwarzającymi ciepło, które działają nieprzerwanie nawet 20 lat, zakładając poprawny montaż i właściwe warunki eksploatacji. Są one (w przeciwieństwie do innych elementów techniki grzewczej) stale narażone na działanie czynników atmosferycznych, dlatego niezbędne jest aby spełniony został warunek poprawnego montażu urządzenia: musi ono być stale zabezpieczone przed korozją i statyczne konstrukcyjnie. Istotna jest tu także ochrona przeciw wyladowaniom atmosferycznym. Z powodu swego widocznego położenia kolektory odgrywają istotną architektoniczną rolę.

W odpowiedzi na zapotrzebowanie rynku przygotowano rozwiązania montażowe dla niemal wszystkich typów dachów. Kolektor i jego mocowanie tworzą statyczną całość. W swoim programie produkcji firma Viessmann posiada kompletne elementy montażowe dopasowane do niemal wszystkich typów dachów – co jest znacznym ułatwieniem w pracach projektowych oraz późniejszym montażu.

W kolejnych rozdziałach wyjaśnione zostaną różne możliwości wykonania instalacji. Szczegółowe wskazówki dotyczące elementów niezbędnych do montażu oraz samej realizacji znajdują się w obszernych instrukcjach dołączonych do każdego z urządzeń. Instrukcje zawierają także szczegółowe przekroje i rysunki.

#### B.1.6.1 Sposoby montażu

Ze względu na znaczne zróżnicowanie typów, kolektory słoneczne można wykorzystać zarówno w budynkach nowo budowanych jak i modernizowanych. Można je montować tak na dachach skośnych jak i płaskich, na fasadzie budynku oraz na konstrukcji wolno stojącej.

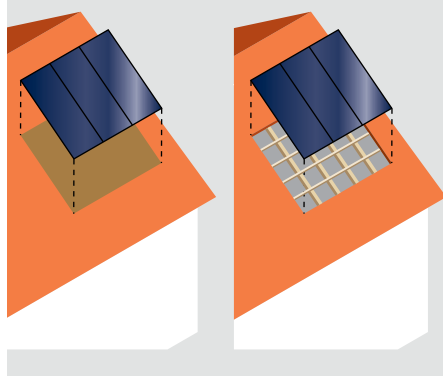
### a. Dach skośny

W budownictwie jednorodzinym najczęściej stosowanym typem montażu jest montaż na dachu skośnym. W tym przypadku kolektor może być zamontowany w połaci dachu lub na jego powierzchni.

Należy ocenić poziom zacielenia: w kolektorze ustawionym ku południowi, obszar pomiędzy południowym wschodem, a zachodem powinien być niezacieleny, a kąt pochylenia większy niż 20 stopni. Należy również wziąć pod uwagę krzewy i drzewa, które urosną w ciągu 20 lat.

Przy oględzinach dachu, notujemy typ pokrycia dachu, aby przy planowaniu inwestycji, uwzględnić wszystkie potrzebne elementy. Koszty montażu, są zależne od typu dachu: istnieją wyraźne różnice pomiędzy dachówką karpiówką, esówką, mnich-mniszka, łupkami itp. Przy niektórych z nich wymagana jest pomoc dekarza. Montaż kolektora nie może pogarszać funkcji ochronnej dachu (szczelność). Po wykonaniu pracy montażowych w pokryciu dachowym należy uszczelnić wszystkie wywiercone otwory, aby woda nie dostawała się pod pokrycie dachowe.

Rys. B.1.6–2 Sposób montażu kolektora na dachu skośnym



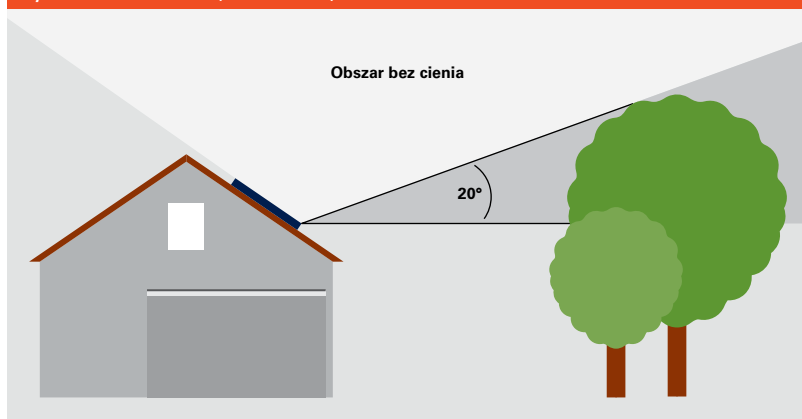
Kolektor płaski może być zamontowany w połaci dachu lub na jego powierzchni

Rys. B.1.6–3 Zacielenie (widok z góry)



W trakcie projektowania należy zwrócić uwagę, aby zacielenie powierzchni przeznaczonej na kolektory miało miejsce co najwyżej rano i wieczorem.

Rys. B.1.6–4 Zacielenie (widok z boku)

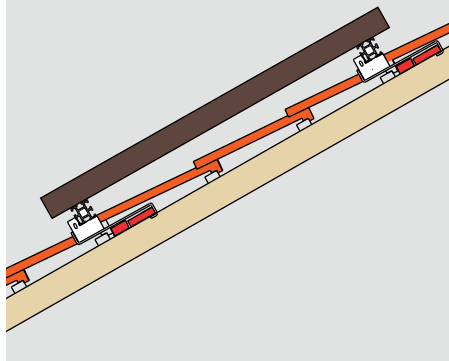


W związku z przewidywaną minimum 20-letnią eksploatacją kolektorów, należy uwzględnić przyrost okolicznych drzew i krzewów (docelową wysokość).

## B.1 Kolektory

Przy doborze systemu mocowań, należy uwzględnić obciążenia statyczne. Fabryczne mocowanie daje zabezpieczenie tylko dla standardowych obciążeń.

Rys. B.1.6-5 Montaż na dachu (przekrój)

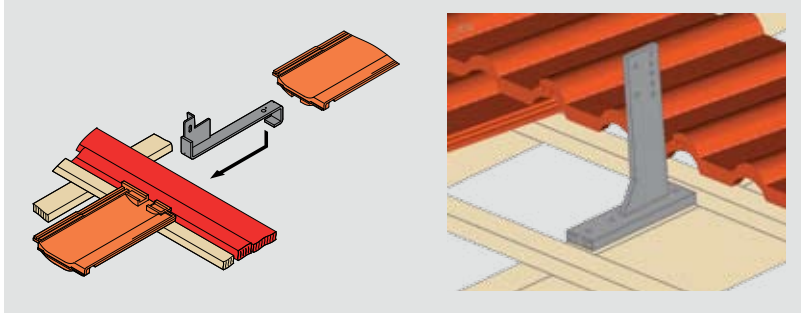


### Montaż na dachu

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 po podłączeniu instalacji. Dobór sposobu mocowania jest uzależniony od przewidywanego ciężaru deszczu i śniegu (patrz rozdział B.1.6.3)

Oba typy umocowań (haki i klamry dachowe) zapewniają pewne połączenie na krokwiach dachu. Mocowanie do istniejących już łat 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).

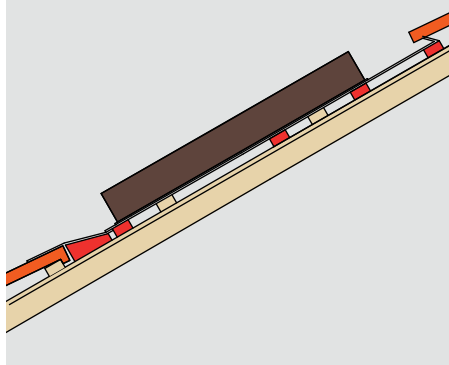
Rys. B.1.6-6 Montaż na dachu z wykorzystaniem klamer dachowych lub haków



W zależności od obciążeń statycznych przy montażu są wstawiane klamry bądź haki do mocowania kolektorów

Korzyścią montażu w połaci dachu jest kolektor zintegrowany z dachem i wizualnie postrzegany jako całość estetyczna.

Rys. B.1.6-7 Montaż w połaci dachu (przekrój)



### Montaż w połaci dachu

Kolektory słoneczne płaskie montowane są w połaci dachu – zamiast pokrycia dachu. Kolektor leży bezpiecznie i statycznie.

Istnieje wiele możliwości montażu ze względu na odprowadzenia wód deszczowych: albo szyba kolektora tworzy szczelną warstwę, po której spływa woda lub tworzy dodatkową szczelną wannę pod kolektorem. Firma Viessmann skłania się ku drugiej opcji, ponieważ przy zbitciu szyby lub innym defekcie woda nie wnika do wnętrza budynku. Te szkody występują co prawda niezwykle rzadko (np. przy ekstremalnych gradobiciach i aktach wandalizmu), ale wynikające z tego straty mogą być znaczne.

Bezpieczeństwo przed wdzierającą się wodą i śniegiem zapewnia minimalny kąt dachu (patrz dokumentacja techniczna). Jeśli kolektor leży zbyt płasko, to w okresach dużych opadów śniegu i deszczu nie pełni dobrej roli poszycia dachowego.



Fot. B.1.6–8 Integracja z dachem

### b. Dach płaski

Przy dużych projektach w domach piętrowych czy w zastosowaniach przemysłowych montuje się często kolektory na dachach płaskich. Korzyścią jest to, że urządzenie może być ustawione ku południu wraz z wymaganym kątem nachylenia.

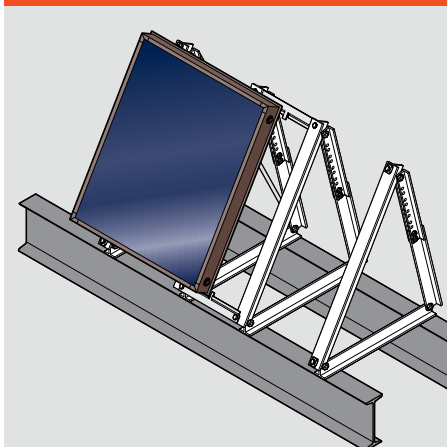
Podczas pierwszej fazy projektowania i pomiaru powierzchni montażu należy uwzględnić odstające krawędzie, dla właściwego posadowienia kolektora.

Pole kolektorów może być umocowane na zakotwionej do dachu konstrukcji wsporczej lub

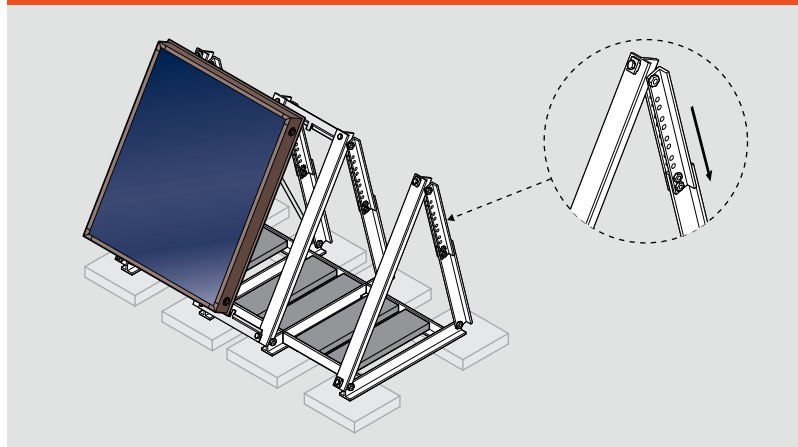
wolnostojaco. Przy montażu wolnostojącym kolektory są zabezpieczone przed zsunięciem się czy poderwaniem poprzez odpowiednie obciążenie stóp konstrukcji wsporczej. Zsuniecie oznacza przemieszczenie się kolektora na powierzchni dachu na skutek wiatru z powodu braku przyczepności pomiędzy powierzchnią dachu, a systemem umocowań kolektora. Zabezpieczenie przed przesunięciem się kolektora może zostać zrealizowane przez zabezpieczenie linami i umocowaniem do innej części dachu. Do tego zawsze potrzebne są osobne wyliczenia.

Przy montażu na dachach płaskich kąt nachylenia kolektora może zostać dopasowany do jego pracy. Wedle potrzeby ustawia się albo ostrzejszy, albo łagodniejszy kąt nachylenia.

Rys. B.1.6–9 Montaż do konstrukcji dachu

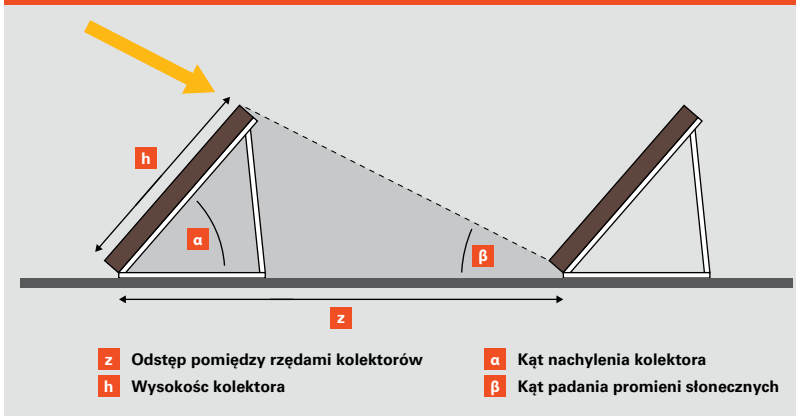


Rys. B.1.6–10 Montaż wolnostojący z obciążeniami



## B.1 Kolektory

Rys. B.1.6-11 Odległość między rzędami kolektorów



Aby uniknąć zacinienia należy dobrze wyliczyć odstęp między poszczególnymi rzędami kolektorów.

### Odstępy między rzędami kolektorów

Przy montażu większej ilości rzędów kolektorów, aby uniknąć niepotrzebnego zacinienia, należy dobrze wyliczyć odstęp między rzędami kolektorów. Aby tego dowiedzieć, będzie potrzebny nam kąt pozycji słońca 21 grudnia jako najkrótszego dnia w roku. W Polsce kąt ten, w zależności od szerokości geograficznej, leży pomiędzy 11,5 stopnia, a 19,5 stopnia.

#### Przykład

Kraków leży na 50 stopniu szerokości północnej. Na półkuli północnej tą wartość (50 stopni) odejmuje się od stałego kąta ( $90 - 23,5 = 66,5$ ) (patrz rozdział A.1.1)

Tak więc w Krakowie słońce jest na niebie 21 grudnia w południe pod kątem 16,5 stopnia ( $66,5 - 50 = 16,5$  stopnia).

Wyliczenia znajdują się w pierwszej części VDI 6002. Fazy zacinienia rannego i wieczornego są nieuniknione, jednak można zapobiec stratom w wydajności.

Odstępy w szeregach wylicza się w następujący sposób:

$$\frac{z}{h} = \frac{\sin(180^\circ - (\alpha + \beta))}{\sin\beta}$$

$z$  = odstęp między rzędami kolektorów

$h$  = wysokość kolektora

$\alpha$  = kąt nachylenia kolektorach

$\beta$  = kąt padania promieni słonecznych (pozycji słońca)

#### Przykład

Za przykład weźmy kolektor z Wurzburga, który ma 1,2 metra wysokości i 45 stopni nachylenia.

$$\frac{z}{1,2 \text{ m}} = \frac{\sin(180^\circ - (45^\circ + 16,5^\circ))}{\sin 16,5^\circ} = 3,72 \text{ m}$$

odległości między rzędami kolektorów musi w tym wypadku wynosić 3,72 m.

W danych technicznych Viessmann znajdują Państwo odpowiednie odstęp przy różnych kątach pozycji słońca dobranych do wszystkich typów kolektorów.

### Montaż kolektora leżącego płasko (w płaszczyźnie poziomej)

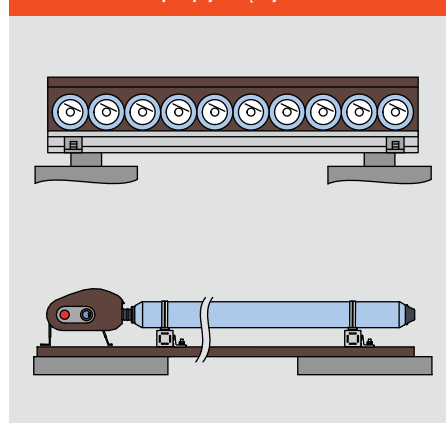
Kolektory próżniowe mogą być montowane także na dachach płaskich. Wydajność na  $\text{m}^2$  powierzchni kolektora jest w tym przypadku wprawdzie mniejsza (patrz rozdział A.1.2.), lecz koszty montażu są mniejsze. Jeśli kolektor jest ustawiony w kierunku wschodnio-zachodnim, można nieznacznie zwiększyć wydajność pracy kolektora poprzez obrócenie poszczególnej rury kolektora o 25 stopni.

Płaskie kolektory nie mogą być montowane w płaszczyźnie poziomej, ponieważ horyzontalne ustawienie szyby kolektora znacznie utrudnia proces samooczyszczenia przez deszcz oraz wentylację kolektora.



Fot. B.1.6-12 Montaż na dachu płaskim w pozycji leżącej

Rys. B.1.6-13 Montaż na dachu płaskim w pozycji leżącej





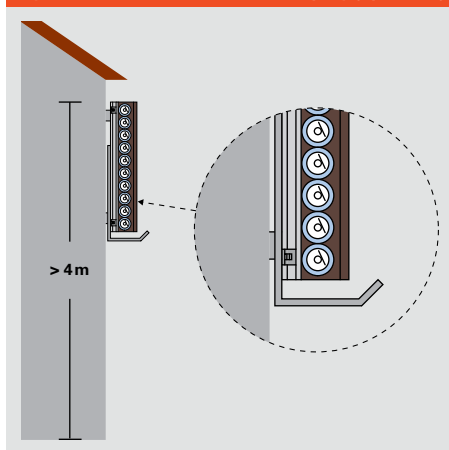
### c. Montaż na fasadzie

Zasadniczo wszystkie typy kolektorów można montować na fasadach.

Należy zwrócić, uwagę, żeby tego typu wykonanie podlegało wymogom prawnym. Zasady instalacji słonecznej znajdują się na liście technicznych wymogów budowy.

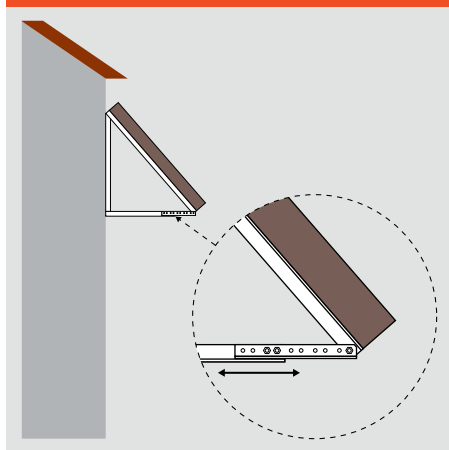
Zabudowa kolektora z kątem nachylenia do pionu większym niż 10 stopni, nazywa się zabudową skośną, zaś z kątem mniejszym niż 10 stopni zabudową pionową.

Rys. B.1.6–15 Montaż na fasadzie w pozycji pionowej



Przy montażu na fasadzie równolegle do ściany z ułożeniem poziomo rur kolektorów próżniowych można dopasować kąt nachylenia absorbera poszczególnych rur. Odpowiednio wygięta blaszana wanna pod kolektorami służy bezpieczeństwu.

Rys. B.1.6–16 Montaż ukośny na fasadzie



Przy pochylonym montażu na fasadzie można dopasować kąt nachylenia kolektora.

Oszklenia kolektorów nie spełniają tej normy, ponieważ ich optyczne właściwości byłyby pogorszone. Z tego powodu kolektory muszą być oddzielone od płaszczyzny ruchu poprzez siatki bezpieczeństwa lub dodatkowe płaszczyzny ochronne.

Przy montażach równoległych do fasady (kierunek południowy) kolektor osiąga w ciągu roku około 30% mniej promieniowania, niż urządzenie ustawione pod kątem 45 stopni. Jeżeli największe użytkowanie następuje w okresie przejściowym, lub zimą (solarne wspomaganie ogrzewania), to wtedy te straty są mniejsze (patrz rozdział A.2.4).

Jeśli kolektory nie są przymocowane równoległe do fasady, wydajność jest taka sama jak w przypadku kolektorów montowanych na dachach płaskich lub na dachach skośnych z takim samym nachyleniem. Jeśli przymocuje się więcej następujących po sobie rzędów kolektorów, należy także zrobić odstępy pomiędzy rzędami, aby uniknąć zacienienia. Inaczej niż przy montażu na dachach płaskich, przy montażu naściennym, należy wziąć pod uwagę, nie największą wysokość słońca zimą, lecz w środku lata.



Fot. B.1.6–14 Kolektory próżniowe zamontowane na fasadzie budynku



Fot. B.1.6–17 Kolektory płaski zamontowane na fasadzie budynku

## B.1 Kolektory

### B.1.6.2 Zabezpieczenie przed korozją

Kolektory słoneczne Viessmann i systemy mocowań zbudowane są z materiałów odpornych na długoletnie działanie niesprzyjających warunków atmosferycznych – należy to uwzględnić podczas montażu. Odnosi się to przede wszystkim do wyboru materiałów mocujących, które są odporne na działanie korozji.

Najpewniejsze jest użycie materiałów ze stali szlachetnej i/lub aluminium. Oba materiały, także połączone za sobą są niezwykle odporne na korozję. Przy montażu w terenach nadmorskich części aluminiowe muszą być dodatkowo zabezpieczone poprzez anodowanie. Mocowania firmy Viessmann składają się wyłącznie ze stali szlachetnej i aluminium wraz z załączonymi do nich śrubami, nakrętkami i pozostałymi elementami mocowań. Obudowa kolektora musi również odpowiadać wysokim wymaganiom antykorozyjnym.

Przy dużych instalacjach (na dachach płaskich) jeśli ze względu na koszty i warunki konstrukcyjne, używane są ocynkowane konstrukcje wsporcze, muszą one również odpowiadać powyższym wymaganiom: po zamontowaniu ocynkowanej konstrukcji na dachu, nie dokonuje się dodatkowych wierceń.

Mocowania kolektorów są zamontowane wraz z klamrami nośnymi. Nie poleca się wiercenia w ocynkowanych konstrukcjach, ponieważ trudno je dopasować na miejscu budowy, co do milimetra.

Także umocowania kotew do krokwi lub haków dachowych muszą być wykonane z materiału antykorozyjnego. Wprawdzie nie mają one bezpośredniej styczności z warunkami atmosferycznymi, ale często pod połacią dachu gromadzi się wilgoć.

#### Ważna wskazówka

Drobne części ze stali ocynkowanej występujące w połączeniu w konstrukcjach z aluminium, bądź stali szlachetnej, nie są odporne na rdzę. Zardzewiałe śruby, lub nakrętki są w przyszłości zagrożeniem dla całej konstrukcji kolektora. Nie pomoże również zastosowanie cynku w spreju.



Rys. B.1.6–18 Przy doborze materiałów, należy zwrócić uwagę na to, czy dobrane są materiały odporne na korozję

Z prawej: Rys. B.1.6–19  
Elementy odporne na korozję

### B.1.6.3 Wiatr i obciążenie śniegiem

Sposób montażu kolektora musi zostać tak wykonany, aby dach i kolektor były zabezpieczone przed wiatrem i śniegiem. Zasady, które trzeba wziąć pod uwagę, opisane są w normie EN 1991.

Śnieg działa jako dodatkowe obciążenie kolektora. Warto zwrócić uwagę przy montażu instalacji słonecznej, na ilość śniegu, która mogą obciążyć konstrukcję kolektora.

Wiatr napiera na konstrukcję, dlatego istotną rolę odgrywa tu wysokość budynku. W normach EN podano strefy wiatrów i właściwości terenów zabudowanych, które wraz z wysokością budynku, różnie mogą przyjmować siłę wiatru, bądź ciężar śniegu.

Kolektory, części mocowań i inne części firmy Viessmann są zgodne z EN 12975. Ich wytrzymałość wraz ze wszystkimi elementami jest sprawdzona i dotyczy to standardowych mocowań, jak i tych na specjalne zamówienie, takich jak np. strefy zaśnieżenia 3

Poddana surowym testom przez EN 12975 wytrzymałość jest niezbędnym wymaganiem do stabilności całej konstrukcji. Aby stwierdzić bezpieczeństwo, należy zadać sobie w procesie planowania następujące pytania:

1. Czy dach uniesie ciężar kolektora, jego konstrukcji i dodatkowy ciężar śniegu?  
Czy wytrzyma siłę wiatru?
2. Czy punkty mocowań albo zsumowane ciężary są dobrze wyliczone i czy zapewnią podporę dla kolektora, mając na względzie wysokość budynku?

Na pierwsze pytanie można odpowiedzieć tylko mając odpowiednią wiedzę na temat stanu budynku oraz wytrzymałości punktów mocowań. Aby dobrze wyliczyć te ostatnie parametry, Viessmann stworzył program do obliczeń. Po podaniu niektórych informacji (o typie kolektora, kącie nachylenia, wysokości budynku i miejscu montażu) można szybko wyliczyć ciężar potencjalnie spoczywający na konstrukcji.

Niektóre części dachu podlegają poniżej podanym wymaganiom:

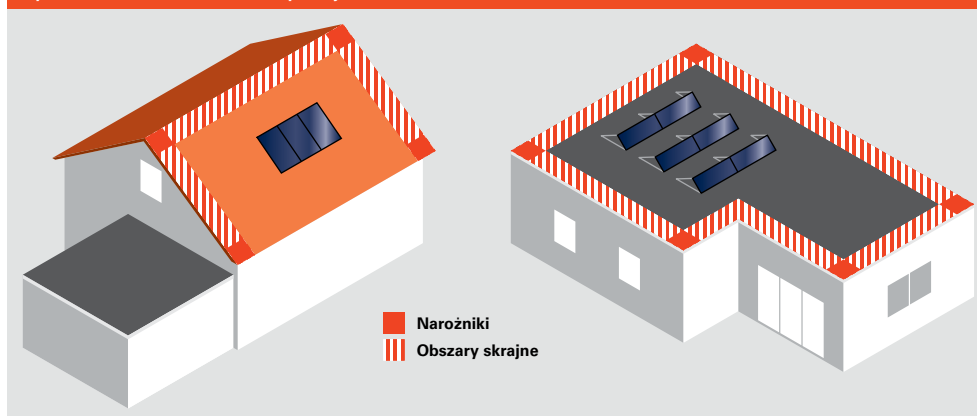
- Narożniki – oddzielone po dwóch stronach dachu
- Obszary skrajne – oddzielone po jednej stronie dachu (bez okapu)

Wedle DIN 1055 trzeba wyliczyć obszar skrajny i narożników dachu. Nie mogą one przekraczać 1 metra.

#### Wskazówka

Na obszarach skrajnych panują nadzwyczajne warunki (turbulencje niemożliwe do wyliczenia), co sprawia, iż zabudowa możliwa jest wyłącznie przy specjalnych założeniach obciążenia. Montaż kolektorów w takim obszarze jest nad wyraz ryzykowny i należy go szczególnie unikać.

Rys. B.1.6–20 Narożniki i obszary skrajne



Obszary skrajne i narożniki nie są odpowiednie do montażu kolektorów słonecznych.

## B.1 Kolektory

### B.1.6.4 Ochrona przed wyładowaniami atmosferycznymi

Założenie piorunochronu nie jest obowiązkowe. W zależności od długości, wysokości i stanu budynku, można oszacować, jaki jest stopień zagrożenia uderzeniem pioruna.

Dla kolektorów jak i ich mocowań i pozostałych elementów obowiązują te same zasady co dla zagrożonych piorunem części budynków i instalacji. Przy montażu instalacji słonecznej muszą być wzięte pod uwagę techniczne zarządzenia i reguły dotyczące ochrony odgromowej. Dotyczy to ochrony przed uderzeniem pioruna (ochrona przed wyładowaniem zewnętrznym i przed wyładowaniem wewnętrznym).

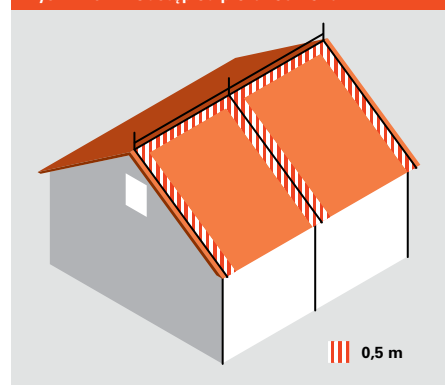
#### a. Ochrona przed wyładowaniem zewnętrznym

Kolektory i ich mocowania muszą zostać zintegrowane z istniejącym już piorunochronem. Stare piorunochrony, które są technicznie przestarzałe lub nie odpowiadają normom, są co prawda dopuszczone do eksploatacji, jednakże każda zmiana sprawia, że muszą spełniać nowe normy i uwarunkowania.

#### Ochrona przed piorunami na pochyłych dachach

Instalacja słoneczna mocowana na dachu pochyłym musi być zintegrowana z instalacją odgromową, tak aby ochronić kolektory przed bezpośrednim uderzeniem pioruna. Kolektor

Rys. B.1.6–21 Odstęp od piorunochronu



Przy montażu kolektorów należy zachować odstęp bezpieczeństwa od instalacji odgromowej.

musi leżeć w obszarze chronionym przez piorunochron, przy czym trzeba zachować odstęp 0,5 m od piorunochronu.

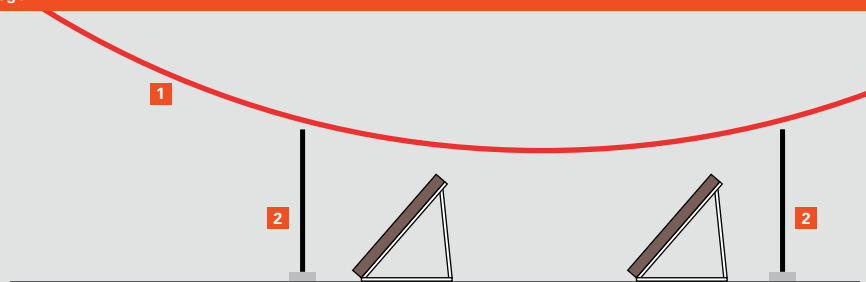
#### Ochrona przed uderzeniem pioruna na dachach płaskich

Jeśli kolektor jest umocowany na dachu wraz z piorunochronem, tyczki łapiące piorun muszą być wyższe niż kolektor.

Łuk pioruna przetoczy się nad urządzeniem chroniącym, przy czym powierzchnia łuku może on dotknąć tyczek przejmujących uderzenie pioruna. Klasa ochrony odgromowej określa łuk uderzenia pioruna.

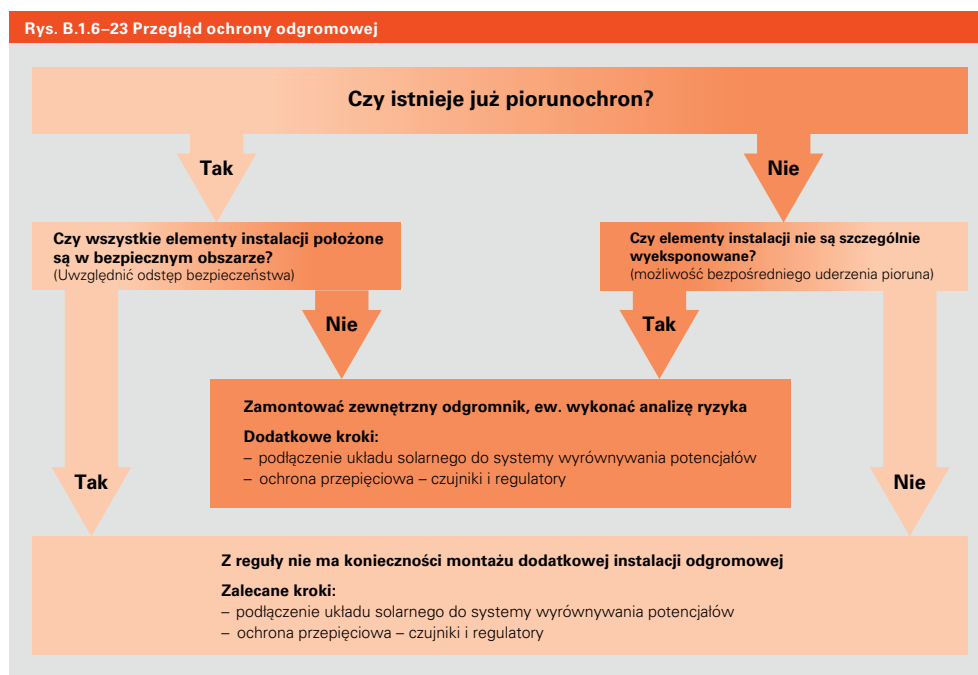
Rys. B.1.6–22 Przebieg łuku wyładowania atmosferycznego

Klasa ochrony odgromowej	Promień łuku błyskawicy
I	20 m
II	30 m
III	45 m
IV	60 m



1 Łuk błyskawicy (promień w zależności od klasy ochrony odgromowej) 2 Piorunochron

Tyczki przejmujące uderzenie pioruna muszą być tak wysokie, aby łuk błyskawicy nie dosięgał kolektorów.



Przy montażu kolektorów na dachach pojawia się temat ochrony przed uderzeniem pioruna. Aby założyć, lub unowocześnić piorunochron, potrzebna jest fachowa wiedza.

### Budynki bez piorunochronu

Ryzyko bezpośredniego uderzenia pioruna nie ulega powiększeniu przez montaż pola kolektorów na dachu pochyłym.

Inaczej wygląda to na dachu płaskim. Tutaj kolektory są wyeksponowane i są bardziej narażone na uderzenie pioruna. Dlatego niezbędne są środki zapobiegawcze.

Wystarczającą ochronę zapewnia uziemienie metalowych części, biorąc pod uwagę bezpieczny odstęp pomiędzy innymi metalowymi częściami.

Określenie ryzyka szkód uderzenia pioruna i jego zapobiegania, można znaleźć w drugiej części normy DIN PN-EN 62305.

### b. Ochrona wewnętrzna

Ochrona wewnętrzna umiejscowiona w instalacji budynku, umniejsza skutki bezpośredniego uderzenia pioruna.

W budynkach i kolektorach bez zewnętrznego piorunochronu trzeba połączyć rurociągi zasilania i powrotu, a także wszystkie inne elementy rur metalowych do instalacji uziemiającej.

Jeśli kolektor jest zamontowany na budynku chronionym przez piorunochron, a jego odstęp pomiędzy poszczególnymi elementami instalacji odgromowej jest wystarczający, można postąpić tak samo.

W przypadku oddzielnego uziemienia pola kolektorów (dach płaski bez piorunochronu) zaleca się połączenie obiegu solarnego z otokiem uziemiającym poprzez miedziany kabel o przekroju co najmniej 16mm<sup>2</sup>.

Wewnętrzna ochrona odgromowa odgrywa istotną rolę przy zagrożeniu elementów instalacji przez uderzenie pioruna w okolicy. Wewnętrzna ochrona odgromowa redukuje zagrożenie przed przepięciem powstającym z impulsu elektromagnetycznego pioruna w budynku, dodatkowo chroni elementy instalacji. Aby uniknąć zagrożenia instaluje się tak zwaną puszkę odgromową, która przeciwdziała przepięciom.

### Wskazówka

Błędne jest myślenie, że zrezygnowanie z wyrównania potencjałów zmniejsza ryzyko uderzenia pioruna w nieuziemiene pole kolektorów.

## B.1 Kolektory



Fot. B.1.7-1 Kolektor próżniowy na fasadzie budynku w „mieście przyszłości”



Fot. B.1.7-2 Montaż kolektorów jako roleta, baldachim

### B.1.7 Kolektory jako element konstrukcyjny

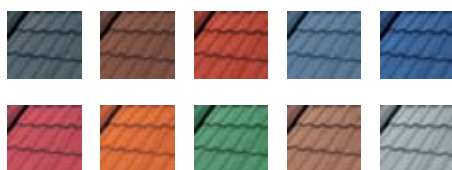
Kolektory płaskie i próżniowe oferują różnorodne możliwości aranżacji do konstrukcji budynku. W połączeniu z funkcjonalnością stwarzają dla nowoczesnej architektury interesujące możliwości.

Kolektory próżniowe firmy Viessmann mogą nie tylko być dopasowane do bryły budynku, ale mogą tworzyć same w sobie element konstrukcyjny.

Na przykład w „w mieście przyszłości” w szwedzkim Malmo zostało zrealizowane wyobrażenie o ekologicznym mieście. 500 domów pobiera całe zapotrzebowanie na energię z odnawialnego źródła energii. Kolektory próżniowe firmy Viessmann nadają fasadzie osiedla awangardowy wygląd i są idealnym przykładem połączenia techniki i architektury.

Kolektory firmy Viessmann mogą także znaleźć zastosowanie jako odstające „żagle” lub jako wolno stojące konstrukcje – podczas gdy kolektory absorbują energię słoneczną, pełnią jednocześnie funkcję ochrony przed słońcem, jak np. w szkole w Albstedt.

Ramy kolektorów oferowanych przez firmę Viessmann są dostępne we wszystkich kolorach RAL, co pozwala stworzyć harmonię kolektora z dachem.



Fot. B.1.7-3 Integracja z dachem kolektora płaskiego

Istnieje wiele innych przykładów montażu kolektorów. Wskazują one, że instalacja jest czymś więcej niż „tylko” kolektorem. Te czynniki zawsze powinny zachęcać do inwestowania w nowoczesne rozwiązania.



Fot. B.1.7-4 Kolektor próżniowy zamontowany na balustradzie w okrągłym domu w Freiburgu



## Podgrzewacze i zasobniki

**Pojemnościowy podgrzewacz c.w.u. wykorzystuje energię słoneczną zaopatrując odbiorców w ciepłą wodę użytkową.**



Fot. B.2-1 Zbiornik bivalenncy zintegrowany z grupą solarną

Poprzednie rozdziały opisywały zasadę działania kolektorów słonecznych. Jest jasne, że w instalacjach słonecznych należy znaleźć kompromis pomiędzy zapotrzebowaniem na ciepło, a aktualnie dostępną energią słoneczną – w przeciwieństwie do instalacji z pojemnościowymi podgrzewaczami c.w.u, gdzie za pomocą drugiej węzownicy pokrywane jest zapotrzebowanie na c.w.u. bez względu na słońce. Z tego względu technika zasobników ma duże znaczenie w instalacjach z kolektorami słonecznymi.

W tym rozdziale opiszemy nie tylko podstawy techniki zasobników, ale także ich typy i możliwości podgrzewu. Wskazówki dotyczące wymiarowania i ich doboru znajdą Państwo w rozdziale C.2.



### B.2.1 Po co magazynować energię?

Metr kwadratowy powierzchni kolektora przy znanym nasłonecznieniu ma określoną moc. Można zatem wyliczyć oczekiwaną wydajność kolektora działającego w dowolnym czasie (w kWh). Im dłuższy czas, tym dokładniejsza ocena wydajności i na odwrót – im krótszy czas, tym mniej dokładne prognozy.

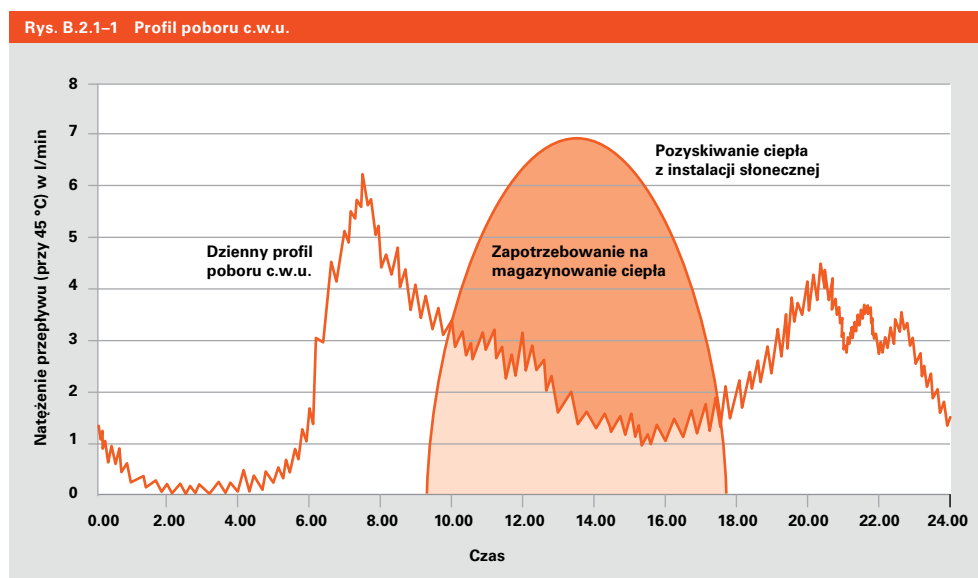
W ten sposób można wyliczyć, z małymi odchyłkami, z rocznej dostępności słońca, roczną wydajność kolektorów słonecznych. Jednakże niemożliwym jest prognozowanie poszczególnych dni czy godzin.

W działaniu kolektora są dwie charakterystyczne cechy, które określają wymagania dotyczące magazynowania energii:

W słoneczne dni czas pracy kolektorów jest dłuższy. Aby otrzymać potrzebną ilość energii, potrzebny jest dłuższy czas ich działania (nasłonecznienia), niż w przypadku kotła. Kocioł ma większą moc, więc pracuje krócej.

Czas uzyskiwania energii rzadko kiedy zbiega się z faktyczną potrzebą jej użycia. Konwencjonalne źródła ciepła wytwarzają ciepło, wtedy kiedy się go potrzebuje, zaś instalacja słoneczna, wtedy kiedy świeci słońce.

Ta specyfika sprawia, że instalacja kolektorów musi być wyposażona w odpowiedni pojemnościowy podgrzewacz c.w.u.



Ten wykres ukazuje zapotrzebowanie na ciepło w domu wielorodzinnym. Nie pokrywa się ono, z możliwością wyprodukowania go z instalacji słonecznej.

## B.2 Podgrzewacze i zasobniki

### B.2.2 Podstawowe informacje o zasobnikach

#### B.2.2.1 Czynniki grzewczy w zasobniku

Do magazynowania energii cieplnej z reguły używa się wody. Jest ona zawsze dostępna i łatwa w składowaniu, napełnianiu i opróżnianiu. Ponadto woda jest dobrym nośnikiem ciepła wody  $c_w = 4,187 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ . Parametr w technice grzewczej  $c_w = 1,163 \text{ Wh}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ .

Zasobniki ciepłej wody użytkowej stojące, mogą magazynować ciepło przez dłuższy czas. W zasobnikach o długim czasie magazynowania ciepła czynnikiem grzewczym jest woda, a ich pojemność przekracza kilka tysięcy litrów (duże stojące zasobniki) lub sięgając nawet tysięcy metrów sześciennych (np. zbiornik z betonu).

Można magazynować ciepło drogą fizykochemiczną. Mówi się wtedy o ukrytym magazynowaniu (zmiana stanu skupienia), które dzięki takim materiałom jak parafina czy sól magazynują ciepło.

#### B.2.2.2 Pojemność cieplna

Przy doborze zasobnika, ważna jest nie sama pojemność, lecz pojemność energetyczna. Pojemność energetyczna zasobnika jest zależna od temperatury: im większa temperatura zasilania, tym większa pojemność cieplna przypadająca na objętość zbiornika.

Aby prawidłowo określić potrzebną pojemność zasobnika, trzeba wziąć pod uwagę temperaturę zasilania. Maksymalna temperatura wody w zasobniku, uzależniona jest od temperatury zasilania źródła ciepła. Możliwa najniższa temperatura wody w zasobniku, jest decydującą wielkością w doborze odpowiedniej pojemności zbiornika.

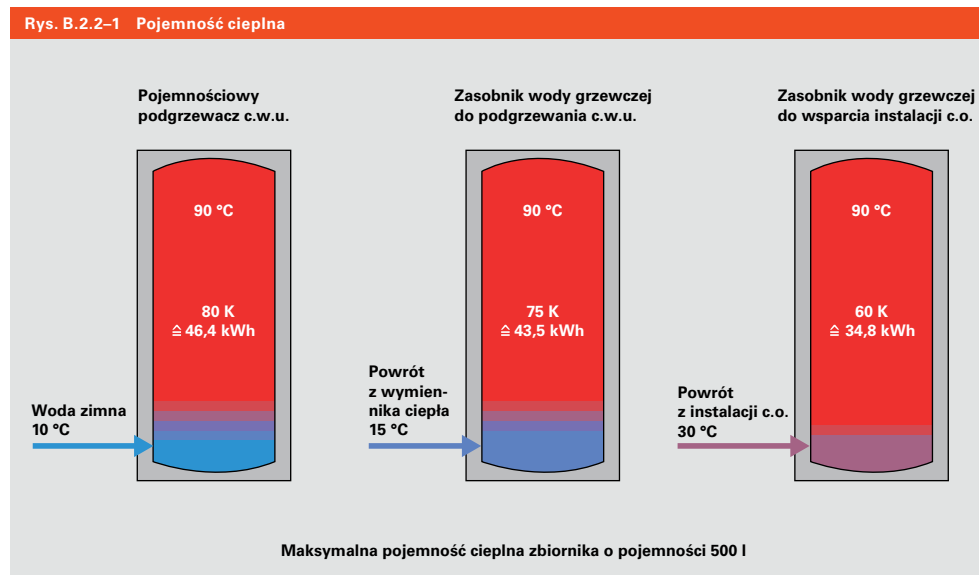
Przy doborze pojemnościowego podgrzewacza c.w.u. obowiązuje średnia temperatura zimnej wody (np. 10 stopni) jako temperatura minimalna. W zasobniku buforowym służącym do podgrzewania wody użytkowej, minimalną temperaturę określa się za pomocą: różnicy temperatury pomiędzy wodą wchodzącą, a wychodzącą z zasobnika.

#### Wskazówka

Przy instalacjach wspomagających ogrzewanie lub klimatyzację budynku – także budynek działa jak zasobnik, którego zdolność wytwórczą trzeba uwzględnić przy planowaniu ułożenia elementów instalacji.

Pojemność energetyczna zasobnika miarodajnie określa się poprzez możliwą najniższą temperaturę wody w zasobniku.

Rys. B.2.2-1 Pojemność cieplna



**Przykład**

Domek jednorodzinny zamieszkały przez cztery osoby, gdzie na jedną osobę przypada 28 litrów wody dziennie o temperaturze 60 °C posiada łączne zapotrzebowanie na poziomie 112 litrów na dzień.

Dobowa ilość ciepła potrzebna do podgrzania 112 litrów c.w.u. od temperatury 10° C do 60° wynosi 6,5 kWh. Do tej wartości należy jeszcze dodać 1,5 kWh strat zbiornika i 1,5 kWh strat spowodowanych cyrkulacją c.w.u.

Łączna ilość ciepła do ogrzania wody wynosi 9,5 kWh.

Przy wysokim współczynniku pokrycia ciepła przez instalację słoneczną należy zmagazynować podwójną ilość ciepła – 19 kWh

Objętość pojemnościowego podgrzewacza c.w.u. oblicza się następująco:

$$m = \frac{Q}{c_w \cdot \Delta T}$$

$m$  pojemność zbiornika  
 $Q$  ilość energii  
 $c_w$  ciepło właściwe wody  
 $\Delta T$  różnica temperatury

**Przykład**

Przy temperaturze wody 10 stopni potrzebna pojemność do magazynowania wynosi 19 kWh przy maksymalnej temperaturze pojemnościowego podgrzewacza c.w.u.:

**60°C:** 19.000 Wh/(1,16 Wh/(kg·K) · 50 K)  $\hat{=}$  **328 l**

**80°C:** 19.000 Wh/(1,16 Wh/(kg·K) · 70 K)  $\hat{=}$  **234 l**

**90°C:** 19.000 Wh/(1,16 Wh/(kg·K) · 80 K)  $\hat{=}$  **205 l**

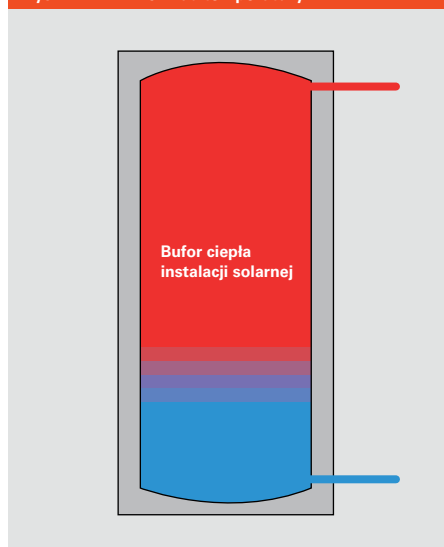
Ilość energii w pojemnościowym podgrzewaczu c.w.u. (patrz rys.B.2.2 -1) można wyliczyć poprzez przekształcenie wzoru:

$$Q = m \cdot c_w \cdot \Delta T$$

### B.2.2.3 Warstwowe ułożenie wody o różnej temperaturze w podgrzewaczu c.w.u. (patrz)

W stojących podgrzewaczach c.w.u. w kształcie walce tworzy się naturalny rozkład temperatury. Lżejsza ciepła woda unosi się nad cięższą zimną wodą. O ile nie dojdzie do wiru powstałego przez wewnętrzne prądy (przepływy), warstwy są stabilne.

Rys. B.2.2-4 Rozkład temperatury



Warstwy o różnej temperaturze w zbiorniku nie mieszają się.

Warstwa zimnej wody o najniższej temperaturze znajdująca się na dnie zbiornika, zapewnia pracę instalacji słonecznej z wysoką sprawnością.

Dlatego też należy unikać mieszania się wody w zbiorniku.

**Wskazówka**

W pojemnościowym podgrzewaczu c.w.u. cyrkulacja ciepłej wody może doprowadzić do wzmożonego pomieszania się warstw wody.

Obok strumienia objętości i czasu pracy pompy cyrkulacyjnej trzeba także wziąć pod uwagę podłączenie cyrkulacji powrotu: Cyrkulacja nie może być podłączona do króćca zimnej wody, ponieważ cała objętość pojemnościowego podgrzewacza c.w.u. zostanie wymieszana.

## B.2 Podgrzewacze i zasobniki

### B.2.2.4 Straty ciepła

Przy określaniu pojemności instalacji słonecznej należy także wziąć pod uwagę straty ciepłe w pojemnościowym podgrzewaczu c.w.u. Większe pojemności pojemnościowego podgrzewacza c.w.u. mogą pobierać więcej energii, jednakże mają większe straty ciepłe (i w dodatku są droższe w utrzymaniu). Co prawda wraz z większym pojemnościowym podgrzewaczem c.w.u. jednostkowe straty ciepłe spadają, lecz absolutne straty rosną.

Duży pojemnościowy podgrzewacz c.w.u. jest korzystniejszy, niż parę mniejszych. Straty ciepłe w dużym pojemnościowym podgrzewaczu c.w.u. są mniejsze niż w mniejszym pojemnościowym podgrzewaczu c.w.u., dzięki lepszymu stosunkowi powierzchni do pojemności. Przy doborze należy uwzględnić także takie właściwości pomieszczenia np. szerokość drzwi, czy wysokość pomieszczenia.

Straty ciepła podgrzewacza dzielą się na: straty związane z gotowością do pracy (w kWh/d) i na straty ciepła (w W/K).

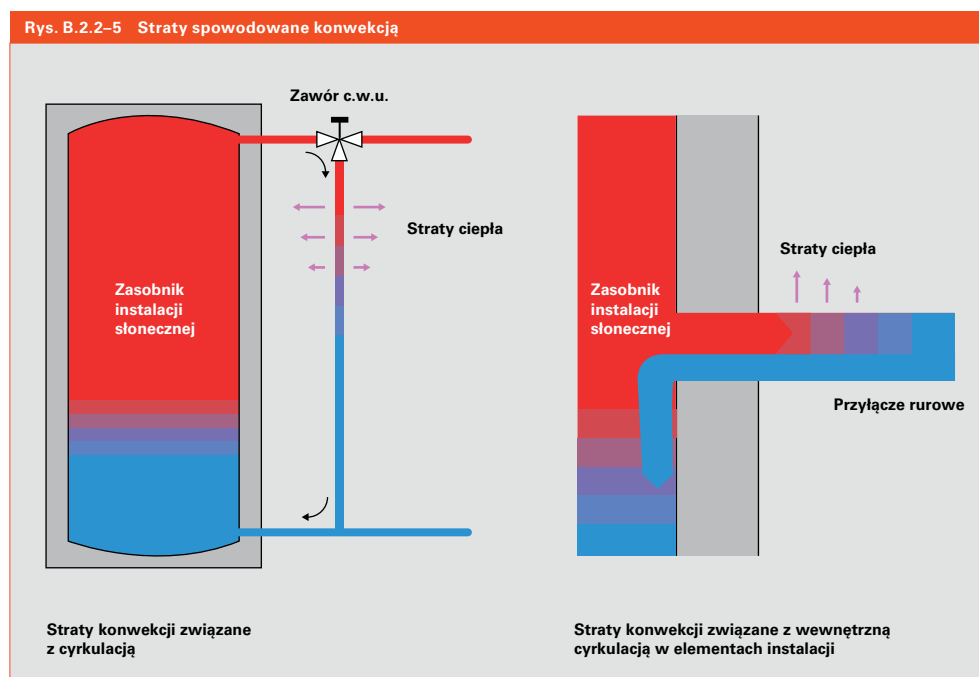
Wedle wielkości wysokościowy standardowy pojemnościowy podgrzewacz c.w.u. służący do ogrzewania wody w domku jedno-

rodzinnym ma straty ciepłe pomiędzy 1,5 i 3 kWh/dobę – zakładając, że pojemnościowy podgrzewacz c.w.u. i jego przyłączenie będą optymalnie połączone. Przy niedostatecznej izolacji straty mogą być znacznie większe.

Wysokie straty ciepła następują np. kiedy ciepło z pojemnościowego podgrzewacza c.w.u. może zostać oddane poprzez rurociągi. Tym stratom konwekcyjnym można zapobiec przez wykonanie na orurowaniu zasyfonowania albo klap odcinających.

W przypadku źle izolowanych połączeń pojemnościowego podgrzewacza c.w.u., straty ciepłe mogą być nawet podwójne. Na przykład w pojemnościowym podgrzewaczu c.w.u. 300 l można niepotrzebnie stracić w ciągu roku  $4 \text{ kWh/d} \cdot 365 \text{ d} = 1460 \text{ kWh}$ . Jeżeli założymy, że połowa z tego to straty ciepłe nie do uniknięcia, będzie to oznaczało, że straty, których da się uniknąć, wynoszą przy solarnym współczynniku pokrycia 50% zwiększonego zapotrzebowania na  $1 \text{ m}^2$  powierzchni kolektora i większym zużyciu co najmniej 50 l oleju opalowego lub odpowiednio innego paliwa.

Różnica warstw w pojemnościowym podgrzewaczu c.w.u. może doprowadzić do konwekcyjnych strat ciepłych. W tym przypadku źródłem strat są przyłącza i przewody instalacyjne.



### **B.2.2.5 Materiał z którego zbudowany jest pojemnościowy podgrzewacz c.w.u.**

Pojemnościowy podgrzewacz c.w.u. służący do magazynowania zapasu podgrzanej wody wykonany jest ze stali szlachetnej lub emaliowanej. W tego typu pojemnościowych podgrzewaczach c.w.u. stosować dodatkową ochronę antykorozyjną. Te funkcje przyjmuje prąd błędzący anody (anoda prądów błędzących) lub anoda protekcyjna (protektor) lub katodowa anoda magnezowa.

Pojemnościowe podgrzewacze c.w.u. ze stali szlachetnej z reguły nie wymagają dodatkowej ochrony przed korozją. W dodatku są korzystne pod względem wagi.

Zbiorniki buforowe nie zawierają wody bogatej w tlen, tylko wodę grzewczą (kotłową), dlatego właśnie zbiorników buforowych można używać bez jakiegokolwiek dodatkowej ochrony przed korozją. Ponieważ pracują na niskim ciśnieniu są korzystne cenowo w porównaniu z pojemnościowymi podgrzewaczami c.w.u.

Zbiorniki buforowe są czasem wykonywane z tworzywa sztucznego. Ten materiał jest lekki i korzystny cenowo, jednakże może pracować ze stosunkowo niewielką maksymalną temperaturą. Te zbiorniki zapewniają pracę bezciśnieniową, a zatem w instalacji potrzebny jest wymiennik ciepła.

Zbiorniki przeznaczone do magazynowania

oleju opałowego nie nadają się do oszczędnego magazynowania wody, nawet wtedy kiedy umożliwiłyby magazynowanie wielu tysięcy litrów cieczy.

- Niekorzystny stosunek powierzchni zbiornika do objętości oraz zła izolacja powodują duże straty ciepła. Latem taki zbiornik jest zatem niepotrzebnym źródłem ciepła.
- Wykonanie instalacji ładowania i rozładowania jest bardzo kosztowne.
- Tego rodzaju zbiorniki mogą być eksploatowane tylko bezciśnieniowo.

## B.2 Podgrzewacze i zasobniki



Fot. B.2.3-1  
Podgrzewacze wody firmy Viessmann do użytku w instalacjach słonecznych odznaczają się smukłym, cylindrycznym kształtem, wykonane są ze stali szlachetnej lub emaliowanej, posiadają ochronę antykorozyjną i są w całości pokryte wysokiej jakości izolacją termiczną, nie zawierającą freonu.

### B.2.3 Typy podgrzewaczy

#### B.2.3.1 Podgrzewacze z wewnętrznym wymiennikiem ciepła

##### a. Tryb pracy – ogrzewanie jedynie c.w.u.

Gdy woda jest używana jako czynnik grzewczy, może jedynie wspomagać podgrzewanie c.w.u. poprzez instalację słoneczną. Zastosowanie pojemnościowego podgrzewacza c.w.u. do innych celów, takich jak np. wspomaganie ogrzewania, nie ma sensu. Pojemnościowy podgrzewacz c.w.u. musi być wytrzymały na ciśnienie 10 bar.

##### Monowalentny (jednowężownicowy) podgrzewacz c.w.u.

Jeśli istniejącą już instalację grzewczą wspomniemy instalacją słoneczną, a istniejący już pojemnościowy podgrzewacz c.w.u. ma być dalej używany, zaleca się montaż drugiego monowalentnego podgrzewacza c.w.u. Przy większych (także nowych) instalacjach służących do podgrzewania wody można użyć

dwóch monowalentnych pojemnościowych podgrzewaczy c.w.u.

Ciepło z kolektorów słonecznych zostaje przekazane poprzez wężownicę umieszczoną w dolnej części zbiornika.

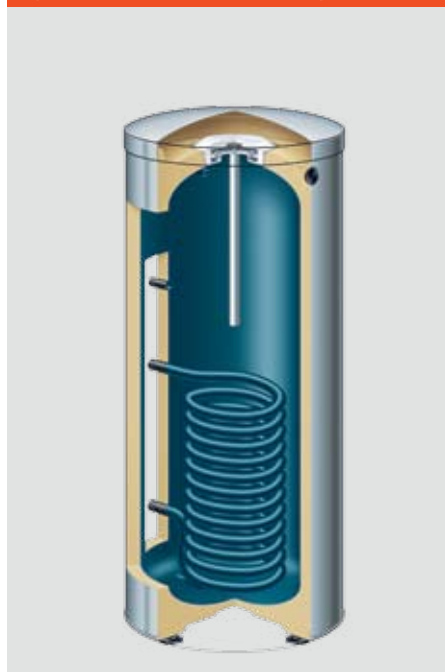
##### Biwalentny pojemnościowy podgrzewacz c.w.u.

Przy montażu nowej instalacji grzewczej zaleca się w mniejszych instalacjach biwalentne podgrzewacze c.w.u.

Biwalentny podgrzewacz c.w.u. jest wyposażony w dwa wymienniki ciepła – wężownica umieszczona poniżej jest połączona z obiegiem kolektorów słonecznych, które podgrzewają wodę do temperatury takiej, jaką w danym czasie umożliwia słońce, zaś wężownica umieszczona powyżej służy do dogrzewania c.w.u. przez kocioł lub pompę ciepła, gdy praca jedynie dolnej wężownicy nie daje pożądanego skutku.

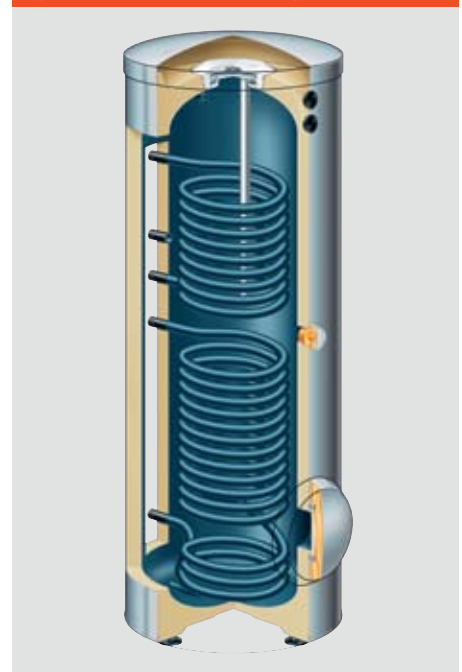
Gdy czynnikiem podgrzewanym jest woda pitna, należy pamiętać o konieczności zapewnienia jej odpowiednich parametrów poprzez np. termiczną dezynfekcję podgrzewacza c.w.u.

Rys. B.2.3-2 Zbiornik monowalentny



Monowalentny zasobnik c.w.u. Vitocell 100-V

Rys. B.2.3-3 Zbiornik biwalentny



Biwalentny zasobnik c.w.u. Vitocell 100-B

### b. Czynniki ogrzewane – woda grzewcza

Jeśli jako czynnik ogrzewany zostanie wybrana woda grzewcza, stosowany jest zasobnik buforowy lub zbiornik multiwalentny. Używane są one przede wszystkim w instalacjach, w których pozyskane ciepło solarne wykorzystywane jest oprócz do podgrzewania wody pitnej również do wspierania ogrzewania pomieszczeń (solarne wsparcie systemu grzewczego).

Również w dużych instalacjach słonecznych podgrzewających wodę pitną, woda grzewcza może być stosowana jako czynnik wspomagający system c.o. W takim przypadku nie ma konieczności termicznej dezynfekcji czynnika grzewczego.

Zbiorniki buforowe montowane są w obiegach zamkniętych i nie ma potrzeby stosowania ochrony antykorozyjnej.

### Zbiornik buforowy

W przypadku zasobnika buforowego wody kotłowej, ciepło pozyskane z instalacji słonecznej do ogrzewania obiegu grzewczego może być pobierane bezpośrednio lub przez stację świeżej wody – w celu podgrzania wody pitnej.

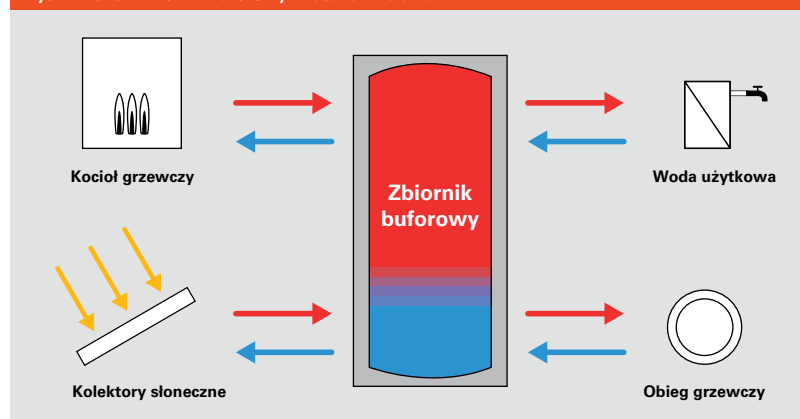
Do zasobnika buforowego mogą zostać podłączone inne źródła ciepła, na przykład kocioł na drewno. W zbiorniku buforowym można w ten sposób optymalnie „zarządzać” przepływami energii w instalacjach bi- oraz multiwalentnych.

Rys. B.2.3–4 Zbiornik buforowy



Zbiornik buforowy z zintegrowaną węzownicą solarną Vitocell 140-E

Rys. B.2.3–5 Zbiornik buforowy – zasada działania



Zbiornik buforowy jako „zarządca energii” umożliwia przyłączenie różnorodnych generatorów i odbiorców ciepła.

## B.2 Podgrzewacze i zasobniki

### Zbiornik multiwalentny

Zbiornik multiwalentny jest kombinacją zbiornika buforowego ze zbiornikiem podgrzewającym wodę. Umożliwia przyłączenie wielu źródeł ciepła. Pobieranie ciepła do ogrzania wody zachodzi dzięki wbudowanemu wymiennikowi ciepła (w zbiornikach buforowych firmy Viessmann Vitocell 340-M i 360-M poprzez rurę ze stali szlachetnej), przez który zostaje wprowadzona zimna woda, a następnie ogrzana.

### B.2.3.2 Zbiorniki ładowane warstwowo

Przy wyborze zbiornika ładowanego warstwowo istotna jest nie tylko wielkość, ale także dobór odpowiedniego wymiennika płytowego. Zbiorniki z wbudowanym wymiennikiem ciepła muszą być odporne na korozję i ciśnienie wody wodociągowej.

Rys. B.2.3-6 Zbiornik multiwalentny



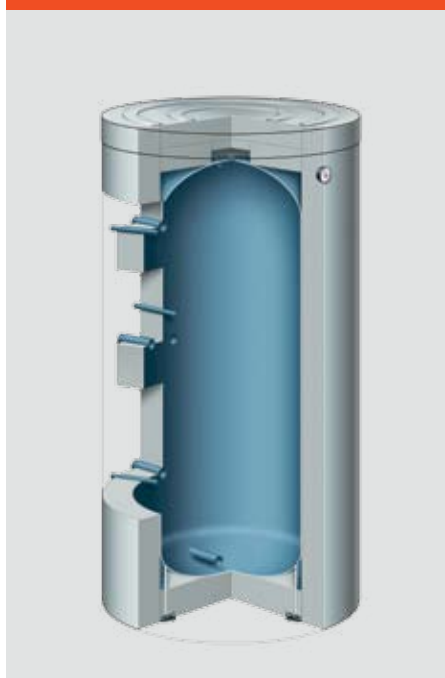
Zbiornik multiwalentny zintegrowany z węzownią do podgrzewu c.w.u. i węzownią solarną Vitocell 340-M

Rys. B.2.3-7 Zbiornik ładowany warstwowo do c.w.u



Zbiornik do ładowania warstwowego Vitocell 100-L

Rys. B.2.3-8 Zbiornik buforowy ładowany warstwowo



Zbiornik buforowy do ładowania warstwowego Vitocell 100-E



## B.2.4 Ładowanie pojemnościowego podgrzewacza c.w.u.

### B.2.4.1 Ładowanie warstwowe

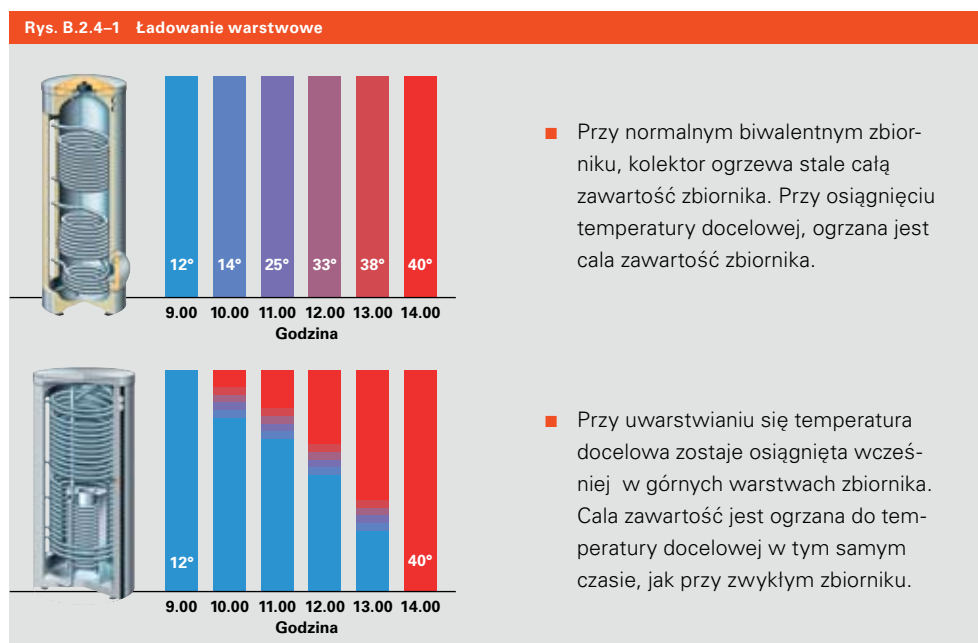
W ładowaniu warstwowym ogrzana woda układa się na powierzchni warstwami o różnej temperaturze. Nie zachodzi tu mieszanie się z zimnymi warstwami. Zarówno wewnętrzny jak i zewnętrzny wymiennik ciepła nadaje się do rozwarstwienia temperatury.

#### Istota rozwarstwiania się

Przy ładowaniu zbiornika z wewnętrznym wymiennikiem ciepła bez powstania warstw ciepła ogrzewana jest jednakowo cała zawartość zbiornika. Aby została osiągnięta oczekiwana temperatura, pole kolektorów musi dostarczać ciepło przez odpowiednio długi czas. Jeśli ciepło potrzebne jest przed osiągnięciem tej temperatury, osiąga się żądaną temperaturę poprzez ogrzewanie z dodatkowego źródła ciepła.

Rozwarstwienie spowoduje koncentrację ogrzanej wody w górnej części, pojemnościowego podgrzewacza c.w.u.

W ten sposób można szybciej pobrać potrzebne ciepło z pola kolektorów w jego części dolnej.

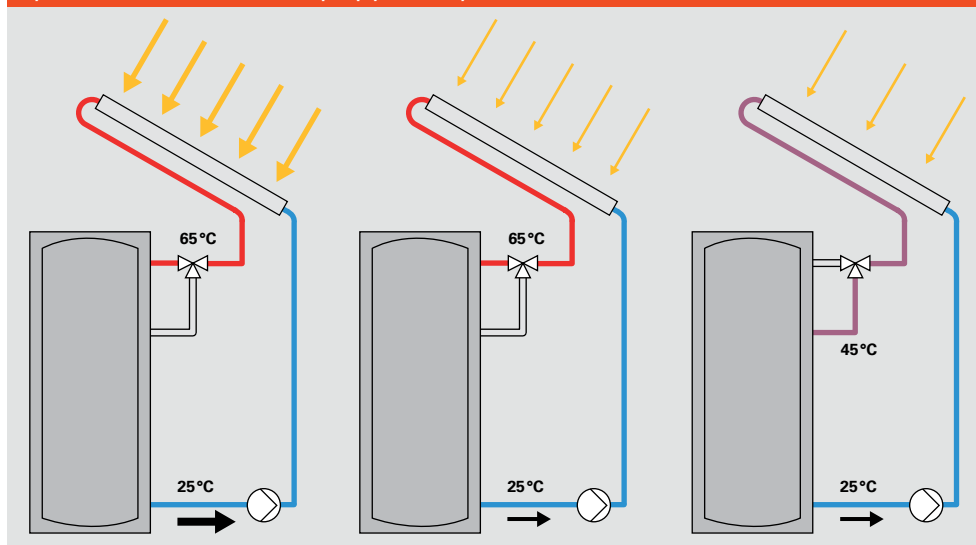


Zaletą rozwarstwiania się jest szybkie uzyskanie temperatury docelowej

## B.2 Podgrzewacze i zasobniki

W zależności od napromieniowania, kolektor pracuje albo przy wysokim albo niskim strumieniu przepływu. Tak właśnie można załadować zbiornik do poziomu temperatury pożądanej. Jeśli napromieniowanie nie wystarcza, wtedy ładuje się zbiornik do niższej temperatury.

Rys. B.2.4-2 Praca "Matched-flow" (przepływ zmienny)



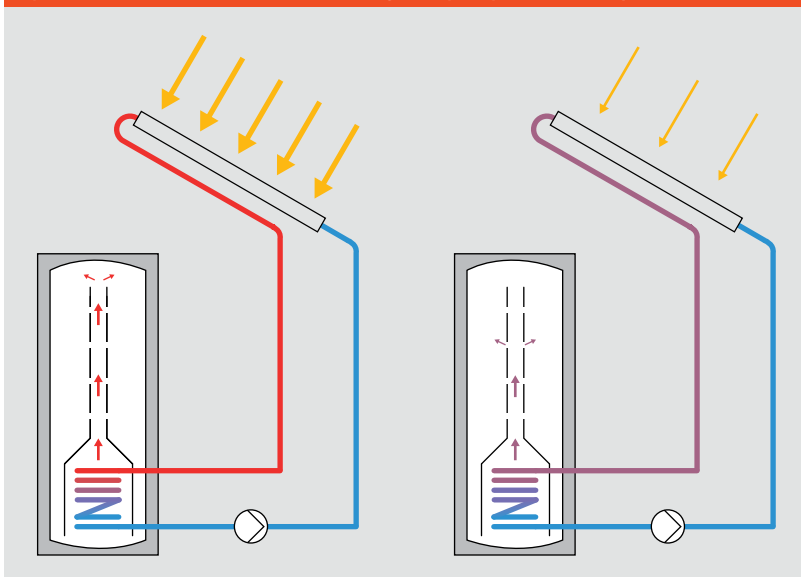
Przy pracy z ładowaniem warstwowym, instalacja kolektorów słonecznych pracuje generalnie z większym rozrzutem temperatur, objętościowy strumień przepływu jest mniejszy w stosunku do konwekcyjnego ładowania zasobników. Z tego wynika wyższa średnia temperatura kolektora i niższa sprawność pracy kolektora. Kolektory próżniowo-rurowe są z powodu mniejszych strat ciepła bardziej odpowiednie do pracy z ładowaniem warstwowym niż kolektory płaskie – dotyczy to w szczególności instalacji wspomagających ogrzewanie (pomieszczeń).

Strumień objętości w obiegu kolektora jest w taki sposób regulowany przy pracy z ładowaniem warstwowym, że u wylotu kolektora znajduje się temperatura docelowa, podawana do wymiennika. Jeśli solarne napromieniowanie nie wystarcza, zbiornik jest ładowany głębiej lub ładuje się inny zbiornik. Wynikają z tego różne strumienie przepływu w obiegu solarnym – wtedy mówi się o tak zwanym trybie pracy Matched-flow.

### Techniczne przekształcanie

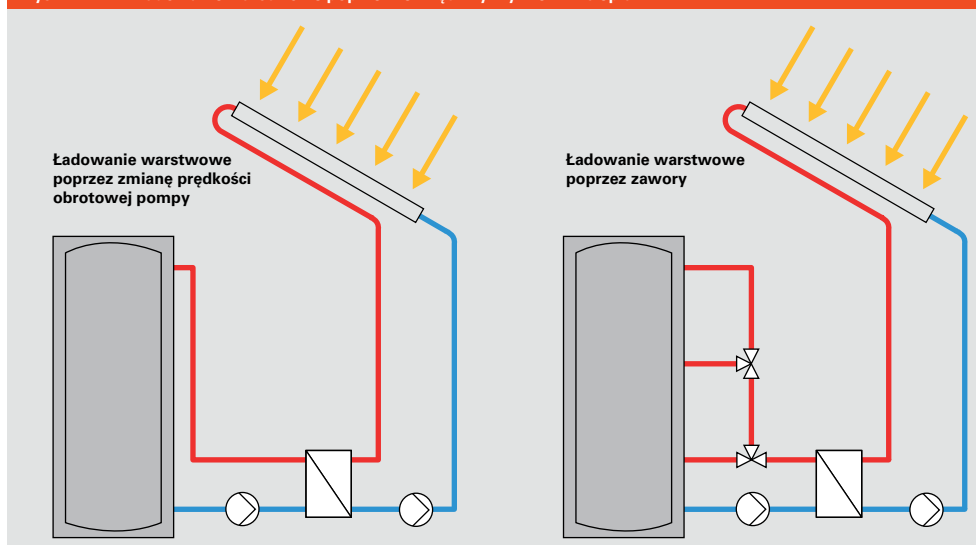
Zbiornik z wewnętrznym wymiennikiem ciepła posiada wbudowaną kierownicę, w której ogrzana woda możliwie nieprzemieszana może wznosić się w zbiorniku. Jeśli temperatura docelowa nie zostanie osiągnięta na wyjściu kolektora, w kierownicy unoszona jest woda o obniżonej temperaturze.

Rys. B.2.4-3 Ładowanie warstwowe ze zintegrowanym wymiennikiem ciepła



Przy ładowaniu warstwowym z kierownicą prądową ogrzana woda unoszona jest w kierownicy z tą samą temperaturą.

Rys. B.2.4-4 Ładowanie warstwowe poprzez zewnętrzny wymiennik ciepła



Przy ładowaniu warstwowym reguluje się proces nagrzewania albo poprzez zmianę prędkości obrotowej pompy obiegu solarnego w zależności od napromieniowania (wzrostu temperatury), albo poprzez układ zaworów.

Przy zewnętrznym przekazywaniu ciepła, pojemnościowy podgrzewacz c.w.u. ładuje się tak długo od góry, jak obieg kolektora wytwarza temperaturę docelową. Jeśli już nie osiąga tej temperatury, wtedy ciepło solarne albo podawane jest poprzez zastosowane zawory w niższą strefę, albo pompa jest wyłączana.

### Wytyczne

Właściwym założeniem do instalacji z ładowaniem warstwowym jest system z dużym zróżnicowaniem temperatury, jak w przypadku ogrzewania wody użytkowej. Potencjalną korzyścią ładowania warstwowego (oszczędzanie nadwyżek ciepła) w instalacjach z wysokim solarnym współczynnikiem pokrycia (więcej niż 50%), jest przypadek, gdy przedpołudniowy popyt na ciepło występuje także w ciągu lata.

Na profilu rozbioru z rannym i wieczornym szczytem rozbioru, instalacja słoneczna podczas miesięcy letnich ma wystarczająco dużo czasu w ciągu dnia, aby ogrzać wystarczająco zbiornik także bez ładowania warstwowego. Ładowanie warstwowe jest korzystne tylko w okresie przejściowym (jesień, wiosna).

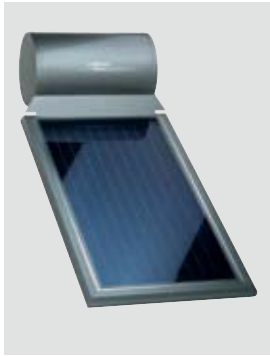
W obu przypadkach ładowanie warstwowe jest tylko wtedy korzystne, gdy nadwyżka ciepła jest regulowana wedle potrzeb zużycia.

Duże instalacje słoneczne, które odpowiadają normie VDI 6002 części pierwszej z dużą wydajnością, a co za tym idzie niewielkim solarnym współczynnikiem pokrycia, nie osiągają temperatury pożądanej. Wystarczająco duży zbiornik jest wyposażony w dwa zewnętrzne wymienniki ciepła, ponieważ praca instalacji nie jest uregulowana na temperaturę wody jako temperaturę docelową, a ładowanie warstwowe nie jest w tym wypadku sensowne.

Przy instalacjach słonecznych wspomagających ogrzewanie pomieszczeń właściwe jest zastosowanie oddzielnego obiegu z ładowaniem warstwowym i dużymi różnicami temperatur.

## B.2 Podgrzewacze i zasobniki

### B.2.4.2 Ładowanie grawitacyjne Instalacja z termosyfonem



Fot. B.2.4-5 Urządzenia z termosyfonem Viessmann. Nie zaleca się montaż tego rodzaju rozwiązań w Europie Środkowej.

#### Istota grawitacji

W instalacjach z termosyfonem obieg pomiędzy zbiornikiem, a kolektorem, wynika z istoty siły ciężkości, zwaną także istotą termosyfonu. Zamiast pompy wykorzystuje się różnicę gęstości pomiędzy ciepłym a zimnym czynnikiem solarnym. Z tego powodu kolektor musi znajdować się poniżej zasobnika.

Czynnik solarny płynący wewnątrz kolektorów jest ogrzewany poprzez promieniowanie. Ciepła ciecz jest lżejsza w poniżej leżącym kolektorze, niż zimna ciecz w zbiorniku leżącym powyżej kolektora, co powoduje, że tworzy się obieg grawitacyjny.

Ogrzana ciecz oddaje swoje ciepło do wody użytkowej znajdującej się w zbiorniku i opada wtedy do najniższego punktu obiegu solarnego. Ten obieg zostaje przerwany, gdy temperatura/różnica gęstości pomiędzy kolektorem, a zbiornikiem nie wystarcza już do pokonania strat ciśnienia w obiegu solarnym.

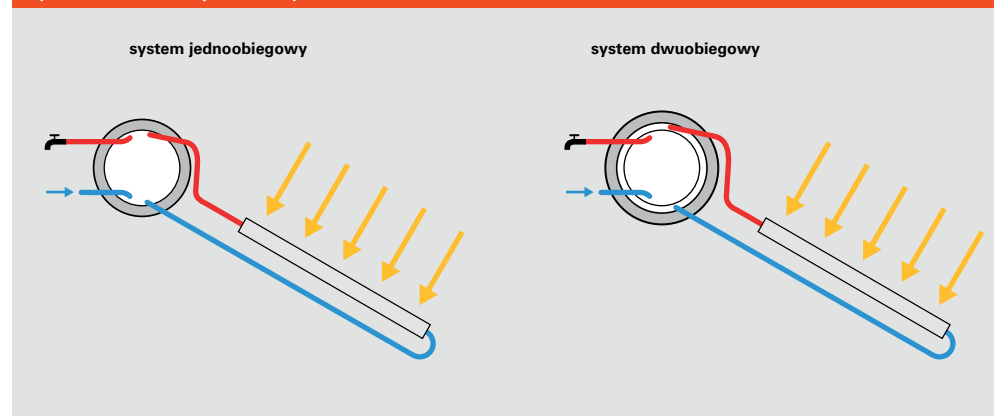
Czysta woda bez powietrza o temperaturze 20° waży 0,998 kg/l, woda o temperaturze 50° waży 0,988 kg/l – różnica ciężkości wynosi około 10 gramów na litr (= 1 procent). Siła grawitacji jest w tym obiegu niewielka w porównaniu z systemami z pompą.

Z tego wynikają szczególne osobliwości systemu z termosyfonem w działaniu:

- Strumień objętości jest niewielki
- W absorberze nie ma przepływów z turbulencjami
- Obieg solarny musi posiadać niewielkie straty ciśnienia, (mała długość, duży przekrój poprzeczny)
- Należy unikać, aby zbiornik w ciągu nocy poprzez odwrócenie obiegu grawitacji ochładzał się.

Systemy jednoobiegowe są montowane tylko w miejscach niezagrożonych zamarznięciem. W systemach dwubiegowych używa się zbiorników z podwójnym płaszczem jako wymiennik ciepła.

Rys. B.2.4-6 Instalacja z termosyfonem



### Jedno- i dwuobiegowe systemy

W systemach z termosyfonem rozróżnia się systemy jedno- i dwuobiegowe. W systemach jednoobiegowych woda zostaje ogrzana bezpośrednio w kolektorze. W systemach dwuobiegowych nośnik ciepła w obiegu solarnym i wodą w pojemnościowym podgrzewaczu c.w.u. poprzez wymiennik ciepła są od siebie oddzielone.

Systemy jednoobiegowe montuje się w obszarach, gdzie ryzyko temperatur ujemnych nie występuje, ponieważ kolektory już przy lekkim mrozie zamarzałyby, co byłoby równoznaczne z ich zniszczeniem. Do tego wszystkie elementy muszą być antykorozyjne, ponieważ ciągle poprzez wodę transportowany jest tlen do systemu. Zaletą tego systemu jest przede wszystkim: łatwa, małowymiarowa budowa i odpowiednio niska cena.

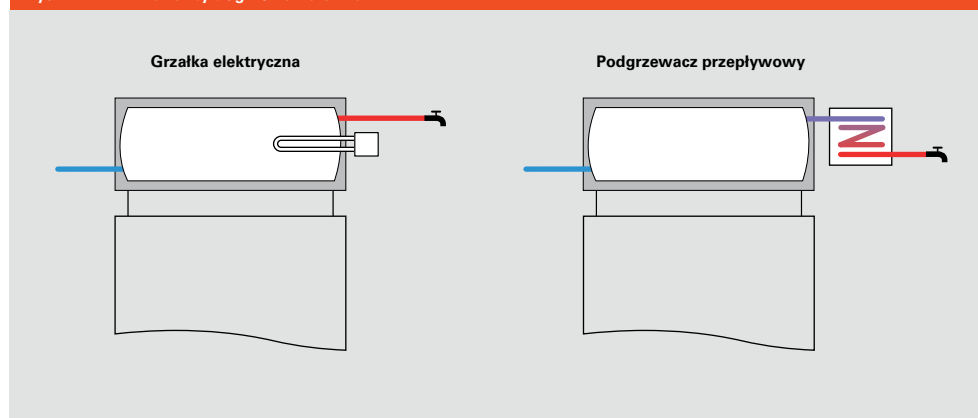
W regionach, w których nie da się wykluczyć temperatur ujemnych, montuje się systemy dwuobiegowe. Obieg solarny jest zabezpieczony niezamarzającym nośnikiem ciepła. Do przekazywania ciepła montuje się najczęściej zbiorniki dwupłaszczowe. Ogrzany w kolektorach solarny czynnik grzewczy, będący pomiędzy wewnętrzną a zewnętrzną warstwą zbiornika przekazuje ciepło do znajdującej się w nim wody użytkowej.

Obok obiegu solarnego także po stronie wody użytkowej musi być zapewniona ochrona przeciw zamarzaniu. Zbiornik instaluje się albo w pomieszczeniu, gdzie można wykluczyć temperatury ujemne, albo chroni się go przed zamarznięciem poprzez ciągle ogrzewanie. Taki zamknięty układ (zimna i ciepła woda) należy zabezpieczyć przed mrozem. Alternatywą może być zbiornik z możliwością jego opróżnienia w przypadku zagrożenia zamarznięciem.

Zarówno w przypadku systemu jedno- jak i dwuobiegowego należy wziąć pod uwagę niebezpieczeństwo przegrzania. Jeżeli nie ma możliwości termostatycznego uregulowania, ciepło tak długo jest transportowane do zbiornika, póki nie zostanie osiągnięta stała temperatura. W systemach jednoobiegowych woda osiąga w zbiorniku temperaturę wrzenia, zaś w systemie dwuobiegowym czynnik cieplny w płaszczu grzewczym.

Potrzebne dogrzewanie następuje albo bezpośrednio w pojemnościowym podgrzewaczu c.w.u. poprzez grzałkę, albo woda użytkowa jest ogrzewana poprzez podgrzewacz przepływowy. Ten drugi wariant jest bardziej ekonomiczny energetycznie.

Rys. B.2.4–7 Warianty dogrzewania c.w.u.



Do ogrzewania najczęściej używa się grzałki. Przepływowy podgrzewacz wody jest zwykle droższy, lecz bardziej wydajny energetycznie.

## B.2 Podgrzewacze i zasobniki

### B.2.5 Wymiennik ciepła

Zadaniem wymienników ciepła w systemie solarnym jest przekazanie możliwie najmniejszej mocy, przy możliwie najniższych stratach cieplnych. Należy zawsze zwracać na to uwagę przy doborze wymiennika. Przy nieodpowiednim doborze, wydajność może znacznie się zredukować. Największy sukces osiągamy, gdy kolektor będzie pracował przy możliwie najchłodniejszym solarnym czynniku grzewczym.

Przy doborze wymiennika niezależnie od jego typu, przyjmuje się wartość 600 W na metr kwadratowy kolektora.

Różnica temperatur w wymienniku ciepła pomiędzy „wejściem” obwodu (do kolektora) po stronie pierwotnej i jego „wyjściem” (z podgrzewacza) po stronie wtórnej musi być stosunkowo najniższa – przy wewnętrznych wymiennikach ciepła. Im niższa różnica temperatury, tym więcej ciepła może być przekazane do pojemnościowego podgrzewacza c.w.u.

#### Wskazówka

W instalacjach słonecznych chodzi przede wszystkim o to aby schłodzić czynnik solarny z możliwie największym odbiorem ciepła.

### B.2.5.1 Wewnętrzne wymienniki ciepła

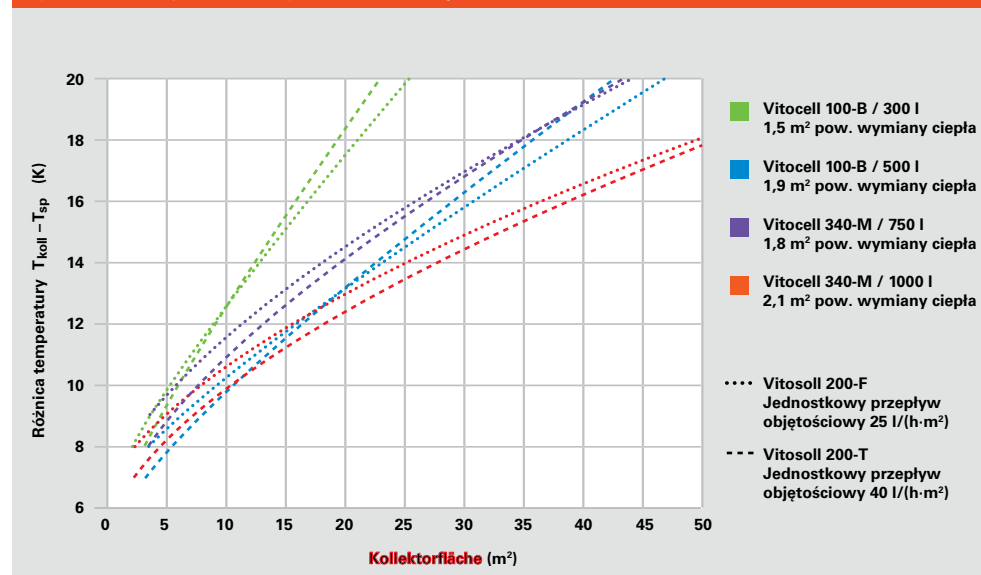
W wewnętrznych wymiennikach ciepła różnica temperatur waha się pomiędzy obiegiem solarnym, a wodą w zbiorniku między 10 a 15 K.

Zależnie od budowy wymiennika, stosunek powierzchni kolektora do powierzchni wymiennika wynika pomiędzy 10:1, a 15:1, co oznacza, że na 1 metr kwadratowy powierzchni wymiennika ciepła dobiera się od 10 do 15 metrów kwadratowych kolektora. Podłączenie większej powierzchni kolektorów może spowodować, że różnica temperatury przekroczy 15 K.

Na rysunkach B.2.5-1 znajdują Państwo informacje dotyczące pojemnościowych podgrzewaczy c.w.u.

Moc przenoszona przez wymiennik ciepła zależy od różnicy temperatur pomiędzy wodą w zbiorniku ( $T_{zb}$ ) i obiegiem solarnym ( $T_{koll}$ ).

Rys. B.2.5-1 Podgrzewacze z wymiennikiem wewnętrznym



### B.2.5.2 Zewnętrzny wymiennik ciepła

W płytowych wymiennikach ciepła optymalna wartość to 5 K pomiędzy powrotem obiegu solarnego a powrotem wody użytkowej. Aby to umożliwić, trzeba wziąć pod uwagę przy doborze wymiennika, aby solarny czynnik grzewczy przebywał możliwie jak najdłuższą drogę w wymienniku (tzw. duża termiczna długość)

#### Planowanie

Montaż płytowego wymiennika ciepła w systemie solarnym jest niezależny od wybranego typu wymiennika i podgrzewanego czynnika.

#### Strumień objętości w obiegu pierwotnym

Strumień objętości w obiegu pierwotnym wynika z używanego typu kolektorów i dobrego w nim przepływu, np. w płaskich kolektorach  $25 \text{ l}/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ .

#### Strumień objętości w obiegu wtórnym

W płytowych wymiennikach ciepła strumień ciepła jest rozłożony równomiernie po obu stronach. Aby to osiągnąć, należy na wtórnym obiegu wymiennika ciepła (po stronie podgrzewacza c.w.u.) ustawić o 15% niższy strumień objętości niż na obiegu pierwotnym. Niższa wartość ciepła właściwego mieszanki wodno-glikolowej wyrównuje różnicę strumieni objętości.

#### Temperatury

Temperatura „wchodząca” do obiegu wtórnego może wynosić 20 stopni C, niższych temperatur pojemnościowy podgrzewacz c.w.u. nie osiągnie. Jeśli ustawi się zalecane 5 K, to temperaturę „wychodzącą” z obiegu pierwotnego należy zaplanować na 25 stopni. Wartości temperatur dla „wyjścia” obiegu wtórnego i „wejścia” obiegu pierwotnego wynikają z obliczeń.

#### Moc

Niezależnie od typu kolektora przy powszechnym zastosowaniu przyjmuje się do obliczeń moc (dla średnich temperatur) na  $600 \text{ W}/\text{m}^2$ . Przy użyciu wyższych temperatur w procesie podgrzewu moc ta może być zredukowana do  $500 \text{ W}/\text{m}^2$ .

#### Straty ciśnienia

Zaleca się, aby ograniczyć straty ciśnienia do maksymalnie 100 mbar po obu stronach obiegu.

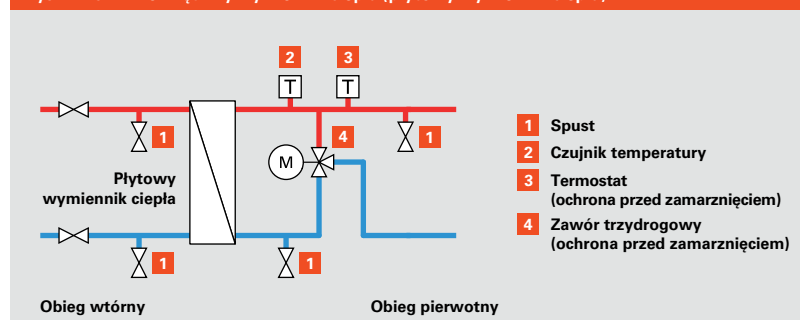
#### Montaż

Zasady montażu wymiennika w instalacji słonecznej są analogiczne jak dla montażu płytowych wymienników ciepła. Przy wymienniku powinny znajdować się króćce umożliwiające przeprowadzenie płukania wymiennika.

Wskazówki do wymienników ciepła ogrzewania basenu znajdziecie Państwo w rozdziale C.2.4.

Płytowe wymienniki ciepła muszą być chronione przed zamarznięciem od zimnego czynnika solarnego.

Rys. B.2.5–2 Zewnętrzny wymiennik ciepła (płytowy wymiennik ciepła)





## Obieg pierwotny

Obiegiem pierwotnym instalacji słonecznej określa się wszystkie elementy i połączenia rur, które łączą kolektor z pojemnościowym podgrzewaczem c.w.u.

W tym rozdziale zostaną opisane wszystkie warunki pracy instalacji słonecznej i z tego wynikające konsekwencje dotyczące projektowania. Zarówno pojedyncze komponenty obiegu pierwotnego, jaki i ich praca zostanie szczegółowo przedstawiona.



### B.3.1 Obieg kolektora

#### B.3.1.1 Określanie strumienia objętości

Instalacje kolektorowe mogą być używane przy wykorzystaniu różnych wartości przepływu. Jednostką jest przepływ w litrach / ( $h \cdot m^2$ ), zaś wartością odnośną jest powierzchnia absorbera.

Duże natężenie przepływu oznacza przy jednakowej mocy kolektora niższą różnicę temperatury w obwodzie kolektorów, zaś małe natężenie przepływu dużą różnicę temperatury.

Przy dużej różnicy temperatur (= małe natężenie przepływu) wzrasta średnia temperatura kolektora, a współczynnik sprawności kolektora spada. Jednakże przy małym natężeniu przepływu, potrzeba mniej energii elektrycznej do zasilania pompy i są możliwe mniejsze średnice rurociągów.

Rozróżnia się pomiędzy:

- **Praca low-flow (niski przepływ)** = Praca z natężeniem przepływu do  $30 \text{ l} / (h \cdot m^2)$
- **Praca high-flow (wysoki przepływ)** = Praca z natężeniem przepływu przekraczającym  $30 \text{ l} / (h \cdot m^2)$
- **Praca matched-flow (przepływ zmienny)** = Praca ze zmiennym przepływem

Definicje systemów low-flow i high-flow nie są znormalizowane, zatem w literaturze są one różnie interpretowane.

#### Który sposób pracy jest najbardziej uzasadniony?

Dla bezpiecznego projektowania: Przepływ musi być na tyle wysoki, aby zapewnić bezpieczny i równomierny przepływ przez całe pole. Przy kolektorach płaskich i rurowo-próżniowych z rurką typu Heatpipe wartość ta wynosi  $25 \text{ l} / (h \cdot m^2)$  przy 100% mocy pompy. W instalacjach z regulatorem Vitosolic ustawia się optymalny przepływ (biorąc pod uwagę aktualną temperaturę w zasobniku i napromieniowanie) automatycznie na match-flow (przepływ zmienny).

Przy bezpośrednim przepływie w kolektorach rurowo-próżniowych, w których pojedyncza rura jest podłączona równolegle do kolektora, wymagany jest strumień objętości  $40 \text{ l} / (h \cdot m^2)$ . Praca matched-flow (zmienny przepływ) nie jest zalecana w tym typie kolektora, ponieważ w poszczególnych rurach przepływ może być niedotrzymany.

Znaczne przekraczanie tej wartości w celu podniesienia sprawności nie jest sensowne, ponieważ z tym związane zapotrzebowanie na moc pompy nie będzie skompensowane.

Przy dużych polach kolektorów połączonych równolegle wymagana jest praca typu matched-flow i dokładne jej zaprojektowanie (patrz rozdział C.1.2).

#### Przykład

Instalacja z siedmioma kolektorami  $2,3 \text{ m}^2$ , a więc z  $16,1 \text{ m}^2$  powierzchni absorbera wraz z wymaganym strumieniem objętości  $25 \text{ l} / (h \cdot m^2)$  ma przepływ  $402,5 \text{ l} / (h \cdot m^2)$ , co oznacza  $6,7 \text{ l}$  na minutę.

Ta wartość musi zostać osiągnięta przy maksymalnej wydajności pompy (= 100%)

Regulacja może być dokonana poprzez wybór charakterystyki pompy (zmiana mocy).

Wybiera się pierwszą charakterystykę pracy pompy, który leży powyżej pożądanej wartości

## B.3 Obieg pierwotny

Zależnie od strumienia przepływu i wymiaru rur, wynikają różne prędkości przepływu. Polecany zakres wynosi pomiędzy 0,4 a 0,7 m/s i jest dobrym kompromisem między stratą ciśnienia, a trudnością z odpowietrzeniem.

Tab. B.3.1-1 Prędkość przepływu

Przepływ objętościowy (łącznie powierzchnia kolektorów)		Prędkość przepływu w m/s						
		Średnica rury						
m <sup>3</sup> /h	l/min	DN 10	DN 13	DN 16	DN 20	DN 25	DN 32	DN 40
0,125	2,08	0,44	0,26	0,17	0,11	0,07	0,04	0,03
0,15	2,50	0,53	0,31	0,21	0,13	0,08	0,05	0,03
0,175	2,92	0,62	0,37	0,24	0,15	0,10	0,05	0,04
0,2	3,33	0,70	0,42	0,28	0,18	0,11	0,06	0,05
0,25	4,17	0,88	0,52	0,35	0,22	0,14	0,08	0,06
0,3	5,00	1,05	0,63	0,41	0,27	0,17	0,09	0,07
0,35	5,83	1,23	0,73	0,48	0,31	0,20	0,11	0,08
0,4	6,67	1,41	0,84	0,55	0,35	0,23	0,13	0,09
0,45	7,50	1,58	0,94	0,62	0,40	0,25	0,14	0,10
0,5	8,33	1,76	1,04	0,69	0,44	0,28	0,16	0,12
0,6	10,00	2,11	1,25	0,83	0,53	0,34	0,19	0,14
0,7	11,67	2,46	1,46	0,97	0,62	0,40	0,22	0,16
0,8	13,33	2,81	1,67	1,11	0,71	0,45	0,25	0,19
0,9	15,00	3,16	1,88	1,24	0,80	0,51	0,28	0,21
1,0	16,67	3,52	2,09	1,38	0,88	0,57	0,31	0,23
1,5	25,00	5,27	3,13	2,07	1,33	0,85	0,47	0,35
2,0	33,33	7,03	4,18	2,76	1,77	1,13	0,63	0,46
2,5	41,66	8,79	5,22	3,45	2,21	1,41	0,79	0,58
3,0	50	10,55	6,27	4,15	2,65	1,70	0,94	0,70

Zalecane średnice rur

### Wskazówka

W przeciwieństwie do instalacji grzewczej odpowietrzenie w instalacji słonecznej jest utrudnione poprzez zbyt duże rurociągi. Powietrze musi iść do dołu, a nie do góry!

### Wymiarowanie obiegu solarnego

Decydująca w wymiarowaniu obiegu solarnego jest prędkość przepływu, która zostaje osiągnięta przy określonym łącznym natężeniu przepływu.

Aby straty ciśnienia były jak najniższe, prędkość przepływu w rurach nie może przekroczyć 1m/s. Polecane są tu wartości pomiędzy 0,4, a 0,7 m/s. Wyższa prędkość zwiększa straty ciśnienia, zaś znacznie mniejsza prędkość utrudnia odpowietrzenie (patrz rozdział B.3.3)

### Przykład

Dla przykładu z siedmioma kolektorami (przepływ 402,5 l / (h·m<sup>2</sup>), 6,7 m/s) wynikają poniższe wartości:

- dla rury miedzianej 15×1 (DN 13) przepływ 0,84 m/s
- dla rury miedzianej 18×1 (DN 16) przepływ 0,55 m/s
- dla rury miedzianej 22×1 (DN 20) przepływ 0,35 m/s

Wybrana została więc rura miedziana 18×1

W tab. B.3.1-1 przedstawiona jest prędkość przepływu w funkcji natężenia przepływu i średnicy rury.

### B.3.1.2 Podstawy do obliczeń strat ciśnienia

#### Opór przepływu w instalacji słonecznej

Także w instalacjach słonecznych wyliczenia strat ciśnienia jest warunkiem oszczędnej i wolnej od wad pracy całej instalacji. W tym zakresie wymagane są takie same zasady, co we wszystkich instalacjach hydraulicznych.

Opór obiegu pierwotnego instalacji słonecznej („obwód glikolowy”) wynika z dodawania poniższych oporów:

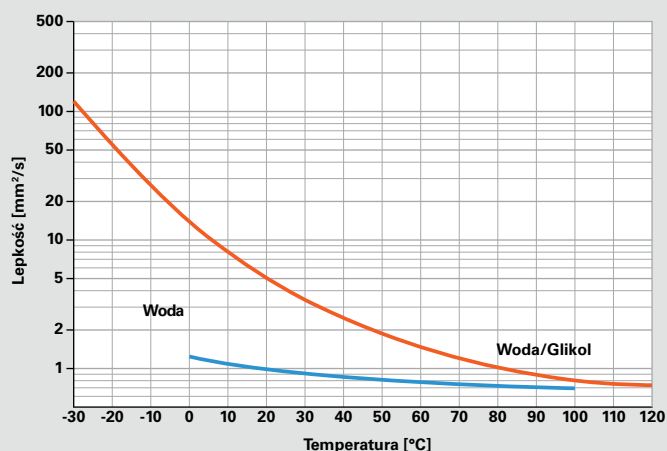
- opór kolektorów
- opór rurociągów
- pojedyncze opory armatur
- opór wewnętrznego wymiennika ciepła w zbiorniku albo pierwotnej strony zewnętrznego płytowego wymiennika ciepła

### Wskazówki dotyczące solarnego czynnika grzewczego

Przy wyliczaniu strat ciśnienia należy wziąć pod uwagę, że solarny czynnik grzewczy ma inną lepkość niż czysta woda. Hydrauliczne właściwości medium wyrównują się ze sobą, wraz ze wzrostem temperatury.

Przy niskich temperaturach (około zera), duża lepkość płynu solarnego może doprowadzić do tego, że niezbędna moc pompy będzie o 50% wyższa niż w przypadku instalacji napełnionej zwykłą wodą. Powyżej temperatury 50 stopni różnica lepkości między płynem solarnym a wodą jest niewielka.

Rys. B.3.1-2 Strata ciśnienia i lepkość

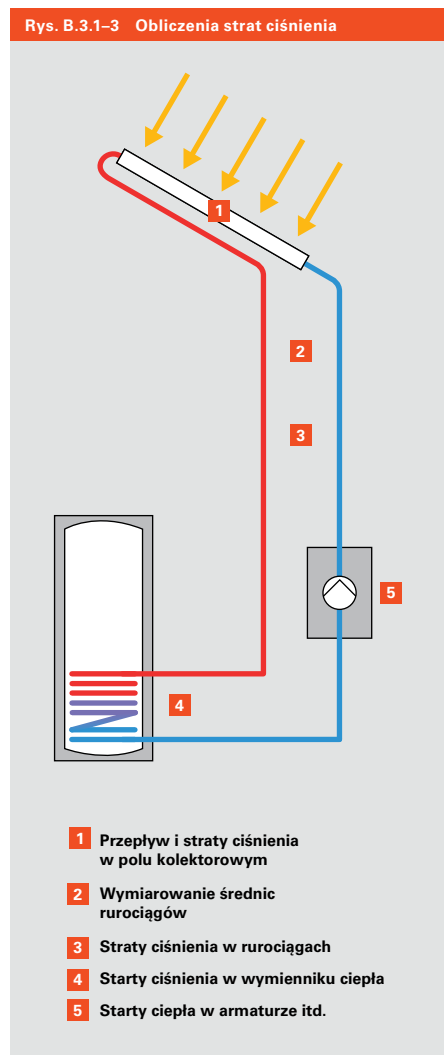


Wraz ze wzrostem temperatury zmniejsza się różnica lepkości pomiędzy wodą a mieszanką wodno-glikolową.

### Obliczenie

1. Przepływ przez kolektor wynika z używanego typu kolektora i określonej pracy pola kolektorów (patrz na dole: obliczenie przepływu). Zależnie od rodzaju połączeń kolektorów, wynika spadek ciśnienia w polu kolektorów.
2. Maksymalny przepływ w instalacji wynika z mnożenia przepływu jednostkowego razy powierzchnię absorbera. Przy przyjęciu potrzebnej prędkości przepływu pomiędzy 0,4 a 0,7 m/s wyniknie nam wymagana średnica rur.
3. Jeśli już określono średnicę rurociągów, można wyliczyć straty ciśnienia (w mbar/m).
4. Zewnętrzne wymienniki ciepła muszą być dodatkowo wyliczone a strata ciśnienia na nich nie powinna przekraczać 100 mbar. W wewnętrznym wymienniku ciepła z gładką rurą straty ciśnienia są znacznie mniejsze, a przy małych instalacjach (<20 m<sup>2</sup>) można je całkowicie pominąć.
5. Informacje o stratach ciśnienia innych elementów instalacji słonecznej można znaleźć w dalszej części dokumentacji i są one włączone w całość obliczeń.

Rys. B.3.1-3 Obliczenia strat ciśnienia



## B.3 Obieg pierwotny

### Opór kolektora

Wszystkie kolektory obowiązują ta sama zasada, co wszystkie hydrauliczne elementy składowe:

- Przy połączeniu szeregowym całość oporu przepływu jest równa sumie pojedynczych oporów przepływu
- Przy połączeniu równoległym całość oporu przepływu jest równa pojedynczemu oporowi.

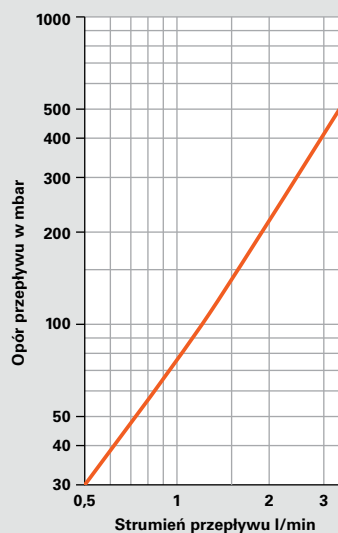
(Założenie: wszystkie pojedyncze opory przepływu są takie same)

Diagram strat ciśnienia kolektorów Vitosol znajdziecie Państwo w dokumentacji technicznej na stronie [www.viessmann.pl](http://www.viessmann.pl)

Diagram strat ciśnienia odnosi się do całości kolektora. Jeśli kolektory są podłączone równolegle, straty ciśnienia całości pola kolektorów są równe stracie ciśnienia jednego kolektora. W przypadku podłączenia szeregowego, całkowity opór pola kolektorów równy jest sumie oporów wszystkich kolektorów znajdujących się w polu.

W zakresie zalecanego strumienia objętości  $25 \text{ l} / (\text{h} \cdot \text{m}^2)$ , opór przepływu wynosi około 70 mbar.

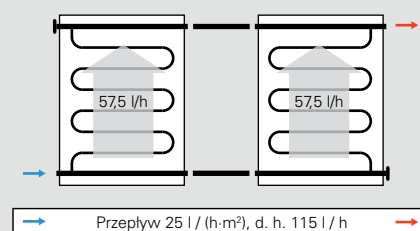
Rys. B.3.1–4 Strata ciśnienia Vitosol 200-F



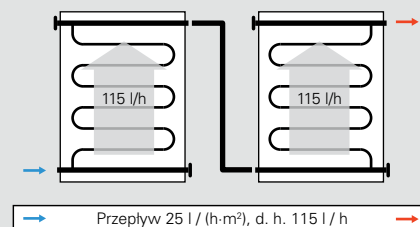
### Przykład

Instalacja z dwoma płaskimi kolektorami  $2,3 \text{ m}^2$ , więc  $4,6 \text{ m}^2$  powierzchni absorbera i wymagany strumień objętości wynoszący  $25 \text{ l} / (\text{h} \cdot \text{m}^2)$ , ma przepływ  $115 \text{ l/h}$ .

W przypadku podłączenia równoległego kolektorów, przepływ na kolektor wynosi ok.  $1 \text{ l/min}$  ( $57,5 \text{ l/h}$ ). Pojedynczy opór kolektora wynosi około 70 mbar. Opory nie sumują się, cały opór pola kolektorów wynosi więc 70 mbar.



W przypadku szeregowego podłączenia kolektorów, przepływ na kolektor wynosi ok.  $2 \text{ l/min}$ ,  $115 \text{ l/h}$ . Pojedynczy opór kolektora wynosi około 200 mbar. Opory sumują się, cały opór pola kolektorów wynosi więc 400 mbar.



W obu przypadkach dla całości pola kolektorów obowiązują:

Średnia temperatura kolektora jest identyczna, współczynnik sprawności jest prawie taki sam.

### Opór rurociągów

Opór rurociągów wylicza się zwykle przy pomocy stosownego oprogramowania – przy dużych instalacjach z kompletną hydrauliką jest to nieodzowne. Przy nieskomplikowanych instalacjach wykonanych z rur miedzianych może to być wyliczone z założonymi przybliżonymi wartościami:

- temperatura pracy: 60 stopni C
- Medium: woda /glikol (60:40)
- 1 łuk (nie kolano) na 2 m rury miedzianej
- potrzebny zawór kulowy i trójnik

W tabeli B.3.1-5 znajdują się przybliżone wartości strat ciśnienia

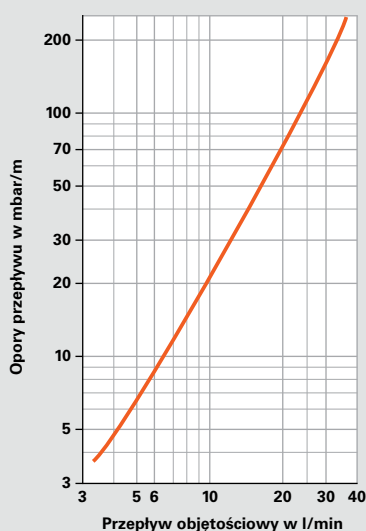
#### Przykład

Dla przykładowej instalacji z siedmioma kolektorami (przepływ 402,5 l/h) tabela ukazuje dla wybranej rury miedzianej 18 x 1 straty ciśnienia wynosi około 5,6 mbar włączając armaturę.

Długość planowanego obwodu solarnego wynosi 18 m. Z tego wynika więc całość oporów około 100 mbar.

W przypadku wykorzystywania prefabrykowanego połączenia solarnego firmy Viessmann (stal szlachetna – rura falista DN 16) można przyjąć opór przepływu z tab. B.3.1-6.

Rys. B.3.1-6 Straty ciśnienia w rurze karbowanej ze stali nierdzewnej DN 16



Tab. B.3.1-5 Straty ciśnienia i średnice rurociągów

Przepływ objętościowy m <sup>3</sup> /h	Jedn. straty ciśnienia w rurociągach (wraz z armaturą) w mbar/m				
	Średnica rury				
	DN 10	DN 13	DN 16	DN 20	DN 25
0,100	4,6				
0,125	6,8				
0,150	9,4				
0,175	12,2				
0,200	15,4	4,4			
0,225	18,4	5,4			
0,250	22,6	6,6	2,4		
0,275	26,8	7,3	2,8		
0,300		9	3,4		
0,325		10,4	3,8		
0,350		11,8	4,4		
0,375		13,2	5		
0,400		14,8	5,6	2	
0,425		16,4	6,2	2,2	
0,450		18,2	6,8	2,4	
0,475		20	7,4	2,6	
0,500		22	8,2	2,8	
0,525			8,8	3	
0,550			9,6	3,4	
0,575			10,4	3,6	
0,600			11,6	3,8	
0,625				4,2	
0,650				4,4	
0,675				4,8	
0,700				5	1,8
0,725				5,4	1,9
0,750				5,8	2
0,775				6	2,2
0,800				6,4	2,3
0,825				6,8	2,4
0,850				7,2	2,5
0,875				7,6	2,6
0,900				8	2,8
0,925				8,4	2,9
0,950				8,8	3
0,975				9,2	3,2
1,000				9,6	3,4

Zakres pomiędzy 0,4 – 0,7 m/s

### Inne elementy obiegu solarnego

Przy projektowaniu pozostałych elementów instalacji należy przestrzegać wytycznych producenta dotyczących dopuszczalnych strat ciśnienia.

Opory elementów wchodzących w skład grupy pompowej Solar Divicon Viessmann, są uwzględnione w obliczeniach przedstawionych w rozdziale dotyczącym doboru pomp.

## B.3 Obieg pierwotny

### Wskazówka

Należy zwrócić uwagę, że pompa i ewentualne dodatkowe elementy elektryczne powinny być dostosowane do regulacji ilości obrotów. Przy połączeniu pompy z regulatorem solarnym Vitosolic, w zależności od mocy pompy, może być wymagany dodatkowy przełącznik. W tym przypadku regulacja prędkości obrotowej musi być nieaktywna.

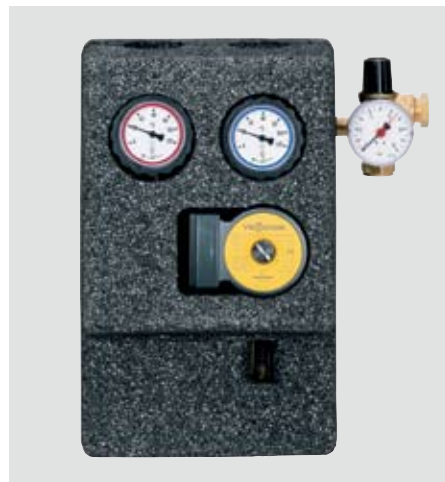
### B.3.1.3 Pompa obiegu solarnego

#### Wybór odpowiedniego typu

W zamkniętych instalacjach słonecznych używa się w powszechnej sprzedaży pompy wirnikowej. Jeśli pompa na miejscu instalacji jest zabezpieczona przed przekroczeniem dopuszczalnej temperatury nie trzeba brać pod uwagę więcej szczególnych wymagań odnośnie stałości temperatur. Praca z mieszkanką glikolowo-wodną jest zwykle bezproblemowa.

Czasem oferuje się instalacje, dla innych/nietypowych typów pomp, np. polecana jest pompa zębata. Te typy pomp są niezbędne, jeżeli w instalacji znajdują się elementy powodujące duże straty ciśnienia. W tym podręczniku opisane są schematy instalacji i użyte elementy firmy Viessmann.

Wraz z rozpowszechnieniem instalacji słonecznych, pojawiły się na rynku specjalne pompy solarne z dopasowaną charakterystyką, które wyróżniają się dobrym wskaźnikiem sprawności (porównywalnie niski strumień objętości przy wysokiej stracie ciśnienia). Coraz bardziej popularne są pompy solarne tak zwane pompy z duża wydajnością z niskim zużyciem prądu, dzięki czemu poprawia się wydajność całego systemu solarnego.



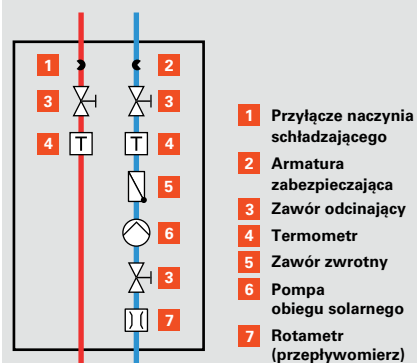
Fot. B.3.1–7 Fabrycznie wykonany rozdzielacz solarny

#### Rozmieszczenie pomp

Dobierając pompę należy uwzględnić maksymalny przepływ i straty ciśnienia w całej instalacji słonecznej.

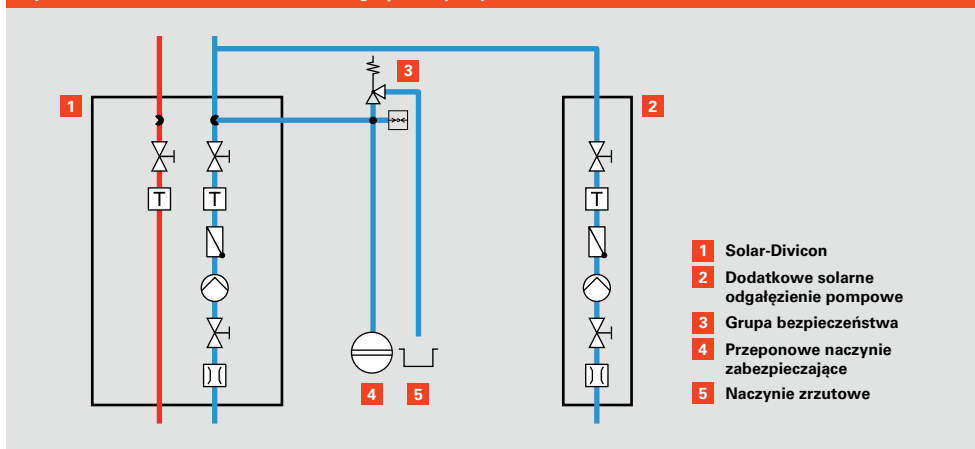
Użycie zmiennego przepływu (praca matched-flow), nie ma żadnego wpływu na dobór pompy – musi być ona nastawiona na maksymalną moc. Przy niskim promieniowaniu słonecznym poprzez regulację prędkości obrotów można zredukować moc pompy a przy tym także prędkość obrotów (nie zwiększyć!).

Rys. B.3.1–8 Schemat Solar-Divicon



Rozdzielacz solarny zawiera oprócz pompy obiegu solarnego wszystkie elementy niezbędne do pracy tego obiegu (pierwotnego).

Rys. B.3.1-9 Schemat Solar-Divicon, 2 odgałęzienia pompowe



Rozdzielacz solarny może pracować w instalacji z bypassem lub z dodatkowym obiegiem pompowym.

Elementem składowym fabrycznie wykonanego zestawu pompowego (Solar-Divicon) jest pompa obiegu solarnego. Jest ona przystosowana do pracy z użyciem solarnego czynnika grzewczego Viessmann.

Zestaw pompowy zawiera konieczne do pracy instalacji komponenty i jest dostępny w dwóch wielkościach – PS10 i PS20.

Dla instalacji z dwoma obiegami pomp albo z bypassem nie jest wymagany żaden dodatkowy zestaw pompowy, tylko element rozszerzający z pompą.

Jest on dostępny w dwóch wielkościach P10 i P20.

Za pomocą charakterystyki zestawu pompowego (rys. B.3.1-10) można zakończyć hydrauliczny dobór instalacji. Dla potrzeb domu jednorodzinnego wystarcza zwykle zestaw pompowy PS10, który jest częścią zestawu solarnego Viessmann.

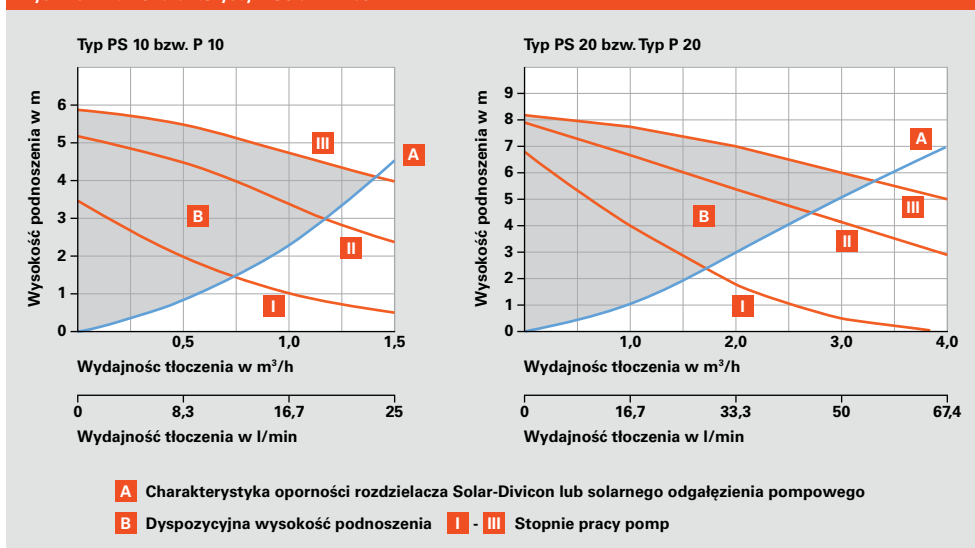
**Wskazówka**

Zestaw pompowy i jego rozszerzenie nie nadają się do bezpośredniego kontaktu z wodą base-nową.

**Wskazówka**

Aby podczas fazy stagnacji instalacji z naczynia wzbiorczego nie wydostawała się para, zawsze montuje się zestaw pompowy poniżej poziomu kolektorów.

Rys. B.3.1-10 Charakterystyki Solar-Divicon



Zarówno zestaw pompowy jak i jego rozszerzenie, są oferowane w dwóch wielkościach.

## B.3 Obieg pierwotny

### B.3.1.4 Wskaźnik przepływu (rotametr)

Wskaźnik przepływu, nazywany także rotametrem, wskazuje aktualny przepływ i służy – w połączeniu z dwoma termometrami – do kontroli funkcjonowania. Obydwa elementy stanowią integralną część zestawu pompowego.

W instalacjach z jednym polem (kolektorów) wskaźnik przepływu jest wbudowany w obieg wtórny instalacji. Kiedyś wskaźnik przepływu był często instalowany w zaworze regulacyjnym, za pomocą którego był nastawiany przepływ czynnika w instalacji. Dziś już się tego nie robi, ponieważ strata ciśnienia powodowała nieproporcjonalnie duże zużycie energii pomocniczej (prąd konieczny do napędu pompy)

Nieznaczne przekroczenie lub nieosiągnięcie zalecanego przepływu nie wpływa na wydajność w przypadku 1 pola kolektorów. Wystarczy oczekiwany przepływ w instalacji osiągnąć poprzez odpowiedni wybór stopnia pracy pompy. W ten sposób osiągnie się lepszy bilans całkowitej energii systemu.

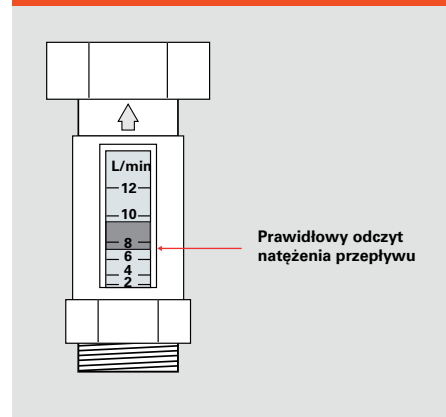
Dostępne w sprzedaży wskaźniki przepływu wykonane są jako przezroczyste rurki ze szkła lub z tworzywa sztucznego zaopatrzone w skalę, w których podkładka sprężysta wskazuje aktualny przepływ. Ten element jest wrażliwy na temperaturę, dlatego zawsze montuje się go na obszarach, gdzie nie występuje para – na przewodzie powrotnym.

Rys. B.3.1–11 Wskaźnik przepływu (rotametr)



Wskaźnik przepływu typu in-line (z lewej) jest częścią rozdzielacza solarnego. Dla zrównoważenia większej ilości pól montuje się wersję z bypasssem.

Rys. B.3.1–12 Odczyt wskazań na rotametrze



W przypadku zniszczenia tego elementu przez wysoką temperaturę, dojdzie do wycieku płynu solarnego.

W instalacjach z wieloma polami kolektorów montuje się wskaźniki przepływu w pobliżu kolektorów, a więc w obszarach obciążonych wysoką temperaturą. W takich przypadkach używa się rozwiązań z bypassami. Jeżeli pola muszą dodatkowo być zrównoważone hydraulicznie, stosuje się rozwiązania z przepustnicami.



### B.3.1.5 Zawór zwrotny

Szczególnie w nocy może dojść do sytuacji, że kolektor jest chłodniejszy niż woda w podgrzewaczu c.w.u. Istnieje ryzyko, że podgrzewacz c.w.u. poprzez błędną cyrkulację zostanie schłodzony. Im większa różnica temperatury pomiędzy gorącym podgrzewaczem c.w.u. a chłodnym kolektorem, tym większa siła wyporu, która prowadzi do niepożądanego cyrkulacji. Błędną cyrkulację można rozpoznać po tym, że kolektor nagrzewa się bez udziału promieniowania słonecznego.

Aby uniknąć błędnej cyrkulacji, montuje się w obiegu powrotnym zawór zwrotny. Różnica ciśnienia potrzebna do otwarcia tego zaworu jest na tyle duża że nie dochodzi do błędnej cyrkulacji a jednocześnie na tyle niska że nie wzrasta nam zużycie energii pomocniczej (prąd pompy).

Zawór montuje się zawsze w kierunku przepływu za pompą a przed odpływem do zamkniętego naczynia zbiorczego jak i zaworu bezpieczeństwa. W rozdzielaczu firmy Viessmann zawór zwrotny jest zintegrowany.

Przy niekorzystnym układzie rur, czyli przy długich odcinkach pionowych, w skrajnych przypadkach może dochodzić do sytuacji w której zawór zwrotny zostanie otwarty przez przepływ wywołany grawitacją. W takim przypadku zaleca się zamontowanie zaworu odcinającego otwieranego, otwieranego automatycznie tylko wtedy gdy pracuje pompa.

Aby uniknąć cyrkulacji wewnątrz rurociągów na przyłączy ciepłej wody podgrzewacza c.w.u. wystarczy zazwyczaj wykonać je ze spadkiem lub zastosować termosyfon (patrz rozdział B.2.2.4).

### B.3.2 Rurociągi solarne

Rurociągi w obiegu solarnym muszą – jak wszystkie elementy – być odporne na temperaturę i być dopasowane na pracę z medium zawierającym glikol. Rury z tworzywa sztucznego nie nadają się do zastosowania w instalacjach słonecznych. Rura stalowa ocynkowana również jest nieodpowiednia, ponieważ warstwa cynku reaguje chemicznie z płynem solarnym i sprawia że staje się on niezdatny do dalszego użytku.

Przy braniu pod uwagę stosunku ceny do mocy dla całego zainstalowanego orurowania w praktyce najkorzystniejsza okazuje się rura miedziana do wielkości DN 40 – powyżej (tej wartości) używa się rur stalowych. Pod względem pracy i wydajności instalacji oba materiały są porównywalne, o ile są przepisowo izolowane i weźmie się pod uwagę konieczność kompensacji wydłużeń termicznych.

#### Połączenia rurociągów

Miedziane połączenia rur lutuje się lutem twardym lub zaprasowuje. Miękkie lutowanie z powodu wysokiej temperatury może stopić się, w szczególności w pobliżu kolektora. Grafitowe uszczelnienia z kombinacją glikolu także nie są odpowiednie.

Połączenia skręcane z użyciem konopi nie są zalecane ze względu na dużą przepuszczalność powietrza do instalacji i w żadnym przypadku nie można ich stosować bezpośrednio w pobliżu kolektora.

Najbardziej odpowiednie są połączenia ze stykiem metal-metal lub połączenia z podwójnym pierścieniem (oringiem), jakich używa Viessmann.

#### Wskazówka

Przy połączeniach prasowanych należy wziąć pod uwagę materiał uszczelki – czy jest odporna na działanie temperatury i czynnika solarnego. Należy używać tylko takich kształtek, które spełniają te wymagania.

## B.3 Obieg pierwotny

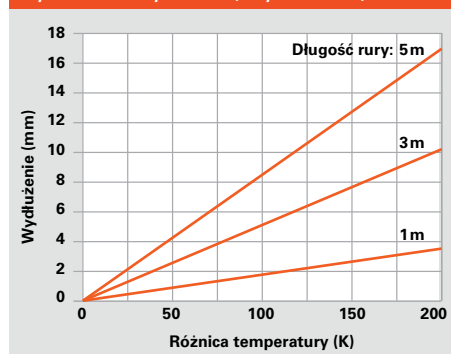
### Mocowanie rurociągów

Przy projektowaniu i montażu mocowań rurociągów obiegu solarnego, obowiązują te same zasady, co innych umocowań rur w technice grzewczej:

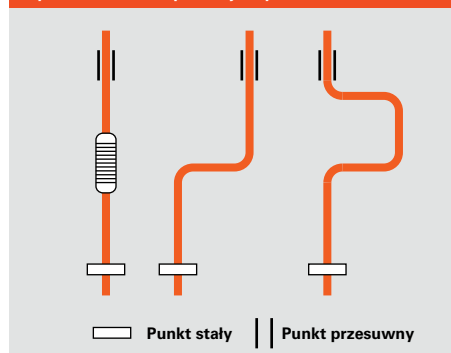
- Rury nie mogą być podłączone do innych mocowań.
- Mocowanie musi tłumić drgania jakie mogą powstać w rurociągach
- Należy uwzględnić rozszerzalność termiczną rurociągów

Współczynnik wydłużenia rur miedzianych jest większy o 30% niż w rurach stalowych.

Rys. B.3.2-1 Wydłużenie (rury miedziane)



Rys. B.3.2-2 Kompensacja wydłużenia



W związku z wydłużeniem termicznym należy stosować kompensatory.

Ostatni punkt odbiega od znanych technice grzewczej wartości. Z powodu dużej maksymalnej różnicy temperatury w obiegu pierwotnym instalacji słonecznej ( $-25\text{ °C}$  do ponad  $+175\text{ °C} = >200\text{ K}$ ) wynikają wyraźnie duże różnice w rozszerzalności liniowej (rur). Jeden metr rury miedzianej wydłuża się – niezależnie od średnicy – przy wzroście temperatury  $100\text{ K}$  o  $1,7\text{ mm}$ , co oznacza, że przy obwodzie solarnym należy wziąć pod uwagę co najmniej powójne wydłużenie (około  $3,5\text{ mm}$  na metr).

Przy konwencjonalnej instalacji grzewczej wydłużanie jest znacznie mniejsze. Z powodu dużych różnic temperatur w stosowanych zwykle mocowaniach kompensacja wydłużeń jest niewystarczająca. Jeśli przeniesiemy doświadczenia z instalacji c.o. na obwód solarny, naprężenia mogą doprowadzić do mikropęknięć rur i kształtek a także do powstania nieszczelności na połączeniach.

Do obliczenia metod kompensacji wydłużenia termicznego przewodów, które mogą być wypełnione parą, bierze się pod uwagę maksymalną temperaturę  $200\text{ °C}$ , a przy pozostałych odcinkach rur  $120\text{ °C}$ . Jeśli użyjemy do podłączenia rur typu flex (stal szlachetna i rura karbowana), wtedy siły wzdłużne nie mają szkodliwego działania na mocowania. Koniecznie należy zwrócić uwagę na granice wytrzymałości kompensatorów, względnie niwelację naprężeń. Projektant powinien zwrócić uwagę na te właściwości.

Do kompensacji nadają się zwykle te same środki co do innych instalacji rurowych. Przyłącze kolektora, w celu uniknięcia szkód powinno być elastyczne.

Rys. B.3.2-3 Szkody wyrządzone przez wydłużenie



### Izolacja cieplna

Aby zminimalizować straty ciepła w rurociągach w obwodzie pierwotnym, rury muszą być zaizolowane cieplnie. Materiał, z którego wykonuje się izolację termiczną rurociągów powinien być właściwie dobrany.

Generalnie przewidywane materiały izolacyjne muszą wytrzymać oczekiwane temperatury podczas pracy i być stale chronione przed wilgocią, ponieważ zazwyczaj właściwości wilgotnej izolacji pogarszają się. Materiału izolacyjnego odpornego na duże zmiany temperatury, np. wełny mineralnej, nie da się ochronić przed wilgocią z powodu częstej zmiany ciężaru wynikającej z odpowiednio dużej różnicy temperatury w obwodzie pierwotnym (kondensacja).

Powszechnie używane izolacje z pianki z zamkniętymi porami są w prawdzie odporne na wilgoć, mają jednakże maksymalną temperaturę pracy wynoszącą 170 °C. W obszarze rurociągów przy kolektorach temperatury mogą dochodzić do 200 °C (przy kolektorach płaskich), przy kolektorach próżniowo-rurowych temperatury te mogą być znacznie wyższe.

Przy temperaturach powyżej 170 °C zmienia się struktura materiału izolacyjnego – staje się sztywna (zeskorupiała), a działanie izolacyjne zmniejsza się. Fakt ten dotyczy powierzchni przy samej rurze, reszta zostaje nienaruszona. To ryzyko zmniejszenia izolacyjności na rurociągach jest do zaakceptowania, ponieważ przeciążenia temperaturowe są krótkotrwałe, a możliwe szkody w izolacji, nie przenoszą się na inne części instalacji.

Szczególnie ważne jest, aby izolacja chroniła przeciwko szkodom wyrządzonym przez gryzienie, ptaki i inne szkodniki, jak i przed promieniowaniem UV. Te czynniki są często niedoceniane, a przez to na obszarach na nie narażonych instalacje słoneczne mogą nie posłużyć przewidzianych 20 lat. Używanie materiałów izolacyjnych odpornych na promieniowanie UV byłoby tylko częściowym rozwiązaniem, gdyż nie rozwiązuje szkód spowodowanych przez zwierzęta. Zastosowanie osłonki ochronnej przeciwko przegrzaniu przez zwierzęta zwykle zapewnia także ochronę przeciw promieniom UV.

Rys. B.3.2-4 Izolacja ze strefą zeskorupienia



Niewielkie zeskorupienia od wewnętrznej części izolacji powstałe na styku z wysoką temperaturą rurociągów są dopuszczalne.



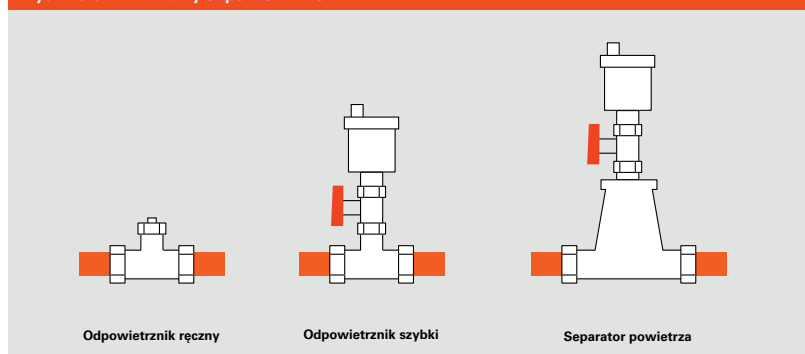
Rys. B.3.2-5 Szkody wyrządzone przez zwierzęta



Rys. B.3.2-6 Ochrona przeciw zwierzętom i promieniowaniu UV.

## B.3 Obieg pierwotny

Rys. B.3.3-1 Warianty odpowietrzników



W zależności od miejsca montażu i potrzeb, instaluje się różne rodzaje urządzeń odpowietrzających.

### B.3.3 Odpowietrzenie

Aby instalacja słoneczna działała prawidłowo, potrzebne jest właściwe odpowietrzenie.

Powietrze w instalacji słonecznej powoduje szumy w instalacji i jednocześnie zagraża bezpiecznemu przepływowi czynnika solarnego przez kolektor, bądź przez pojedyncze pola kolektora. Proces ten przyspiesza utlenianie organicznych związków znajdujących się w czynnikach grzewczych, tj. mieszance 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.

Duże ilości powietrza w obiegu solarnym mogą utrudnić przemieszczanie płynu solarnego. Jeśli powietrze zgromadzi się w pompie istnieje ryzyko, że pompa się przegrzeje i zatrze.

Przy napełnianiu instalacji używa się odpowietrzników w najwyższych miejscach obiegu i w miejscach, gdzie mogą się tworzyć poduszki powietrza.

Podczas stagnacji odparowuje plyn solarny z kolektora i w części rurociągów znajduje się para. Dlatego odpowietrzniki muszą być zainstalowane w najwyższych punktach instalacji.

Przy płaskim ułożeniu rurociągów bez syfonów można zrezygnować z odpowietrzników montowanych na dachu. W takich przypadkach montuje się główny odpowietrznik w kotłowni. (patrz rys. B.3.3-2). Miejsce instalacji musi być zabezpieczone przed poparzeniem parą podczas obsługi.

Kierunek odpowietrzenia musi być przemyślany. Z mieszanki wodno-glikolowej jest usuwane powietrze wolniej, niż z czystej wody. Latem w stanie stagnacji plyn solarny podgrzewa się mocniej a w skrajnym przypadku następuje jego odparowanie.

#### Wskazówka

Automatyczny odpowietrznik musi być wyposażony w zawór odcinający

#### Wskazówka

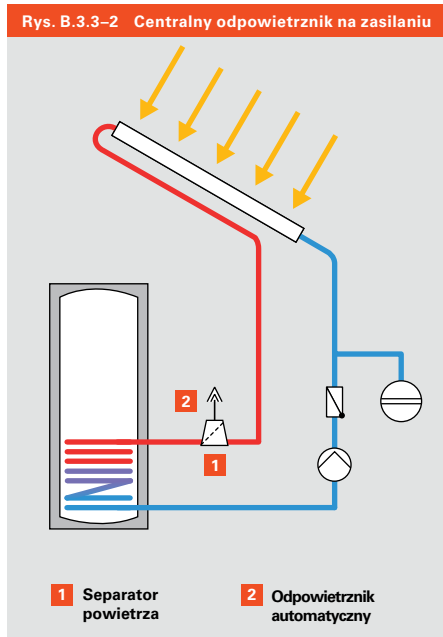
W zależności od osiągniętej maksymalnej temperatury płynu solarnego, odpowietrzenie może trwać nawet do 6 miesięcy (w okresie zimowym).

Ważne jest aby zasięgnąć informacji u producenta na temat separatora powietrza i czy znajdujące się w dokumentacji jego dane techniczne odnoszą się także do mieszanki glikolowo-wodnej.

Aby odpowietrznik zamontowany w dolnej części instalacji, spełniał swoje zadanie należy doprowadzić to tego aby zostały do niego przetransportowane pęcherzyki powietrza. Dlatego rury są tak zwymiarowane, żeby prędkość przepływu wynosiła co najmniej 0,4 m/s (prędkość gwarantująca przetransportowanie pęcherzyków powietrza w dół instalacji). W przypadku, gdy medium płynie wolniej, nie da się poprowadzić pęcherzyków.

W instalacjach ze stałym ciśnieniem powyżej 2,5 bar (wysokość budynku > 25 m) jest to prawie niemożliwe, aby przetransportować pęcherzyki powietrza znajdujące się w kolektorze do kotłowni. W celu ułatwienia odpowietrzenia, montuje się separator powietrza lub odpowietrznik automatyczny w najwyższym miejscu instalacji. Układ bez separatora powietrza wymaga jednakże po napełnieniu częstego i regularnego odpowietrzania ręcznego.

Instalacje o dużej wysokości statycznej, a przede wszystkim instalacje z większą ilością pól kolektorów, są szczególnie narażone na zapowietrzenie. W tym wypadku sensowne jest użycie kolektora próżniowego rurowego.



#### Wskazówka

Należy szczególnie uważać przy najwyższych punktach instalacji narażonych na występowanie pary, np. w kotłowniach dachowych. Tu można montować tylko odpowietrznik automatyczny z zaworem odcinającym.

### B.3.4 Płyn solarny

Płyn solarny przenosi ciepło z kolektora do pojemnościowego podgrzewacza c.w.u. W rurach absorbera płyn solarny zostaje podgrzany, po czym w pojemnościowym podgrzewaczu c.w.u. oddaje energię do wody znajdującej się w zasobniku.

Płyn solarny składa się głównie z wody, która w większości przypadków jest odpowiednia dla układów o wysokich temperaturach pracy, dzięki swojej dużej pojemności cieplnej.

Aby woda w kolektorach i rurach zewnętrznych nie zamarzła i nie wyrządziła szkód, dodaje się do niej środek antyzamarzający (zwykle glikol propylenowy) – w Europie środkowej z koncentracją 40%.

1,2- glikol propylenowy nie jest łatwopalny, trujący czy szkodliwy biologicznie. Rejestracja nie jest obowiązkowa według kryteriów Unii Europejskiej i nie podlega żadnym specjalnym przepisom dotyczącym jego transportu. Temperatura wrzenia wynosi 105 stopni C, a gęstość 1,04 g/cm<sup>3</sup>.

## B.3 Obieg pierwotny

Płyn solarny Viessmann posiada dodatkowo czynnik antykorozyjny.

Glikol jest organicznym produktem mającym własności prowadzące do zacierania się elementów wirujących instalacji. Z tego powodu dodaje się do glikolu dodatki uszlachetniające. Te dodatki sprawiają, że wartość pH solarnego czynnika grzewczego jest stabilna przez dłuższy czas w zakresie zasadowym (> 7,0 pH). Są one dodatkową ochroną antykorozyjną.

Trwałość płynu solarnego wystawionego na niewielkie obciążenia termiczne dochodzi do 10 lat. Należy jednakże regularnie sprawdzać jego gęstość i wartość pH. (patrz rozdział E.1.4).

Płyn solarny jest wystawiony na większe obciążenie, gdy instalacja jest w stagnacji. Częsteczki glikolu rozpadają się przy temperaturze 170 stopni C. Mogą się wtedy połączyć z innymi cząsteczkami i przyspieszyć powstawanie kwasów, które mogą powodować korozję.

Glikol przy wysokich temperaturach jest narażony na utlenienie. Jeśli tlen znajduje się w instalacji, płyn solarny może zostać uszkodzony i mogą powstać złogi. Badanie naukowe wykazuje, że nieszczelne instalacje ze stałym dopływem tlenu są znacznie bardziej problematyczne, niż wysokie temperatury z powodu stagnacji.

W instalacjach z zaplanowanym i długim czasem stagnacji (np. przy wspomaganiu ogrzewania) zaleca się coroczne sprawdzanie i dokumentowanie jego parametrów (patrz rozdział E.1.4).

Aby zapewnić bezpieczne i wydajne działanie instalacji, używamy w naszych instalacjach glikolu propylenowego jako solarnego czynnika grzewczego.

Alternatywne solarne czynniki grzewcze, takie jak Termo-olej czy płynne sole, są wciąż badane i dlatego nie są zalecane jako czynnik grzewczy ani do ogrzewania wody ani wspomaganie ogrzewania.

Używany przez Viessmann płyn solarny typu Tyfocor jest dostępny w różnych postaciach. Różnice nie dotyczą jednak głównego składnika glikolu propylenowego, lecz dodatków uszlachetniających i antykorozyjnych. Można je rozpoznać po kolorze. Przy ponownym napełnianiu instalacji słonecznej, trzeba zwrócić uwagę, czy można je zmieszać.

Wpływ wysokiej temperatury i tlenu jest szkodliwy dla solarnego czynnika grzewczego, gdyż w instalacji tworzą się złogi.

Rys. B.3.4-1 Uszkodzony płyn solarny



Tab. B.3.4-2 Płyny solarne Viessmann

	Tyfocor HTL	Tyfocor G-LS	Tyfocor LS
Kolor	niebieskozielony	fioletowy	czerwony
Dystrybucja	do 2001	05/2003 do 2008	do 04/2003; od 2008
zdolność do mieszania z:			
<b>Tyfocor HTL</b>	■	—	—
<b>Tyfocor G-LS</b>	—	■	■
<b>Tyfocor LS</b>	—	■	■

■ Mieszanie dopuszczalne

Przy dopełnianiu należy uwzględnić możliwość mieszania płynu solarnego

### B.3.5 Stagnacja i bezpieczny montaż

#### B.3.5.1 Stagnacja w instalacji słonecznej

Kolektor wytwarza ciepło wtedy, gdy światło pada na absorber – niezależnie od aktualnego zapotrzebowania. Jeśli pobieranie ciepła nie jest możliwe lub sensowne, instalacja się wyłącza. To prowadzi przy napromieniowaniu do wzrostu temperatur, w obiegu kolektorowym do temperatury maksymalnej. Pobór i oddawanie energii do otoczenia osiągają pewnien poziom równowagi. W kolektorach osiągnięte zostają temperatury, które z reguły przekraczają temperaturę wrzenia solarnego czynnika grzewczego.

Do prawidłowej pracy instalacji, np. wspomagającej ogrzewanie, trzeba wziąć pod uwagę oczekiwane fazy spoczynku. Za pomocą programów symulujących można stwierdzić, ile czasu zajmie stagnacja.

Wady lub odcięcie prądu mogą także doprowadzić do stagnacji, kiedy kolektor nie oddaje ciepła. Dlatego trzeba zwrócić uwagę na ten fakt przy projektowaniu instalacji, co oznacza, że trzeba odpowiednio ją zabezpieczyć.

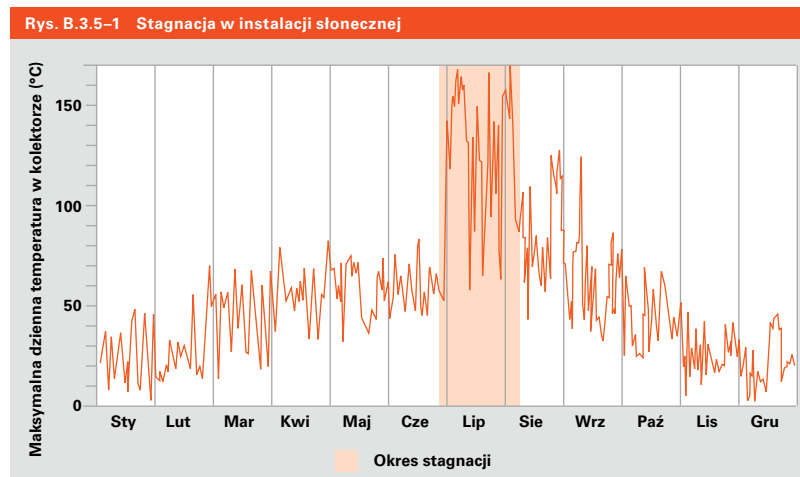
Bezpieczeństwo oznacza:

- Instalacja podczas stagnacji nie może powodować szkód.
- Instalacja podczas stagnacji nie może stanowić zagrożenia
- Instalacja po zakończeniu fazy stagnacji, musi być zdolna do dalszej pracy
- Kolektory oraz połączenia muszą być przygotowane na zmiany temperatur podczas stagnacji

Podczas stagnacji instalacja osiąga najwyższe temperatury oraz ciśnienia. Kolektory przygotowane są na taki wzrost ciśnienia, oraz przewidziano odpowiednią armaturę zabezpieczającą.

Wykres przedstawia zależność osiągniętych temperatur kolektora podczas stagnacji w różnych miesiącach roku.

Rys. B.3.5-1 Stagnacja w instalacji słonecznej



## B.3 Obieg pierwotny

### Zachowanie kolektora podczas stagnacji

W ostatnich latach intensywnie badano zachowanie instalacji kolektorowej podczas stagnacji. Procesy zachodzące w kolektorze podczas stagnacji są już dobrze znane i można podzielić je na 5 faz:

#### Faza 1: zwiększenie się objętości czynnika solarnego

Przy promieniowaniu słonecznym medium przestaje cyrkulować, na skutek wyłączenia pompy. Objętość płynu solarnego zwiększa się, a ciśnienie w instalacji wzrasta o około 1 bar, aż zostanie osiągnięta temperatura wrzenia.

#### Faza 2: Parowanie solarnego czynnika grzewczego

Po osiągnięciu temperatury wrzenia tworzy się w kolektorze para, ciśnienie w instalacji wzrasta ponownie o 1 bar, a temperatura medium wynosi 140 stopni C.

#### Faza 3: Zmiana stanu fizycznego czynnika grzewczego

Para powstaje tak długo jak długo w kolektorze znajduje się płyn solarny. Mieszanka glikolowo-wodna zwiększa swoje stężenie, a temperatura graniczna wzrasta. Ciśnienie w instalacji wzrasta dalej i osiąga swoje maksimum, a temperatura wzrasta do 180 stopni C.

#### Faza 4: Przegrzanie

Podczas wzrostu stężenia czynnika, może odparować coraz mniej wody, co skutkuje tym, że temperatura wrzenia wzrasta, to samo dzieje się z temperaturą w kolektorze. Przez to spada moc kolektora, a para wraca z powrotem do instalacji. Ciśnienie spada, a temperatura w kolektorze osiąga temperaturę stagnacji. Ten stan trwa, do czasu aż promieniowanie słoneczne osłabnie na tyle, że kolektor nie utrzyma już temperatury stagnacji.

#### Faza 5: Ponowne napełnienie kolektora

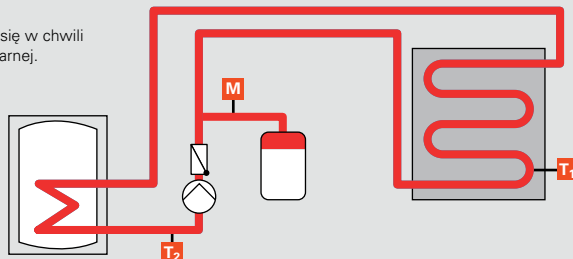
Przy zmniejszeniu się promieniowania, spada temperatura kolektora i ciśnienie w instalacji. Para kondensuje się i solarny czynnik grzewczy zostaje wepchnięty do kolektora. Kiedy ciecz natrafia na gorące części kolektora, może wystąpić ponowne niewielkie parowanie.

Rys. B.3.5-2 Fazy stagnacji

#### Faza 1

Stagnacja rozpoczyna się w chwili wyłączenia pompy solarnej.

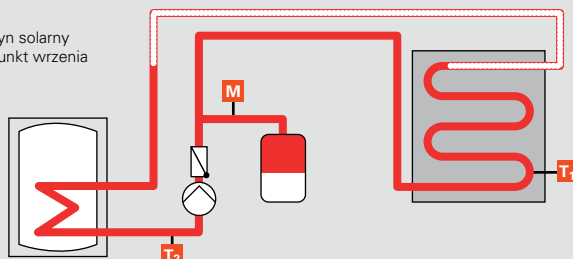
$T_1$  125 °C  
 $T_2$  90 °C  
M 3,5 bar



#### Faza 2

Po ok. 10 minutach płyn solarny w kolektorze osiąga punkt wrzenia i powstaje para.

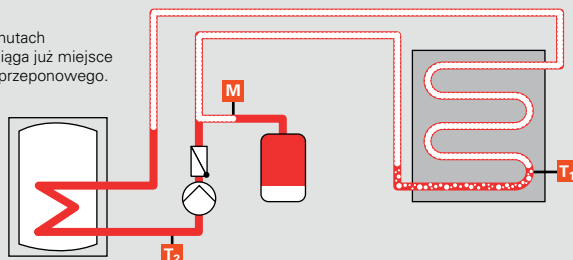
$T_1$  140 °C  
 $T_2$  90 °C  
M 4,5 bar



#### Faza 3

Po ok. dalszych 30 minutach strefa odparowania osiąga już miejsce przyłączenia naczynia przeponowego.

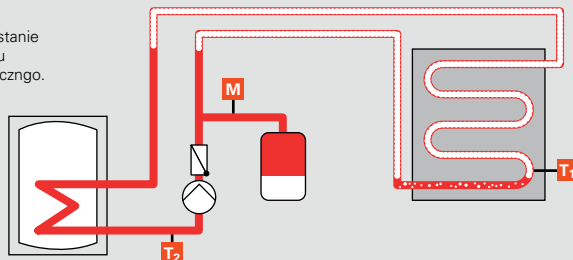
$T_1$  180 °C  
 $T_2$  90 °C  
M 5,0 bar



#### Faza 4

Kolektor pozostaje w stanie stagnacji aż do zaniku promieniowania słonecznego.

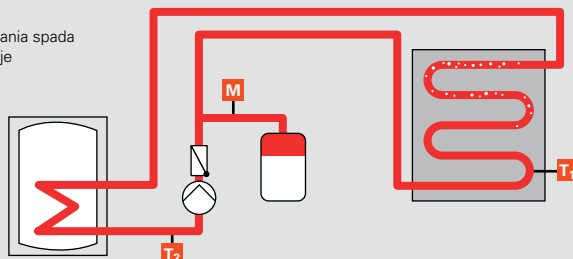
$T_1$  200 °C  
 $T_2$  80 °C  
M 4,5 bar



#### Faza 5

Po zaniku promieniowania spada temperatura kolektora i następuje kondensacja pary.

$T_1$  130 °C  
 $T_2$  50 °C  
M 3,5 bar





## Definicje

Aby opisać procesy zachodzące podczas stagnacji w kolektorze, definiuje się na nowo poniższe określenia w technice solarnej:

- **Maksymalna objętość pary (Vd)** jest to maksymalna ilość cieczy, którą może przejść naczynie wzbiorcze w czasie jej odparowania
- **Zasięg poduszki parowej (DR)** jest to długość rurociągów, która w czasie stagnacji będzie wypełniona parą. W czasie stagnacji kolektorów powstająca z glikolu para, rozprzestrzenia się od kolektora w rurociągach – zasięg zależy od strat ciepłych rurociągu, rodzaju izolacji i czasu trwania stagnacji.
- **Moc odparowania: jest to moc pola kolektorów, które w trakcie procesu stagnacji (DPL)** oddaje ciepło w postaci pary do rurociągów. Maksymalna DPL jest ograniczona opróżnieniem kolektorów.

## Zachowanie się różnych pól kolektorów

Obciążenie przez parę całego systemu solarnego może zostać zredukowane, gdy faza 3 jest możliwie krótka albo w ogóle nie zachodzi. Ma to miejsce w przypadku, gdy w drugiej fazie solarny czynnik jest wypchnięty z kolektora, więc nie zachodzi zmiana stanu fizycznego czynnika grzewczego.

Dogodny proces stagnacji następuje wtedy, gdy uniknie się występowania „poduszek”, które muszą wyparować podczas fazy 3.

Decydująca jest przy tym instalacja całego pola kolektorów, a nie pojedynczego kolektora.

Kolektory Vitosol można przyporządkować po uwzględnieniu miejsca montażu i typu połączenia, maksymalnemu uzyskowi energii cieplnej podczas stagnacji. Jest to ważne przy rozplanowaniu naczynia rozprężnego (VSG) i naczynia wzbiorczego.

Absorber meandrowy wykazuje w porównaniu do absorberów harfowych korzystniejsze zachowanie, ponieważ w górnym obszarze kolektora powstała para może wypchnąć całkowicie parę z rury meandrowej.

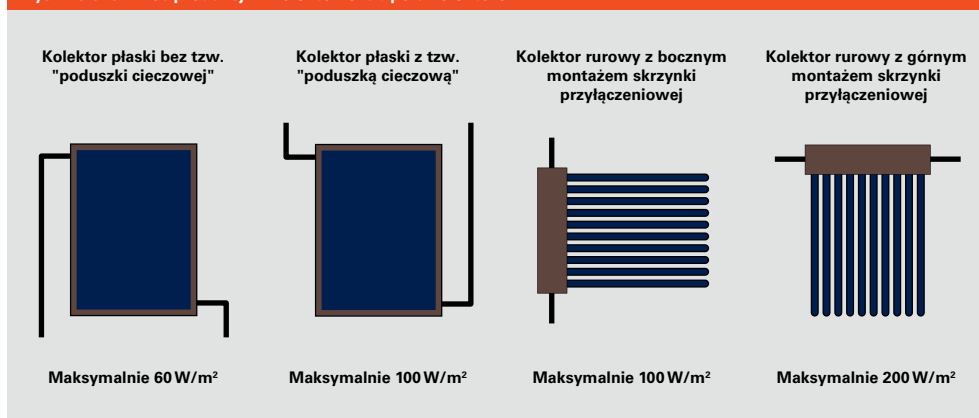
Przy optymalnym opróżnianiu kolektorów płaskich nie ma wpływu kąt nachylenia na zachowanie podczas stagnacji. Kolektory próżniowo-rurowe, z kolei mogą poprzez korzystną budowę poprawić zachowanie podczas stagnacji.

Co do zachowania podczas stagnacji korzystne jest niskie ciśnienie w instalacji. Przy tym jest ważne, aby ciśnienie w instalacji ustawić optymalnie: 1 bar nadciśnienia (przy napełnianiu i 20 stopniowej temperaturze solarnego czynnika grzewczego) w kolektorze jest w pełni wystarczający.

### Wskazówka

W kolektorach rurowych typu Vitosol 300-T (Heatpipe) niezależnie od montażu można przyjąć DPL równe  $100 \text{ W/m}^2$ .

Rys. B.3.5–3 Moc produkcji w kolektorze lub polu kolektorów



W zależności od kolektora i hydraulicznego połączenia można się liczyć z różnymi ilościami pary.

### **B.3.5.2 Ciśnienie instalacji i chłodnica awaryjna**

Rozważne zaprojektowanie, wykonanie i serwis układu zabezpieczenia ciśnieniowego ma duże znaczenie dla bezpieczeństwa pracy instalacji słonecznej (patrz rozdział E.1.1). Długotrwałe doświadczenia, pokazują, że tu leży najczęstsza przyczyna błędów.

Przeponowe naczynie wzbiorcze spełnia trzy najważniejsze funkcje:

- Utrzymuje medium w stanie ciekłym, co jest niezbędne aby wyrównać niskie temperatury i odgazowanie spowodowane spadkiem objętości.
- Przyjmuje zwiększenie się objętości czynnika grzewczego, spowodowanego wzrostem temperatury podczas pracy
- Przyjmuje wzrost objętości medium spowodowanym przez parę podczas faz stagnacji.

Pierwsze dwie funkcje naczynia wzbiorczego nie odróżniają się od instalacji grzewczych i są oceniane na równi. Trzecia funkcja jest wymogiem instalacji słonecznej. W stanie spoczynku para tworzy się nie tylko w kolektorze, ale także w częściach rurociągów. Ilości pary, które muszą być wzięte pod uwagę podczas projektowania, są zależne od miejsca montażu i od typu kolektora.

### **Określenie zasięgu pary**

Największy przyrost objętości odpowiada tworzeniu się pary podczas stagnacji. Tworzy się ona z odparowanej zawartości kolektora (brak cieczy) i ilości pary znajdującej się w rurach, która tworzy się podczas fazy 3 (patrz rozdział B.3.5.1).

Długość rurociągów wypełnionych parą podczas stagnacji, oblicza się z równowagi pomiędzy mocą z jaką produkowana jest para w kolektorach, a stratami ciepła w rurach.

Produkcja pary całego pola kolektorów zależy od powierzchni i rodzaju apertury, co jest wyrażane w  $W/m^2$  (patrz rys. B.3.5-5).

Do obliczenia ilości ciepła traconego z rur miedzianych wypełnionych parą, przyjmuje się poniższe wartości:

Rura 12 × 1, 15 × 1, 18 × 1: **25 W/m**

Rura 22 × 1, 28 × 1,5: **30 W/m**

Maksymalny zasięg poduszki parowej (DR) w metrach:

$$DR_{\max} = \frac{DPL_{\max} \cdot A_{\text{koll}}}{\dot{q}_{\text{rohr}}}$$

$DR_{\max}$  Maksymalny zasięg poduszki parowej w metrach

$DPL_{\max}$  maksymalna moc produkcji pary w W/m<sup>2</sup>

$A_{\text{koll}}$  powierzchnia apertury w m<sup>2</sup>

$\dot{q}_{\text{rohr}}$  straty ciepła w rur w W/m

#### Wskazówka

Jeśli nie znamy miejsca instalacji oraz zachowania kolektora podczas stagnacji, dobiera się maksymalne wartości dla DPL (100, względnie 200 W/m<sup>2</sup>).

#### Przykład

Dla przykładu dwóch kolektorów płaskich i rury miedzianej 15×1:

$$DPL_{\max} = 60 \text{ W/m}^2$$

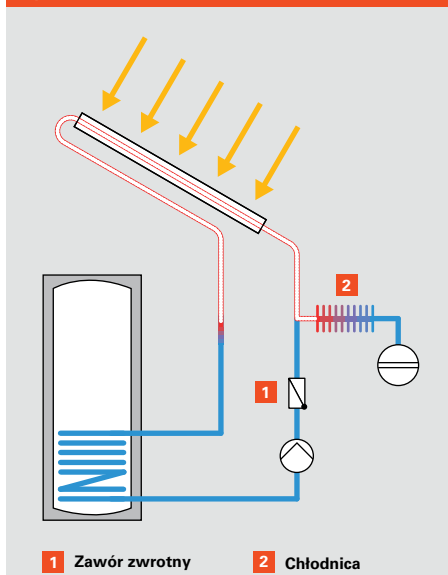
$$A_{\text{koll}} = 4,66 \text{ m}^2$$

$$\dot{q}_{\text{rohr}} = 25 \text{ W/m}$$

$$DR_{\max} = \frac{60 \text{ W/m}^2 \cdot 4,66 \text{ m}^2}{25 \text{ W/m}}$$

Para może wystąpić maksymalnie 11,18 m od przyłącza kolektora.

Rys. B.3.5-4 Chłodnica



1 Zawór zwrotny

2 Chłodnica

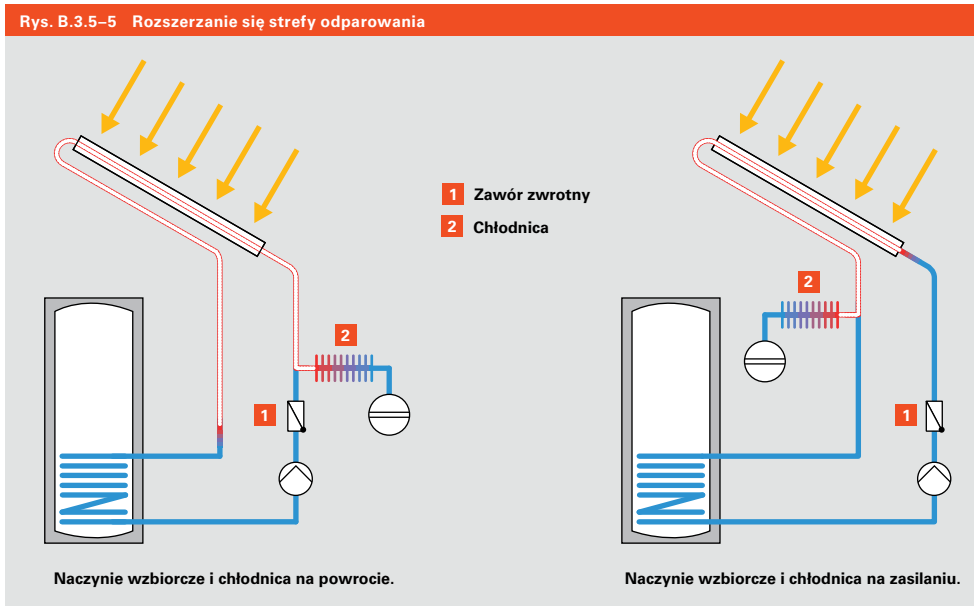
Jeśli maksymalny zasięg poduszki parowej jest mniejszy niż rzeczywista długość rur w instalacji słonecznej (VL i RL) pomiędzy kolektorem a naczyniem wzbiorczym, para może podczas stagnacji nie osiągnąć naczynia. W przypadku, gdy maksymalny zasięg poduszki parowej jest większy, musi być zaprojektowana chłodnica do ochrony membrany naczynia wzbiorczego przed przegrzaniem. W tej chłodnicy para kondensuje a płyn solarnej osiąga temperaturę < 70 °C.

W celu ochrony naczynia wzbiorczego, temperaturę płynu solarnej zmniejsza się w chłodnicy.

## B.3 Obieg pierwotny

Po lewej: Para może rozprzestrzeniać się we wszystkich kierunkach, naczynie wzbiorcze instaluje się wraz z chłodnicą na powrocie.

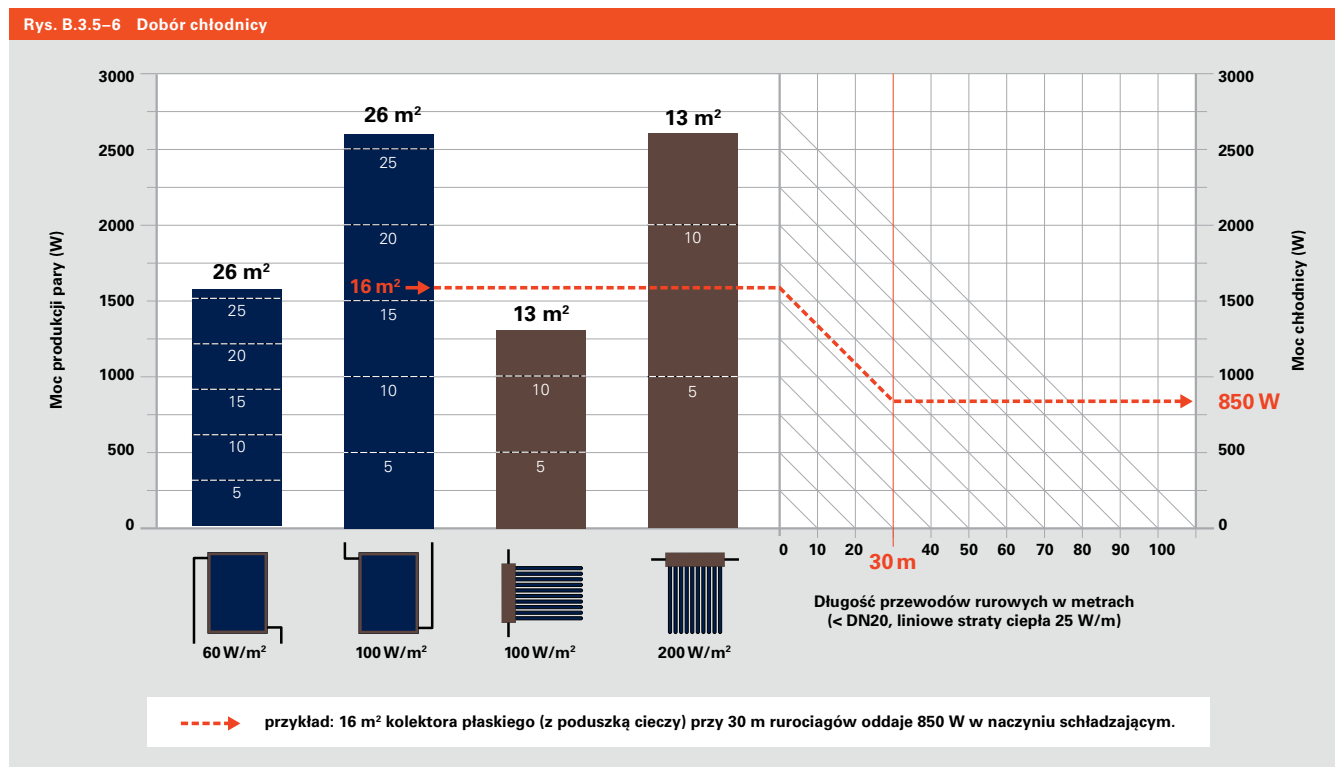
Po prawej: Para może rozprzestrzeniać się tylko na zasilaniu, naczynie wzbiorcze instaluje się wraz z chłodnicą na zasilaniu.



### Określenie pozycji naczynia schładzającego

W zależności od miejsca instalacji, aby chronić przed skutkami stagnacji podzespoły wrażliwe

na temperaturę tj np. pompy, naczynie wzbiorcze chłodnicę montuje się na zasilaniu. Dzięki temu na powrocie nie będzie pary i wtedy nie będzie strat mocy cieplnej.



W zależności od DPL pola kolektorów i wielkości strat ciepłych w rurociągach wynika potrzebna pozostała moc schładzania, która musi zostać pobrana przez naczynie schładzające. Instalacje z połączeniem  $\geq$  DN 20 mogą być obliczone za pomocą arkusza kalkulacyjnego. (patrz wskazówka na stronie 95).

### Określenie mocy naczynia schładzającego

Z różnicy pomiędzy mocą z jaką produkowana jest para przez pole kolektorów, a mocą strat ciepłych w rurociągach do punktu przyłączeniowego naczynia wzbiórczego, wynika potrzebna moc schładzania naczynia schładzającego. Tu należy wziąć pod uwagę, pozycje naczynia wzbiórczego i naczynia schładzającego, ponieważ od tego zależy moc strat ciepłych instalacji rurociągowej.

$$\dot{Q}_{ks} = (DPL_{max} \cdot A_{koll}) - (\dot{q}_{rohr} \cdot L_{rohr})$$

$\dot{Q}_{ks}$  moc schładzania naczynia schładzającego

$DPL_{max}$  maksymalna moc produkcji pary w  $W/m^2$

$A_{koll}$  powierzchnia apertury w  $m^2$

$\dot{q}_{rohr}$  moc strat ciepłych w rurociągach w  $W/m^2$

$L_{rohr}$  długość rurociągów

#### Przykład

DPL powierzchni 10  $m^2$  instalacji z kolektorami płaskimi wynosi 600  $W/m^2$ . Instalacja składa się z 30 metrów rurociągów miedzianych o średnicy DN 20. Zasięg poduszki parowej W wynosi 20 m (600  $W/30 W$  na metr, nie jest zatem potrzebna dodatkowa ochrona.)

Jeśli weźmiemy podwójną powierzchnię kolektora (20  $m^2$ ), podwoi się także zasięg poduszki parowej do 40 m, para może zatem dotrzeć do naczynia wzbiórczego. Potrzebną moc schładzania można wyliczyć w następujący sposób:

$$DPL_{max} = 60 \text{ W/m}^2$$

$$A_{koll} = 20 \text{ m}^2$$

$$\dot{q}_{rohr} = 30 \text{ W/m}$$

$$L_{rohr} = 30 \text{ m}$$

$$\dot{Q}_{ks} = (60 \text{ W} \cdot 20 \text{ m}^2) - (30 \text{ W/m} \cdot 30 \text{ m})$$

Moc schładzania  $\dot{Q}_{ks}$  wynosi 300 W

W instalacjach z rurociągami o średnicach do 20 DN (więc z mocą strat ciepłych 25  $W/m$ ) z rysunku B.3.5-6 można odczytać moc jaką musi być przejęta w naczyniu schładzającym.

### Wyznaczanie miejsca usytuowania naczynia schładzającego

Jeśli znamy moc, którą ma przejąć naczynie schładzające wtedy ustala się jego typ. W małych instalacjach używa się do tego najczęściej wstępne naczynie schładzające. Pojemność wstępnego naczynia schładzającego może dochodzić nawet do 100 l. (patrz rys. B.3.5-5).

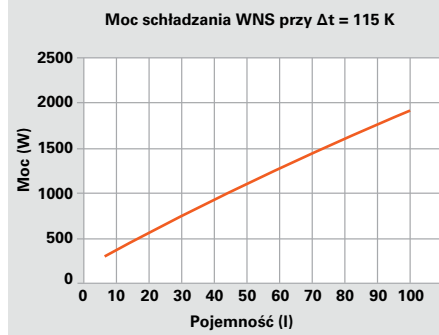
Zamiast wstępnych naczyń schładzających WNS można zainstalować inny rodzaj naczynia schładzającego – w większych instalacjach jest to rozwiązanie korzystniejsze cenowo.

Jako naczynie schładzające można użyć rur żebrowanych lub będących w sprzedaży grzejników (radiatorów). Aby określić moc, można użyć podanych mocy grzewczych dla temp. na zasilaniu 75 stopni i pomnożyć ją przez 2 (ze względu na znacznie wyższą temperaturę).

#### Wskazówka

Ewentualnie musi być przewidziana ochrona rurociągów, ponieważ podczas stagnacji pola kolektorów para o temp. do 140 stopni C może dotrzeć do naczynia schładzającego.

Rys. B.3.5-7 Moc schładzania WNS



Moc schładzania wstępnych naczyń schładzających jest proporcjonalna od objętości.

### Obliczenie naczynia wzbiórczego

Przy obliczeniu pojemności naczynia wzbiórczego należy dodać pojemność naczynia schładzającego  $V_{fv}$  do objętości cieczy w instalacji i zawartość rurociągów  $V_r$ .

Aby obliczyć objętość pary w rurociągach  $V_r$  dodaje się zawartości rurociągów pomiędzy kolektorem i naczyniem schładzającym, (tylko VL albo VL+ RL, w zależności od instalacji) i pojemność naczynia schładzającego.

## B.3 Obieg pierwotny

Tylko za pomocą ustalenia zasięgu pary i uwzględnienia miejsca instalacji naczynia schładzającego, można dokładnie wyliczyć pojemności naczynia wzbiorczego. Potrzebną objętość ustala się biorąc pod uwagę rozszerzalność czynnika grzewczego w stanie płynnym i z oczekiwaną objętość pary, z uwzględnieniem statycznej wysokości instalacji i ciśnienia roboczego.

W pierwszym kroku ustala się zawartość czynnika grzewczego w instalacji  $V_a$ . Wynika ona z sumy zawartości wszystkich elementów obiegu pierwotnego.

$$V_a = V_{rohr} + V_{wt} + V_{koll} + V_{fv}$$

$V_a$  pojemność instalacji w litrach

$V_{rohr}$  pojemność rur w litrach (włączając armaturę)

$V_{wt}$  pojemność wymiennika ciepła

$V_{koll}$  pojemność kolektora w litrach

$V_{fv}$  pojemność naczynia schładzającego podawana w litrach

Objętość naczynia schładzającego wynosi 4% objętości zawartości instalacji, ale najmniej 3 litry.

### Przykład

Instalacja z dwoma płaskimi kolektorami Vitosol 200-F (typ SV), z biwalentnym pojemnościowym podgrzewaczem c.w.u. Vitocell 100-B (300 l), 30 m miedzianego rurociągu o wymiarach 15x1:

$$V_{rohr} = 4 \text{ l}$$

$$V_{wt} = 10 \text{ l}$$

$$V_{koll} = 3,66 \text{ l}$$

$$V_{fv} = 3 \text{ l (minimum)}$$

$$V_a = 4 \text{ l} + 10 \text{ l} + 3,66 \text{ l} + 3 \text{ l}$$

Objętość zawartości instalacji wynosi 20,66 l

Drugim krokiem jest przyrostu objętości  $V_e$ , który to wywołany jest rozszerzalnością termiczną płynu solarnego w stanie ciekłym.

$$V_e = n \cdot (t_1 - t_0) \cdot V_a$$

$V_e$  przyrost objętości w litrach

$n$  wskaźnik rozszerzalności w 1/K

$t_1$  górna temperatura roztworu w °C

$t_0$  dolna temperatura roztworu w °C

$V_a$  pojemność instalacji w litrach

Jako najniższą temperaturę przyjmuje się – 20 stopni C, a jako najwyższą (w powszechnym zastosowaniu) 130 stopni C – ta temperatura jest jednocześnie z reguły  $T_{max}$  dla kolektora. Jeśli ta temperatura zostanie przekroczona, instalacja przerywa pracę i przechodzi w fazę stagnacji.

Przy tej różnicy temperatur tj. 150 K dla czynnika solarnego Viessmann współczynnik rozszerzalności wynosi  $\beta = 0,13$

$$V_e = \beta \cdot V_a$$

$V_e$  objętość ekspansyjna w litrach

$\beta$  współczynnik rozszerzalności

$V_a$  objętość, pojemność instalacji w litrach

### Przykład

Dla przykładu:

$$V_a = 20,66 \text{ l}$$

$$\beta = 0,13$$

$$V_e = 0,13 \cdot 20,66 \text{ l}$$

Objętość ekspansyjna wynosi 2,69 l

Aby ustalić objętość pary w rurociągach, należy wziąć pod uwagę pojemność (w litrach) przypadającą na metr bieżący rurociągu.

Tab. B.3.5–8 Pojemność rurociągów

Rura miedziana	12x1 DN10	15x1 DN13	18x1 DN16	22x1 DN20	28x1,5 DN25	35x1,5 DN32	42x1,5 DN40
Jedn. poj. rury l/m	0,079	0,133	0,201	0,314	0,491	0,804	1,195
Rura ze stali nierdz.	DN16						
Jedn. poj. rury l/m	0,25						

Z objętości naczynia wzbiórczego  $V_{fv}$  i objętości ekspansyjnej  $V_e$  wylicza się objętość całej pary  $V_d$ . Składa się ona z zawartości kolektora  $V_{koll}$  i z zawartości pary w rurach  $V_{drohr}$ .

Aby wyliczyć objętość pary w rurociągach  $V_{drohr}$ , mnoży się długość rur, w których znajduje się para przez pojemność 1 m rury (patrz rys. B.3.5-8).

$$V_{drohr} = \text{Poj. rurociągów na metr} \cdot L_{drohr}$$

$V_{drohr}$  objętość pary znajdującej się w rurociągach, podawana w litrach

$L_{drohr}$  długość rurociągów napelnionych parą

#### Przykład

Przykładowa instalacja z rurociągami miedzianymi o wymiarach 15x1:

Zawartość = 0,133 l/m

$L_{drohr} = 11,18$  m

$V_{drohr} = 0,133$  l/m · 11,18 m

Obj. pary  $V_{drohr}$  (w rurociągach) wynosi więc 1,487 l

Całość objętości pary można wyliczyć następująco:

$$V_d = V_{koll} + V_{drohr} (+ V_{kk})$$

$V_d$  cała objętość pary

$V_{koll}$  objętość kolektora

$V_{drohr}$  objętość pary znajdującej się w rurociągach podawana w litrach

$V_{kk}$  objętość naczynia schładzającego w litrach

#### Przykład

Przykładowa instalacja:

$V_{koll} = 3,66$  l

$V_{drohr} = 1,487$  l

$V_d = 3,66$  l + 1,487 l (+ względnie  $V_{kk}$ )

Cała objętość pary  $V_d$  wynosi 5,147 l.

Przy naczyniu wzbiórczym należy uwzględnić dodatkowo czynnik ciśnienia, który można wyliczyć następująco:

$$Df = \frac{p_e + 1}{p_e - p_o}$$

$Df$  czynnik ciśnienia

$p_e$  maksymalne ciśnienie na zaworze bezpieczeństwa wyrażone w barach, czyli 90% ciśnienia odpowiadającego ciśnieniu otwarcia zaworu bezpieczeństwa

$p_o$  Ciśnienie robocze wyliczone jako ciśnienie statyczne instalacji w barach, przyjmowane jako 0,1 bar na 1 m statycznej wysokości, powiększone o 1 bar potrzebnego nadciśnienia na kolektor

#### Przykład

Przykładowa instalacja z zaworem bezpieczeństwa 6 bar powinna posiadać statyczne ciśnienie 1,5 bar (15 metrów wysokości statycznej), Ciśnienie robocze instalacji powinno wynosić 2,5 bar.

$p_e = 5,4$  bar

$p_o = 2,5$  bar

$$Df = \frac{5,4 \text{ bar} + 1}{5,4 \text{ bar} - 2,5 \text{ bar}}$$

Czynnik ciśnienia  $Df$  wynosi 2,21.

Dla doboru naczynia wzbiórczego mnoży się całą wypieraną objętość naczynia schładzającego razy czynnik ciśnienia:

$$V_{mag} = (V_d + V_e + V_{fv}) \cdot Df$$

#### Przykład

Przykładowa instalacja:

$V_d = 5,147$  l

$V_e = 2,69$  l

$V_{fv} = 3$  l

$Df = 2,21$

$V_{mag} = (5,147 \text{ l} + 2,69 \text{ l} + 3 \text{ l}) \cdot 2,21$

Minimalna objętość solarnego naczynia wzbiórczego  $V_{mag}$  wynosi 23,9 l.

#### Wskazówka

Cały proces obliczeń do doboru naczynia wzbiórczego i ewentualnego naczynia schładzającego znajdziecie Państwo na stronie [www.viessmann.com](http://www.viessmann.com).

Przy układzie z automatyczną stabilizacją ciśnienia można przyjąć  $Df = 1$

## B.3 Obieg pierwotny

### Wskazówka

W nowoczesnych kolektorach o dużej wydajności unikanie odparowania czynnika grzewczego poprzez utrzymywanie wysokiego ciśnienia nie jest sensowne.

### Wskazówka

Instalacje słoneczne Viessmann są wyposażane w zawór bezpieczeństwa 6 bar, a rozdzielacz Viessmann już zawiera go fabrycznie. Można go stosować do instalacji glikolowych do temperatury 120 stopni C.

### B.3.5.3 Zawór bezpieczeństwa

Zawór bezpieczeństwa w obwodzie solarnym ma za zadanie upuszczenie solarnego czynnika grzewczego z systemu, kiedy zostanie przekroczone maksymalne ciśnienie w instalacji. Maksymalne ciśnienie określa się z uwzględnieniem konieczności ochrony podzespołu z najmniejszą wytrzymałością na ciśnienie.

Zawór bezpieczeństwa musi być zgodny z EN 12976 i 12977, co oznacza, że musi być dopasowany do mocy oddawania ciepła kolektora albo grupy kolektorów i ich maksymalnej mocy (sprawność optyczna  $\eta_0 \cdot 1000 \text{ W/m}^2$ ) (patrz rys. B.3.5-9).

Można zainstalować tylko takie zawory bezpieczeństwa, które ustawione są maksymalnie na 6 bar i 120 stopni C oraz zawierają charakterystyczną literę „S” (Solar). Tych zaworów nie można używać bezpośrednio przy źródłach ciepła (przy kolektorze), mogą być one montowane tylko na powrocie do kolektora, za zaworem zwrotnym w kierunku przepływu. Musi być zapewnione, żeby na tym miejscu temperatura nie przekraczała 120 stopni C.

### B.3.5.4 Pojemnik (zbiornik) na płyn solarny

Płyny solarne Viessmanna są nietoksyczne i nieszkodliwe biologicznie. Jednakże na przewodzie wyrzutowym zaworu bezpieczeństwa powinien znajdować się pojemnik (zbiornik) na płyn solarny. Pojemnik (zbiornik) na płyn solarny musi być tak zwymiarowany, tak aby całość czynnika grzewczego znajdującego się w instalacji mogła być zmagazynowana.

W małych instalacjach używa się najczęściej jako zbiornik na czynnik gotowy pojemnik, w którym płyn został zakupiony. Należy się zastanowić, czy ewentualny wyrzucony z zaworu bezpieczeństwa płyn solarny może osiągnąć temperaturę topienia polipropylenowych kanistrów (około 130 stopni C) a nawet ją przewyższyć. Od 70 stopni C zbiornik traci na stabilności. Poprzez spadek ciśnienia wychodzący z układu solarny czynnik może przybrać postać pary. Aby chronić zbiornik, powinno się przed nim znajdować naczynie schładzające o pojemności 10% objętości instalacji. Choć przy tym rozwiązaniu uszkodzenie zbiornika nie jest wykluczone jak i wypłynięcie czynnika, jednakże jest to niewielkie zagrożenie, które można zaakceptować.

W dużych instalacjach słonecznych wykonuje się zbiorniki na czynniki solarne. Jest on przystosowany do magazynowania medium bez ciśnienia, zaś najlepszym do tego materiałem jest stal szlachetna. Zwykła blacha rdzewieje i nie nadaje się do kontaktu i magazynowania czynnika grzewczego zawierającego glikol. To samo tyczy się blach ocynkowanych.

Wielkość zaworu bezpieczeństwa ustala się jako pochodną wielkości pola kolektorów.

Rys. B.3.5-9 Zawór bezpieczeństwa

Powierzchnia apertury $\text{m}^2$	Wielkość zaworu (średnica króćca wylotowego) DN
bis 40	15
bis 80	20
bis 160	25



Rys. B.3.5-10 Zbiornik magazynujący



W dużych instalacjach słonecznych zaleca się używania zbiornika ze stali szlachetnej z pokrywą.

Aby podczas montażu i sprawdzania zaworu bezpieczeństwa uniknąć zanieczyszczeń (odprysków), montuje się pokrywę zbiornika.

Aby móc bezproblemowo wyczyścić i napełnić zbiornik, powinien być wmontowany przy podstawie (w dolnej części) zawór odcinający. Zawór ten musi być dobrze zwymiarowany, gdyż nie każdy zawór kulowy może być zastosowany.



## C Dobór i wymiarowanie systemu

Podstawą do projektowania instalacji słonecznej jest wybór odpowiedniego systemu. Obok specyficznych zapotrzebowań klienta wpływ mają też techniczne uwarunkowania dobieranego systemu.

W tym rozdziale najpierw będą opisane możliwości ukształtowania pola kolektorów, a przy tym będą również opisane wymogi hydrauliczne, dzięki którym zoptymalizowane będą sumaryczne opory instalacji.

Do rozmieszczenia dalszych elementów przedstawimy różne systemy i wyjaśnimy specyfikę ich wymagań. Na tej podstawie będą pokazane kroki niezbędne do projektowa-

nia i zilustrowane schematami instalacji wraz z licznymi przykładami. Przedstawione będą również dalsze możliwości zastosowania techniki solarnej wraz z kombinacjami urządzeń wykorzystujących energię odnawialną.

Na koniec przedstawimy zarysy oprogramowania ESOP i przedstawimy istotne kroki w symulacji instalacji.

### 100 C.1 Projektowanie pola kolektorów

- 101 C.1.1 Budowa instalacji z pojedynczym polem kolektorów
- 102 C.1.2 Budowa instalacji składającej się z kilku pól kolektorów
- 105 C.1.3 Pola kolektorów ustawione w różnych kierunkach świata

### 106 C.2 Rozplanowanie

- 107 C.2.1 Instalacja ze zbiornikiem podgrzewającym ciepłą wodę użytkową
- 119 C.2.2 Projektowanie instalacji wspomagającej ogrzewanie pomieszczeń
- 126 C.2.3 Profile użytkowania w przemyśle
- 127 C.2.4 Ogrzewanie basenów
- 132 C.2.5 Klimatyzacja wspomagana przez energię słoneczną
- 134 C.2.6 Zastosowanie przy wysokich temperaturach

### 136 C.3 Energia odnawialna

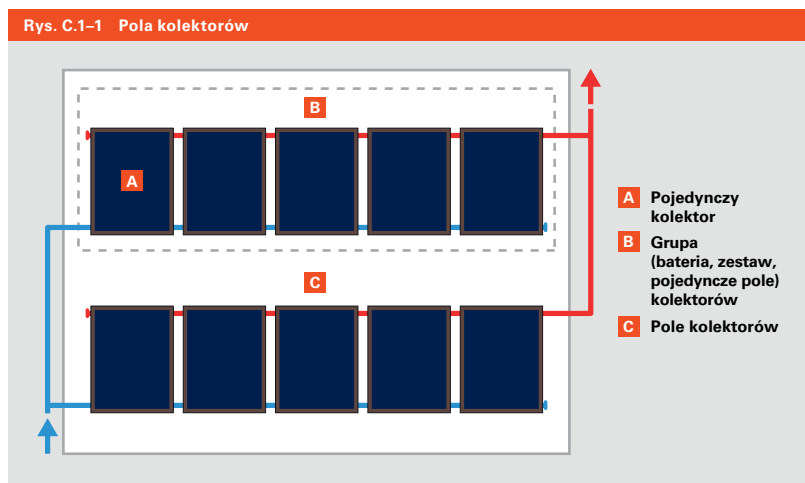
- 137 C.3.1 Instalacja słoneczna w połączeniu z kotłem na biomasę
- 138 C.3.2 Instalacje słoneczne w połączeniu z pompami ciepła

### 140 C.4 Symulacja instalacji z ESOP



### Projektowanie pola kolektorów

W instalacji z kotłami lub z pompami ciepła w relatywnie małym pomieszczeniu można zmieścić dużą moc zainstalowaną, co nie jest możliwe w instalacjach słonecznych. Uzyskiwanie większej mocy z kolektorów, zawsze łączy się z większą powierzchnią kolektorów.



Aby podwoić moc, należy także podwoić powierzchnię kolektorów. Nie produkuje się dowolnej wielkości kolektorów, ponieważ możliwości montażu, wielkość połaci dachowej jak i jej wytrzymałość są ograniczone. Dlatego duże instalacje słoneczne składają się z wielu pojedynczych kolektorów, co wymaga starannego zaprojektowania hydrauliki kolektorów.

Odpowiednie elementy przyłączeniowe kolektorów firmy Viessmann umożliwiają elastyczne dopasowanie pola kolektorów do różnorodnych wymagań dotyczących wielkości pola i rozmieszczenia na dachu.

### C.1.1 Budowa instalacji z pojedynczym polem kolektorów

W instalacji z pojedynczym polem kolektorów, grupa kolektorów podłączona jest bezpośrednio przewodem zasilającym i powrotnym.

Grupę kolektorów można także połączyć w inny sposób. Kolektory płaskie Vitosol można połączyć maksymalnie do 12 sztuk w jednym polu. Można je połączyć jednostronnie lub naprzemiennie.

Kolektory rurowo-próżniowe Vitosol 200-T można połączyć w 1 pole do 15 m<sup>2</sup>. Mogą one również być połączone jednostronnie lub naprzemiennie. Gdy górna rura kolektora jest pusta i nie jest połączona z innymi rurami, to wtedy używa się przyłączenia jednostronnego (patrz rys. C.1.1-3).

W kolektorach próżniowo-rurowych Vitosol 300-T także można podłączyć grupę kolektorów do 15 m<sup>2</sup>. Ten typ kolektora można podłączyć tylko jednostronnie.

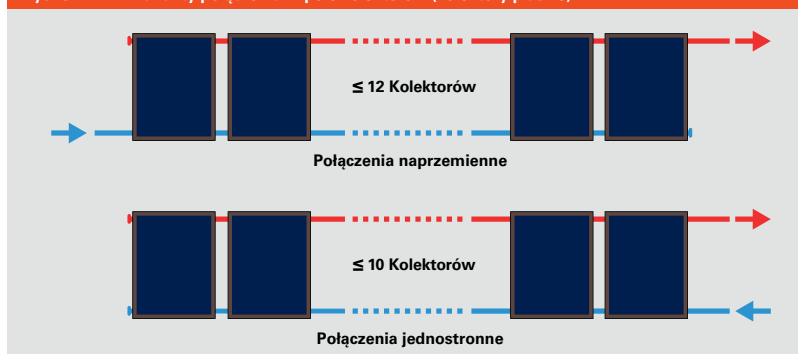
Opisany w rozdziale B.3.1 przepływ podawany w litrach/(h · m<sup>2</sup>) musi być dotrzymywany we wszystkich typach kolektorów.

Przy połączeniu jednostronnym kolektory typu Vitosol 300-T w polu wynoszącym 15 m<sup>2</sup> mają opory przepływu 210 mbar.

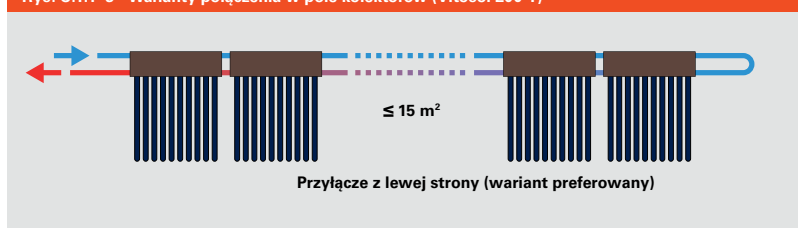
Rys. C.1.1-1 Pojedyncze pole kolektorów



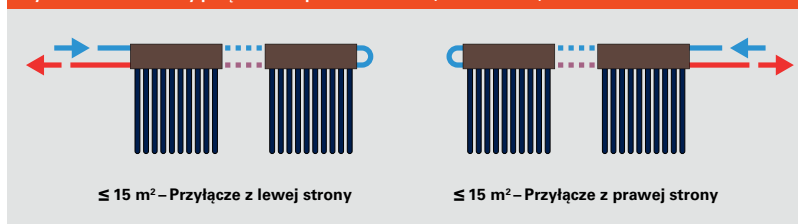
Rys. C.1.1-2 Warianty połączenia w pole kolektorów (kolektory płaskie)



Rys. C.1.1-3 Warianty połączenia w pole kolektorów (Vitosol 200-T)

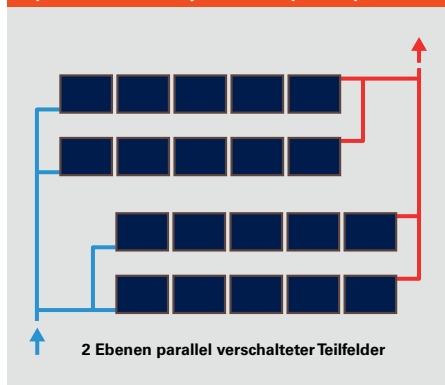


Rys. C.1.1-4 Warianty połączenia w pole kolektorów (Vitosol 300-T)



## C.1 Projektowanie pola kolektorów

Rys. C.1.2-1 Instalacja z wieloma polami (pola równe)



Jeśli poszczególne pola kolektorów w instalacji z wieloma polami, są takiej samej wielkości można przyłączeniu rurociągów w układzie Tichelmana zrezygnować z zaworu różnicowego.

### C.1.2 Budowa instalacji składającej się z kilku pól kolektorów

#### Wskazówka

W układzie Tichelmana rury pomiędzy polem kolektorów, a odbiornikiem są tak rozłożone, że sumy długości połączenia zasilania i powrotu są możliwie takie same dla każdego kolektora.

Opisane w rozdziale C.1.1 grupy kolektorów są polami w instalacji składającej się z kilku pól.

Dobrym rozwiązaniem jest, gdy wszystkie grupy kolektorów są tej samej wielkości, są tak samo przyłączone i mają takie same straty ciśnienia, co oznacza że nie trzeba instalować zaworów różnicowych. Pola częściowe (będące częścią składową instalacji z wieloma polami) są podłączone równoległe, a przyłączenie rurociągów dokonuje się w układzie Tichelmana. Mając na względzie bezpieczną instalację należy zwrócić uwagę przy projek-

towaniu na ilość kolektorów. Jeśli wyszło nam z obliczeń że potrzebujemy instalacji zawierającej 17 kolektorów, to redukujemy tą liczbę do 16, aby uzyskać dwa tak same duże pola kolektorów z ośmioma kolektorami w każdym.

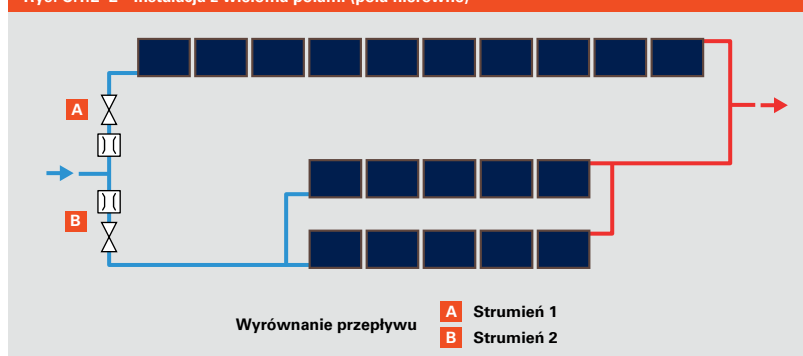
Jeśli powierzchnie pól częściowych leżą w sporej odległości od siebie, trzeba je podzielić, aby uzyskać po dwie płaszczyzny przyłączone równoległe. Aby zapewnić dobry przepływ we wszystkich polach częściowych, straty ciśnienia powinny wynosić około 100 mbar. Jeżeli pola częściowe mają takie same straty ciśnienia, nie trzeba instalować na przyłączeniach zaworów różnicowych.

Instalacje z większą ilością pól z różnymi polami częściowymi (biorąc pod uwagę wielkość, przyłączenie i straty ciśnienia) muszą zostać wyrównane. Zawory montuje się możliwie blisko trójnika, co ułatwia wyrównywanie oporów.

#### Wskazówka

Układ zworów różnicowych w kierunku przepływu ustawionych jeden po drugim (szeregowo) nie okazuje się najlepszym rozwiązaniem.

Rys. C.1.2-2 Instalacja z wieloma polami (pola nierówne)



Aby wyrównać większe pola częściowe, instaluje się dla bezpieczeństwa zawory wyrównujące przepływ (zawory różnicowe).

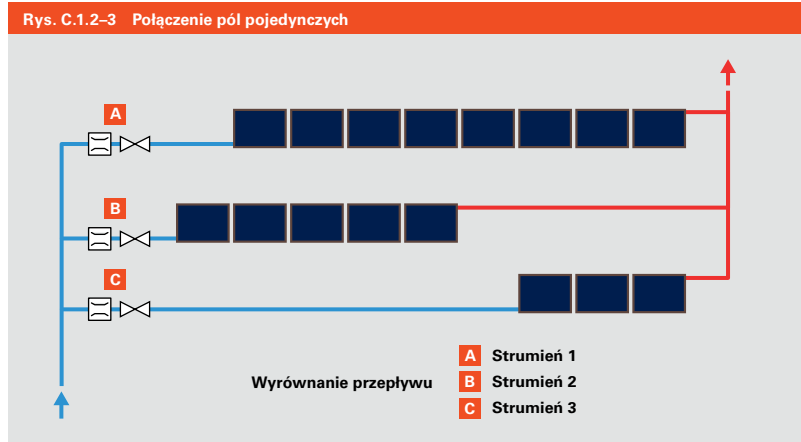
W przypadku, kiedy w instalacji z kilkoma polami kolektorów z różnymi polami częściowymi, np. górne częściowe pole kolektorów jest tak samo duże, jak suma obydwu dolnych częściowych pól, opory przepływu się różnią, a pola częściowe kolektorów zachowują się różnie podczas pracy, należy je wyrównać (patrz rys. C.1.2.-2 i C.1.2-3).

Wszystkie możliwości, aby zoptymalizować hydraulikę pól kolektorów, muszą zostać sprawdzone. Niekiedy istnieją dogodne warunki, które sprawiają, że można zrezygnować z wyrównywania. Dla pola kolektorów z polami częściowymi kolektorów (patrz rys. C.1.2-3) istnieje alternatywa, która zapewnia bezpieczny przepływ zaworów różnicowych: Obydwa dolne częściowe pola kolektorów sumuje się i podłącza równolegle do górnego pola częściowego (patrz rys. C.1.2-4).

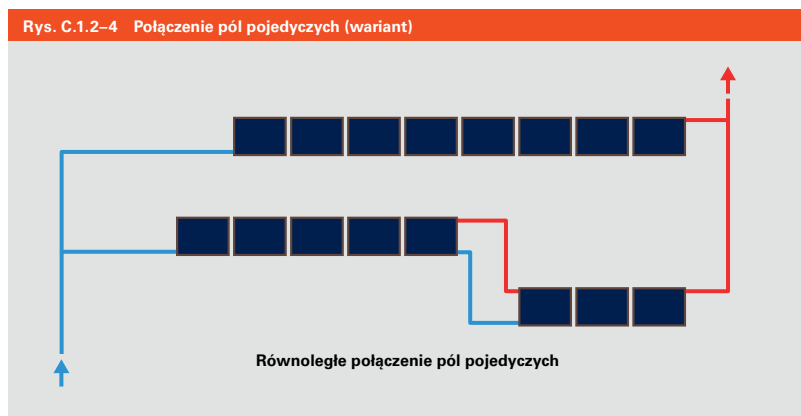
### Staranność wykonania instalacji

Obok starannego projektowania decydujące jest także wykonanie hydrauliczne. Połączenia hydrauliczne w dużych instalacjach kolektorowych są ich bardzo ważnym elementem. Nierozważne używanie trójników, łuków, kolanek w połączeniach rurowych do pól kolektorowych może stanowić przeszkodę w osiągnięciu poprawnego przepływu w układzie Tichelmana.

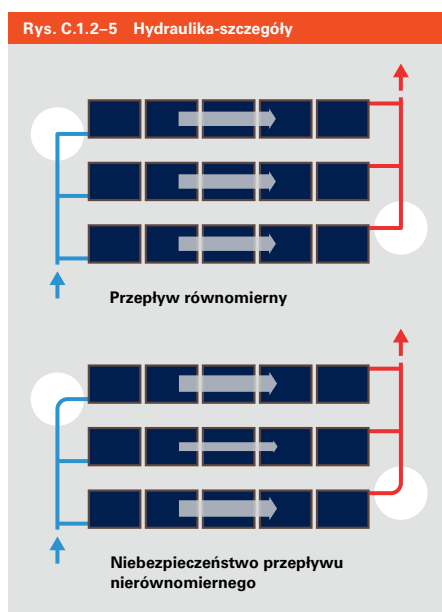
Już małe różnice w stratach ciśnienia mogą prowadzić do nierównego przepływu w grupie kolektorów, względnie w polu częściowym.



Przy różnych polach częściowych, w każdym polu należy wyrównać przepływ.



Przy optymalnej hydrauliczce można zrezygnować z zaworu różnicowego.



Małe różnice w połączeniach rurowych mogą prowadzić do nierównego przepływu przez pola częściowe, co skutkuje stratami mocy i podwyższonym ryzykiem podczas stagnacji.

## C.1 Projektowanie pola kolektorów

Rys. C.1.2-6 Projektowanie przepływu w polach pojedynczych



Aby zapewnić bezpieczną prędkość przepływu, średnice rurociągów głównych muszą być dobrane na specyficzny przepływ w polach częściowych.

### Połączenia rurowe i armatura pomiędzy polami kolektorów

Aby zapewnić bezpieczne odpowietrzenie, połączenia rur wewnątrz pól częściowych, tak jak połączenia główne dobiera się dla prędkości przepływu czynnika grzewczego pomiędzy 0,4 i 0,7 m/s.

Instalacje z kilkoma polami wymagają do uruchomienia, możliwości odpowietrzenia każdego pola częściowego. Nie jest do tego potrzebny odpowietrznik automatyczny (z zaworem odcinającym), odpowietrznik ręczny w tym przypadku wystarczy. Należy tu zwrócić uwagę na wytrzymałość temperaturową.

Pola częściowe muszą być zamknięte do uruchomienia i przy pracach konserwujących. Jeśli da się zamknąć pole kolektora lub jego część poprzez armaturę zamykającą i odizolować od instalacji bezpieczeństwa (zawór bezpieczeństwa i naczynie wzbiorcze), trzeba zabezpieczyć kurki przed nieprawidłową obsługą (zaplombowane kurki). Zamykanie pól częściowych wymaga zawsze możliwości opróżnienia pól częściowych.

Pomiary instalacji przy uruchomieniu i regularnej kontroli pola kolektorów są łatwiejsze, kiedy na zasilaniu każdego pola częściowego jest zamontowana tuleja zanurzeniowa. W kolektorach Viessmann to wyposażenie jest dostępne.

Dzięki tulei zanurzeniowej można zmierzyć temperaturę czynnika grzewczego na zasilaniu podczas pracy. Ponieważ temperatura na powrocie dla wszystkich pól częściowych jest taka sama, można wyciągnąć z wahającej się temperatury zasilania wnioski o przepływie w polach częściowych. W VDI 6002 części 1 zaleca się, aby wahanie pomiędzy polami wynosiło do maksymalnie 10%. Wyniki pomiarów i serwisu muszą zostać udokumentowane.

Przy długotrwałej kontroli można wyłączyć poszczególne pola kolektorów.

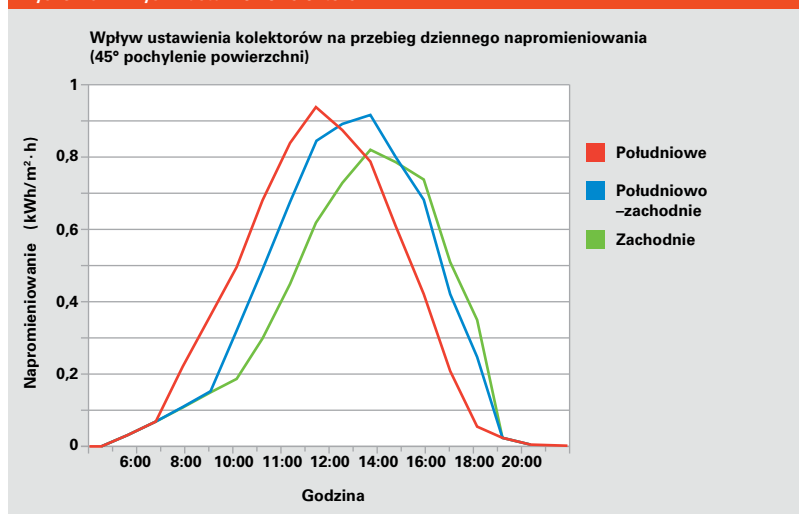
#### Wskazówka

Wyłączna obserwacja parametrów na głównych rurociągach instalacji (np. na termometrach w kotłowni) nie zezwala na wyciągnięcie wniosku o przepisowo działającej instalacji, ponieważ temperatury zasilania w polach częściowych mogą się między sobą różnić. Nie da się na tej podstawie wykryć, czy wszystkie pola częściowe będą miały jednaki przepływ.



Wpływ ustawienia poszczególnych pól częściowych na dany kierunek światła, jest tak niewielki, że jest akceptowalny w małych instalacjach.

Rys. C.1.3-1 Zyski i ustawienie kolektorów



### C.1.3 Pola kolektorów ustawione w różnych kierunkach światła

Zależnie od budynku, potrzebna jest różna orientacja kolektorów na dany kierunek światła. Należy zdecydować, czy instalacja będzie pracowała jako całość lub część (z własną pompą albo kompletnym obiegiem solarnym). Należy wziąć tu pod uwagę nasłonecznienie i co za tym idzie różne rozmieszczenie kolektorów (w danym kierunku).

Rys: C.1.3-1 pokazuje 10-godzinny przebieg promieniowania przy kącie nachylenia kolektora 45 stopni i zorientowaniu na różne kierunki. Wykresy, jak widać, nie odbiegają zbytnio od siebie.

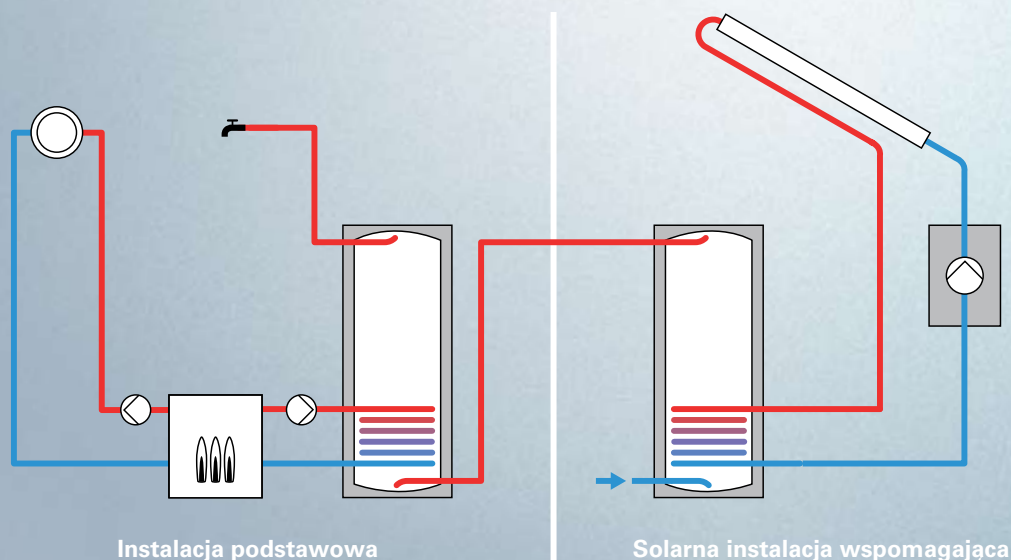
Im mniejszy kąt nachylenia, tym wykresy są sobie bliższe. (patrz rozdział A.1).

W małych instalacjach ze względu na duże bezpieczeństwo pracy i niskie koszty instalacji, zaleca się, aby pola nie pracowały osobno, dopóki nie odbiegają od siebie więcej niż 90 stopni. Można zaakceptować niskie straty ciepła z powodu przepływu przez kolektor, na który w danej chwili nie pada promieniowanie słoneczne. Przy użytkowaniu kolektorów próżniowych prawie nie da się zmierzyć strat, tak że możliwe są wahania do 180 stopni. Do regulacji powinno używać się miernika nasłonecznienia, który umieszcza się pomiędzy oboma polami.

Podobna zasada obowiązuje przy polach kolektorów z różnym nachyleniem. Przykładowo jeśli montuje się pole częściowe na fasadzie, a drugie na dachu, to mogą one wspólnie działać.

W polach, gdzie kolektory są ustawione w różnych kierunkach i z różnym kątem nachylenia, należy wyliczyć wydajność obu pól za pomocą programu symulacyjnego. Tylko na tej podstawie można stwierdzić, jak będzie działało to pole. Firma Viessmann oferuje pomoc przy projektowaniu.

## C.2 Rozplanowanie



Rys. C.2-1 Instalacje słoneczne pracują biwalentnie. Konwencjonalna część jest wspomagana solarnie.

## Rozplanowanie

Jeśli znamy podstawy funkcjonowania poszczególnych elementów instalacji słonecznej, można zwymiarować jej elementy. W kolejnych rozdziałach wyjaśnimy dotyczące tego reguły i działanie w praktyce.

### Wskazówka

Przykładowe schematy hydrauliczne wraz z połączeniami do odpowiedniej instalacji znajdują się w wytycznych projektowych firmy Viessmann.

Tak jak w innych technicznych instalacjach, przy planowaniu instalacji słonecznej należy na początku uwzględnić miejsce potencjalnego montażu. Ponieważ zwykle instalacja słoneczna jest biwalentna, ważne jest określenie współczynnika pokrycia potrzeb, czyli zapotrzebowania na energię, będącego stosunkiem energii solarnej do konwencjonalnej.

Wartość, którą określa współczynnik pokrycia potrzeb, stanowi procentowy udział energii solarnej w całym zapotrzebowaniu w ciągu danego czasu, najczęściej w roku.

Następujące wskazówki do planowania odnoszą się do zwymiarowania części systemu solarnej. Warunki lokalne (dany obszar klimatyczno-geograficzny) nie pozwalają na samodzielne korzystanie z instalacji słonecznej bez wspomaganie przez konwencjonalną.

Podstawowym znaczeniem dla jak największej wydajności instalacji i możliwie dużej oszczędności energii jest odpowiednia współpraca z różnymi urządzeniami produkującymi ciepło.

## C.2.1 Rozplanowanie instalacji podgrzewającej c.w.u.

### Określenie potrzeb zużycia wody

Aby określić zapotrzebowanie i zużycie wody, należy wspomnieć o zużyciu maksymalnym i planowanym.

- Maksymalne zapotrzebowanie zużycia tworzy podstawę do obliczenia oraz doboru pojemnościowego podgrzewacza c.w.u. i obliczenia ciepła, które ma zostać wyprodukowane przez kocioł grzewczy (według DIN 4708).
- Planowane zużycie jest podstawą do optymalnego wykorzystania instalacji słonecznej. Planowanym zużyciem opisuje się średnio oczekiwane zużycie podczas miesięcy letnich; jest to także istotna wartość do zaplanowania instalacji słonecznej.

Według normy DIN 4708 maksymalne zapotrzebowanie jest z reguły dwukrotnie większe, niż rzeczywiste. W miarę możliwości powinno się mierzyć przez dłuższy czas zużycie, gdyż jest to niezbędne do planowania instalacji. Jednak, jak pokazuje doświadczenie, nie zawsze jest to możliwe do wykonania. Jeśli nie można dokładnie wyliczyć zużycia, to określa się je następująco.

W domu jednorodzinnym zużycie na jednego członka rodziny jest wyższe, niż w budynku wielorodzinnym. Przyjmuje się zużycie 30 l wody o temperaturze 60 stopni C na osobę. W budynku wielorodzinnym wartość zalecana przez (VDI 6002 część pierwsza) to 22 l o temperaturze 60°C na osobę.

### C.2.1.1 Instalacje słoneczne do ogrzewania ciepłej wody użytkowej z dużym pokryciem potrzeb (w domach jedno- i wielorodzinnych)

Zwykle projektuje się instalację słoneczną na potrzeby c.w.u. w wysokości 60% łącznego zapotrzebowania na to ciepło (domy jedno- i wielorodzinne). Latem osiąga się poprzez to pełne pokrycie potrzeb. Ilość produkowanego ciepła przez instalację słoneczną może w tym czasie być na tyle duża, że nie ma potrzeby używania konwencjonalnego źródła ciepła. Uzyskanie wyższego stopnia pokrycia zapotrzebowania na c.w.u. nie jest celowe z powodów techniczno-ekonomicznych.

Zależnie od miejscowości, w półroczu letnim mamy pomiędzy 3 a 4 godziny słońca w ciągu dnia. Gdyby te godziny słoneczne były zawsze dostępne, dałoby się łatwo określić wskaźniki do zwymiarowania instalacji słonecznej. Z doświadczenia jednak, wiemy, że tak nie jest.

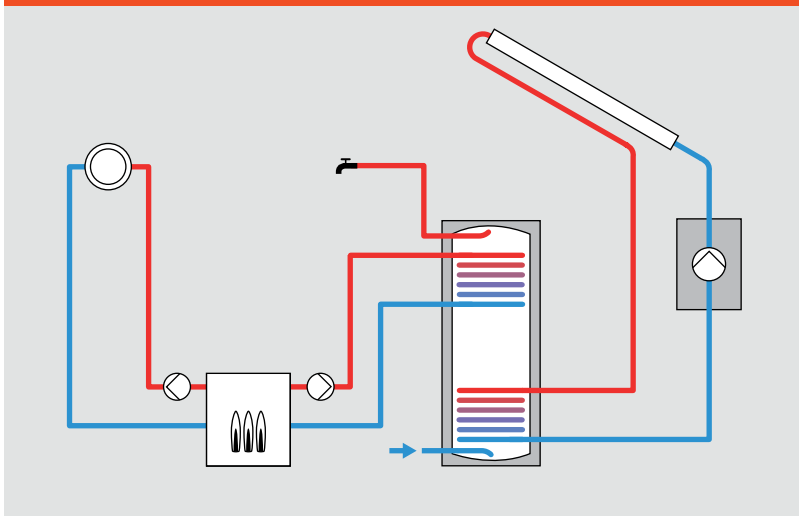
Aby osiągnąć solarne pokrycie wynoszące 60%, okazała się w praktyce skuteczna dwudniowa obserwacja – w zbiorniku magazynowane jest podwójne oczekiwane zapotrzebowanie. Instalacja słoneczna jest tak zwymiarowana, że temperatura całej zawartości zbiornika w słoneczny dzień (około 5 pełnych godzin słonecznych) wynosiła co najmniej 60 stopni C. Dzięki temu można bezproblemowo obejść się bez pomocy konwencjonalnego źródła w następnym pochmurny dzień. Według tego punktu widzenia określa się stosunek objętości zasobnika i powierzchni kolektora.

#### Wskazówka

W przypadku, gdy w zbiorniku magazynowana jest energia cieplna, zbiornik lub jego obszary nie zawsze będą ogrzewane przez instalację grzewczą. Dlatego potrzebna jest tu termiczna dezynfekcja, która jest opisana w karcie informacyjnej DVGW W551. Należy to zawsze uwzględnić przy planowaniu instalacji.

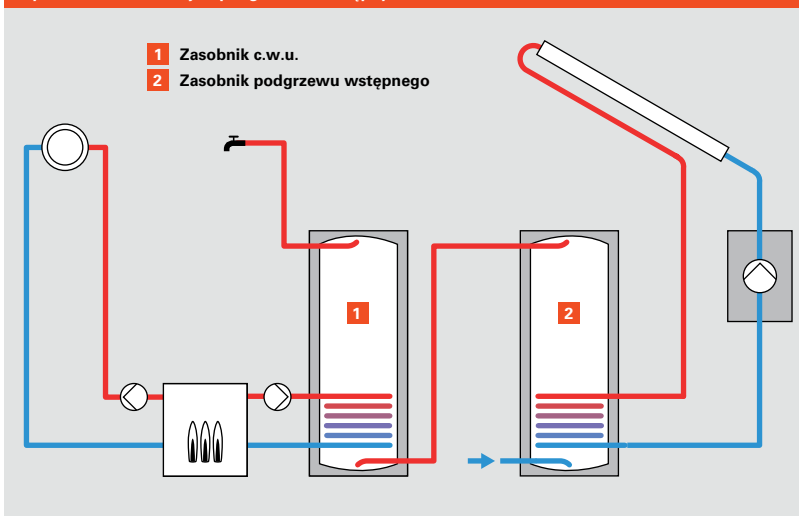
## C.2 Rozplanowanie

Rys. C.2.1-1 Instalacja z zasobnikiem biwalentnym



Przy nowych instalacjach zaleca się montaż biwalentnego pojemnościowego podgrzewacza c.w.u.

Rys. C.2.1-2 Instalacja z podgrzewem wstępnym



Przy modernizacji instalacji można użyć monowalentnego pojemnościowego podgrzewacza c.w.u. jako wstępny podgrzew c.w.u.

### **Instalacja ze zbiornikiem podgrzewającym ciepłą wodę użytkową**

Instalacje mogą być zaopatrzone w zbiornik biwalentny (co jest zalecane w nowych lub unowocześnionych instalacjach) lub dodatkowo monowalentny podgrzewacz c.w.u.

Rodzaj zbiornika nie jest istotny podczas planowania instalacji. W Europie środkowej podczas bezchmurnego letniego dnia mamy promieniowanie 5 kWh na m<sup>2</sup> powierzchni kolektora słonecznego. Aby zmagazynować tę ilość energii, przy kolektorach płaskich planuje się co najmniej 50 l zbiornik na m<sup>2</sup> powierzchni kolektora, a przy kolektorach próżniowych co najmniej 70 l.

Jako regułę dla biwalentnych zbiorników w domach jedno- i wielorodzinnych (wysoki współczynnik pokrycia potrzeb) można obrać 100 l objętości zbiornika na 1,5 m<sup>2</sup> powierzchni płaskiego kolektora albo 1,0 m<sup>2</sup> kolektora próżniowego. Warunek: Przewidziana do montażu powierzchnia dachu wykazuje maksymalne odchylenie 45 stopni od kierunku południowego, a kąt nachylenia znajduje się pomiędzy 25, a 55 stopni. Mniejsza wydajność spowodowana niekorzystnym nachyleniem lub ustawieniem do kierunku, powinna być zrekompensowana poprzez większą powierzchnię kolektorów (patrz rozdział B).

### **Dalsi użytkownicy**

Jeśli zmywarka jest podłączona do instalacji ciepłej wody (co z reguły jest możliwe), oznacza to przy nowoczesnych sprzętach, zwiększenie zapotrzebowania o około 10 l (60 stopni C) na jedno zmywanie w zmywarce. Jeśli pralka jest podłączona do instalacji słonecznej, zapotrzebowanie wzrośnie o około 20 l (60 stopni C) na jedno pranie.

Tab. C.2.1-3 Dobór podgrzewacza c.w.u.

Liczba osób	Zapotrzebowanie na c.w.u. 60°C w l	Zasobnik biwalentny	Zasobnik podgrzewu wstępnego	Kolektor Vitosol-F liczba	Vitosol-T liczba	
2	60	300 l	160 l	2 x SV / 2 x SH	1 x 3 m <sup>2</sup>	
3	90			2 x SV / 2 x SH	1 x 3 m <sup>2</sup>	
4	120			2 x SV / 2 x SH	1 x 3 m <sup>2</sup>	
5	150	400 l	200 l	2 x SV / 2 x SH	2 x 2 m <sup>2</sup>	
6	180			3 x SV / 3 x SH	2 x 2 m <sup>2</sup>	
8	240	500 l	300 l	4 x SV / 4 x SH	2 x 3 m <sup>2</sup>	
10	300			4 x SV / 4 x SH	2 x 3 m <sup>2</sup>	
12	360		500 l	500 l	5 x SV / 5 x SH	4 x 2 m <sup>2</sup>
15	450				6 x SV / 6 x SH	3 x 3 m <sup>2</sup>

Założenia do planowania: Zużycie 30 l na osobę (60 stopni C).

### Czynniki wpływające na solarne pokrycie

Na rys C. 2.1-3 przyporządkowano zużycie c.w.u. do odpowiedniej wielkości zbiornika i powierzchni kolektora. Solarne pokrycie potrzeb wynoszące około 60% może być jedynie wytyczną. Solarny współczynnik pokrycia potrzeb jest zależny od rzeczywistego zużycia. Jeśli największe zużycie następuje po południu, zostanie osiągnięte z taką samą instalacją wysokie pokrycie, jak przy małym zużyciu we wczesnych godzinach rannych.

Dalsze czynniki jak miejsce instalacji, nachylenie i ustawienie w danym kierunku geograficznym powierzchni kolektora, oddziałują przy małych instalacjach na rzeczywiste pokrycie i wyniki symulacyjne, ale nie na dobór komponentów.

### Przykład

Przykładowa instalacja w Wurzburgu  
45 stopni nachylenia dachu, kierunek południowy  
61 procent solarne pokrycia potrzeb

Poprzez odchylające się warunki, powstają następujące zmiany:

Instalacja referencyjna	61
Pochylenie kolektorów 30°	60
Pochylenie kolektorów 60°	59
Usytuowanie wschód-zachód	59
Hannover	53
Freiburg	68

### Stopień pokrycia zapotrzebowania na c.w.u. (%)

Jest jasne, że różnicowanie jest niewielkie. Powiększenie lub zmniejszenie instalacji byłoby w tym przypadku błędne. 60% pokrycia jest więc wytyczną a nie docelową wielkością.

## C.2 Rozplanowanie

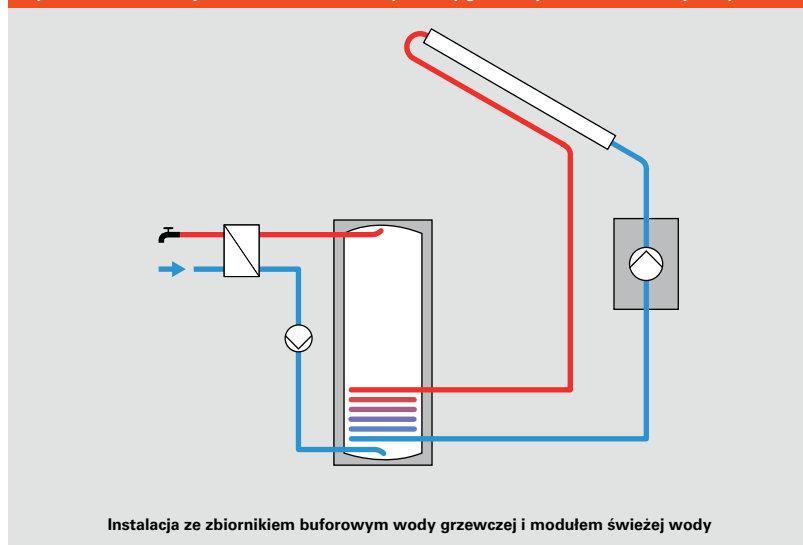
### **Instalacje ze zbiornikiem buforowym i podgrzewaczem typu kombi**

W instalacjach słonecznych w domach jedno- i wielorodzinnych zbiorników buforowych i podgrzewaczy typu kombi używa się w połączeniu z instalacjami wspomagającymi ogrzewanie (pomieszczeń). Urządzenia te są dopasowane do pracy instalacji i odpowiednio dobrane pod względem wielkości i przyłączy. Istnieje możliwość, aby używać tych zbiorników także do ogrzewania wody użytkowej.

Zbiorniki te dostępne są tylko w określonych wielkościach.

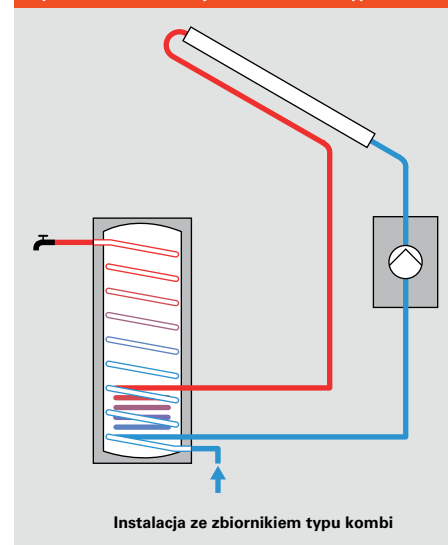
W doborze zbiornika buforowego i podgrzewacza typu kombi obowiązują te same zasady, co dla pojemnościowych podgrzewaczy c.w.u. Zastosowanie zbiornika buforowego i kombi ma swoje granice, moc grzania i produkcja chwilowa jest dużo mniejsza, niż w przypadku pojemnościowego podgrzewacza c.w.u. Należy wziąć także pod uwagę spadki ciśnienia w wymienniku ciepła. Dlatego nie jest możliwe, aby dobrać instalację tylko na podstawie zużycia na osobę. W tym przypadku zawsze należy uwzględnić możliwości zastosowania. Dalsze informacje znajdują się w technicznej dokumentacji zbiornika kombi i modułu świeżej wody.

Rys. C.2.1-4 Instalacja ze zbiornikiem buforowym wody grzewczej i modulem świeżej wody



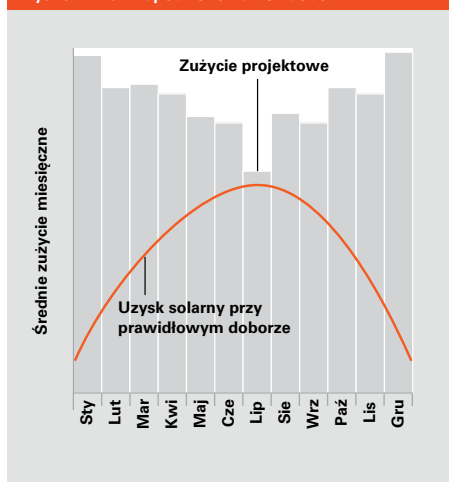
Przy magazynowaniu ciepła pochodzącego z kolektorów słonecznych w wodzie grzewczej można dodatkowo podgrzać zimną wodę użytkową, np. zewnętrznie w module świeżej wody.

Rys. C.2.1-5 Instalacja ze zbiornikiem typu kombi

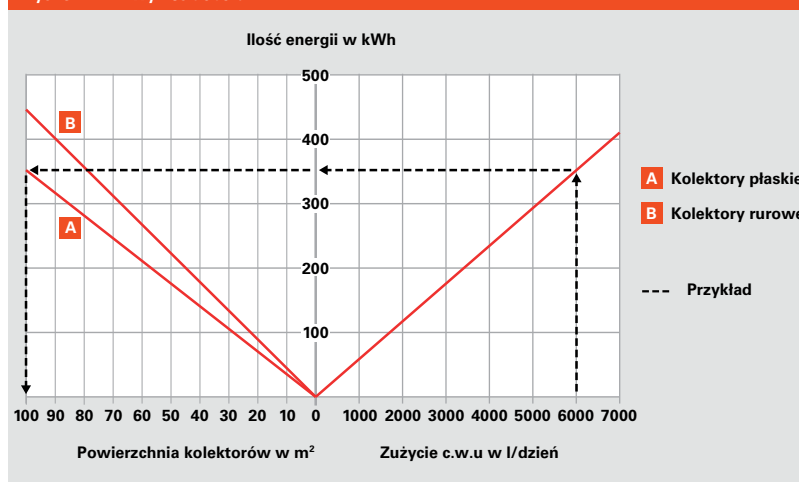


Przy magazynowaniu ciepła pochodzącego z kolektorów słonecznych w wodzie grzewczej można dodatkowo podgrzać zimną wodę użytkową, np. wewnętrznie (podgrzewacz typu Kombi).

Rys. C.2.1-6 Zapotrzebowanie i dobór



Rys. C.2.1-7 Wykres doboru



Aby oszacować potrzebną powierzchnię kolektora, można skorzystać z wykresu doboru.

### C.2.1.2 Instalacja słoneczna do podgrzewania wody z dużą wydajnością kolektora (dom wielorodzinny)

W domach wielorodzinnych wydajność powinna być zoptymalizowana –  $m^2$  powierzchni kolektora powinien przekazać jak najwięcej ciepła, które w całości zostanie wykorzystane. Dlatego trzeba tak rozplanować instalację, aby nie znajdowała się w stagnacji, czyli żeby nie produkowała nadwyżek ciepła.

Instalacja powinna być tak zaplanowana do użytkowania w miesiącach letnich, że zgromadzona ilość energii, może być zawsze pobierana ze zbiornika.

W instalacjach z dużym pokryciem na  $m^2$ , nie powinna być przekraczana wartość 60 l na  $m^2$  powierzchni kolektora. Na tej podstawie określa się powierzchnię kolektora.

Jeśli instalacja jest w pełni wykorzystana, pokrycie jest siłą rzeczy ograniczone – wynosi około 35%. Podwyższenie wskaźnika pokrycia potrzeb prowadzi do nadwyżek i redukcji wydajności. (patrz rozdział B.2).

Szczególnie przy tych wielkościach instalacji powinno zmierzyć się zużycie. Jeśli nie jest to możliwe, można założyć wartości z VDI części pierwszej – 22 l na osobę, 60 stopni C.

Aby określić zapotrzebowanie, oblicza się potrzebną ilość energii do ogrzania wody z 10 stopni na 60 stopni C, a także wymaganą powierzchnię kolektora, niezbędną, aby osiągnąć tę energię.

#### Przykład

Instalacja z kolektorami płaskimi, 240 osób, łączne zapotrzebowanie 25 l na osobę (60 stopni C), co oznacza 6000 l dziennie.

Przy zwykłym nie zachmurzonym letnim dniu można wyliczyć na podstawie współczynnika sprawności kolektora, maksymalną energię użytkową na 1  $m^2$  powierzchni kolektora. To jest:

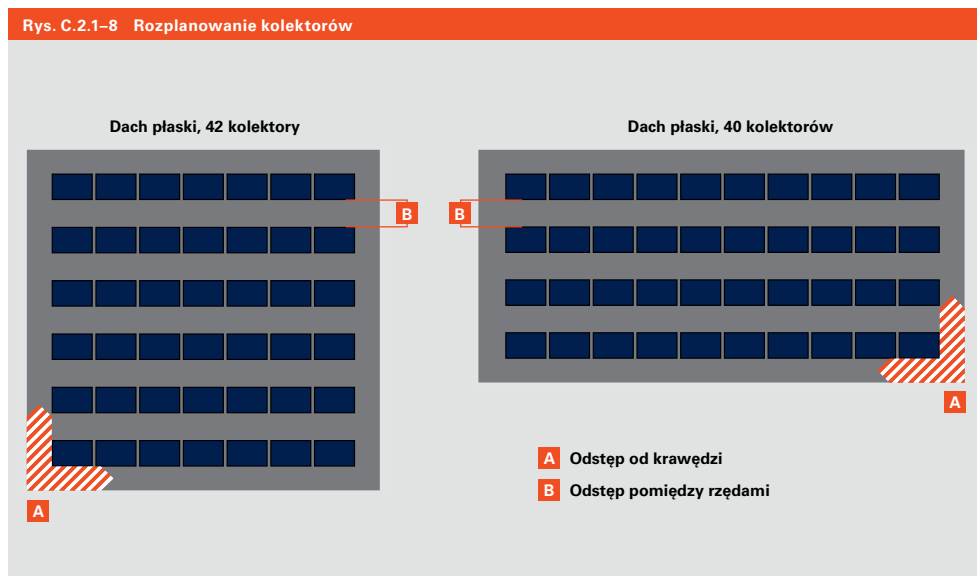
**przy kolektorach płaskich ok. 3,4 kWh/( $m^2 \cdot d$ )**

**przy kolektorach próżniowych ok. 4,3 kWh/( $m^2 \cdot d$ )**

Tą energią można z  $m^2$  kolektora płaskiego przy kącie nachylenia 45 stopni i ustawieniu w kierunku południowym, ogrzać 60 do 70 litrów wody (60°C), a przy kolektorach próżniowych około 25 l więcej. Z tego wynika, że potrzeba 100  $m^2$  powierzchni kolektora na ogrzanie 6000 litrów wody.

## C.2 Rozplanowanie

Aby prawidłowo rozmieścić kolektory, trzeba także wziąć pod uwagę formę i wielkość powierzchni przeznaczoną do montażu. Należy także zwrócić uwagę na ograniczenia w postaci krawędzi i odstępów między rzędami kolektorów (patrz rozdział B.1).



Powierzchnia kolektorów musi być dopasowana do typu dachu. Kiedy tylko jest to możliwe, należy instalować pola kolektorów tej samej wielkości. (patrz rozdział C.1).

Aby zrealizować montaż powierzchni kolektorów 100 m<sup>2</sup>, należy zainstalować teoretycznie 42,9 kolektorów Vitosol 200-F. Dlatego należy dopasować sensownie powierzchnię. Najpierw dopasowuje się powierzchnię, a następnie pozostałe elementy.

### **Magazynowanie**

Im mniejszy solarny współczynnik pokrycia potrzeb, tym krócej zdobyta energia przebywa w zbiorniku i co za tym idzie mniejsze są straty ciepła. Typowe zapotrzebowanie na zużycie w domu wielorodzinnym, występuje rano i wieczorem. Przy niskim pokryciu potrzeb, uzyskać ciepło w południe muszą być magazynowane przez parę godzin w zbiorniku, tak aby można było ich użyć wieczorem i rano następnego dnia. Krótkie magazynowanie korzystnie wpływa na użytkowanie instalacji słonecznej.

### **Instalacje z pojemnościowymi podgrzewaczami c.w.u.**

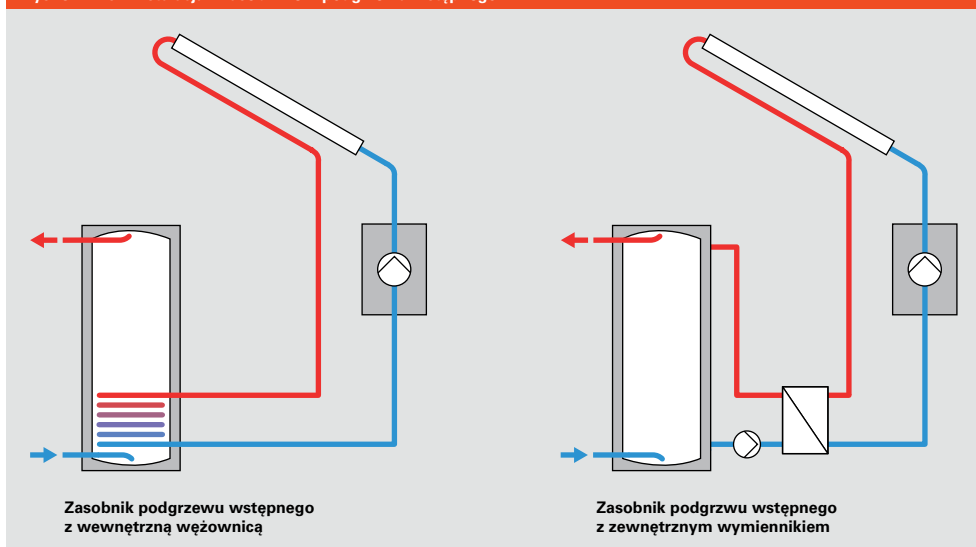
Nie jest celowe stosowanie zasobników biwalentnych o dużych pojemnościach. W przypadku dużych objętości wody można zastosować rozwiązanie z zasobnikiem podgrzewu wstępnego podobnie jak w małych instalacjach. (patrz rys. C.2.1-2). Alternatywą w dużych instalacjach może być ładowanie zbiornika dodatkowego poprzez zewnętrzny wymiennik ciepła.

Na m<sup>2</sup> powierzchni absorbera przy instalacji z płaskimi kolektorami planuje się zbiornik o pojemności 50 l, zaś przy instalacji z kolektorami próżniowymi, zbiornik o pojemności 70 l.

Magazynowanie ciepła w zbiorniku także w dużych instalacjach jest prostym konceptem. Ponieważ zawartość zbiornika musi być raz na dzień podgrzewana do temperatury 60 stopni C, nie może znajdować się w nim więcej wody, niż podczas użytkowania rannego i wieczornego. Rano woda w zbiorniku musi być znów oziębiona, czyli zbiornik musi być gotowy na ponowne odbieranie ciepła z kolektorów. Najlepszym czasem na termiczną dezynfekcję jest późne popołudnie. Nowoczesne regulatory sprawdzają przed nagrzewaniem, czy zbiornik dodatkowy osiągnie podczas dnia wymaganą temperaturę 60 stopni C.



Rys. C.2.1-9 Instalacja z zasobnikiem podgrzewu wstępnego



## Wskazówka

Podgrzewacz wstępny jako pojemnościowy podgrzewacz c.w.u. nie jest stale ogrzewany przez instalację kotłową, dlatego należy dokonać w nim termicznej dezynfekcji.

W tym przypadku regulator ogranicza nagrzewanie poprzez kocioł. W praktyce podgrzewacz c.w.u. jako podgrzewacz wstępny do 30 m<sup>2</sup> powierzchni kolektora jest korzystny cenowo, w porównaniu z systemem ze zbiornikiem buforowym.

### Dobór płytowego wymiennika ciepła w obiegu ładowania podgrzewacza c.w.u.

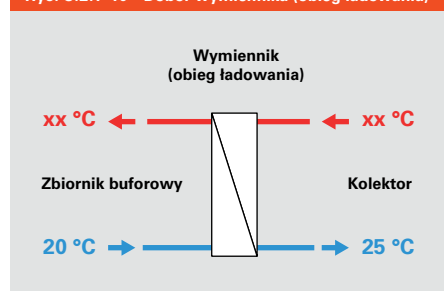
Jeśli wewnętrzna wężownica jest zbyt mała, aby odebrać ciepło od instalacji słonecznej i przekazać je medium podgrzewacza (patrz rys. B.2.5-1), instaluje się płytowe wymienniki ciepła do zewnętrznego ładowania podgrzewacza c.w.u. (podgrzew c.w.u.) lub zbiornika buforowego (podgrzew wody grzewczej).

Płyty wymiennik ciepła instaluje się w taki sposób, że powrót obiegu pierwotnego transportuje możliwie głęboko schłodzony czynnik grzewczy do kolektora. Temperatura ta powinna wynosić 5 K więcej niż temperatura dopływającej do wymiennika wody.

Dobierając wymiennik ciepła z użyciem stosownego programu, należy uwzględnić 20 stopni C ze zbiornika buforowego (powrót obiegu wtórnego) i 25 stopni C do kolektora (powrót obiegu pierwotnego). Po stronie pierwotnej musi być uwzględnione odpowiednie materiałowo wykonanie wymiennika ciepła

– tam krąży mieszanka glikolowa, a po stronie wtórnej znajduje się woda. Jeśli chcemy podać maksymalne straty ciśnienia, zaleca się we wstępnym doborze wartość 100 mbar. Rysunek C.2.1-10 – z wartości określonymi xx wynikają obliczenia. Dla sprawdzenia dokonuje się drugiego wyliczenia z trochę większymi stratami ciśnienia – ewentualnie wynika w ten sposób trochę mniejszy wymiennik ciepła. VDI 6002 zaleca straty ciśnienia wynoszące do 200 mbar. Należy pamiętać o założeniu uzysku energii z pól kolektorów – 600 W/m<sup>2</sup> powierzchni apertury.

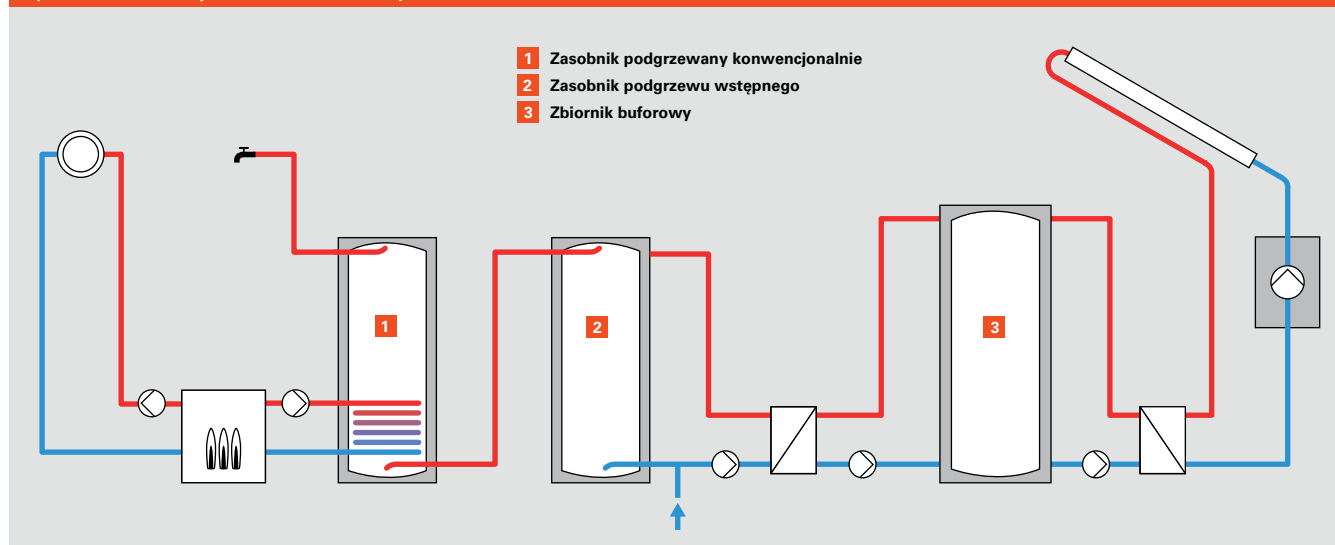
Rys. C.2.1-10 Dobór wymiennika (obieg ładowania)



Zalecane wartości do wyliczenia płytowego wymiennika ciepła.

## C.2 Rozplanowanie

Rys. C.2.1-11 Instalacja ze zbiornikiem buforowym



Ciepło z kolektorów oddawane jest poprzez płytowy wymiennik ciepła do zbiornika buforowego (3). Poprzez drugi wymiennik ciepła ogrzewana jest woda w podgrzewaczu c.w.u. solarnym (2) a w pojemnościowym podgrzewaczu c.w.u. (1) do którego napływa wstępnie podgrzana woda z podgrzewacza solarnego, jeśli zachodzi taka potrzeba, woda ta jest dogrzewana przez kocioł grzewczy.

### Instalacje ze zbiornikiem buforowym

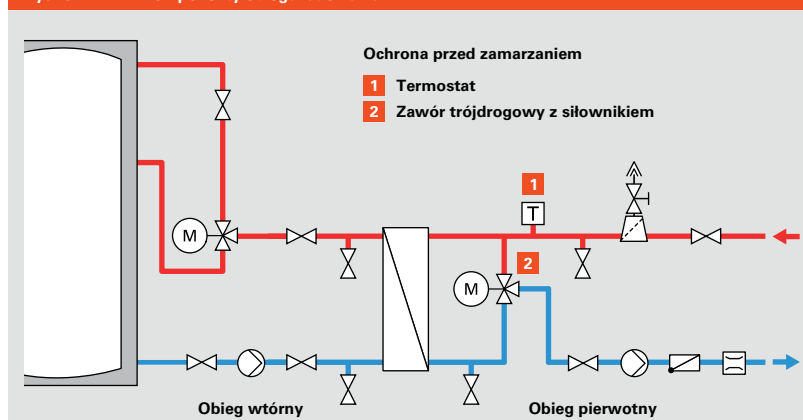
Powyżej 30 m<sup>2</sup> powierzchni kolektorów używa się zbiorników buforowych do magazynowania ogrzanej wody. Instalacje ze zbiornikiem buforowym są korzystniejsze cenowo, w porównaniu z pojemnościowymi podgrzewaczami c.w.u. Co prawda w przypadku instalacji ze zbiornikami buforowymi, montuje się więcej dodatkowych elementów (zewnętrzny wymiennik ciepła, dwie dodatkowe pompy), ale są one korzystniejsze ze względu na małe straty ciśnienia i brak konieczności ochrony przez korozją.

Wszystkie elementy przedstawione na rys. C.2.1-12 są opisane w rozdziale C.3, gdzie są przykłady dobrego ich dopasowania. W dużych instalacjach obowiązuje zasada, że gdy rurociągi w obiegu pierwotnym są dłuższe na dachu niż te w budynku, stosowana jest ochrona przed zamarzaniem zewnętrznego wymiennika ciepła. Przy bardzo niskich temperaturach dochodzi do tego, że kolektor na skutek napromieniowania, jest cieplejszy niż zbiornik, jednakże w rurociągach znajduje się wciąż bardzo zimny czynnik grzewczy. Jeśli instalacja działa w tych warunkach, wymiennik ciepła może ulec zniszczeniu na skutek zimna. Aby tego uniknąć, montuje się zawór odcinający z napędem i termostat w obiegu pierwotnym, a droga do wymiennika ciepła jest udrożniona dopiero przy temperaturze powyżej 5 stopni C.

Obliczenie doboru wymiennika ciepła następuje według opisu: „instalacji z pojemnościowym podgrzewaczem c.w.u.”.

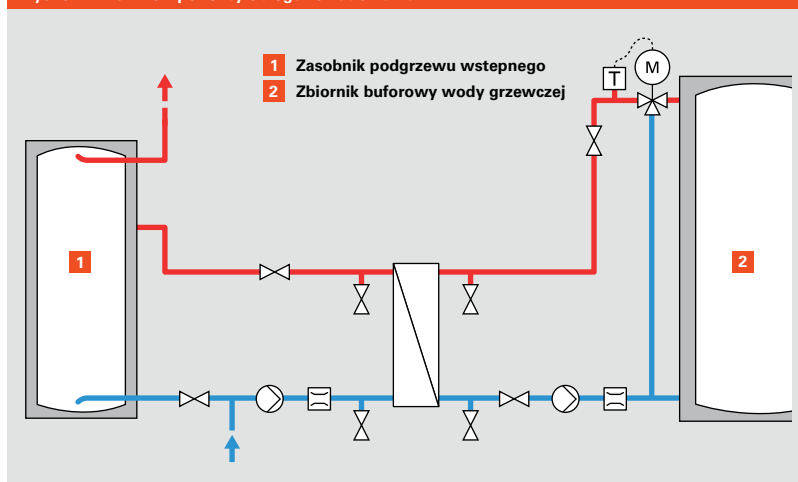
Aby ochronić płytowy wymiennik ciepła przed wychłodzonym czynnikiem grzewczym powodującym uszkodzenia po stronie wtórnej, po stronie pierwotnej stosuje się zawór odcinający z napędem, który umożliwi przepływ dopiero powyżej temperatury + 5 stopni C.

Rys. C.2.1-12 Komponenty obiegu ładowania



Solarne ciepło zbiornika buforowego jest oddawane poprzez płytowy wymiennik ciepła do c.w.u. w podgrzewaczu solarnym. Zawór mieszający ogranicza temperaturę w płytowym wymienniku ciepła.

Rys. C.2.1-13 Komponenty obiegu rozładowania



### Zbiornik buforowy

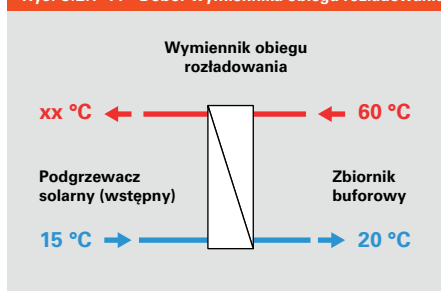
Aby możliwie zminimalizować straty, zbiornik buforowy powinien składać się z jednego zbiornika. W przypadku, gdy nie jest to możliwe, łączy się zbiorniki buforowe szeregowo, aby zapewnić bezpieczne napełnienie i opróżnianie.

Wstępny podgrzewacz solarny w połączeniu z płytowym wymiennikiem ciepła w obiegu rozładowania, przenosi ciepło ze zbiornika buforowego do c.w.u. Nie powinno dobierać się za dużego podgrzewacza solarnego, ponieważ musi podlegać on codziennej dezynfekcji termicznej. W praktyce okazała się korzystna pojemność wynosząca pomiędzy 10 a 20% planowego zużycia dziennego.

Płytowy wymiennik ciepła służący przekazaniu ciepła ze zbiornika buforowego do zbiornika wstępnego c.w.u., ma być tak dobrany, aby na powrocie woda była możliwie głęboko schłodzona – temperatura powinna być o 5 K wyższa niż temperatura zimnej wody dopływającej do zbiornika wstępnego c.w.u. Wartość na rys. C.2.1-14 z oznaczeniem xx, wynika z obliczeń. Przeprowadzono wiele rachunków porównawczych z różnymi wartościami przepływu, gdzie ilość na godzinę nie powinna przekraczać 25% zużycia dziennego.

Do kontroli: Wyliczona moc wynosi o około 50% więcej niż wymiennika cieplnego w obiegu ładującym.

Rys. C.2.1-14 Dobór wymiennika obiegu rozładowania



Przy doborze płytowego wymiennika ciepła służącego do ogrzewania wody, temperatura na powrocie do zbiornika buforowego powinna wynosić tylko 5 K więcej niż temperatura zimnej wody w podgrzewaczu solarnym.

## C.2 Rozplanowanie

Tab. C.2.1-15 Tabela doboru dla obiegu ładowania i rozładowania

Planowane zużycie dla 60°C w l/dzień	Vitosol 200-F		Vitosol 200/300-T (3 m <sup>2</sup> )		Pojemność w l Zbiornik buforowy wody grzewczej	Zasobnik solarny (wstępny)
	Liczba kolektorów	Obieg ładowania DN	Liczba kolektorów	Obieg ładowania DN		
1250	9	20	6	20	900	350
1375	10	20	8	20	900	350
1500	10	20	8	20	1200	350
1625	12	20	9	25	1500	350
1750	12	20	10	25	1500	350
1875	14	20	10	25	1500	350
2000	15	25	10	25	1800	350
2125	15	25	12	25	1800	350
2250	16	25	12	25	1800	350
2375	16	25	12	25	1800	350
2500	16	25	15	32	1800	350
2750	20	25	15	32	2400	350
3000	20	25	16	32	3000	350
3250	22	32	18	32	3000	350
3500	24	32	18	32	3000	350
3750	25	32	20	32	3000	500
4000	30	32	20	32	3900	500
4250	30	32	20	32	3900	500
4500	32	32	24	40	3900	500
4750	34	32	24	40	3900	500
5000	34	32	24	40	3900	500
5625	38	40	28	40	5000	750
6250	42	40	32	50	5000	750
6875	48	40	36	50	6000	750
7500	54	40	40	50	6000	750
8125	54	50	40	50	6000	1000
8750	66	50	44	50	8000	1000
9375	70	50	48	50	8000	1000
10000	70	50	52	50	9000	1000
10625	80	50	56	65*	9000	1000
11250	80	50	56	65*	9000	1500
11875	84	50	60	65*	11000	1500
12500	84	50	64	65*	11000	1500

\* obliczona średnica rurociągów

### Wskazówka

Przykładowy komplet ze schematami hydraulicznymi z planami do tego typu instalacji znajduje się w dokumentacji Viessmann.

Tabela umożliwia dobór urządzeń dla dużych pól kolektorów.

### **C.2.1.3 Dalsze aspekty w projektowaniu instalacji słonecznej**

#### **Dezynfekcja termiczna**

Poniżej znajdują się wskazówki do przeprowadzenia dezynfekcji termicznej. Służy ona profilaktyce przed rozwojem glonów i bakterii w c.w.u. Odnośnie działania znajdziecie Państwo na karcie informacyjnej DVGW W551.

W technice solarnej ważne są wskazówki dotyczące etapów ogrzewania w dużych instalacjach.

Duże instalacje są zdefiniowane przez kartę informacyjną DVGW W551 jako instalacje, których nie zakłada się w domach jedno- bądź dwurodzinnych, pojemność rurociągów jest większa niż 3 litry (bez obiegu cyrkulacyjnego), a pojemność zbiornika wynosi więcej niż 400 l. Nie chodzi tu o pojemność tylko podgrzewacza solarnego, lecz łączną pojemność podgrzewaczy c.w.u.! W tych instalacjach wymagane jest osiągnięcie temperatury wyjściowej nagrzanej c.w.u. wychodzącej z podgrzewacza – 60 stopni C. Raz na dzień należy podgrzać wodę do takiej temperatury, a dezynfekcja termiczna musi objąć wszystkie zbiorniki w w instalacji.

Wszystkie dalsze przepisy obowiązują niezmienne dla instalacji słonecznej – np. uwarunkowania cyrkulacji albo specyficzne warunki w obszarach wymagających higieny (np. szpitale).

Instalator musi przekazać użytkownikowi informacje dotyczące odpowiedniego obchodzenia się z dezynfekcją termiczną. Powinna być ona udokumentowana.


#### **Temperatura dezynfekcji termicznej**

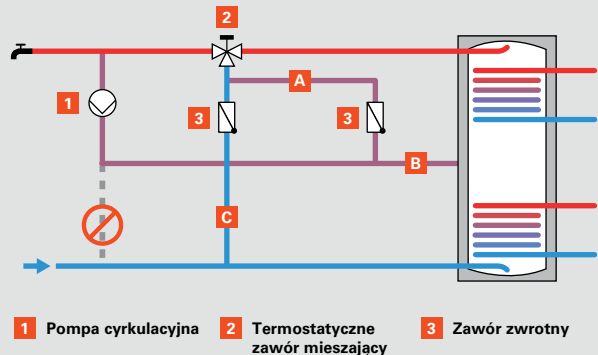
W dużych instalacjach temperatura ogrzanego zbiornika w czasie dezynfekcji musi wynosić 60 stopni C, a więc nie można dowolnie regulować tej temperatury.

W małych instalacjach, w szczególności z biwalentnymi pojemnościowymi podgrzewaczami c.w.u. w domkach jednorodzinnych, istnieje możliwość nastawy temperatury dezynfekcji termicznej. Podgrzew c.w.u. nastawia się w taki sposób, że kocioł przez cały dzień nie nagrzewa zbiornika do nastawionej temperatury – czyli wtedy gdy spodziewamy się energii z kolektorów. Możliwa jest nastawa obniżonej temperatury c.w.u. aby w pierwszej kolejności umożliwić podgrzew wody przez instalację słoneczną, a dopiero w ostateczności podgrzać wodę przez kocioł. Dlatego regulator solarny Viessmanna jest połączony z regulatorem kotła.

## C.2 Rozplanowanie

Rys. C.2.1-16 Podłączenie cyrkulacji i zaworu mieszającego wody użytkowej

- A Powrót cyrkulacji (lato)**  
zabezpieczenie przed przegrzewem wody w lecie
- B Powrót cyrkulacji (zima)**  
przy temperaturze c.w.u. max. 60°C
- C Dolot wody zimnej**  
możliwie krótki odcinek, ponieważ w zimie nie ma tu przepływu wody
-  **Nieprawidłowe podłączenie cyrkulacji**  
niewłaściwe włączenie do strefy podgrzewanej przez kolektory



### Cyrkulacja

Aby instalacja słoneczna działała komfortowo, jest ważne, żeby zbiorniki z zimną wodą były stale gotowe na pobór ciepła. Do tych zbiorników nie powinien być podłączony powrót cyrkulacji. Jest błędne, gdy przy biwalentnych zbiornikach z „przywyczajenia” powrót cyrkulacji włączony jest w króciec zimnej wody. Do włączenia cyrkulacji należy używać jedynie króćca cyrkulacji zbiornika (a nie króćca dołotu zimnej wody!). W przeciwnym razie zbiornik będzie wypełniony wodą o temperaturze zbliżonej do temperatury powrotu cyrkulacji. Powyższe obowiązuje także, gdy zastosowano pompę cyrkulacyjną z termostatem.

### Mieszacz wody

Szczególnie w instalacjach z dużym polem kolektorów może dojść latem do temperatur powyżej 60 stopni C. Do ochrony przed poparzeniem zalecany jest montaż termostatycznego zaworu mieszającego. Montuje się go pomiędzy poborem ciepłej wody, a wejściem zimnej. Aby uniknąć niesprawnej cyrkulacji, należy zainstalować na wejściu zimnej wody zawór zwrotny.

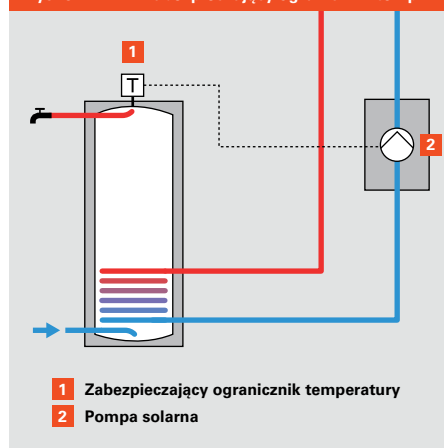
### Ogranicznik temperatury maksymalnej

Regulator solarny ogranicza maksymalną temperaturę zbiornika i kończy swoją pracę, gdy woda osiągnie właściwą temperaturę. Usterka regulatora może doprowadzić do tego, że pompa przy dużym napromieniowaniu będzie dalej pracować, przez co przegrzeje się zbiornik. Do tego przypadku dochodzi, gdy wydajność kolektora jest większa niż możliwość przyjęcia danej mocy przez podgrzewacz. To zagrożenie ma miejsce, szczególnie gdy przyjęto wyraźnie mniejszą pojemność odbiornika ciepła niż 50 l/m<sup>2</sup> powierzchni absorbera.

Aby uniknąć tworzenia się pary w sieci ciepłej wody użytkowej, montuje się ogranicznik temperatury (STB) na zbiorniku, który przy przekroczeniu 95 stopni C, przerywa pracę pompy instalacji słonecznej.

Aby uniknąć tworzenia się pary w sieci wody użytkowej, montuje się ogranicznik temperatury (STB) na zbiorniku, który przy przekroczeniu 95 stopni C, przerywa pracę pompy.

Rys. C.2.1-17 Zabezpieczający ogranicznik temp.



### C.2.2 Planowanie instalacji wspomagającej ogrzewanie pomieszczeń

W Niemczech ponad połowa instalacji słonecznych, prócz ogrzewania ciepłej wody użytkowej, służy także do wspomagania ogrzewania pomieszczeń.

W nowym budownictwie budynki mogą być tak zaplanowane, że instalacja słoneczna pokrywa potrzebę sezonową lub jej część do wspomagania ogrzewania pomieszczeń. Wymaganiem jest budynek, z bardzo małym zapotrzebowaniem ciepła, wystarczającym miejscem na zbiornik o pojemności od 10000 l oraz dach skierowany ku południu.

Oczekiwaną oszczędność energii można uzyskać tylko poprzez wspólne planowanie techniki instalacyjnej z architekturą. Dlatego do tego typu instalacji nie są dostępne projekty gotowe. Viessmann chętnie wspiera biura inżynieryjne i projektowe w takich projektach.

W następnych rozdziałach wyjaśnimy wspomaganie ogrzewania poprzez instalację słoneczną z „krótkim magazynowaniem” w zbiorniku do 2000 l.

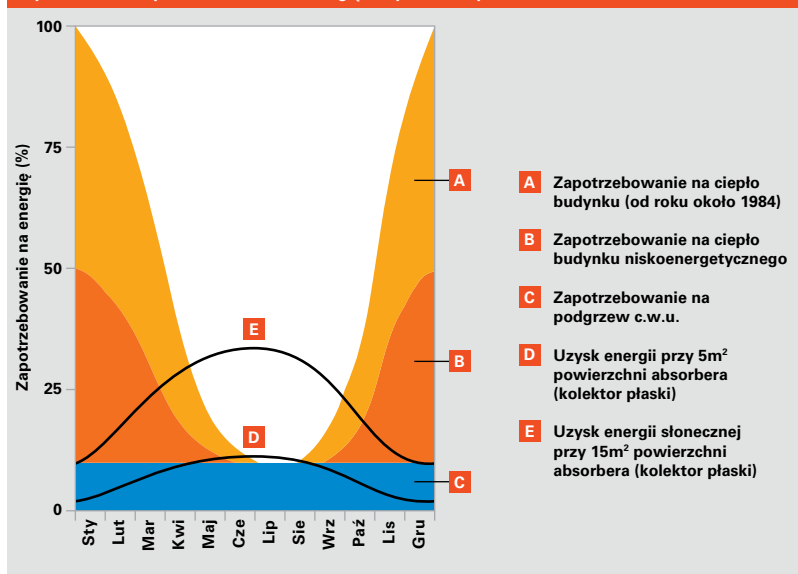
#### Podstawy do planowania

Przy projektowaniu instalacji podgrzewającej ciepłą wodę użytkową za pomocą kolektorów, trzeba zwrócić uwagę na zmienną w ciągu roku dostępną energię solarną w logicznym połączeniu z zapotrzebowaniem na c.w.u.

Przy wspomaganie ogrzewania pomieszczeń podaż i popyt zachowują się odwrotnie.

Jak pokazuje doświadczenie, klienci namgminnie przeceniają możliwość solarne ogrzewania pomieszczeń. Podczas rozmowy (doradztwa) powinno skorygować się to błędne myślenie, i przedstawić klientowi realne możliwości.

Rys. C.2.2-1 Zapotrzebowanie na energię i uzysk solarny



Wadą wspomaganie ogrzewania są letnie nadwyżki ciepła, które nie mogą być wykorzystane.

Na rys C.2.2-1 przedstawiono:

- instalacja słoneczna nie zastąpi tradycyjnego ogrzewania
- Instalacja musi być brana pod uwagę jako całość systemu, przy którym to właśnie konwencjonalne ogrzewanie osiąga największą efektywność. Połączenie energii odnawialnej podwyższa wydajność całego systemu, jednakże instalacja słoneczna nie może zastąpić konwencjonalnego ogrzewania.
- Bez sezonowego magazynowania ciepła, możliwości wspomaganie ogrzewania są mocno ograniczone. Gdyby uzupełnić krzywą dotyczącą wydajności dla 30 m<sup>2</sup>, lub 50 m<sup>2</sup> powierzchni absorbera, byłoby jasne, że dodatkowo zdobyta energia latem w dużej mierze jest zbędna.
- Każda instalacja wspomagająca ogrzewanie pomieszczeń latem jest długo w stanie stagnacji, o ile nie są podłączone dodatkowe odbiory ciepła funkcjonujące tylko latem. Ponieważ taka długa stagnacja oznacza tworzenie się pary, instalacja wymaga starannego zaplanowania i wykonania.

### Zwymiarowanie

W praktyce istnieją trzy zasady dotyczące zwymiarowania instalacji mającej służyć do wspomaganie ogrzewania.

#### 1. Określenie solarnego pokrycia potrzeb

Wartość odnośna solarnego pokrycia potrzeb odpowiada często życzeniu klienta albo jego oczekiwaniom. Przy solarnym wspomaganie ogrzewania należy zaplanować solarne pokrycie potrzeb. Wynika ono z planowania budynku, jednakże jako wielkość docelowa jest mało przydatna.

#### 2. Określenie ogrzewanej powierzchni użytkowej budynku

Drugą możliwością jest planowanie mające na względzie powierzchnię użytkową budynku. Trzeba uwzględnić jednak różne zapotrzebowanie na ciepło danego budynku, wtedy szybko staje się jasne, że zalecenie dotyczące planowania musi zawierać wiele podpunktów (trzeba uwzględnić wiele czynników): Zwiększenie od 0,1 m<sup>2</sup> do 0,2 m<sup>2</sup> powierzchni kolektora na m<sup>2</sup> ogrzewanej powierzchni użytkowej oznacza czynnik 2 w wytycznych instalacyjnych – ten efekt utrudnia jasne wyznaczenie wielkości instalacji. Poza tym letnie zapotrzebowanie na podgrzewanie wody użytkowej nie jest takie jak w planach – nie ma żadnego trwałego związku pomiędzy powierzchnią zamieszkaną, a ilością ciepłej wody, jakiej potrzebują mieszkańcy. Tak więc inaczej będzie funkcjonowała instalacja na powierzchni użytkowej 250 m<sup>2</sup>, gdzie mieszkają dwie osoby, a inaczej w domu jednorodzinnym, gdzie mieszka pięciorobocznica.

#### 3. Określenie użytkownika w ciągu roku

Firma Viessmann bierze pod uwagę użytkownika w ciągu roku całego systemu grzewczego. Zalecenia znajdziecie Państwo w kartach informacyjnych Niemieckiego Związku Przemysłowego dotyczące techniki domu, energii i środowiska. Znajdują się one do pobrania pod adresem [www.bdh.-koeln.de](http://www.bdh.-koeln.de). Karty informacyjne BDH opisują renomowane standardy techniki i umożliwiają pewne planowanie i wykonanie instalacji.

Bazą do zwymiarowania instalacji wspomaganie ogrzewanie, jest zawsze letnie zapotrzebowanie na ciepło. Składa się ono z zapotrzebowania na ciepło do ogrzania wody i dalszych zależnych od obiektu odbiorników, które mogą być zasilane przez instalację słoneczną, jak np. zapotrzebowanie na ciepło grzewcze do uniknięcia kondensacji w piwnicach.

Do letniego zapotrzebowania ustala się odpowiednią powierzchnię kolektora. Tak wyliczoną powierzchnię kolektora mnoży się przez czynnik 2 i czynnik 2,5 – wyniki tworzą obszar, w którym powinna znajdować się powierzchnia kolektorów służąca do wspomaganie ogrzewania. Należy wziąć pod uwagę przeznaczenie budynku i planowanie możliwego do wykonania pola kolektorów. Jeśli z wyliczeń wyjdzie 7 lub 8 kolektorów, a powierzchnia dachu usytuowana ku południu pomieści tylko 7 kolektorów, nie jest sensowne, aby montować ten ósmy w innym miejscu.

#### Wskazówka

Aby uniknąć skraplania w zimnych pomieszczeniach podczas letnich dni (np. piwnicy), wystarczy podnieść temperaturę o parę Kelvinów. W przeciętnych domkach jednorodzinnych wystarczy przy średniej wysokości piwnicy, około 0,05 m<sup>2</sup> powierzchni kolektora na m<sup>2</sup> powierzchni piwnicy. Należy tu uwzględnić, czy instalacja dostarcza w tym czasie więcej energii, które jest potrzebna do ogrzania wody użytkowej.

#### Przykład

Dla domu jednorodzinnego szacuje się 7 m<sup>2</sup> powierzchni kolektorów (płaskich) do ogrzewania wody użytkowej, przy braku dalszego letniego zapotrzebowania.

Powierzchnia kolektorów wspomaganie ogrzewanie powinna zatem wynosić pomiędzy 14 m<sup>2</sup>, a 17,5 m<sup>2</sup>. W tym przypadku wybrano 7 kolektorów płaskich, każdy z 2,33 m<sup>2</sup> powierzchni absorbera, czyli 16,3 m<sup>2</sup>.



Baseny mogą „pobierać” ciepło latem, co nie wpływa na sposób planowania instalacji, gdyż basen może być ogrzany tylko poprzez nadwyżkę energii.

W połączeniu ze wspomaganie ogrzewania basenów otwartych lub basenów krytych, których temperatura powinna być podtrzymywana dodatkowo przez kocioł grzewczy, należy uwzględnić wskazówki w rozdziale C.2.4.

Jeśli istnieje możliwość w instalacjach wspomagających ogrzewanie, aby samemu ustalić kąt nachylenia kolektorów, np. na dachach płaskich, czy na terenie posesji, powinno wybierać się kąt nachylenia równy 60 stopni. Te strome nachylenia, które mają dużą wydajność w okresie przejściowym, dbają o ogrzewanie wody użytkowej i o małe nadwyżki ciepła latem, co chroni całą instalację.

Jeśli koniecznością jest zamontowanie instalacji na dachu równoległe do płaszczyzny dachu pod kątem mniejszym niż 30 stopni, wspomaganie ogrzewania kolektorami płaskimi nie jest sensowne. W takim przypadku montuje się kolektory próżniowo-rurowe (z poziomym podłączeniem u dołu), których rury są ruchome i można je dowolnie ustawiać.

Aby obliczyć wielkość zbiornika, w zasadzie jest to obojętne, czy system będzie miał zbiornik typu kombi czy zbiornik buforowy z pojemnościowym podgrzewaczem c.w.u. Ponieważ instalacja musi przetrwać wiele bezchmurnych dni latem, dolną granicą w kolektorach płaskich jest na m<sup>2</sup> powierzchni absorbera 50 litrowy zbiornik – optimum mieści się pomiędzy 50 a 70 litrów. W kolektorach próżniowo-rurowych wartość ta wynosi na m<sup>2</sup> powierzchni absorbera pomiędzy 70, a 90 litrów pojemności zbiornika.

W instalacji ze zbiornikiem buforowym, zbiornik buforowy zaopatruje obwód grzewczy

Tab. C.2.2-2 Tabela doboru dla wspomaganie ogrzewania

Ilość osób	Zapotrzebowanie na c.w.u. (60°C) w l	Objętość zasobnika buforowego w l	Liczba kolektorów Vitosol-F	Vitosol-T powierzchnia
2	60	750	4 x SV / 4 x SH	2 x 3 m <sup>2</sup>
3	90	750	4 x SV / 4 x SH	2 x 3 m <sup>2</sup>
4	120	750 / 1000	4 x SV / 4 x SH	2 x 3 m <sup>2</sup>
5	150	750 / 1000	4 x SV / 4 x SH	4 x 2 m <sup>2</sup>
6	180	750 / 1000	4 x SV / 4 x SH	4 x 2 m <sup>2</sup>
7	210	1000	6 x SV / 6 x SH	3 x 3 m <sup>2</sup>
8	240	1000	6 x SV / 6 x SH	3 x 3 m <sup>2</sup>

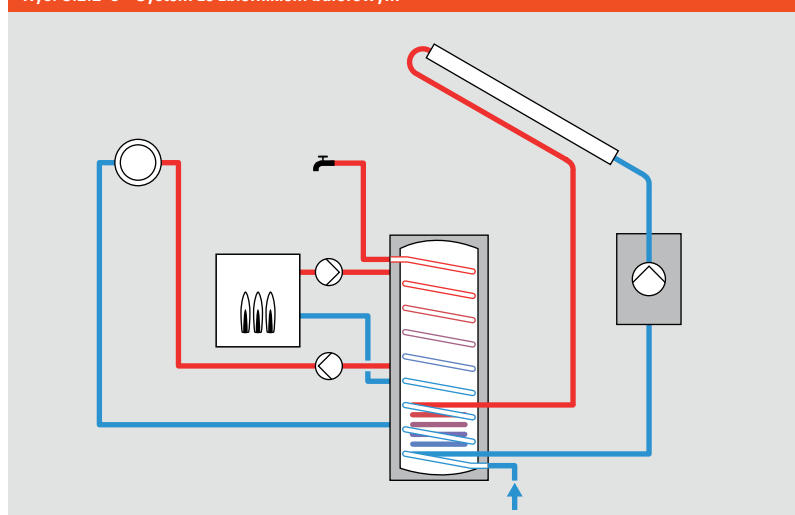
Ta tabela oferuje szybki przegląd doboru komponentów do instalacji wspomagającej ogrzewanie.

### Montaż instalacji

Istnieją dwie możliwości montażu instalacji, aby magazynować zdobyte ciepło solarne i przekazać je do obiegu grzewczego: poprzez ładowanie bufora albo poprzez podwyższenie temperatury na powrocie z instalacji c.o.

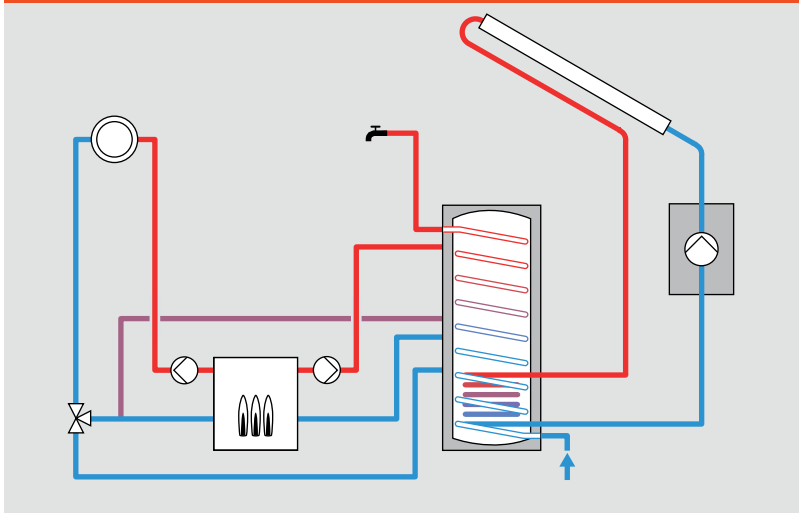
W instalacji z ładowaniem bufora, zbiornik poprzez instalację słoneczną lub dodatkowo przez kocioł grzewczy jest nagrzewany do określonej temperatury. Ze zbiornika buforowego ciepło przekazywane jest następnie do obiegu grzewczego.

Rys. C.2.2-3 System ze zbiornikiem buforowym



## C.2 Rozplanowanie

Rys. C.2.2-4 System z podwyższeniem temperatury na powrocie



W instalacji z podwyższonym powrotem, obwód grzewczy posiada również kocioł. Ciepło solarne jest dostarczane do obiegu grzewczego, gdy temperatura powrotu obiegu grzewczego jest niższa niż temperatura w podgrzewaczu solarnym.

W instalacji z podwyższoną temperaturą powrotu (wody) ogrzana kolektorami woda jest pobierana, gdy temperatura w zbiorniku jest wyższa niż temperatura na powrocie obiegu grzewczego. Jeśli nie została osiągnięta nastawiona temperatura zasilania, kocioł automatycznie włączy się.

Przy starych, przynoszących duże straty instalacjach grzewczych często argumentuje się, że konwencjonalnie osiągnięte ciepło, poprzez unikanie częstego zapłonu palnika, możliwie

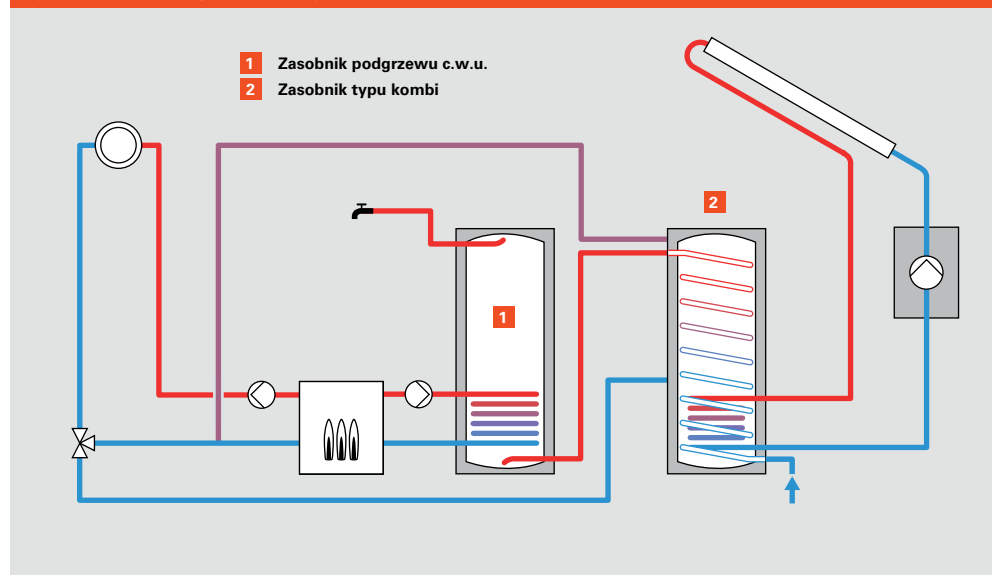
szybko powinno być przekazane do pojemnościowego podgrzewacza c.w.u. – redukcja strat ciepła (poprzez unikanie strat wyziębnienia w czasie postoju). Należy tu zwrócić uwagę, że tego rodzaju instalacji grzewczych nie powinno się łączyć z instalacjami słonecznymi, lecz powinno się je wymienić.

Ten argument nie odnosi się do nowoczesnych urządzeń produkujących ciepło. Produkują one tyle ciepła, ile potrzebne jest do osiągnięcia temperatury zasilania. Zwiększenie temperatury docelowej w instalacji słonecznej automatycznie obniża jej sprawność. Z tego względu, Viessmann poleca i preferuje podwyższenie powrotu – jeżeli nie istnieją jakieś szczególne wymagania sugerujące inne rozwiązanie.

Użycie tylko jednego zbiornika jest o tyle korzystne, że wymaga mało miejsca i prostych rozwiązań instalacji (instalacja słoneczna jest połączona jedynie ze zbiornikiem).

W instalacji z podwyższonym powrotem można zamontować system dwóch zbiorników. To rozwiązanie sprawdza się przy wysokich chwilowych poborach c.w.u.

Rys. C.2.2-5 Instalacja z dodatkowym zasobnikiem



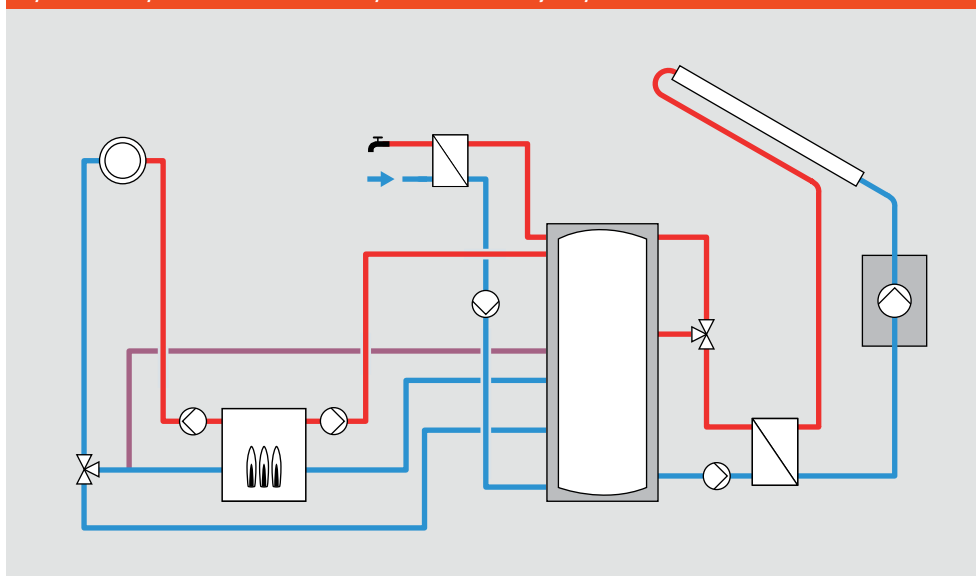
Przy wysokich chwilowych poborach c.w.u. można zastąpić zbiornik typu kombi zbiornikiem monowalentnym, ogrzewanym przez kocioł grzewczy.

Alternatywą do zbiornika typu kombi może być zbiornik buforowy z modułem świeżej wody. Ta kombinacja jest możliwa w dużych

instalacjach, w których maksymalne pobory chwilowe muszą być uwzględnione przez moduł świeżej wody.

W instalacjach z oddzielnymi zbiornikami, instalacja słoneczna ładuje wiele zbiorników osobno. W dużych instalacjach biwalentny zbiornik może być zastąpiony poprzez dwa monowalentne zbiorniki.

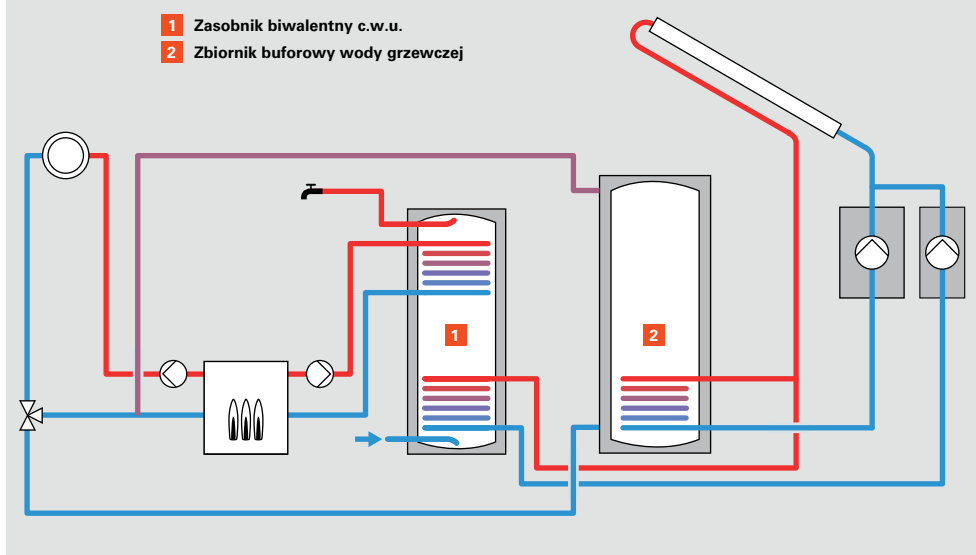
Rys. C.2.2-6 System z zasobnikiem buforowym i modułem świeżej wody



W dużych instalacjach można zaopatrzyć system w zbiorniki buforowe i w moduł świeżej wody.

Rys. C.2.2-7 System z oddzielnym zasobnikiem biwalentnym i zbiornikiem buforowym

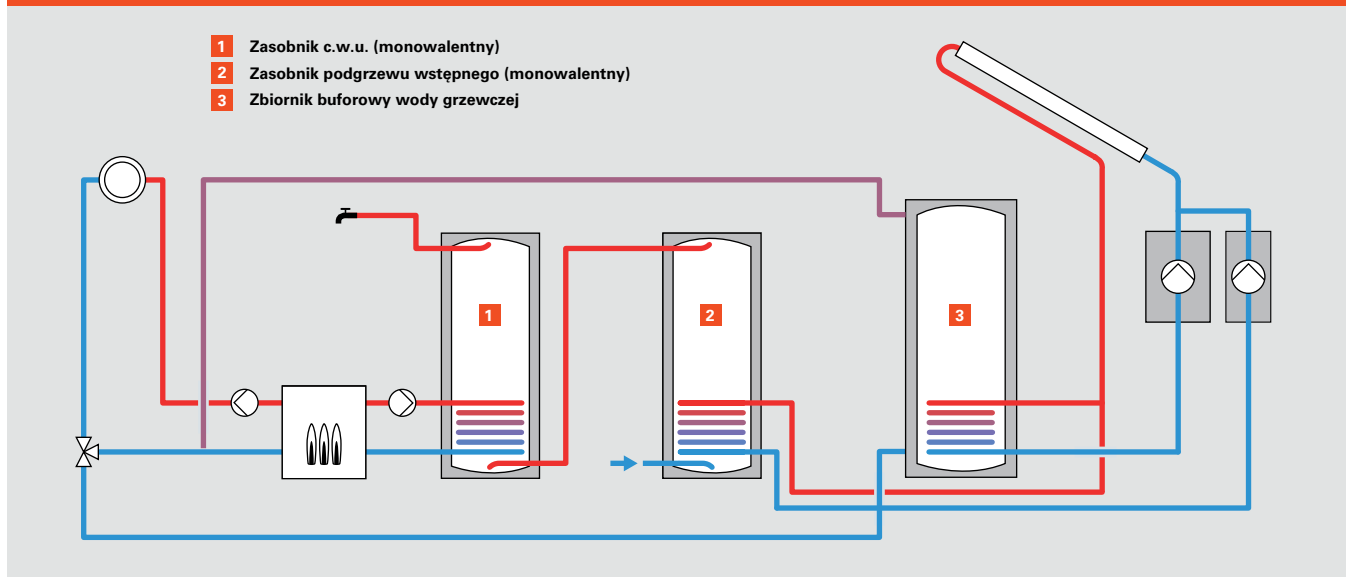
- 1 Zasobnik biwalentny c.w.u.
- 2 Zbiornik buforowy wody grzewczej



W instalacjach z oddzielnymi zbiornikami ciepło solarne jest magazynowane, zarówno w zbiorniku buforowym jaki i w pojemnościowym podgrzewaczu c.w.u.

## C.2 Rozplanowanie

Rys. C.2.2-8 System z oddzielnymi zbiornikami (monowalentny)



W instalacjach z oddzielnymi zbiornikami można zastąpić zbiornik biwalentny (rys. C.2.2.-7) przez zasobnik monowalentny (solarny) i zasobnik podgrzewu c.w.u. (końcowy)

### **Wymagania odnośnie obiegu grzewczego**

Częstym nieporozumieniem jest założenie, że solarne wspomaganie ogrzewania jest możliwe tylko w przypadku ogrzewania podłogowego. Wydajność kolektorów przy ogrzewaniu za pomocą grzejników jest w ciągu roku średnio tylko niewiele niższa. Powodem jest trochę wyższa temperatura instalacji słonecznej, która jest określana przez powrót obwodu grzewczego.

Przy porównaniu różnych sposobów ogrzewania (powierzchni grzewczych) należy zwrócić uwagę na to, czy instalacja słoneczna w okresie przejściowym jest w stanie dostarczyć energię do obiegu grzewczego. Podczas tego okresu powierzchnie grzewcze nie pracują w obszarze zaplanowanych temperatur, powrót może być zasilany niższą temperaturą.

Ważne jest jednakże prawidłowe hydrauliczne zrównoważenie obiegu grzejnikowego.

### **Instalacje z kotłem kondensacyjnym**

Błędne jest myślenie, że instalacje słoneczne nie mogą być łączone z kotłami kondensacyjnymi. Poprawne jest, gdy instalacja słoneczna podgrzewa zimną wodę (wodę użytkową lub wodę grzewczą) w systemie. W przypadku, gdy instalacja grzewcza musi dostarczyć brakującą „resztę ciepła”, kocioł włączy się – podwyższając temperaturę wody użytkowej z przykładowo 50 stopni C (ogrzej solarnej) do 60 stopni C (temperatura docelowa) – z reguły poza obszarem jego kondensacji. Kocioł kondensacyjny podgrzewając samodzielnie wodę w początkowym etapie podgrzewu kondensowałby.

Porównywalny przykład można wyliczyć dla solarnego wspomaganie ogrzewania. Zasadniczo kombinacja z instalacją słoneczną nie ma wpływu na wydajność i bezpieczeństwo pracy kotła. Poprawne jest, aby sumaryczny czas pracy (roczny) kotła grzewczego skrócił się, a wydajność całego systemu wzrosła. Decydujące jest oszczędzanie energii.

### Ładowanie większej ilości zbiorników

W przypadku ładowania więcej niż jednego zbiornika, istnieje kilka sposobów, wykonania instalacji hydraulicznej.

#### Rozwiązanie z dwoma pompami

W tym wariantcie każdy zbiornik jest zasilany przez własną pompę zamontowaną na powrocie obwodu solarnego. Pompy są włączane naprzemiennie. Praca, gdzie pompy mogą działać równolegle, jest tylko teoretycznie możliwa, ale w praktycznym zastosowaniu jest sensowna tylko w nielicznych wyjątkowych przypadkach. Należy rozważyć, że taka praca skutkuje różnymi przepływami w obiegu pierwotnym.

#### Rozwiązanie z zaworem trójdrogowym

W tym rozwiązaniu pompa obiegu solarnego ładuje oba zbiorniki, przepływ jest przekierowany wedle potrzeby poprzez zawór trójdrogowy na różne zbiorniki. Zawór trójdrogowy montowany jest na powrocie w miejscu, gdzie nie występują wysokie temperatury.

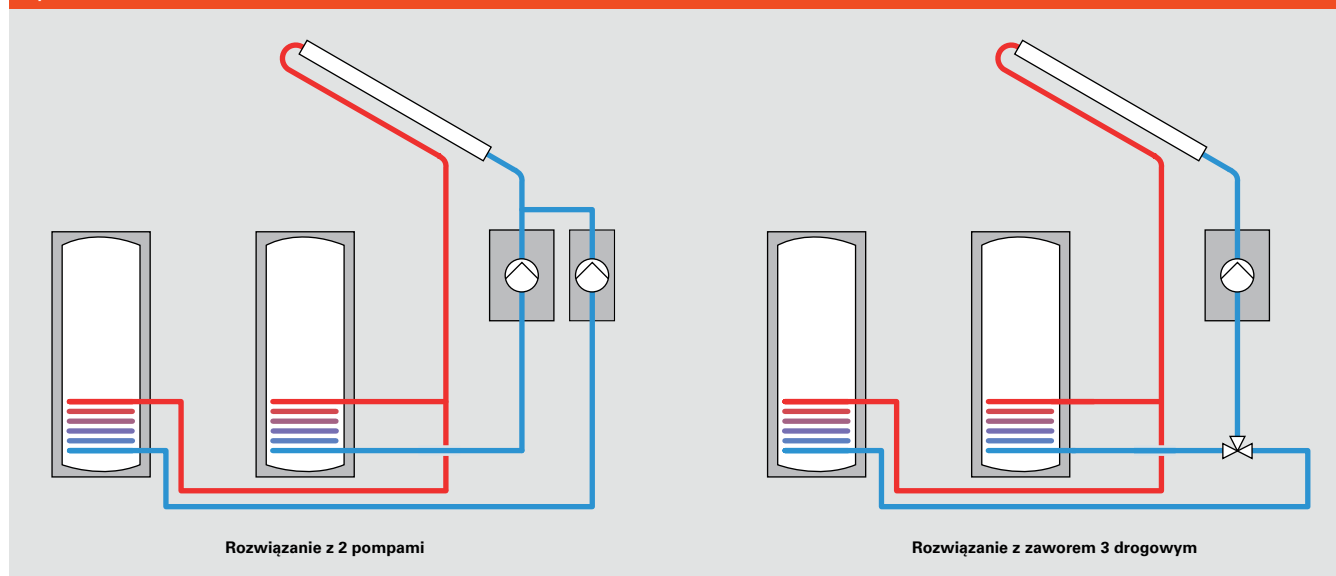
### Kryteria niezbędne do doboru

Uwzględniając bezpieczeństwo pracy instalacji i jej planowania, oba warianty są porównywalne. Rozwiązanie z zaworem trójdrogowym jest trochę korzystniejsze cenowo, a rozwiązanie z dwoma pompami podczas pracy ma trochę niższe zużycie prądu (mniejsze straty ciśnienia, wyeliminowany pobór prądu przez zawór trójdrogowy). W przypadku gdy więcej niż dwa zbiorniki zasilane są, rozwiązania z pompami są bardziej przejrzyste niż montaż większej liczby zaworów trójdrogowych.

#### Wskazówka

W wytycznych montażu wielu producentów uwidocznione są oba wyżej przedstawione rozwiązania. Wytyczne firmy Viessmann preferują wariant z dwoma pompami.

Rys. C.2.2-9 Ładowanie kilku zbiorników



## C.2 Rozplanowanie

### Wskazówka

Dla instalacji w obiektach przemysłowych nie można dokonywać standardowych założeń, należy uwzględnić przy projektowaniu specyfikę obiektu.

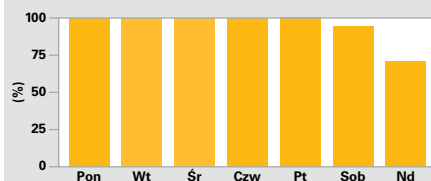
### C.2.3 Profile użytkowania w przemyśle

Wcześniej wyliczone przykłady odnoszą się do instalacji słonecznych do ogrzewania ciepłej wody użytkowej i wspomagające ogrzewanie pomieszczeń w budynkach mieszkalnych. Profile i czasy ogrzewania w użytkowaniu przemysłowym wahają się znacznie, co należy uwzględnić przy planowaniu instalacji słonecznej i wymiarowaniu poszczególnych jej komponentów.

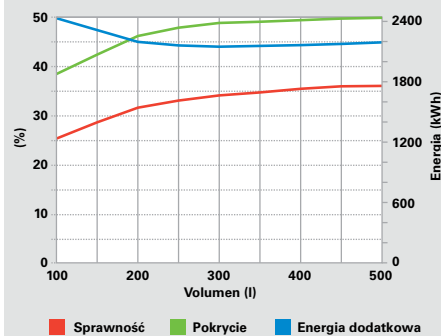
#### Przykład

Domek jednorodzinny zamieszany przez dwie osoby, 150 l zużycia ciepłej wody użytkowej (60 stopni C) na dzień

Rozkład zużycia wody:



Symulacja różnych wielkości zbiorników przy powierzchni absorbera 4,6 m<sup>2</sup>.

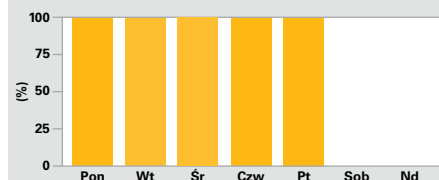


W tym przykładzie widzimy, że zużycie wody użytkowej w dni powszednie jest stałe, a w weekend spada. W symulacji (patrz rozdział C.4) z powierzchnią absorbera 4,6 m<sup>2</sup> i z różnymi wielkościami zbiorników, okazuje się, że uwzględniając tę powierzchnię solarną, sprawność całej instalacji słonecznej przy objętości zbiornika powyżej 300 l nie wzrasta znacznie, a więc możliwa oszczędność energii osiągnęła maksimum. Należy dobrać zatem zbiornik 300 l.

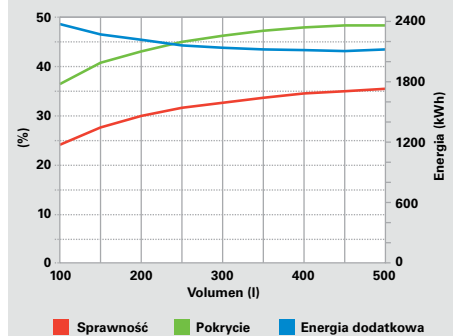
#### Przykład

Przychodnia lekarska, 150 l zużycia wody użytkowej (60 stopni) na dzień

Rozkład zużycia wody:



Symulacja różnych wielkości zbiorników przy powierzchni absorbera 4,6 m<sup>2</sup>.



W tym przykładzie widzimy, że wzrasta wskaźnik solarne pokrycia potrzeb, współczynnik sprawności i oszczędność energii porównując zbiornik 300 l z 400 l, chociaż powierzchnia absorbera i rozkład zużycia w zasadzie odpowiadają przykładowi z domkiem jednorodzinny.

Poprzez zwiększoną objętość zbiornika zwiększyła się zdolność akumulacji ciepła przez instalację słoneczną w weekend, która jest dostępna na następny tydzień (w weekend przychodnia jest nieczynna).

Jest zatem ważne, aby uwzględnić przy planowaniu instalacji nie tylko średnio zużytą ilość wody, ale także jej zużycie w ciągu tygodnia.

Podobne przykłady można wyliczyć także dla instalacji słonecznych wspomagających ogrzewanie pomieszczeń – instalacja w użytkowniku przemysłowym zachowuje się inaczej, niż w przypadku domu mieszkalnego, ponieważ w czasie weekendu temperatura obiegu grzewczego zwykle jest redukowana.

Program do planowania Viessmanna ESOP (patrz rozdział C.4) oferuje możliwość, aby do danej instalacji dopasować wykres zużycia wody w ciągu tygodnia.

### **Procesy ciepłe niskotemperaturowe**

Jako ciepło niskotemperaturowe określa się takie, które w wyniku procesu produkcji ciepła osiąga poziom temperatur około 90 stopni C – dotyczy kolektorów płaskich lub próżniowych.

Wiele procesów w zakresie przemysłowym jest zasilanych niskimi temperaturami, np. procesy czyszczące, bądź odtłuszczające. Te procesy nadają się do zasilania poprzez instalację słoneczną szczególnie w przypadku, kiedy pobór ciepła zachodzi stale. Ma się rozumieć, że wystarczają tu również niewielkie zbiorniki – instalacja umożliwia korzystną cenowo produkcję ciepła.

Już dziś browary i inne przedsiębiorstwa zajmujące się produkcją żywności wyposażone są w instalacje słoneczne.

### **C.2.4 Ogrzewanie basenów**

Do wyłącznego ogrzewania niecki basenu odkrytego można zastosować nieoszlone kolektory, czyli proste maty absorpcyjne albo węże z tworzywa sztucznego. Z technicznego punktu widzenia nie są to kolektory: maty absorpcyjne albo węże z tworzywa sztucznego są zgodne z normą EN 12975.

Te plastikowe absorbery mają dobry współczynnik sprawności optycznej, ponieważ nie zachodzą tu straty poprzez oszkloną pokrywą. Jednakże z powodu brakującej izolacji nie chronią przed stratami ciepła, co sprawia, że termiczne straty są odpowiednio duże. Z tego powodu używa się ich tylko w pracy z małą różnicą temperatur w stosunku do otoczenia, czyli z bardzo małym delta T.

Główna dziedzina, w której używa się nieoszlonych kolektorów, to baseny odkryte bez dalszych dodatkowych odbiorników – tutaj w lecie zbiega się promieniowanie słoneczne i zapotrzebowanie na ciepło na ogrzewanie basenu – w tym samym czasie.

Absorbery basenowe są podłączone bezpośrednio do wody w basenie. Absorbery montuje się zazwyczaj horyzontalnie, albo na ziemi (podłożu) albo na dachach płaskich z użyciem pasów mocujących, które są przymocowane do podłoża i zapewniają stabilność montażową. Można je także zamontować na lekko skośnych dachach. Absorber zimny jest kompletnie opróżniany.

Do kombinacji ogrzewania basenu metodą solarą wraz z podgrzewaniem wody użytkowej lub także ze wspomaganie ogrzewania nie nadają się takie proste maty absorpcyjne.

## C.2 Rozplanowanie



Proces nagrzewania nieogranzonego basenu wynika z promieniowania na powierzchnię basenu

W tym rozdziale wyjaśnimy, jak uwzględnić planowanie różnych instalacji (z kolektorami z przykryciem szklanym) w stosunku do zapotrzebowania na ciepło do podgrzania basenu.

Baseny dzieli się ze względu na ich przeznaczenie na trzy kategorie, z czego wynikają różne regulacje planowania całego systemu:

- odkryte baseny bez ogrzewania konwencjonalnego (baseny w domach jednorodzinnych)
- odkryte baseny, które są utrzymywane w określonej przez użytkownika temperaturze (baseny publiczne i częściowo prywatne w domach jednorodzinnych)
- baseny kryte (baseny, które przez całoroczne użytkowanie są utrzymywane w temperaturze określonej przez użytkownika, również częściowo baseny w domkach jednorodzinnych)

Jako temperaturę określoną przez użytkownika określa się temperaturę minimalną, którą zawsze powinna być utrzymywana w nocy basenu. Zapewnia się ją dzięki kotłowi grzewczemu. Ta temperatura minimalna może zostać przekroczona przy dużym promieniowaniu w basenach odkrytych.

### **Baseny odkryte bez konwencjonalnego ogrzewania**

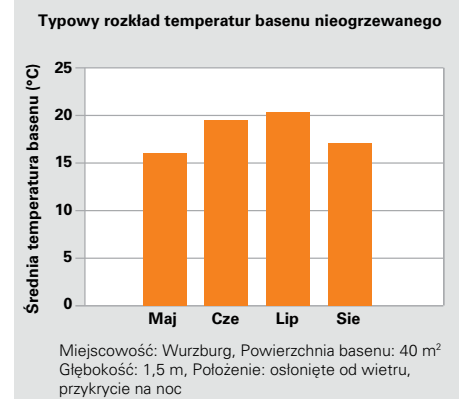
Basenów odkrytych używa się w Europie środkowej od maja do września. Ich zapotrzebowanie na ciepło, zależy od dwóch wielkości dotyczących strat:

- straty wody poprzez wychłapanie, parowanie i wodę, którą kąpiący wraz z wyjściem z basenu „zabiera ze sobą”.
- straty ciepłe poprzez powierzchnię wody, ściany basenu i ciepło parowania.

Straty spowodowane parowaniem można istotnie zredukować poprzez zakrywanie nieużytkowanego basenu – dzięki temu spada zużycie energii. Największy uzysk energii zachodzi na powierzchni wody, na którą pada słońce. W ten sposób basen zyskuje „naturalną” podstawową temperaturę – można ją przedstawić jako średnią temperaturę niecki podczas całego czasu pracy.

Instalacja słoneczna nie zmienia reguł typowego procesu podgrzewania, jednakże może zwiększyć temperaturę podstawową. Wzrosty temperatur są zależne od stosunku powierzchni basenu do powierzchni absorbera.

**Rys. C.2.4-1** Temperatury basenu otwartego



Rozkład temperatury w otwartym nieogrzewanym basenie wynika z ilości energii słonecznej padającej na powierzchnię lustra wody



Diagram na rys. C.2.4-2 pokazuje związek pomiędzy powierzchnią absorbera, a wzrostem temperatury. Z powodu porównywalnie niskich temperatur kolektorów i czasu użytkowania (lato) używany typ kolektora nie ma większego wpływu na wielkość tej wartości.

### Planowanie

Jako wartość podstawową dla „naturalnej” średniej temperatury niecki basenu w środku lata przyjmuje się 20 stopni C. Wystarczy podniesienie temperatury o 3 lub 4 K, aby osiągnąć odczuwalnie przyjemniejszą temperaturę wody. Osiąga się to poprzez dobranie instalacji słonecznej o powierzchni absorberów równej maksymalnie połowie powierzchni lustra wody.

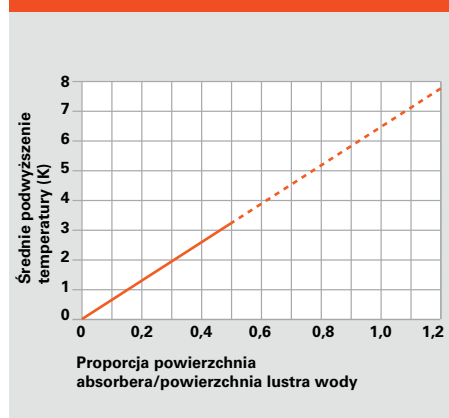
### Baseny odkryte, posiadające bazową temperaturę osiągniętą za pomocą konwencjonalnego ogrzewania

W przypadku, gdy temperatura bazowa basenu jest osiągnięta i utrzymywana w sposób konwencjonalny, prawie nie zmienia się sposób pracy instalacji słonecznej i jej oddziaływanie na temperaturę basenu. Instalacja słoneczna podwyższa temperaturę bazową w takim samym stopniu, co przy nieogranym basenie.

Instalacja jest tak zaplanowana, aby konwencjonalne ogrzewanie następowało tylko po to, aby osiągnąć temperaturę bazową. Jeśli docelowa temperatura zostanie osiągnięta, instalacja słoneczna dba o to, aby osiągnięta temperatura była utrzymywana.

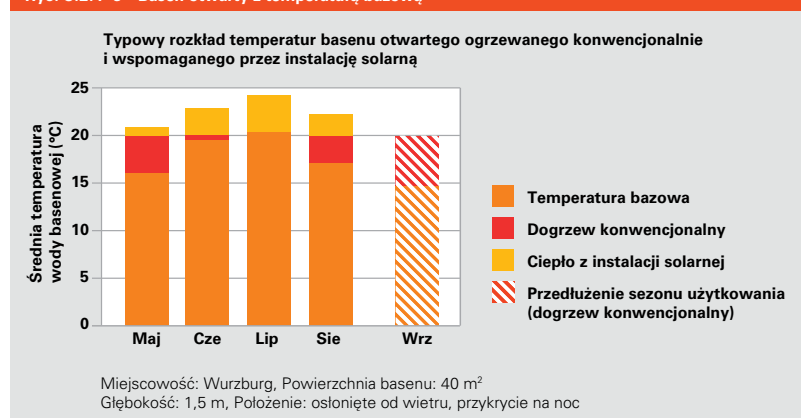
W ogrzanej niecce, można oszacować potrzebną powierzchnię kolektorów, za pomocą wyłączenia kotła w słoneczny dzień na 48 godzin. Pomiaru temperatury powinno dokonać się dwukrotnie. Proces oszacowania powierzchni kolektorów następuje analogicznie do procesu w halach basenowych, co zostanie opisane w następnym rozdziale.

Rys. C.2.4-2 Podwyższenie temperatury w basenie otwartym



W basenach odkrytych z przykryciem lustra wody przyjmuje się powierzchnię absorbera jako 50% powierzchni basenu.

Rys. C.2.4-3 Basen otwarty z temperaturą bazową



W basenach odkrytych temperaturę bazową utrzymywaną w sposób konwencjonalny można podwyższyć poprzez ciepło z instalacji słonecznej.

### **Baseny kryte**

Baseny kryte mają powszechnie wyższą temperaturę docelową, niż baseny odkryte. Jeśli życzymy sobie stałej temperatury basenu przez cały rok, należy ogrzewać hale basenowe biwalentnie. Aby uniknąć błędnego doboru urządzeń, należy zmierzyć zapotrzebowanie ciepła niecki.

Dlatego należy odstawić ogrzewanie na 48 godzin i zmierzyć temperaturę na początku i na końcu. Z różnicy temperatur i pojemności niecki basenowej można wyliczyć dzienne zapotrzebowanie na energię. W nowym budownictwie należy dokonać obliczeń zapotrzebowania na energię dla basenu.

#### **Przykład**

Podczas niezacienionego letniego dnia instalacja słoneczna w ogrzewaniu wody basenowej w środkowej Europie produkuje średnio 4,5 kWh/m<sup>2</sup> powierzchni absorbera.

Powierzchnia basenu: 36 m<sup>2</sup>

Średnia głębokość basenu: 1,5 m

Pojemność basenu: 54 m<sup>3</sup>

Straty temperatury w ciągu 48 godzin: 2 K

Zapotrzebowanie dzienne energii:

$54 \text{ m}^3 \cdot 1 \text{ K} \cdot 1,16 \text{ (kWh/K}\cdot\text{m}^3) = 62,6 \text{ kWh}$

Powierzchnia kolektora:

$62,6 \text{ kWh} : 4,5 \text{ kWh/m}^2 = 13,9 \text{ m}^2$

Przy pierwszym szacowaniu (do oszacowania kosztów) można założyć średnią stratę temperatury 1K na dobę. Przy średniej głębokości basenu 1,5 m oznacza to przy zachowaniu temperatury bazowej zapotrzebowanie na energię około 1,74 kWh/(d · m<sup>2</sup> powierzchni basenu). Na m<sup>2</sup> powierzchni basenu przypada około 0,4 m<sup>2</sup> powierzchni kolektora.

### **Planowanie całej instalacji**

#### **Instalacja z basenem otwartym**

Ponieważ basen jest ogrzewany tylko latem, instalacja kolektorowa jest dostępna także w „zimniejszym” okresie do wspomaganie ogrzewania. Dlatego sensowne są tu instalacje z połączeniem podgrzewania wody basenowej, wody użytkowej i wspomaganie ogrzewania.

Aby zaplanować taką kombinację dodaje się powierzchnię kolektora niezbędną do ogrzewania niecki basenu do powierzchni kolektora potrzebnej do ogrzania ciepłej wody użytkowej. Pojemność obu tych układów powinna odpowiadać całej powierzchni kolektorów. Dodawanie dodatkowego pola kolektorów na wspomaganie ogrzewania nie jest w tym przypadku potrzebne.

#### **Instalacja w hali basenowej**

Powierzchnię kolektora wylicza się analogicznie jak w basenach odkrytych (powierzchnię kolektora niezbędną do ogrzewania niecki basenu należy dodać do powierzchni kolektora potrzebnej do ogrzania wody użytkowej).

Niecka basenu pobiera uzyskaną energię przez cały rok. Dlatego dodatkowe podłączenie instalacji słonecznej do obiegu grzewczego jest możliwe dopiero wtedy, kiedy zostaną zastosowane te same reguły, które generalnie dotyczą solarnego wspomaganie ogrzewania (patrz rozdział C.2.2). Powierzchnia zatem odnosi się do letniego zużycia, podwojonego co najmniej dwa razy. Jeśli nie dotrzemy tego warunku, instalacja słoneczna nie będzie podgrzewała basenu w okresie przejściowym i zimą.

#### **Wymagania odnośnie wymiennika ciepła w basenach**

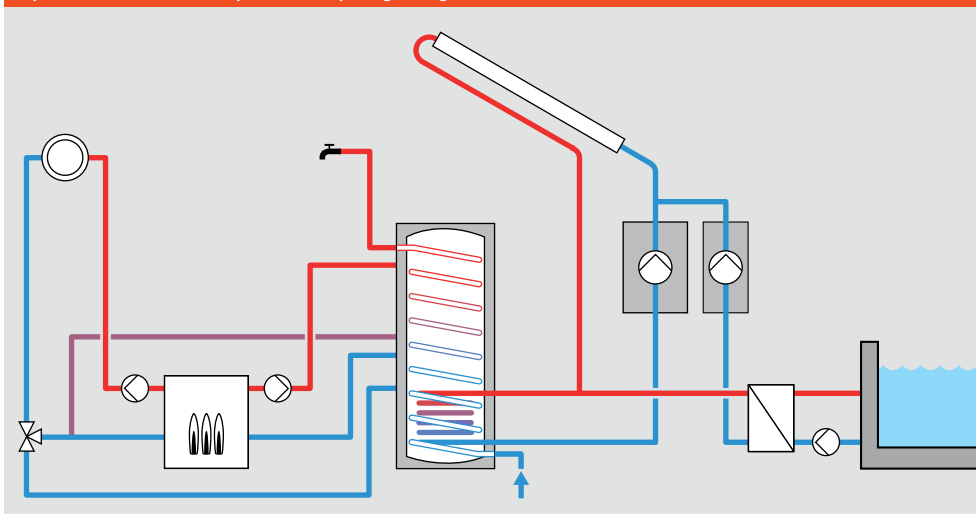
Wymiennik ciepła, który przekazuje ciepło solarne do wody w basenie, musi być wytrzymały na działanie wody basenowej i wykazywać małe straty ciśnienia przy dużych przepływach. Powszechnie montuje się rurowy wymiennik ciepła, a także płytowy wymiennik ciepła.

Z powodu niskiej temperatury niecki, różnica temperatur pomiędzy wpływającą do niecki wodą, a powrotem kolektora nie jest tak znacząca, jak w przypadku ogrzewania wody użytkowej albo solarnym wspomaganie ogrzewania. Różnica ta nie powinna jednakże przekraczać wartości od 10 do 15 K. Ze względu na zainstalowaną powierzchnię kolektorów, jest dostępny program doboru Viessmann z różnicą temperatur wynoszącą 10 K, dostępne są różne rurowe wymienniki ciepła (patrz rys. C.2.4-6).

#### **Wskazówka**

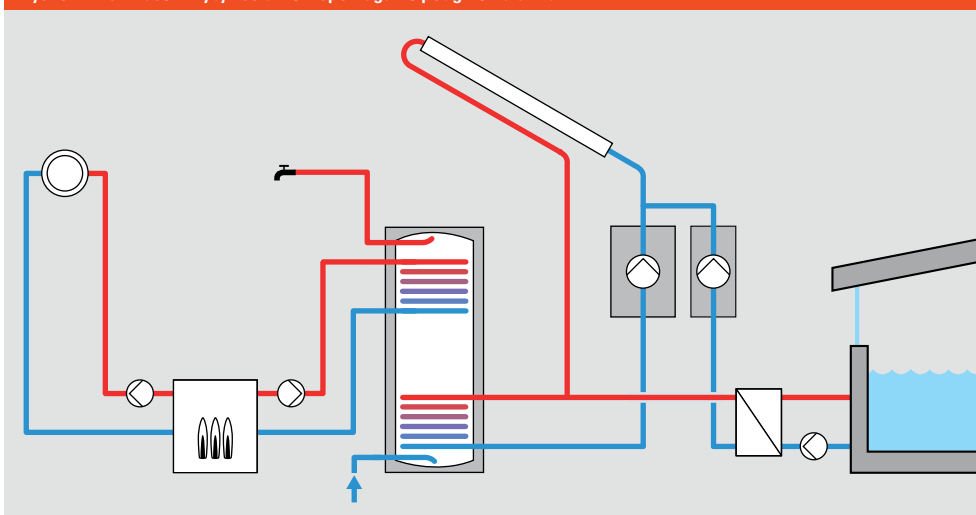
Przykładowe kompletne hydrauliczne schematy z planami do tego typu instalacji znajdują się w Wytycznych Projektowych Viessmann.

Rys. C.2.4-4 Basen otwarty i solarne wspomaganie ogrzewania



Instalacja słoneczna z ogrzewaniem wody w basenie odkrytym podczas lata, może być wykorzystana w okresie przejściowym i zimą do wspomagania ogrzewania.

Rys. C.2.4-5 Basen kryty i solarne wspomaganie podgrzewu c.w.u.



Instalacja słoneczna do ogrzewania wody basenowej w basenie krytym, w okresie przejściowym i zimą jest także wykorzystywana do ogrzewania basenu.

Tab. C..2.4-6 Wymiennik Viessmann do wody basenowej

	<b>Vitotrans 200</b>				
	<b>Nr kat.</b>				
	<b>3003 453</b>	<b>3003 454</b>	<b>3003 455</b>	<b>3003 456</b>	<b>3003 457</b>
Maksymalna powierzchnia kolektorów słonecznych	28	42	70	116	163
Vitosol w m <sup>2</sup>					

W zależności od powierzchni kolektora, Viessmann oferuje odpowiedni wymiennik ciepła.

## C.2 Rozplanowanie

### C.2.5 Klimatyzacja wspomagana przez energię słoneczną

W naszych szerokościach geograficznych latem do klimatyzacji budynków potrzebny jest chłód. Zapotrzebowanie na chłód występuje zatem w porze roku, kiedy występuje największe promieniowanie słoneczne. Także potrzebny wkład energii do utrzymania stalego niskiego poziomu temperatur chłodzonych pomieszczeń (serwerownie, przechowywanie żywności) podwyższa się w miesiącach letnich.

Obok szeroko rozpowszechnionych elektrycznie zasilanych urządzeń sprężarkowych można zastosować również instalacje z termicznie zasilanymi procesami chłodzącymi. Dla płynnych nośników chłodu stosuje się maszyny absorbujące i adsorbujące.

W urządzeniach chłodniczych sensowne jest wykorzystanie techniki solarnej do chłodzenia lub klimatyzacji ze względu na wzrost zapotrzebowania energii do tego celu, wraz ze wzrostem promieniowania solarne.

W ubiegłych latach powstało wiele instalacji chłodzących napędzanych energią termiczną. Już dawno przekonano się do solarnej klimatyzacji i służy ona teraz jako sprawdzone zastosowanie.

Z użytkowego punktu widzenia, planowanie instalacji chłodzącej napędzanej termicznie nie różni się od planowania instalacji tradycyjnej. Na początku należy ustalić zapotrzebowanie budynku na chłód. Na tej podstawie ustala się moc i rodzaj urządzenia chłodniczego.

Najczęściej w produkowaniu chłodu, wspomagany energią solarną stosuje się jedno-stopniowe klimatyzacje absorpcyjne (AKM). Nośnikiem jest zimna woda, nośnikiem sorbcyjnym jest z reguły bromek litu. Urządzenia dwustopniowe, które wykazują znacznie wyższy uzysk (COP – coefficient of performance), nie nadają się do kolektorów przyjętych w sprzedaży, z powodu wysokich temperatur podczas pracy.

Temperatury pracy zależnie od producenta i zastosowania wynoszą, także w jednopozomowych urządzeniach, około 90 °C, a potrzebna temperatura kolektora jest nieco wyższa. Dlatego nadają się w tym przypadku tylko kolektory próżniowo-rurowe, w przypadku kolektorów płaskich wymagane temperatury zostałyby osiągnięte kosztem wydajności.

Z powodu wysokich temperatur planowanie pola kolektorów musi zostać przeprowadzone bardzo starannie, uwzględniając przy tym moc

Fot. C.2.5–1 Produkcja chłodu wspomagana przez energię słoneczną w Centrum Badania Środowiska w Lipsku.

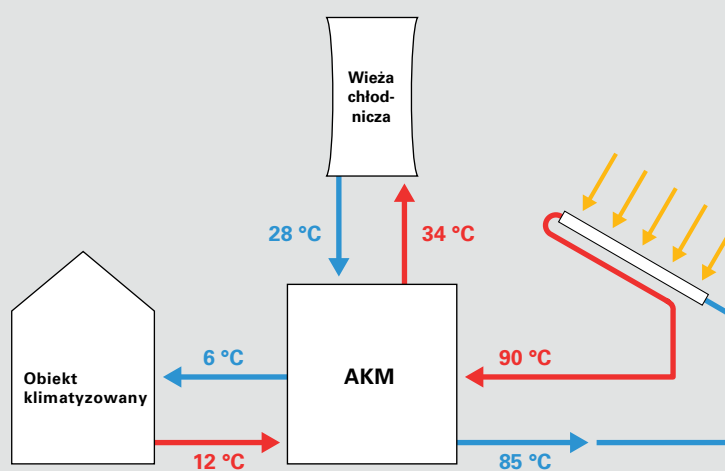


i różnicę temperatur urządzenia chłodzącego. Instalacja musi być również przygotowana na stan stagnacji, to oznacza, że AKM musi przyjąć ciepło solarne. Magazynowanie po „gorącej stronie” jest rzadko możliwe z powodu wysokich temperatur.

Przy wstępnym planowaniu kosztów można założyć, że przy COP jednostopniowego klimatyzatora absorpcyjnego (AKM) wynoszącym około 0,7 należy przyjąć na każdy kW mocy chłodniczej powierzchnię kolektorów  $3 \text{ m}^2$ . Moc kolektorów próżniowych przy tych temperaturach pracy wynosiłaby jedynie  $500 \text{ W/m}^2$ . Jeżeli jest to możliwe, powinno się zrezygnować z wymiennika ciepła w obiegu pierwotnym, nośnik ciepła jest w takim przypadku bezpośrednio transportowany do absorbera w AKM.

Ogólnie wskaźnik pokrycia solarnego powinien wynosić powyżej 50%. Z powodu warunków pracy instalacji słonecznej proces chłodzenia przebiega z niską temperaturą, urządzenie chłodnicze pracuje zatem z relatywnie niskim COP. Należy to uwzględnić, kiedy instalacja ma być dodatkowo wspomagana ciepłem konwencjonalnym: w przypadku planowania instalacji na niskie solarne pokrycie potrzeb, odpowiednio dużo konwencjonalnej energii nie zostanie przekształcone w produkcję chłodu. Solarna klimatyzacja powinna być zastosowana w projektach, w których możliwa jest monowalentna praca solarne.

Rys. C.2.5-2 Temperatury przy zastosowaniu klimatyzacji Absorpcyjnej



Typowe temperatury przy zastosowaniu instalacji solarnej do klimatyzacji absorpcyjnej (AKM)

Z powodu wysokich temperatur podczas pracy urządzeń chłodniczych z absorpcją, do produkcji chłodu można zastosować tylko kolektory próżniowe.

### C.2.6 Zastosowanie przy wysokich temperaturach

Jako ciepło wysokotemperaturowe w przypadku procesów cieplnych określa się taką poziomą temperaturę, którą nie może zostać osiągnięta za pomocą kolektorów płaskich, bądź próżniowo-rurowych.

Na drodze termicznej można sensownie osiągnąć temperatury powyżej 100 stopni tylko wtedy, gdy padające promieniowanie słoneczne koncentruje się, więc ilość energii powstającej w absorberze wzrasta.

Bardzo proste instalacje koncentrujące nazywa się tak zwanymi wernikami słonecznymi z elementami odbijającymi promienie słoneczne w celu ich skupienia. Promieniowanie słoneczne skupia się w ogniskowej zwierciadła wklęsłego (lub zwierciadła parabolicznego), przez co ogrzewa czarny matowy zbiornik i jego zawartość. Obok funkcji pomagającej w przygotowaniu żywności, używa się także wernika do wyjąławiania wody.

Kolektory koncentrujące energię słoneczną wymagają promieniowania bezpośredniego, światło rozproszone nie może zostać skupione. Z tego względu, te techniki używa się

tylko w rejonach, z dużym udziałem promieniowania bezpośredniego.

Z gospodarczego punktu widzenia interesujące jest użytkowanie systemów koncentrujących energię słoneczną w dużych instalacjach służących do produkcji prądu poprzez energię solarną. Najbardziej rozpowszechnione są siłownie słoneczne paraboliczne.

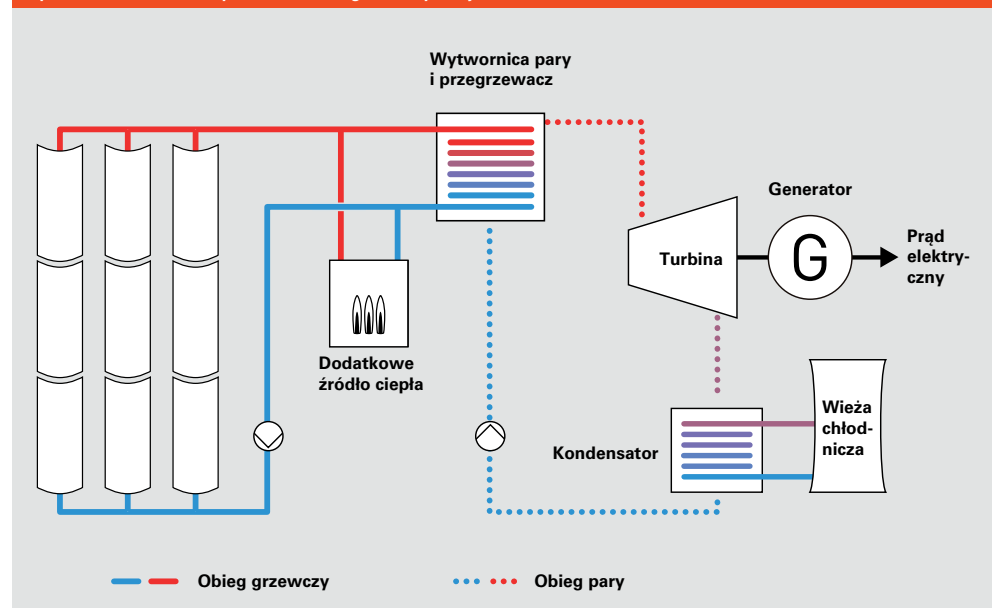
W tym typie elektrowni ustawia się parabolicznie wklęsłe zwierciadła równoległe do siebie i jedno osiowo w stronę słońca. W ogniskowej zwierciadła biegnie rura próżniowa z naniesionym absorberem (odbiornikiem), na której koncentruje się nawet 80-krotność padającego światła słonecznego. Poprzez rurę absorbera przepływa olej grzewczy, który rozgrzewa się do temperatury 400 stopni C. Poprzez wymiennik ciepła energia termiczna transportowana jest do turbin parowych, w których odpowiedni proces zamienia ją na energię elektryczną.

Dalsze techniki są testowane: z kolektorami i elektrowniami z „wieżami solarnymi”.



Fot. C.2.6-1 Znicz olimpijski jest zapalany za pomocą zwierciadła parabolicznego, na które padają promienie słoneczne

Rys. C.2.6-2 Solarne wytwarzanie energii elektrycznej



W regionach z dużym udziałem promieniowania bezpośredniego stosuje się elektrownie solarne do wytwarzania prądu.





Fot. C.3-1 Basen  
Cambomare, Kempten

## Energia odnawialna

Zapotrzebowanie na systemy zapewniające ciepło, w których rezygnujemy z oleju i gazu, są coraz bardziej popularne ze względu na wzrost cen tych surowców. Kocioł na biomasę i pompę ciepła można efektywnie połączyć z instalacją słoneczną.

Aby zapewnić bezpieczeństwo podaży ciepła, łączy się instalacje słoneczne z reguły z innymi instalacjami produkującymi ciepło. Podstawowe funkcje instalacji słonecznej nie zmieniają się przy takich połączeniach – dla zoptymalizowania całej instalacji istnieją zachęcające perspektywy.

Przy zastosowaniu nowoczesnych kotłów gazowych, bądź olejowych, ciepło jest zawsze dostępne i to w dowolnej ilości przy zachowaniu wysokiej sprawności. Jednak również w przypadku zastosowania kotłów na biomasę i pomp ciepła można zapewnić bardziej efektywną pracę.



### C.3.1 Instalacja słoneczna w połączeniu z kotłem na biomasę

Kocioł grzewczy na drewno lub inne organiczne materiały palne jest duży, składa się z relatywnie dużej ilości metalu i ma dużą pojemność wodną. W pracy systemu grzewczego nie jest to żadną wadą - podczas grzania wody użytkowej latem sprawność w porównaniu z kotłem gazowym kondensacyjnym wypada znacznie gorzej: kocioł musi podgrzać wiele stali i wody, proporcjonalnie do stosunkowo niewielkiej ilości wody użytkowej.

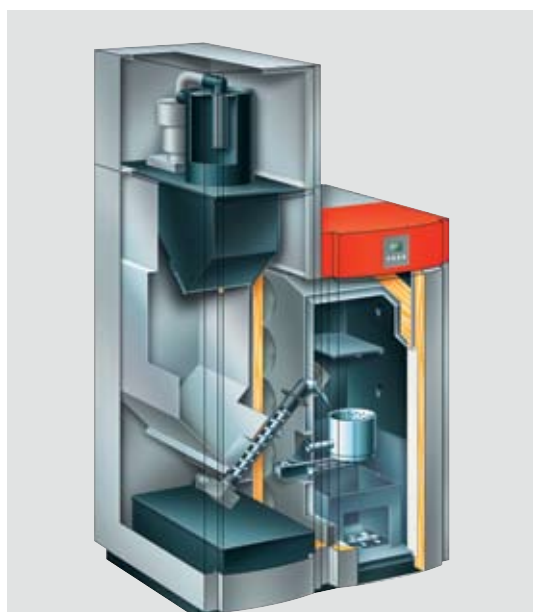
Dlatego właśnie kocioł na biomasę łączy się zwykle z instalacją słoneczną wspomagającą podgrzew c.w.u. Zaletą jest, że instalacja słoneczna latem zależnie od jej konfiguracji może pracować bez konieczności dołączania ciepła konwencjonalnego. W okresie przejściowym kocioł przy niższych temperaturach zachowuje się podobnie, jak przy podgrzewaniu wody użytkowej. Dostępne jeszcze ciepło w znacznej części dostarcza instalacja słoneczna.

W przypadku urządzeń pracujących z automatycznym podawaniem paliwa (kotły na pelet), możliwe jest połączenie ich ze zbiornikami typu kombi. Ich dobór następuje zgodnie z opisem w rozdziale C.2.2.

Zasilane ręcznie instalacje wymagają całkowitego wypalenia i powinny być wyposażone w zbiornik buforowy, którego pojemność jest zaplanowana na bezpieczną i efektywną pracę kotła na biomasę. Przy określaniu pojemności należy tu zawsze wziąć pod uwagę różnice temperatur pomiędzy oczekiwaną temperaturą powrotu (zbiornik nie może być zimniejszy) i maksymalną temperaturę zbiornika (zbiornik nie może być zbyt gorący). Tak więc zbiornik jest tak zaplanowany, że przy kompletnym wypaleniu cała ilość energii jest przejmowana przez zbiornik buforowy. Proces ten jest opisany w normach EN 303-5. Dodatkowo należy zwrócić uwagę na aktualne przepisy ochrony środowiska regulujące poziom emisji spalin (BlmschV).

Gdy zbiornik jest ogrzewany solarnie, redukuje się jego zdolność akumulacji ciepła, ponieważ temperatura wyjściowa wzrasta z powodu rozgrzania (przy niezmięnionej temperaturze maksymalnej). Różnica temperatur zmniejsza się, więc co za tym idzie zdolność produkcyjna zbiornika – kompletne wypalenie kotła na drewno nie jest możliwe.

Gdy instalacja grzewcza musi być połączona z instalacją słoneczną, to pojemność zbiornika musi być odpowiednio większa.



Fot. C.3.1-1 Vitolig 300  
Kocioł na pelet

### C.3.2 Instalacje słoneczne w połączeniu z pompami ciepła

#### ***Pompy ciepła w połączeniu z instalacjami podgrzewającymi ciepłą wodę użytkową***

Energetyczna wydajność pompy jest tym lepsza, im mniejsza różnica pomiędzy temperaturą docelową, a dolnym źródłem ciepła. Dlatego przy podgrzewaniu wody użytkowej temperatura zasilania jest utrzymywana na niskim poziomie za pomocą bardzo dużej powierzchni wymiennika ciepła. Viessmann oferuje specjalny zasobnik do pracy biwalentnej instalacji słonecznej z pompą ciepła.

Wewnętrzny, bardzo duży wymiennik ciepła jest dostępny dla pompy ciepła, instalacja słoneczna ładuje zbiornik poprzez zewnętrzny wymiennik ciepła.

#### **Wskazówka**

W dokumentacji technicznej Viessmann odnośnie pomp ciepła znajdują się szczegółowe informacje o kombinacjach z techniką solarną.

#### ***Pompy ciepła w połączeniu z instalacjami wspomagającymi ogrzewanie***

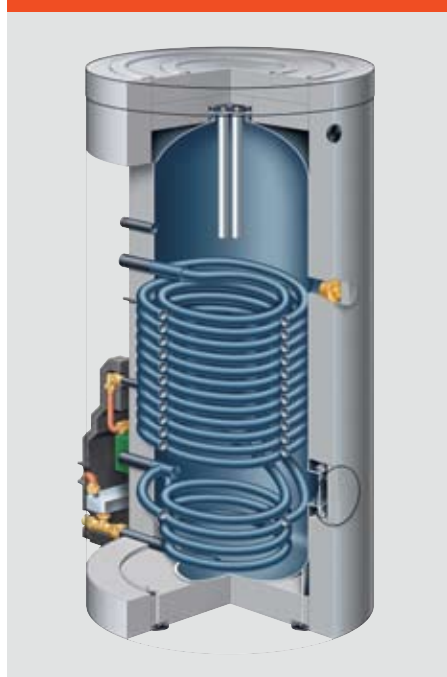
Prąd pobierany przez pompę ciepła jest rozliczany w Niemczech według innej, niższej taryfy, niż do innych celów, często też taryfa ta przewiduje dodatkowo oszczędniejsze okresy w ciągu doby. Dlatego takie instalacje muszą być połączone ze zbiornikiem buforowym – dotyczy to także solarnego ładowania. Ponieważ okres „oszczędnego poboru” trwa zwykle tylko część dnia, nie da uniknąć się „konkurencji” z pożądanym czasem pracy pompy ciepła. Tę sytuację można częściowo załagodzić, jednak nie da się jej całkowicie wyeliminować.

Pojemność zbiornika określa się poprzez minimum pojemności wody, jaka jest niezbędna do przejścia energii produkowanej podczas „oszczędnego poboru”. Do zbiornika buforowego można podłączyć pasującą powierzchnię kolektorów. Jeśli chcemy osiągnąć wysokie pokrycie potrzeb należy powiększyć zbiornik buforowy.

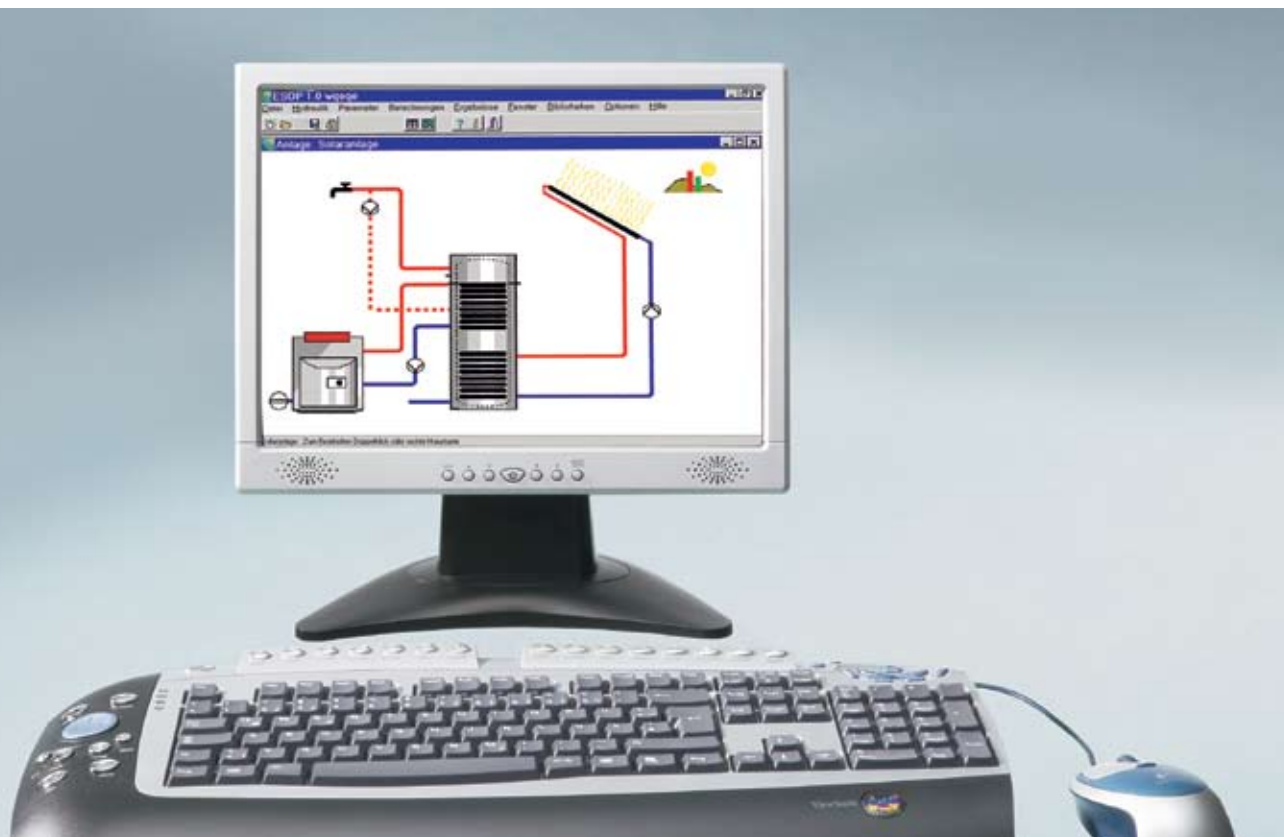
Jeśli do pracy pompy ciepła nie jest potrzebny konieczny zbiornik buforowy, to zbiornik buforowy dla instalacji słonecznej planuje się tak samo jak w przypadku jej połączenia z kotłem.

Zasobnik Vitocell V-100 ze stacją wymiennikową Solar do współpracy z kolektorami słonecznymi

**Rys. C.3.2-1 Zasobnik do współpracy z kolektorami słonecznymi i pompą ciepła**







## Symulacja instalacji z ESOP

**Symulacja to obliczenie wykonane za pomocą modelu komputerowego – wynik dostarcza wiadomości o prawdziwej instalacji.**

### Wskazówka

Program ESOP w wersji polskojęzycznej dostępny będzie od 2011 roku.

Symulację przeprowadza się wtedy, gdy konwencjonalny proces wyliczeń (ręczny) jest kosztowny lub gdy dostarcza niekompletne wyniki. Tak dzieje się często w przypadku dynamicznego zachowania systemu, czyli gdy system w określonym czasie jest wystawiony na długotrwałe zmiany.

Programy symulacyjne do instalacji słonecznych oferują możliwość dowolnej analizy. Dopasowuje się parametry stworzonej w programie instalacji słonecznej, która ma potem odpowiadać realnej instalacji.

Z powodu wielorakich i zależnych od czasu działań zmiennych w instalacji słonecznej, które następują zarówno codziennie jak i w ciągu całego roku, potrzebne są możliwie dokładne badania symulacyjne modelu.

### Podstawy działania programu

Model symulacyjny wymaga z jednej strony wstępnych wielkości, takich jak np. dane o pogodzie lub dane o profilu rozbioru, z drugiej zaś strony, poszczególne komponenty systemu, jak np. kolektor słoneczny, zbiornik buforowy lub wymiennik ciepła, muszą na podstawie podanych parametrów zostać zdefiniowane. Jako wielkości wyjściowe program symulacyjny wylicza wartości, takie jak np. solarny współczynnik pokrycia potrzeb lub roczną wydajność.

### Wielkości wstępne

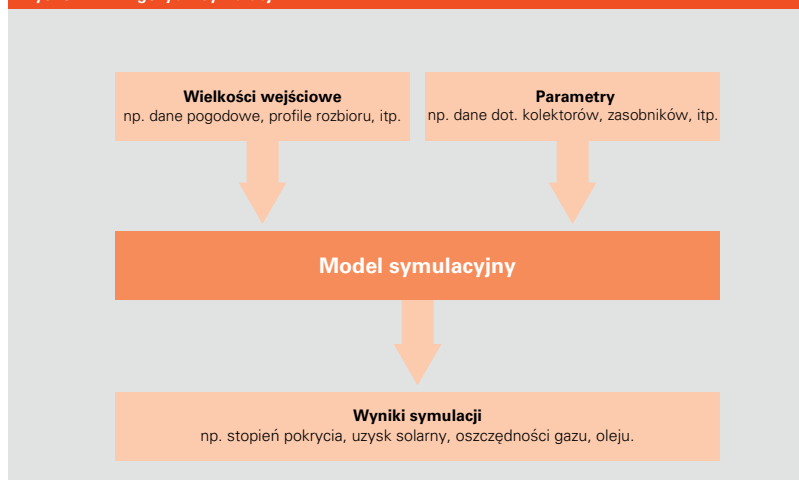
Istotnymi wielkościami wstępnymi są dane meteorologiczne dla zaplanowanego miejsca instalacji.

Szeroko rozpowszechnione są tzw. roczne testy referencyjne, które w Niemczech są oferowane przez Niemiecką Służbę Pogody (DWD). DWD podzieliło Niemcy na 15 obszarów klimatycznych i zestawilo dla każdego z tych obszarów typowe meteorologiczne dane, jak moc promieniowania słonecznego, temperaturę powietrza, względną wilgotność lub prędkość wiatru.

Poza tym programy symulacyjne oferują możliwość, aby odczytać i opracować zapisy, takie jak wskaźnik chwilowego poboru ciepłej wody lub parametry instalacji grzewczej.

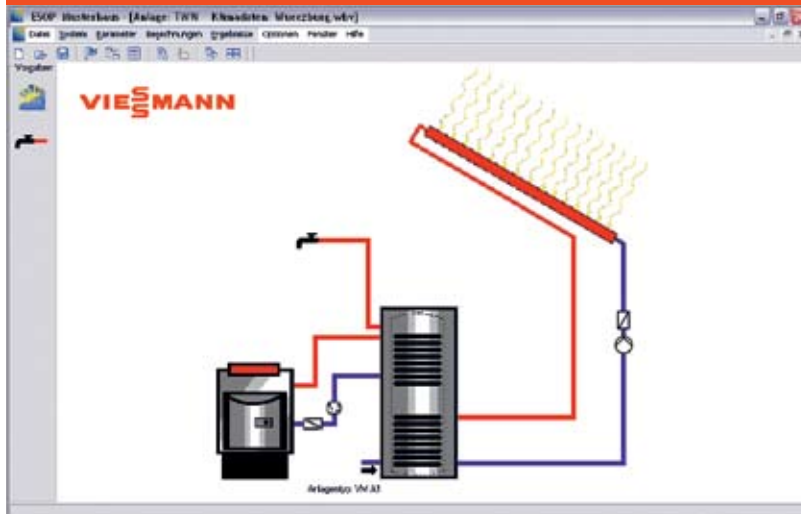
W programie symulacyjnym Viessmann ESOP są zintegrowane dane o pogodzie. ESOP dysponuje także dynamicznym modelem symulacyjnym, który za pomocą numerycznych obliczeń wylicza zależne od czasu termiczne i energetyczne zachowanie pojedynczych komponentów w całym systemie.

Rys. C.4-1 Algorytm symulacji



## C.4 Symulacja instalacji z ESOP

Rys. C.4-2 ESOP: Instalacja solarna do podgrzewu c.w.u.



### Zwymiarowanie modelu

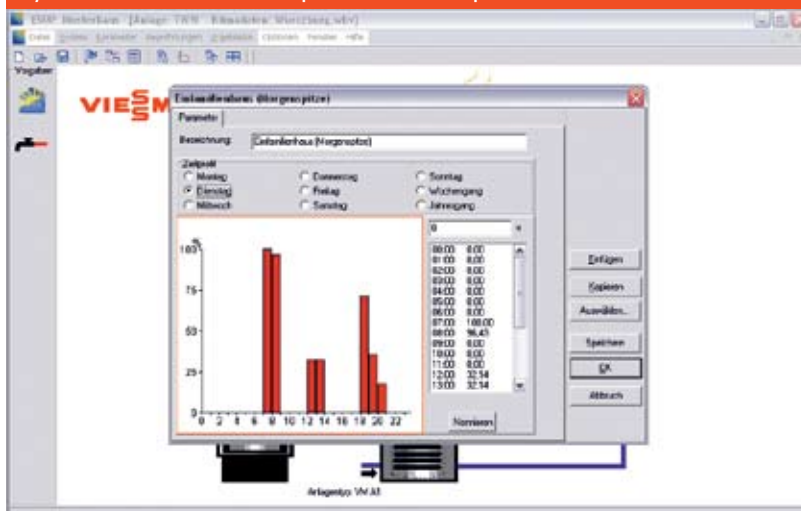
Istotną pracą przy tworzeniu symulacji instalacji składa się ze zwymiarowania modelu dla oczekiwanej koncepcji instalacji, czyli na wprowadzenie wartości komponentów (np. współczynnika sprawności lub współczynników strat) jak również do całego połączenia komponentów do systemu. W ESOP znajdują się powszechnie stosowane schematy instalacji do ogrzewania c.w.u. i do solarnego wspomagania ogrzewania, obydwa również w kombinacji z ogrzewaniem wody basenowej.

Rys. C.4-3 ESOP: Wprowadzanie danych o typie kolektorów

Model	Typ	Składowe	Grubość szkła	Grubość szkła	Falowanie	Gr. Dł.	Grubość szkła	Typ	Typ
Viessmann ...	Viocol 130 SH	Płaskokolektor	2,31	2,30	0,81	2,80	0,26	400	
Viessmann ...	Viocol 130 SH	Płaskokolektor	2,31	2,30	0,81	3,45	0,26	640	
Viessmann ...	Viocol 230F	Płaskokolektor	2,31	2,30	0,79	3,98	0,21	1200	
Viessmann ...	Viocol 200-1 SD2 1 ef	Różnokolektor	1,44	1,06	0,27	1,58	0,006	530	
Viessmann ...	Viocol 200-1 SD2 2 ef	Różnokolektor	2,30	2,15	0,27	1,58	0,006	530	
Viessmann ...	Viocol 200-1 SD2 3 ef	Różnokolektor	4,32	3,23	0,26	1,78	0,006	930	
Viessmann ...	Viocol 200F	Płaskokolektor	2,31	2,32	0,84	3,00	0,26	640	
Viessmann ...	Viocol 200-1 SP3-2 ef	Różnokolektor	2,30	2,15	0,26	1,50	0,007	700	
Viessmann ...	Viocol 200-1 SP3 3 ef	Różnokolektor	4,32	3,25	0,26	1,26	0,004	700	

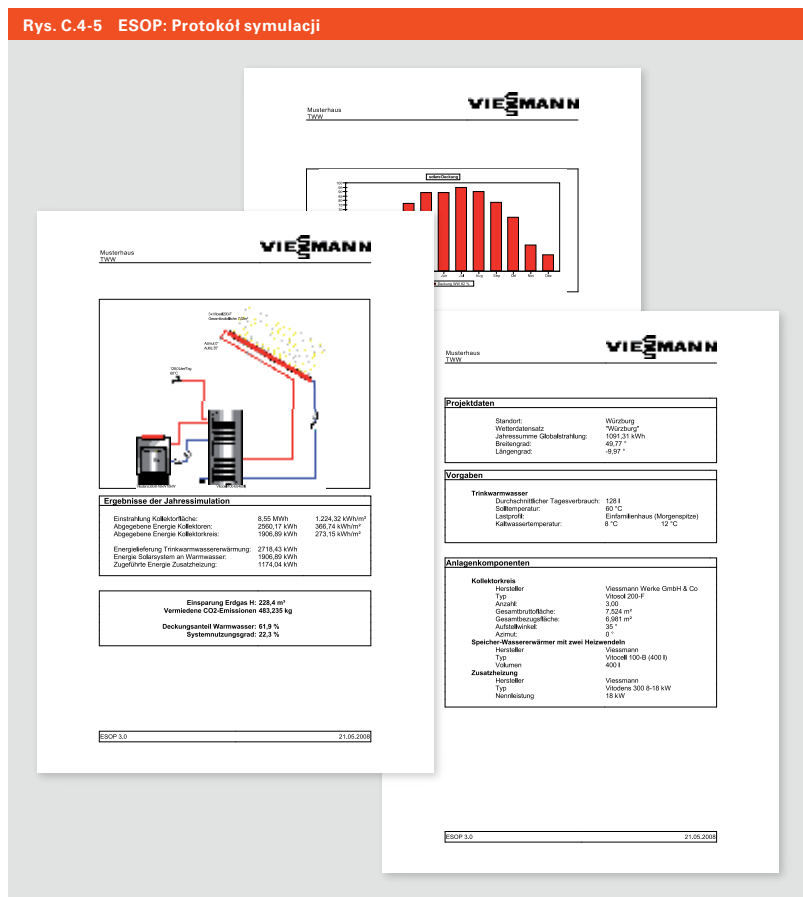
Parametry komponentów systemu Viessmann, jak kolektory, zbiornik lub kocioł grzewczy można łatwo i wygodnie wyliczyć w programie ESOP. Poprzez wybór odpowiednich komponentów konfiguruje się całą instalację.

Rys. C.4-4 ESOP: Definiowanie zapotrzebowania na ciepło



Profile są tak ustawione przy wprowadzaniu zapotrzebowania na ciepło, że zwymiarowane zachodzi relatywnie prosto. Te profile pozwalają na uwzględnienie np. przebiegu dziennego lub tygodniowego z uwzględnieniem wahań rocznych jak i czasu wakacji.

Rys. C.4-5 ESOP: Protokół symulacji



### Wielkości wyjściowe

ESOP podaje wszystkie istotne dane do oceny konfiguracji instalacji, np. solarny współczynnik pokrycia, wydajność kolektorów i oszczędność energii.

### Obszary zastosowania

ESOP rozwinięto do planowania i zoptymalizowania instalacji słonecznej. Ponadto program nadaje się także do wspomagania procesu sprzedaży, oraz porównania różnych instalacji.

### Ograniczenia symulacji

Do obliczeń symulacyjnych jest potrzebne oczywiście doświadczenie. Błędy przy podawaniu parametrów mogą znacznie zafałszować symulację, dlatego zaleca się zawsze ponowne sprawdzenie.

Dobra wartością do kontroli jest wydajność kolektorów (patrz rozdział A.2.4).

Ta wartość w instalacjach podgrzewających c.w.u. z płaskimi kolektorami powinna leżeć pomiędzy 300 kWh/(m<sup>2</sup> · a), a 500 kWh/(m<sup>2</sup> · a). Dodatkowo można po wykonaniu montażu instalacji sprawdzić jej działanie, poprzez wpisanie wartości do programu, który ją sprawdzi.

Należy także zwrócić uwagę na to, że symulacja podaje fikcyjne wyniki na podstawie sztucznych informacji o pogodzie.

W realnej instalacji mogą nastąpić zmiany w ciągu roku, na skutek rzeczywistego stanu pogody i rzeczywistego użytkowania. Pojedyncze miesiące, tygodnie czy dni mogą się znacznie różnić od symulacji, jednakże nie ma znacznych zmian pomiędzy symulacją roczną, a rzeczywistym użytkowaniem.

### Wskazówka

Symulacja zezwala jedynie na energetyczną ocenę systemu. Wynik symulacji nie może zastąpić ani projektu ani planowania rozmieszczenia urządzeń.





## D Elektroniczny regulator różnicowy temperatury

Elektroniczny regulator różnicowy temperatury steruje przepływem ciepła uzyskanego z instalacji słonecznej.

Firma Viessmann posiada w swojej ofercie program regulatorów Vitosolic, który jest dopasowany do danego typu instalacji. Vitosolic w zależności od ustawienia kieruje uzyskane ciepło do poszczególnych odbiorników wspomagając ogrzewanie wody użytkowej, wody basenowej czy centralnego ogrzewania.

Elektroniczny regulator różnicowy temperatury komunikuje się z regulatorem kotłowym i ogranicza jego dogrzew, dopóki dostarczana jest wystarczająca ilość ciepła z kolektorów.

### **146 D.1 Funkcje elektronicznego różnicowego regulatora temperatury**

147 D.1.1 Funkcje podstawowe

149 D.1.2 Dodatkowe funkcje

### **154 D.2 Kontrola funkcji i wydajności**

155 D.2.1 Funkcja kontrolna

156 D.2.2 Kontrola działania

## D.1 Funkcje elektronicznego różnicowego regulatora temperatury



Rys. D.1-1 Regulator solarny  
Vitosolic 200

### Funkcje elektronicznego różnicowego regulatora temperatury

Instalację słoneczną wyposaża się w elektroniczny regulator różnicowy temperatury. Wymogi, które powinien spełnić regulator, są bardzo różne – są one zależne od rodzaju instalacji i oczekiwanych funkcji.

W tym rozdziale zostaną opisane podstawowe funkcje i możliwe funkcje dodatkowe regulatora. Regulatory Vitosolic pokrywają wszystkie powszechne wymagania.

Konkretne informacje dotyczące regulatora w instalacji znajdują się w dokumentacji technicznej.

## D.1.1 Funkcje podstawowe

### Regulacja różnicy temperatury

Przy regulacji różnicy temperatury mierzy się jej wartość w dwóch punktach i wynikającą z nich różnicę.

Regulator solarny mierzy w większości instalacji temperaturę kolektora i zbiornika c.w.u. Do realizacji tej funkcji wykorzystuje się czujniki temperatur najczęściej umieszczone na wyjściu z kolektora (baterii kolektorów) oraz czujnika umieszczonego w odbiorniku ciepła (zbiornik CWU). Pompa obwodu solarnego pozostaje wyłączona, dopóki różnica temperatur pomiędzy kolektorem, a zbiornikiem nie przekroczy ustawionej wcześniej wartości (próg załączenia). Jeśli różnica temperatur spadnie do drugiej ustawionej wartości (próg wyłączenia), pompa jest wyłączana. Różnica pomiędzy progami załączenia i wyłączenia nazwana jest histerezą.

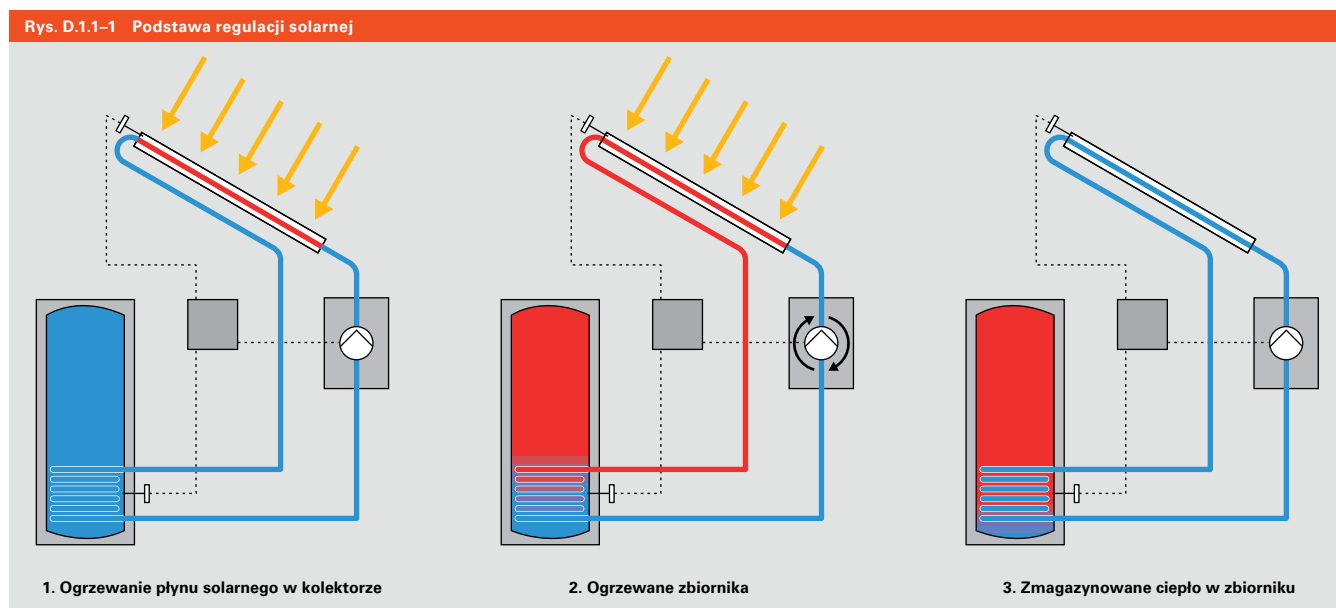
Próg załączenia pompy solarnej musi być tak dobrany, aby transport ciepła z kolektora do zbiornika był opłacalny. Oznacza to, że w wymienniku ciepła musi być duża różnica temperatur pomiędzy solarnym czynnikiem grzewczym, a wodą w zbiorniku.

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.

W większości instalacji z wewnętrznym wymiennikiem ciepła w zbiorniku (wężownica) jako próg załączenia pompy solarnej zaleca się wartość 8K, z kolei próg wyłączenia 4K. Takie nastawy gwarantują optymalną pracę systemu pod warunkiem prawidłowego umieszczenia czujników temperatury (patrz rys. D.1.1-2). W rozległych instalacjach, gdzie rurociągi przekraczają 30m, powinno się zwiększyć obie wartości o 1K na każde 10m.

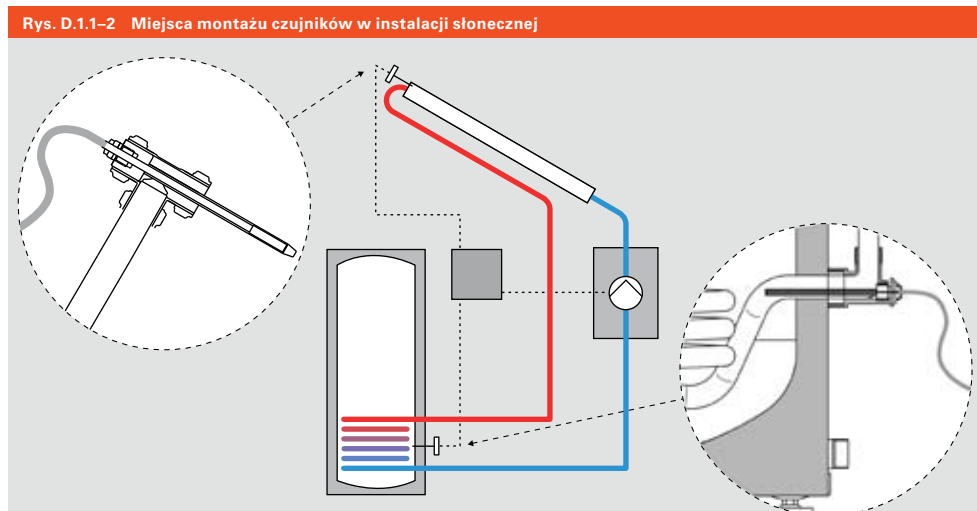
W instalacjach z zewnętrznym wymiennikiem ciepła wartości obu progów muszą zostać wyliczone dla obwodu pierwotnego i wtórnego na podstawie długości rurociągów i obranej różnicy temperatur w wymienniku ciepła. Próg załączenia i wyłączenia obwodu wtórnego następuje przy trochę niższych różnicach temperatur.

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



## D.1 Funkcje elektronicznego różnicowego regulatora temperatury

Umieszczenie czujnika temperatury w tulei zapewnia optymalny pomiar przez regulator.



### **Maksymalne ograniczenia temperatury**

Każdy proces ładowania może być dodatkowo ograniczony nastawianą temperaturą maksymalną. Nie zastępuje to jednak zabezpieczającego ogranicznika temperatury – ochrona przed zbyt wysoką temperaturą wody w zbiorniku (parowanie).

### **Czujnik temperatury**

Ponieważ w instalacji słonecznej mogą występować temperatury znacznie wyższe niż te, które występują w konwencjonalnej instalacji grzewczej, czujniki muszą być odporne na wysokie temperatury. Prócz tego czujnik musi być wykonany z materiału odpornego na promienie UV oraz warunki atmosferyczne.

Pozostałe wymagania dotyczące czujników nie różnią się od cech stawianym wysoko jakościowym regulatorom solarnym będącym w powszechnej w sprzedaży.

### **Umieszczenie/pozycja czujnika temperatury**

Precyzyjnego pomiaru można dokonać gdy temperatura jest mierzona bezpośrednio w czynniku grzewczym (tuleja zanurzeniowa montowana na wyjściu z kolektora, oraz na wyjściu z wężownicy w zbiorniku CWU).

W kolektorach płaskich z meandrowym absorberem tuleja na czujnik musi być umieszczona po stronie kolektora, na której rura absorbera przyłutowana jest do rury zbiorczej (po tej stronie kolektora firmy Viessmann znajduje się tabliczka znamionowa).

#### **Wskazówka**

Środki ochrony czujnika i regulatora solarnego przed zbyt wysokim napięciem opisane są w rozdziale B.1.6.4.

## D.1.2 Dodatkowe funkcje

### Obsługa większej ilości odbiorników ciepła i priorytety c.w.u.

W instalacjach słonecznych z wieloma odbiornikami ciepła istnieje konieczność pomiaru odpowiednio większej ilości różnic temperatur. W zależności od wymagań regulator daje możliwość wyboru strategii zasilania odbiorników ciepła.

#### Priorytety pracy

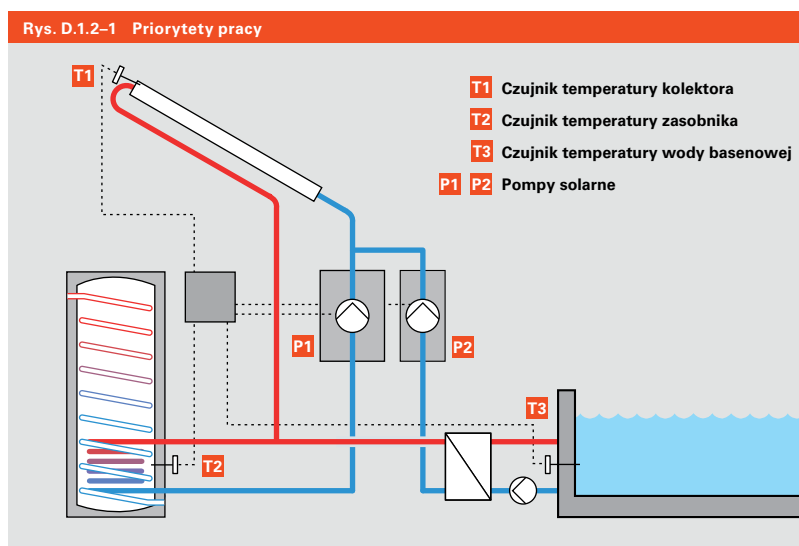
Przy priorytecie c.w.u. podgrzewacz c.w.u. zasilany jest w pierwszej kolejności ciepłem z kolektorów słonecznych. Drugi podłączony odbiornik ciepła np. basen bez dodatkowego dogrzewu z kotła, zasilany będzie ciepłem z instalacji słonecznej dopiero po zakończeniu ogrzewania podgrzewacza c.w.u.

Regulacja jest więc tak ustawiona, żeby instalacja słoneczna podgrzewała wodę użytkową jako pierwszą. Taka regulacja wiąże się z niewielkim spadkiem sprawności instalacji słonecznej niż gdyby w pierwszej kolejności układ pracował na wodę basenową, w której parametry wody są znacznie niższe (większa różnica temperatur).

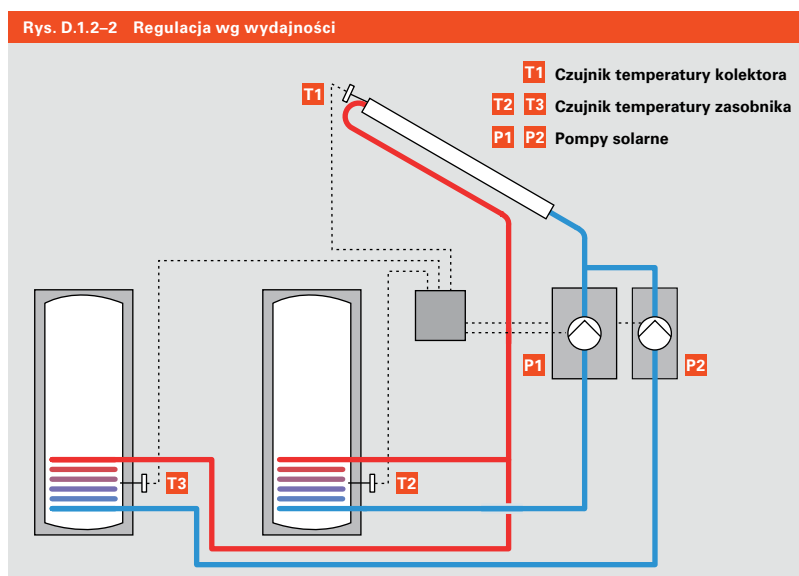
#### Regulacja wg wydajności

Jeśli instalacja ma możliwie efektywnie pracować, musi stale pracować w możliwie najlepszym obszarze współczynnika sprawności. W instalacji z dwoma zbiornikami, które są przez cały rok nagrzewane, regulator musi dbać o to, żeby zawsze ładowany był zbiornik z aktualnie najniższą temperaturą (patrz rys. D.1.2-2).

Takie rozwiązanie regulacji zalecane jest zawsze gdy mamy dwa i więcej odbiorników ciepła, gdzie oczekuje się podobnych temperatur.



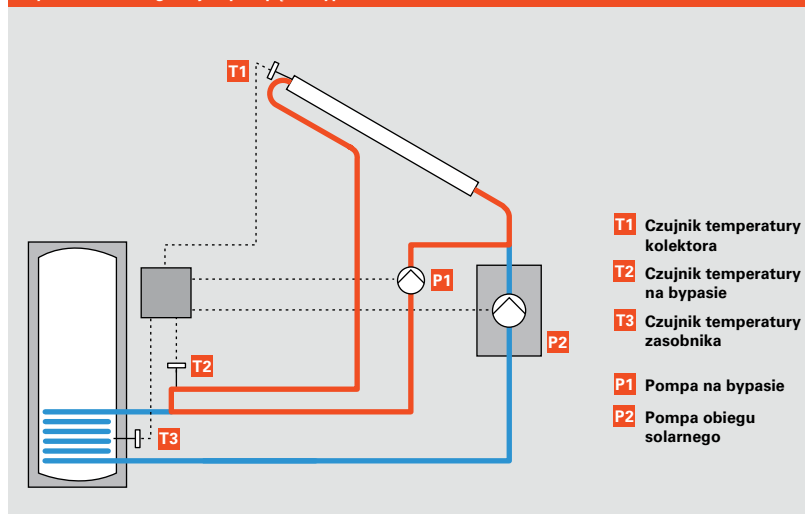
Priorytet podgrzewu ciepłej wody użytkowej: P1 pracuje, gdy T1 jest większe niż T2. P2 pracuje dopiero, gdy T2 osiągnie temperaturę docelową i T1 jest większe niż T3. (należy uwzględnić potrzebą różnicę temperatur).



Regulacja wedle wydajności: P1 pracuje, gdy T1 jest większe od T2 i T2 jest mniejsze od T3. P2 pracuje, gdy T1 jest większe od T3 i T3 jest mniejsze od T2. (należy wziąć pod uwagę potrzebną różnicę temperatur).

## D.1 Funkcje elektronicznego różnicowego regulatora temperatury

Rys. D.1.2-3 Regulacja z pompą na bypasie



Regulacja pompą typu bypas: P1 pracuje, gdy T1 jest większe od T3, P2 pracuje dopiero, gdy T2 jest większe od T3. (należy uwzględnić potrzebą różnicę temperatur).

### Regulacja z pompą na bypasie

Pompa z bypasem może polepszyć pracę instalacji słonecznej, np. przy długich połączeniach (rur) do zbiornika lub przy kolektorach próżniowych płasko leżących na dachach płaskich.

Regulator rejestruje za pomocą czujnika kolektora jego temperaturę. Przy przekroczeniu ustawionej różnicy temperatur pompa bypas włącza się. Dbą o to, żeby ogrzany czynnik grzewczy najpierw ogrzał rurociągi. Jeśli zostanie wtedy przekroczona różnica temperatur między czujnikiem pompy bypas, a czujnikiem zbiornika, to pompa obiegu solarnego załącza się, a pompa bypas wyłącza się. Dzięki temu unika się sytuacji, że zbiornik (podczas pracy z wewnętrznym wymiennikiem ciepła) przy początkowym ładowaniu wyziębi się.

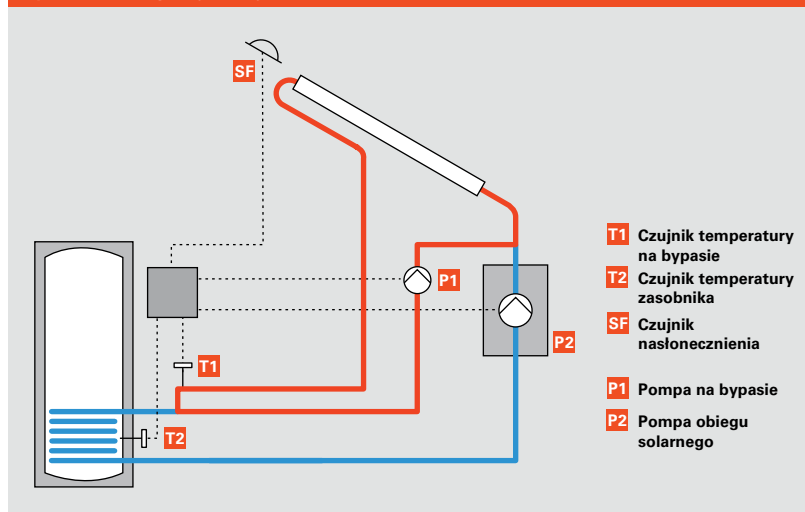
### Regulacja z czujnikiem nasłonecznienia

Z hydraulicznego punktu widzenia to rozwiązanie jest identyczne jak regulacja z pompą na bypasie, z tą różnicą że pompa na bypasie uruchamiana jest nie od różnicy temperatur a od czujnika nasłonecznienia.

Regulator solarny odczytuje wartość z czujnika nasłonecznienia. Po przekroczeniu ustawionego wcześniej progu włącza pompę na bypasie. Z praktyki poprawna wartość napromieniowania wynosi  $200 \text{ W/m}^2$ .

Ten rodzaj sterowania bypassem nadaje się szczególnie, kiedy nie ma precyzyjnego pomiaru temperatury w kolektorze, np. z powodu krótkiego częściowego zacienienia (komin).

Rys. D.1.2-4 Regulacja z czujnikiem nasłonecznienia



Regulacja z czujnikiem nasłonecznienia. P1 pracuje, gdy minimalna wartość napromieniowania zostaje przekroczona. P2 pracuje dopiero, gdy T1 jest większe od T2. (należy uwzględnić potrzebą różnicę temperatur).

### Ograniczenia dogrzewania

Aby zwiększyć wydajność instalacji słonecznej, można tak długo opóźnić konwencjonalne dogrzewanie biwalentnego zbiornika, dopóki nie będzie dostarczane już ciepło (pompa obiegu solarnego jest wyłączona). Ta funkcja może być używana wraz z regulatorem kotła Vitotronic. Aktualny program regulatorów firmy Viessmann posiada zintegrowaną funkcję ograniczania dogrzewu, natomiast starsze regulatory można doposażyć o elementy dodatkowe realizujące tę funkcję.

W regulatorze ogrzewania ustawia się temperaturę dogrzewania wody użytkowej, oraz dodatkowo temperaturę minimalną. Gdy jest aktywna funkcja ograniczenia dogrzewu, a system solarny pracuje na potrzeby wody użytkowej, regulator kotła pozwala na obniżenie wymaganej temperatury wody użytkowej do wartości temperatury minimalnej. Podgrzewacz zostanie ponownie dogrzany przez kocioł (podczas pracy pompy solarnej) gdy wartość rzeczywista wody użytkowej spadnie poniżej ustawionej wartości temperatury minimalnej.

### Wyrzwanie higieniczne wody użytkowej

Mając na względzie zapewnienie odpowiedniej higieny wody użytkowej, cała pojemność podgrzewacza powinno zostać raz na dzień podgrzana do temperatury 60°C. Dotyczy to dolnej części podgrzewacza biwalentnego lub zasobnika wstępnego podgrzewu.

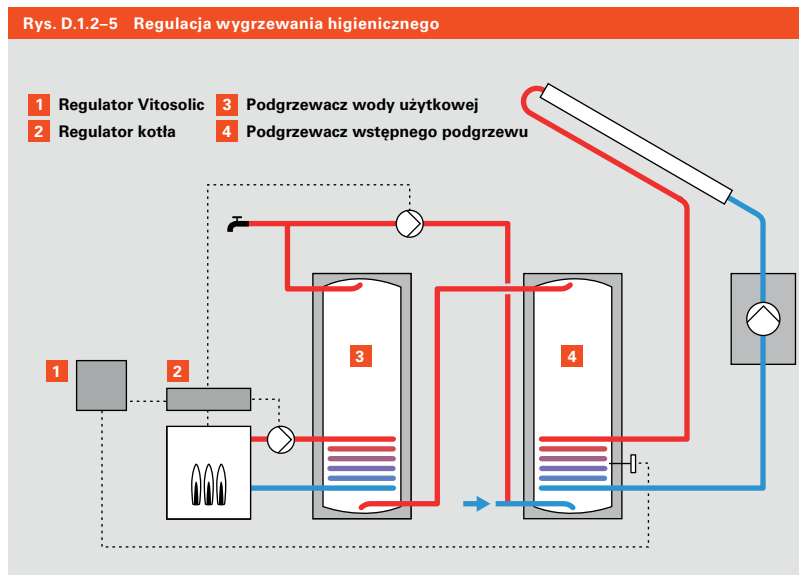
Do realizacji wyrzawania higienicznego podgrzewacza ciepło musi zostać dostarczone z zewnątrz, np. przez urządzenie realizujące funkcję dogrzewu wody użytkowej. Umieszczenie czujnika musi pozwalać na rzeczywiste wyrzawanie całości pojemności podgrzewacza.

### Optymalizacja dezynfekcji termicznej

Funkcja optymalizująca dezynfekcję termiczną wyłącza się, gdy woda użytkowa w podgrzewaczu solarnym, względnie w dolnej części dwuwężownicowego podgrzewacza c.w.u. zostanie podgrzana podczas 24 godzin przez instalację słoneczną do 60 stopni C.

Ta funkcja zakłada, że regulator kotła przystosowany jest do komunikacji z regulatorem Vitosolic.

Termiczna dezynfekcja jest korzystna w połączeniu regulatora solarnego z regulatorem kotła. Gdy czujnik zbiornika podczas 24 godzin przekroczy 60 stopni C, to dogrzewanie zostaje wyłączone.



## D.1 Funkcje elektronicznego różnicowego regulatora temperatury

### **Funkcje ograniczające okresy występowania stagnacji**

Aby uniknąć stagnacji, lub zmniejszyć obciążenia wywołane stagnacją można aktywować dalsze funkcje. Jednakże zastosowanie ich jest sensowne, tylko w przypadku instalacji z dużym pokryciem solarnym i instalacjami wspomagającymi ogrzewanie, w których należy się liczyć z częstymi okresami stagnacyjnymi.

#### **Wskazówka**

Funkcja chłodząca regulatora łagodzi skutki stagnacji, jednakże ich nie niweluje. Wyczerpujące informacje dotyczące temperatury stagnacji zajadą Państwo w rozdziale B.3.5.

### **Funkcja chłodzenia**

Podczas normalnej pracy, po osiągnięciu wymaganej temperatury c.w.u. pompa solarna jest wyłączana. Jeśli funkcja chłodzenia jest aktywna i temperatura kolektora wzrasta do ustawionej wartości maksymalnej, uruchamiana jest pompa solarna. Pracuje on dopóki temperatura kolektora nie spadnie o 5K poniżej wartości temperatury maksymalnej. Przy tym temperatura zbiornika c.w.u. może wzrastać, jednak nie wyżej jak 95°C. Wielkość „termicznej rezerwy” zbiornika zależna jest od ustawionej maksymalnej temperatury wody w nim.

### **Funkcja odwróconego chłodzenia**

Ta funkcja jest sensowna tylko wtedy, gdy aktywna jest funkcja chłodząca. Po osiągnięciu ustawionej maksymalnej temperatury zbiornika, pompa obiegu solarnego pozostaje włączona, aby uniknąć przegrzania się kolektora. Pompa solarna pracuje dopóki temperatura wody użytkowej poprzez kolektory i przewody solarne nie zostanie ochłodzona do ustawionej wartości maksymalnej temperatury wody w podgrzewaczu.

### **Funkcja okresowego działania**

Funkcję okresowego działania stosuje się w instalacjach, w których nie jest możliwe odczytanie rzeczywistej temperatury cieczy w kolektorze. W może być w przypadku kolektorów próżniowych zamontowanych na leżąco, w których nie następuje wystarczająco duży przepływ ciepła w rurach, aby czujnik kolektora mógł zarejestrować wzrost temperatury. W regulowanych odstępach czasu pompa obiegu solarnego włącza się na 30 sekund, aby wytworzyć przepływ czynnika solarnego z kolektora do czujnika. Funkcja okresowego działania nie jest aktywna w godzinach od 22:00 do 6:00.

### **Funkcja termostatu**

Regulator Vitosolic 200 oferuje dodatkowo funkcję termostatu. Dodatkowe czujniki pomagają uaktywnić wybrane przełączniki w przypadku wzrostu lub spadku wartości rzeczywistej od wartości zadanej. W ten sposób może być przykładowo załączana pompa ładowania basenu.

Wskazówki do regulacji obrotów pompy solarnej znajdziecie Państwo w rozdziale B.3.1.3.

#### **Przykład**

Maksymalna temperatura zbiornika jest ustawiona na 70°C. Po uzyskaniu tej temperatury, pompa obiegu solarnej wyłącza się. Temperatura kolektora wzrasta i po osiągnięciu ustawionej maksymalnej temperatury kolektora (130°C). Podczas tej funkcji chłodzenia pompa solarna włącza się ponownie i pracuje dopóki temperatura kolektora nie spadnie do 125°C, albo dopóki zbiornik nie osiągnie temperatury 95°C. Podczas funkcji chłodzenia odwróconego pompa obiegu solarnego działa tak długo, dopóki zbiornik nie zostanie ochłodzony do temperatury 70°C lub temperatura zbiornika nie osiągnie temperatury 95°C (zabezpieczenia temperaturowe).





## D.2 Kontrola funkcji i wydajności



## Kontrola funkcji i wydajności

**Regulator solarny dba nie tylko o efektywne wykorzystanie ciepła, ale także przejmuje ważne funkcje kontrolne.**

Jak w każdej instalacji grzewczej nie można wykluczyć technicznych usterek. W innych instalacjach błąd jest szybko zauważany, jednakże w instalacjach słonecznych skojarzonych z konwencjonalnym źródłem ciepła, w przypadku awarii systemu solarnego, kontrolę przejmuje automatycznie konwencjonalne źródło ciepła – dlatego techniczna usterka instalacji słonecznej często nie jest zauważana. Ten aspekt trzeba wziąć pod uwagę podczas projektowania.

Kontrolę pracy instalacji słonecznej może realizować na dwa sposoby: poprzez funkcję kontroli pracy, lub poprzez funkcję kontroli wydajności.

Za pomocą funkcji kontrolnej można wykryć funkcję, bądź dysfunkcję całej instalacji lub pojedynczych elementów, co może nastąpić manualnie lub automatycznie.

Podczas funkcji kontroli wydajności zostają zmierzone ilości ciepła na jednostkę czasu z wartościami oczekiwanymi. Funkcja ta może być realizowana automatycznie lub manualnie.

### D.2.1 Funkcja kontrolna

Nowoczesne regulatory solarne dbają nie tylko o sprawne działanie instalacji, ale także pełnią dodatkową funkcję kontrolną ważnych funkcji instalacji.

#### **Samokontrola regulatora**

Regulator solarny składa się z różnych zespołów, których funkcje są kontrolowane właśnie przez regulator. Jeśli jeden z zespołów przestanie działać, uruchamia się raport o błędzie lub alarm.

#### **Kontrola połączeń czujnika**

Regulator rejestruje od razu defekt w połączeniu czujnika. Jeżeli przykładowo niechroniony przewód czujnika z kolektora zostanie uszkodzony przez gryzonie lub ptaki, może dojść do zwarcia.

Dla regulatora opór elektryczny może być bliski 0, nieskończenie wielki, lub przedstawiać konkretną wartość – oznacza to temperatury „nieskończenie” wysokie lub niskie lub konkretną wartość.

W regulatorze ustawia się temperatury graniczne, które dotyczą oczekiwanych obszarów temperatur instalacji. Jeśli jakiś z obszarów zostanie pominięty, regulator natychmiast melduje o błędzie.

#### **Nadzór temperatur**

W regulatorze można ustawić maksymalną temperaturę zbiornika i kolektora, od których (wzwyż) regulator melduje o błędzie. Przed ustawieniem tych temperatur należy dokładnie sprawdzić, jak wysokie muszą być te wartości, aby nie doszło do mylnego raportu o błędach.

Dalszą możliwością funkcji kontrolnej jest nadzór różnic temperatur, z reguły pomiędzy zbiornikiem, a kolektorem. Ten nadzór zakłada, że kolektor podczas normalnej pracy (czyli dopóki zbiornik nie osiągnie swojej maksymalnej



W praktyce często zdarzają się przypadki nadgryzienia przez gryzonie lub uszkodzenia przez ptaki niechronionych czujników.

temperatury) nie powinien mieć temperatury wyższej od zbiornika o 30K. Za pomocą tej funkcji kontrolnej regulator automatycznie donosi o typowych błędach, np. że energia z kolektora nie jest przenoszona do zbiornika, mimo tego, że ten (zbiornik) może jeszcze przyjąć ciepło:

- uszkodzone pompa obiegu solarne
- brak dopływu prądu do pompy
- problemy hydrauliczne w układzie solarnym (np. powietrze, nieszczelność)
- nieprawidłowe ustawienie zaworów
- brak przepływu lub zakamieniony wymiennik ciepła.

## D.2 Kontrola funkcji i wydajności

Ponadto jest możliwe zarejestrowanie, pomimo nie pracującej pompy obiegu solarnego, wzrostu temperatury w kolektorze albo pozytywnej różnicy temperatur pomiędzy zimnym zbiornikiem, a ciepłym kolektorem (np. nocą). To może wskazywać na błędną funkcję zespołu komponentów, która prowadzi do cyrkulacji grawitacyjnej, co oznacza, że zbiornik ogrzewa grawitacyjnie kolektor.

Należy zwrócić uwagę na to, że duże nocne zużycie wody w okresie letnim może prowadzić do krótkotrwałej różnicy temperatur pomiędzy zimnym zbiornikiem, a ciepłym kolektorem (wysokie temperatury powietrza). Także znaczne zmiany temperatury zewnętrznej mogą powodować mylne raporty o błędach. Dlatego zaleca się, aby przy aktywacji funkcji kontrolnej meldować o wszystkich raportach dotyczących błędów aby uniknąć niepotrzebnych wizyt serwisu.

Wszystkie raporty o błędach można odczytać bezpośrednio z regulatora. Istnieje możliwość podłączenia regulatora do sieci zarządzającej budynkiem.

Za pomocą automatycznej funkcji kontrolnej można pewnie nadzorować aktualny stan pracy i błędne funkcje. Jednakże automatyczny nadzór ma swoje granice: obszary, w których ryzyko meldunku o błędach jest za duże i stan pracy instalacji, którego nie można zobrazować w typowy sposób.

### Przykład

Jeśli przy brudnej lub pękniętej płycie kolektora nie następuje przyrost temperatury, to regulator może „nie wiedzieć” o defekcie nie odróżniając tego stanu od okresu zacinienia. Dokładna diagnoza jest możliwa za pomocą pomiaru wydajności i jego oceny.

### D.2.2 Kontrola działania

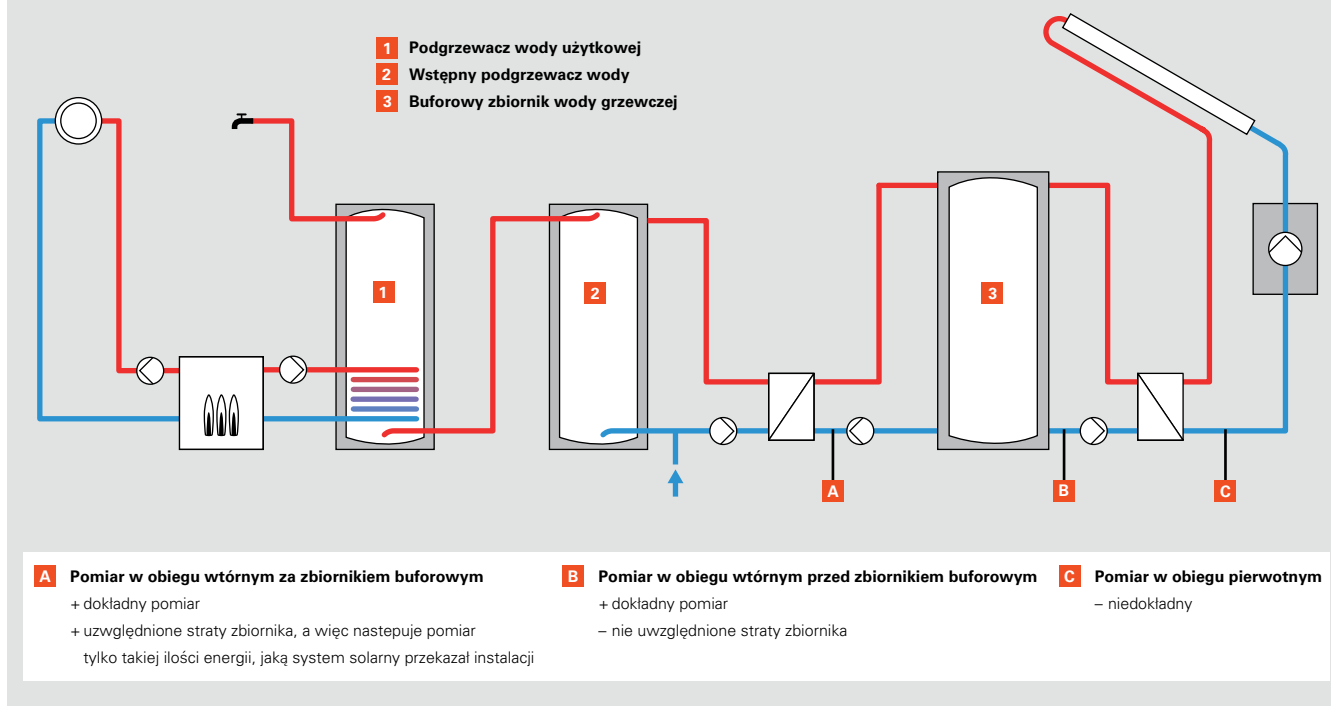
Prosta i skuteczna kontrola jest porównaniem realnego czasu pracy pompy z oczekiwanymi wartościami. Dla przeciętnej instalacji wynosi ona 1 500-1 800 godzin na rok. Dokładniejsze wartości dla oczekiwanego czasu pracy może dostarczyć roczna symulacja instalacji. Ten proces porównawczy nie zastąpi jednak rzeczywistych pomiarów.

### Pomiar wydajności

Zanim zmierzy się wydajność systemu solarnego, należy najpierw ocenić krytycznie metodę pomiaru, aby nie doszło do błędnych szacunków instalacji. Należy przy tym zwrócić uwagę, że rejestracja wydajności za pomocą regulatora, jest częściej oszacowaniem niż rzeczywistym pomiarem. Rejestrowany jest czas, w którym pompa otrzymywała napięcie. Do tego dochodzą założone przepływy (nie mierzone) czynnika solarnego i odczyt temperatur zasobnika i kolektora.

Do pomiaru wydajności potrzebne jest poprawne rozpoznanie strumienia przepływu i pomiar dwóch temperatur. W pomiarze w obiegu pierwotnym należy zwrócić uwagę na to, że lepkość i ciepło właściwe wody i mieszanki wodno-glikolowej różnią się od siebie. Jeśli w obiegu glikolowym zostanie zamontowany licznik ciepła nieprzystosowany do mieszaniny, obliczone wartości ciepła będą jedynie szacunkiem a nie wartością rzeczywistą.

Rys. D.2.2-1 Pomiar wydajności



W instalacjach z zewnętrznymi wymiennikami ciepła sensownym jest pomiar w obiegu wtórnym. Dzięki temu można dostatecznie dobrze obliczyć ilość ciepła, która jest oddawana z instalacji do zbiornika buforowego. Dla dokładnego pomiaru oddanego ciepła do instalacji należy również uwzględnić straty na zbiorniku buforowym – do tego niezbędne jest określenie punktu pomiaru bezpośrednio za zbiornikiem buforowym.

W praktyce jest jednakże zastrzeżone, że sam pomiar ilości ciepła – obojętnie w którym miejscu jest dokonywany pomiar – nie wystarcza do pewnego wyliczenia uzyskanego ciepła.

## D.2 Kontrola funkcji i wydajności

### **Manualne określenie wydajności**

Zmierzona wydajność przynosi efekt tylko wtedy, gdy jest porównana z wcześniej ustaloną wartością wydajności (wartością referencyjną). Ta wartość referencyjna może być ustalona z symulacji albo z danych pomiarowych dokonywanych na miejscu instalacji. Jednakże w obu przypadkach nie można uniknąć pewnych niedokładności. Z tego względu podczas pomiaru warunków atmosferycznych należy rozróżnić pomiary symulacyjnymi a rzeczywistymi i należy wziąć pod uwagę dużą tolerancję. W wytycznych VDI 2169, które pojawiły się w 2009 r. w związku z tematem kontroli wydajności, dokładniej opisano te tolerancje.

Do określenia wydajności za pomocą danych atmosferycznych należy wziąć za podstawę cały rok. Określenie krótszych okresów jest możliwe tylko ze zmierzonymi danymi atmosferycznymi, które są zawarte w symulacji.

#### **Przykład**

Symulacja dla prostej instalacji podgrzewającej ciepłą wodę użytkową daje na rok wartość 1500 kWh energii solarnej.

Stale dane atmosferyczne z rocznego testu referencyjnego (patrz rozdział 4C), które są podane w programie, mogą odbiegać do 30% od rzeczywistego zjawiska pogodowego.

Ponieważ w takiej instalacji możliwy jest tylko pomiar wydajności w obiegu glikolowym, wynikają poprzez niedokładności w pomiarach – także przy użyciu dopasowanego licznika ilości ciepła – dodatkowe wahania.

Poza tym w pomiarze wydajności w obiegu glikolowym nie uwzględnia się strat zbiornika, które są jednakże uwzględnione przy symulacji 1500 kWh na rok.

Zmierzona wydajność roczna np. 1400 kWh nie daje powodów aby wątpić w poprawność pracy instalacji.

### **Oszacowanie wieloletnich pomiarów**

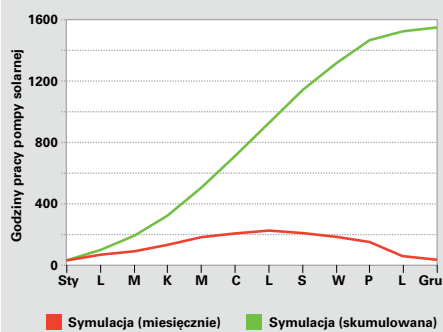
Jeśli porównany roczną wydajność z innymi pomiarami z dłuższych okresów, to okaże się, że mogą zostać pominięte pewne niedokładności pomiarowe – gdyż chodzi tu jedynie o kontrolę funkcji instalacji. Jeśli pomiar leży w obszarze wahań do max. 20%, można przyjąć należytą funkcję instalacji.

Ręczne oszacowanie wydajności jak tu opisano, nie może zastąpić automatycznych funkcji kontrolnych, ponieważ za pomocą odczytanych wartości dopiero po jakimś czasie można wykryć ewentualne defekty. Jeśli zmierzona wydajność jest „tylko” zredukowana, można jedynie rozpoznać błędne funkcje poprzez dokładną analizę i doświadczenie.

### **Analiza danych o pracy instalacji**

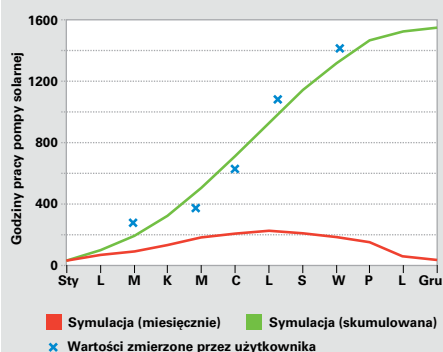
Często projektanci i inżynierowie stykają się z oszacowanymi danymi pracy układu. Ich analiza nie daje jednak wymiernych wyników – coś kiedyś zostało odczytane i zanotowane.

Jednakże warto zanotować z użytkownikiem instalacji takie dane jak godziny pracy instalacji, stan licznika ciepła czy zużycie prądu – te dane można ze sobą porównywać.

**Przykład****Porównanie wartości symulacyjnych z wartościami pomiarowymi na przykładzie czasu pracy pompy**

Na wykresie pokazany jest czas pracy pompy obiegu solarnego, na linii dolnej jako absolutne wartości miesięczne, na górnej linii jako skumulowane wartości.

Górną krzywą można uzupełnić dowolnymi czasami zmierzonych godzin pracy:



Zmierzone wartości wynikają głównie z wartości symulacyjnych, można więc wysnuć wniosek o należytej pracy instalacji.

W podobny sposób można objąć się ze wszystkimi danymi szacunkowymi lub pomiarami ilości ciepła. Ważne jest, aby przekazać użytkownikowi, że nie liczą się konkretne wartości, lecz cały proces.

**Automatyczne oszacowanie wydajności**

Jeśli zarejestrujemy automatycznie na miejscu stan pracy instalacji i dane atmosferyczne, można wtedy porównać aktualne dzienne prognozy wydajności z rzeczywistymi dostarczonymi ilościami ciepła z instalacji słonecznej.

Wartość, która powinna wynikać nie z symulacji dokonanej za pomocą rocznego testu referencyjnego, tylko za pomocą aktualnych rzeczywistych zmierzonych danych. Dzięki temu możliwe są znacznie krótsze okresy szacunkowe.

Firma Viessmann dba o rozwój i optymalizację tzw. kontroli wejście/wyjście (Input/Output). W tym procesie porównuje się potencjalną wydajność instalacji z rzeczywistą wydajnością. Bazą do tego są specyficzne wartości elementów instalacji i pomiary danych użytkowych i atmosferycznych. Przy wahaniach wartości oczekiwanych w raporcie pojawiają się błędy.

**Koszty nadzoru funkcji i szacowania wydajności**

Im mniej dokładny pomiar wydajności instalacji i jej złe oszacowanie, tym wyższe są też koszty. To samo tyczy się nadzoru funkcji instalacyjnych, których z reguły nie da się zmierzyć prostymi funkcjami kontrolnymi. Przy oszacowaniu kosztów nadzoru, można kierować się zasadą, że rząd wielkości kosztów powinien wynosić najwyżej do 5% całkowitych kosztów instalacji.





## E Praca instalacji

Aby zapewnić długotrwałą, pewną i efektywną pracę instalacji słonecznej potrzebne są nie tylko właściwe komponenty i logiczne pomysły, ale wymagana jest także szczególna dbałość przy jej uruchomieniu.

Długość użytkowania instalacji zależy również od poprawnego jej uruchomienia. Dotyczy to także, obok należytego przeszkolenia użytkownika, inspekcji i prac konserwacyjnych.

Ten rozdział opisuje przygotowanie i przebieg oddawania do eksploatacji. Nakierowuje na detale ważne w praktyce i pokazuje na co należy zwrócić uwagę podczas inspekcji i prac serwisowych.

Wyjaśniony będzie także fenomen kondensacji (skraplania) w kolektorach płaskich.

### **162 E.1 Oddanie do eksploatacji oraz konserwacja**

- 163 E.1.1 Stosunki ciśnienia w instalacji słonecznej
- 165 E.1.2 Przygotowanie do uruchomienia
- 167 E.1.3 Przebieg uruchomienia
- 171 E.1.4 Konserwacja solarnego czynnika grzewczego zawierającego glikol

### **172 E.2 Kondensacja w kolektorach płaskich**



### Pierwsze uruchomienie oraz konserwacja

**Kolektor pozyskuje ciepło, póki wystarczająca ilość światła pada na absorber, niezależnie od tego czy instalacja jest gotowa do pracy, czy nie.**

Jeśli instalacja jest napełniona, a kolektor nie przykryty, wraz z promieniowaniem słonecznym zaczyna się uzyskiwanie ciepła w całym obwodzie pierwotnym. Aby uniknąć niepotrzebnych termicznych obciążeń, instalację słoneczną napełnia się dopiero wtedy, kiedy możliwy jest pobór ciepła. Próbne oddanie do eksploatacji instalacji słonecznej nie jest możliwe.

Decydujący wpływ na zachowanie pracy mają stosunki ciśnienia w obiegu solarnym. Ważne jest ciśnienie napełnienia instalacji, ciśnienie pracy instalacji, czy wstępne ciśnienie w naczyniu przeponowym – ale dopiero ich poprawne zestawienie pozwala na optymalną pracę układu.

### E.1.1 Stosunki ciśnienia w instalacji słonecznej

W ramach badań dotyczących zachowania instalacji słonecznej podczas stagnacji okazało się, że stosunki ciśnienia w obiegu solarnym mają decydujący wpływ na wydajność i żywotność instalacji.

Przy planowaniu stosunków ciśnienia i oddawaniu do eksploatacji należy mieć na względzie niektóre właściwości, opisane poniżej.

Instalacja potrzebuje podczas spoczynku (będąc w niskiej temperaturze) w najwyższym punkcie 1 bar, aby podczas pracy w tym punkcie uniknąć podciśnienia. Pompa obiegu solarnego tłoczy czynnik grzewczy do najwyższego punktu instalacji, po czym czynnik „opada” w kierunku zasilania instalacji i ponownie w kierunku pompy. Przy tym grawitacja oddziałuje na czynnik solarny w każdym punkcie instalacji – również w tym najwyższym. Ponieważ to miejsce jest zwykle najcieplejsze w całej instalacji, może tu dojść do tworzenia się pary na skutek obniżenia ciśnienia.

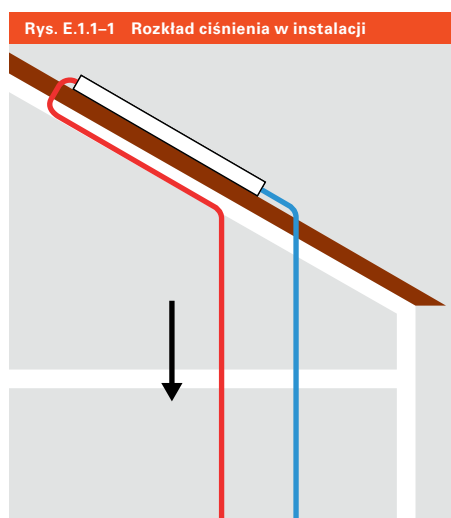
Aby uchronić pompę w czasie pracy lub stagnacji przed zbyt wysoką temperaturą, umieszcza się ją na powrocie w kierunku przepływu przed naczyniem przeponowym. W takim wzajemnym ułożeniu pompy i na-

czynnia przeponowego chodzi o utrzymywanie odpowiednio wysokiego ciśnienia. Powiązane jest to ze zjawiskiem kawitacji – istnieje ryzyko częściowego odparowania gorącego czynnika solarnego w pompie w czasie jej pracy – podczas pracy pompy ciśnienie jest niższe niż ciśnienie spoczynkowe w instalacji (maleje zatem temperatura parowania).

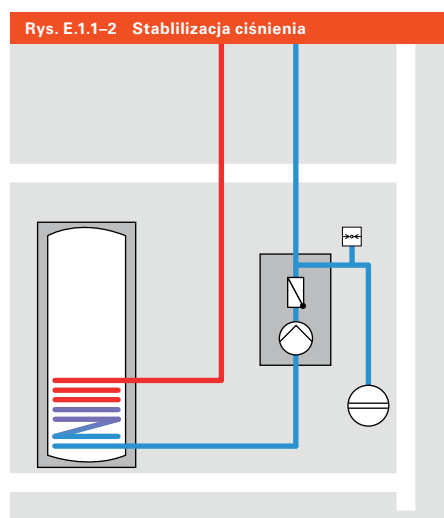
Potrzebne ciśnienie dopływu jest zależne od różnicy ciśnień pompy solarnej, temperatury wrzenia czynnika i temperatury samego czynnika. W większości instalacji słonecznych z ciśnieniem statycznym minimum 0,5 bar i ciśnieniem w najwyższym punkcie instalacji 1 bar problem może zostać pominięty po warunkiem stosowania solarnych pomp obiegowych firmy Viessmann. W instalacjach gdzie ciśnienie spoczynkowe na króćcu ssawnym pompy wynosi  $< 1,5$  bar zaleca się obliczenie i wzięcie pod uwagę potrzebnego minimalnego ciśnienia.

Przy obliczaniu statycznego ciśnienia mogą nastąpić pewne uproszczenia – można pominąć różnicę w gęstości czynnika solarnego i wody i przyjąć wartość 0,1 bar na każdy metr wysokości.

Minimalne ciśnienie w najwyższym punkcie instalacji i ciśnienie statyczne wylicza się w prosty sposób poprzez dodawanie – przy czym należy uwzględnić, że elementy niżej



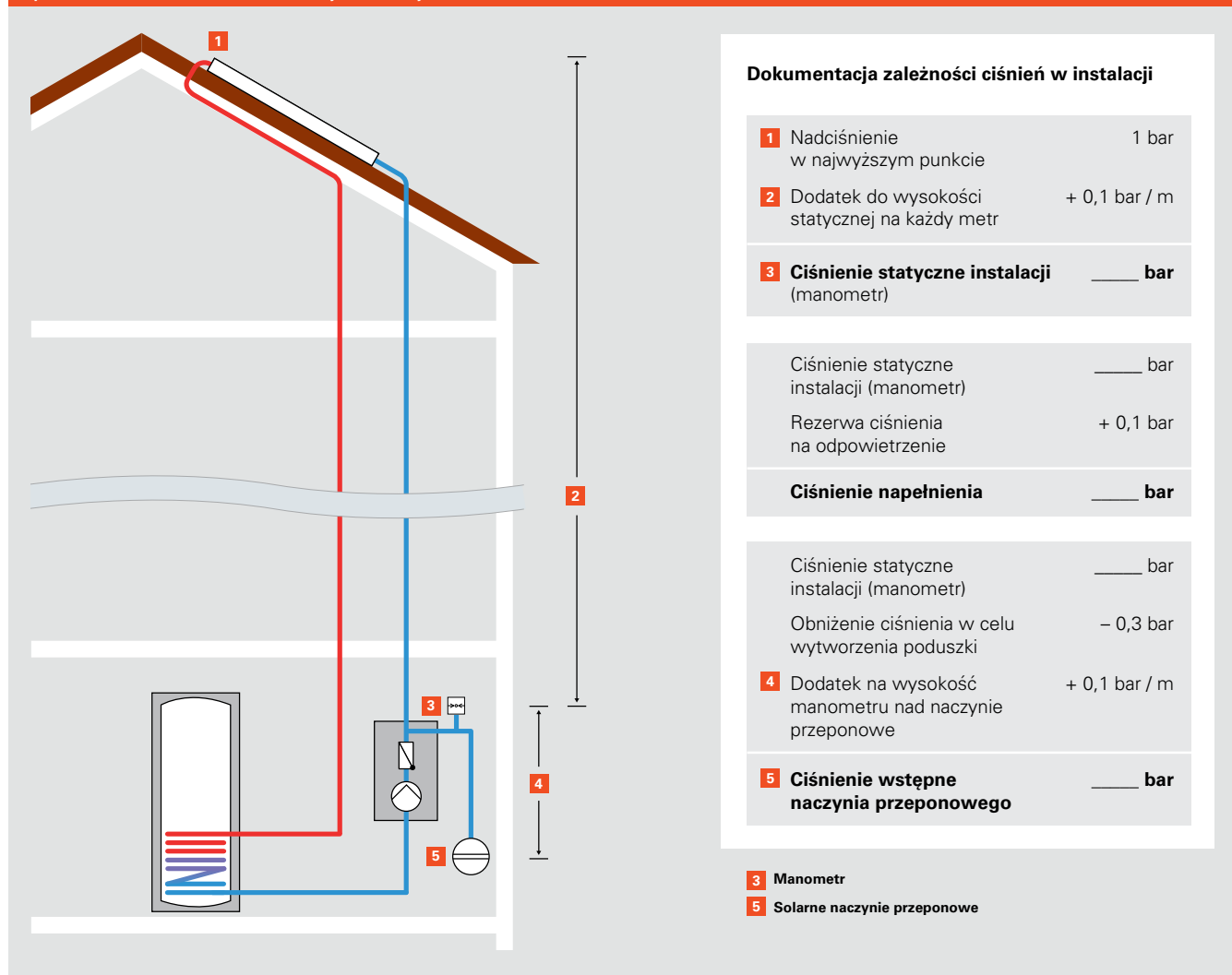
W zależności od statycznej wysokości skierowane ku dołowi zasilanie zmniejsza ciśnienie na wyjściu z kolektora.



Pompa jest zamontowana w kierunku przepływu przed zaworem zwrotnym i naczyniem wzbiornym, aby chronić ją przed wysoką temperaturą w razie stagnacji.

## E.1 Pierwsze uruchomienie oraz konserwacja

Rys. E.1.1-3 Zależność ciśnień w instalacji słonecznej



Zaleca się, aby każda instalacja słoneczna zawierała kartę do notowania ciśnień – pozwoli to uniknąć błędów podczas oddawania instalacji do pracy czy prac konserwacyjnych.

położone narażone są na wyższe ciśnienia. Jest to szczególnie ważne przy ustaleniu ciśnienia wstępnego naczynia zbiorczego. Jeśli przykładowo manometr znajduje się na wysokości oczu a naczynie zbiorcze przy podłodze, to różnica ciśnień wynosi 0,15 bar.

Ciśnienie ustawiane na naczyniu przeponowym wynika bezpośrednio z ciśnienia panującego w instalacji w punkcie jego przyłączenia – przy czym należy je pomniejszyć o 0,3 bar aby część czynnika dostała się do wnętrza naczynia przeponowego tworząc poduszkę. Jest to istotne z uwagi na straty objętości czynnika w czasie jest schładzania.

Wartość 0,3 bar w większości instalacji zapewnia, że potrzebna ilość czynnika (około 4% pojemności, lecz nie mniej niż 3 litry) jest wtłaczana do naczynia przeponowego.

Uwzględniając proces odpowietrzania instalacji w pierwszy tygodniach pracy (spadek ciśnienia przez odpowietrzanie) zalecana jest dodatkowa rezerwa wynosząca 0,1 bar. Ciśnienie napełnienia przy oddawaniu do eksploatacji wynosi zatem 0,1 bar więcej niż wyliczone ciśnienie robocze instalacji.

## E.1.2 Przygotowanie do uruchomienia

### **Minimalne wymagania dotyczące protokołu uruchomienia**

Każde uruchomienie musi zostać zaprotokołowane. Protokół uruchomienia jest nieodłączną częścią składową dokumentacji instalacji i założeniem do oddania sprawnej instalacji użytkownikowi. Ponadto należy zwrócić uwagę, że dostawcy wymagają specjalnych protokołów.

Niezależnie od wyboru zatwierzonego protokołu o oddaniu do eksploatacji albo indywidualnego montażu, każdy protokół musi zawierać następujące wartości:

- Ustawione ciśnienie naczynia przeponowego i ciśnienie podczas pracy instalacji (przy około 20°C)
- Producent i typ czynnika solarnego, ochrona przeciwzamrożeniowej, wartość pH po napełnieniu i odpowietrzeniu instalacji.
- Nastawy na regulatorze

Niezależnie czy chodzi o instalatora, użytkownika, czy projektanta: bez odpowiednich informacji dotyczących powyżej opisanych punktów oddanie do eksploatacji nie może być zatwierdzone.

### **Unikanie nie zamierzonego ogrzania kolektorów podczas oddania do eksploatacji**

Czas oddawania instalacji do eksploatacji nie jest możliwy do określenia. Częstym błędem jest próba uruchomienia instalacji przed wschodem słońca, aby zakończyć czynności jeszcze przed pierwszymi promieniami słońca na kolektorze. Jeśli proces nie może zostać ukończony zanim kolektor się nagrzeje – proces uruchomienia instalacji należy zakończyć – co nie jest proste gdy część instalacji jest już napełniona. Najbezpieczniejszą metodą jest przykrycie kolektora.

Kolektory płaskie Viessmann są przykrywane folią na części szklanej na czas transportu – jest najbardziej sensowne, aby folie zdjąć dopiero po oddaniu do eksploatacji. Również kolektory próżniowe można zaopatrzyć w podobne elementy przykrywające.

Aby wykluczyć nagrzanie kolektora przed lub podczas oddania do eksploatacji, kolektory płaskie Viessmann są dostarczane z folią ochronną.



## E.1 Pierwsze uruchomienie oraz konserwacja

### **Kontrola i wykonanie nastawy ciśnienia naczynia wzbiorniczego**

W rozdziale B.3.5.2 i E.1.1 opisane są dokładnie obliczenia objętości naczynia przeponowego i ciśnienia instalacji podczas pracy. Najdokładniejsze jednak wyliczenia są bezużyteczne, gdy wartości nie odpowiadają wartościom rzeczywistym uruchomionej instalacji: często nastawa fabryczna ciśnienia w naczyniu przeponowym „określa” ciśnienie pracy układu solarnego. Pierwszą czynnością przy oddawaniu do eksploatacji jest przede wszystkim kontrola fabrycznego ciśnienia naczynia przeponowego. Jak pokazuje doświadczenie często zapomina się o tym punkcie i tylko zwiększonym nakładem pracy można go nadrobić, gdy instalacja została już napełniona.

Tak więc przy oddaniu do eksploatacji musi nastąpić jeszcze raz kompletna kontrola wszystkich istotnych parametrów dotyczących ciśnienia w instalacji. (patrz rozdział E.1.1)

Następnie sprawdza się nastawę ciśnienia naczynia wzbiorniczego i jeśli zachodzi potrzeba ustawia się na nowo. W przypadku gdy trzeba je dopełnić gazem, należy użyć azotu. Nie używa się do tego celu powietrza, gdyż membrana naczynia przeponowego nie jest całkowicie gazoszczelna, a należy unikać dyfuzji tlenu do czynnika solarnego. Azot dyfunduje wolniej przez membranę.

Ustawione ciśnienie naczynia wzbiorniczego należy odnotować w protokole. Jeśli na naczyniu znajduje się oznaczenie producenta o ciśnieniu fabrycznym (w barach), może dojść do pytania o które ciśnienie chodzi, podczas inspekcji lub konserwacji.

Bez kontroli ciśnienia w naczyniu przeponowym nie wolno oddać instalację do eksploatacji.

Rys. E.1.2–2 Manometr ręczny



### E.1.3 Przebieg uruchomienia

#### **Próba ciśnienia**

Przed płukaniem i odpowietrzaniem instalacji, należy sprawdzić jej szczelność, co może zostać przeprowadzone jedynie, gdy promienie nie padają na kolektor. Wystarczy pół godziny, o ile czynnik grzewczy nie będzie w tym czasie podgrzewany.

Kontrola ciśnienia jest często kwestią sporną. Najważniejsze komponenty są sprawdzane ciśnieniem 1,5 razy większym niż wynosi ciśnienie robocze. Jeśli chcemy przenieść ten rodzaj kontroli na kompletną instalację, należy wymontować zawór bezpieczeństwa na czas takiej próby, a jego połączenie zaślepić. Jeżeli w tym przypadku podczas próby zostawiamy instalację bez obserwacji, a kolektory bez przykrycia, może dojść do ryzykownego podniesienia ciśnienia. Dlatego większość producentów zdecydowało się na to, żeby ciśnienie kontrolne wynosiło 90% ciśnienia końcowego instalacji (= 80% ciśnienia otwarcia zaworu bezpieczeństwa) – jednakże z ograniczeniem, że chodzi system z obiegiem pierwotnym i wtórnym, a obieg wtórny jest odseparowany (patrz BDH – karta informacyjna nr 34, 2008).

#### **Płukanie instalacji**

Instalacja słoneczna musi być tak samo dokładnie wypłukana jak instalacja grzewcza. Przy tym należy zwrócić uwagę, żeby podczas płukania nie dostały się żadne zanieczyszczenia do kolektora. Kolektory dostarczane są w stanie czystym. Szczególnie przy stalowych elementach spawanych okazało się korzystne, płukanie ich przed przyłączeniem do kolektora. W tym przypadku kontrola ciśnień musi zostać powtórzona przy połączeniu do kolektora.

Przy lutowanych połączeniach miedzianych tak długo się je czyści, dopóki nie będzie już zgorzeliny. Zgorzelina z powodu zawartości tlenu w czynniku grzewczym może się szybko starzeć.

Firma Viessmann poleca, aby płukać instalację czynnikiem grzewczym za pomocą specjalnego zbiornika do płukania (patrz rys. E.1.3-1).

W niewielu instalacjach pewnym jest, że ciecz płuczczą, którą dokonywano płukania kompletnie wycieknie – istnieje zatem ryzyko, że ciecz czyszcząca zostanie w rurociągach lub w kolektorach. W przypadku gdy instalacja jest płukana tylko wodą, to czynnik grzewczy może ulec rozcieńczeniu i straci swoje właściwości. W miesiącach krytycznych istnieje ponadto ryzyko uszkodzeń na skutek zamarzania. Wielu instalatorów z doświadczeniem posiada osobny zbiornik z „czynnikiem grzewczym czyszczącym”, który jest używany tylko w tym celu. Należy tu zwrócić uwagę także na mieszalność czynników grzewczych (patrz rozdział B.3.4).

#### **Napełnianie i odpowietrzanie instalacji**

Przed oddaniem do eksploatacji, instalacje należy najpierw odpowietrzyć. Instalacja odpowietrzników na dachu służy jedynie jako pomoc napełniania a nie do odpowietrzania podczas pracy instalacji (patrz rozdział B.3.3 i C.1.2). Należy zwrócić na to szczególną uwagę przy oddawaniu instalacji do eksploatacji.

Błędem jest włączanie instalacji do pracy z otwartym odpowietrznikiem na dachu. Szczególnie podczas pierwszego rozruchu instalacji gdy istnieje ryzyko niepożądanego stagnacji – przyczyną mogą być np. błędy w montażu, mały odbiór ciepła lub przerwa w dostawie prądu.

**Rys. E.1.3-1 Pojemnik do płukania instalacji z zabudowaną pompą**



Napełnienie i odpowietrzenie z otwartym zbiornikiem płuczcząco – czyszczącym i wysoko wydajną pompą jest podstawą skutecznego działania. Napełnienie i odpowietrzenie następują podczas krążenia czynnika w instalacji.

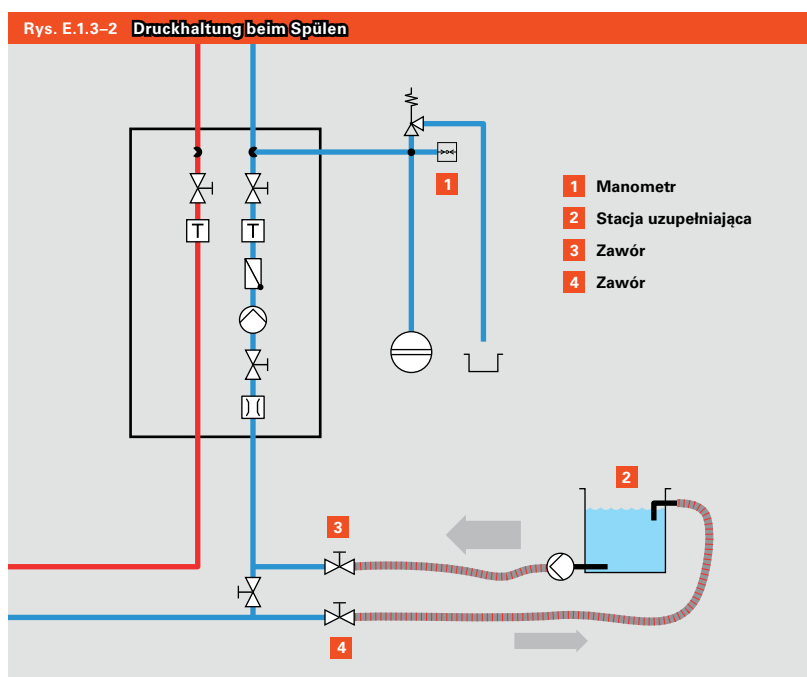
## E.1 Pierwsze uruchomienie oraz konserwacja

Aby dokonać pierwszego uruchomienia i pozostawić układ w trybie pracy regulacyjnej musi on zostać dokładnie odpowietrzony. Napełnienie i odpowietrzenie z otwartym zbiornikiem płuczaco – czyszczącym i wysoko wydajną pompą jest podstawą skutecznego działania.

Napełnianie i odpowietrzanie instalacji odbywają się automatycznie w czasie cyrkulacji płynu. Jeżeli na kolektorze lub polu kolektorów zainstalowane są odpowietrzniki ręczne, należy je otworzyć i ponownie zamknąć jak tylko czynnik solarny pojawi się na wylocie odpowietrznika.

Odpowietrzanie przy pompie zestawu pompowego trwa około 30 minut. Przy odpowiednim doświadczeniu z obserwacji konsystencji płynącego z powrotem nośnika ciepła (piana, pęcherzyki powietrza) wyciągnąć będzie można wnioski dotyczące odpowietrzania całej instalacji. W razie wątpliwości należy raczej płukać system około 10 minut dłużej, niż zbyt krótko. Należy przy tym zwrócić uwagę na poprawną obsługę zaworu na dopływie do zbiornika. Zawór zapobiega wytwarzaniu się zbyt niskiego ciśnienia w kolektorze oraz w rurach za nim, tzn. na ciśnieniu musi być stale dane ciśnienie statyczne.

Jeśli instalacja składa się z pól częściowych zamykanych (przez obieg wtórny), to można je otwierać dla odpowietrzania pojedynczo. Szczególnie ważne jest to, by utrzymać ciśnienie na dopływie zbiornika, ponieważ w przeciwnym razie nośnik ciepła w polach zamkniętych od strony obiegu wtórnego odgazuje się przez podciśnienie i napowietrzy kolektor. Jeśli odpowietrzanie jest zamknięte, zawór w obiegu pierwotnym zostaje zamknięty, a w instalacji panować będzie ciśnienie robocze. Zaleca się, by przy pierwszym uruchomieniu instalacji napełnić ją z nieco wyższym ciśnieniem (ok. 0,1 bar więcej, ponieważ przy pracy, to jest podwyższeniu temperatury, instalacja nadal będzie się odgazowywać, a jej ciśnienie odpowiednio spadać (patrz rozdział E.1.1).



W celu uniknięcia zbyt niskiego ciśnienia na wyjściu kolektora oraz w przyłączonym rurociągu w trakcie płukania i napełniania strumień objętości jest ograniczany na dopływie do zbiornika.

W celu usunięcia ewentualnych resztek powietrza poprzez odpowietrzacz w bardziej kompleksowych polach kolektorów lub rurociągach, można puścić instalację w pierwszych dniach pracy w trybie ręcznym (jeśli istnieje taka możliwość). Zalecane jest to przede wszystkim w przypadku pierwszego uruchomienia w okresie złej pogody. Jeśli nośnik ciepła po pierwszym uruchomieniu nie będzie poruszany przez dłuższy okres, zachodzi ryzyko tak silnego nagromadzenia powietrza w najwyższych miejscach instalacji, iż nie będzie ona w stanie się uruchomić. Po napełnieniu obiegu należy zmierzyć i zaprojektować najważniejsze parametry nośnika (ochrona przeciwmroźowa, wartość pH – patrz rozdział E.1.4).



### **Uruchomienie regulatora**

Po napełnieniu i odpowietrzeniu instalacji może zabrać się za uruchomienie regulatora solarnego. Pierwszym krokiem jest ustalenie odpowiedniego schematu działania. Następnie sprawdza się elementy pod względem funkcjonowania. Programuje się regulator, czyli ustala się parametry pracy dla poszczególnych funkcji. Nastawy należy wpisać do protokołu pierwszego uruchomienia.

### **Przeszkolenie użytkownika**

Przeszkolenie użytkownika w zakresie instalacji słonecznej odbywa się w takim samym sposób jak przeszkolenie z każdego innego urządzenia technicznego (należy wpisać ten fakt do protokołu). Co prawda nie ma konieczności zmiany parametrów podczas normalnej pracy układu jednak użytkownik powinien mieć możliwość sprawdzenia funkcjonalności swojej instalacji. Jeżeli np. instalacja posiada więcej niż jeden odbiornik ciepła to niekiedy jedynie poprzez manualne sterowanie można sprawdzić poprawność działania.

### **Pierwsza inspekcja**

Pierwsza inspekcja po kilku tygodniach pracy systemu powinna być uwzględniona jako część składowa (również finansowo) pierwszego uruchomienia. Jeśli instalacja działa od początku bez zarzutu można założyć, że została poprawnie uruchomiona. Jeśli w ciągu pierwszych tygodni okaże się, że występują błędy w pracy, można dokonać korekty lub naprawy, aby zapewnić pewną i długotrwałą pracę instalacji w przyszłości.

### **Przekazanie instalacji użytkownikowi**

Pełne oddanie instalacji może nastąpić dopiero zapewniony jest odbiór ciepła.

Takie kroki jak kontrola ciśnienia, napełnianie i programowanie regulatora mogą zostać przeprowadzone, dopóki kolektory są zasłonięte. Na tej podstawie może nastąpić (częściowe) oddanie instalacji. Takie sytuacje należy omówić odpowiednio wcześniej z użytkownikiem instalacji.

Rys. E.1.3-3 Pierwsze uruchomienie regulatora



Przy pierwszym uruchamianiu regulatora należy ustalić jego funkcje i dokonać konkretnych nastaw.

### E.1.4 Konserwacja solarnego czynnika grzewczego zawierającego glikol

Aby solarny czynnik grzewczy zachował swoje właściwości zarówno antyzamarzaniowe jak i antykorozyjne, należy zminimalizować jego obciążenia szczególnie poprzez tlen wydzielający się przy wysokich temperaturach. Więcej informacji można znaleźć w rozdziale B.3.4. W ramach inspekcji jest niezbędne, aby sprawdzić solarny czynnik grzewczy pod względem wartości pH i zawartości glikolu – wartość pH ułatwia ocenę stanu chemicznego czynnika grzewczego, a zawartość glikolu jest istotna z punktu widzenia ochrony przed zamarzaniem.

#### Kontrola wartości pH

Solarne czynniki grzewcze firmy Viessmann są lekko alkaliczne i neutralizują kwasy, które powstają poprzez obciążenia temperaturowe i tlenowe. Ten „alkaliczny bufor” zużywa się w czasie pracy instalacji, a czynnik solarny może nabyć odczynu kwaśnego i uszkodzić przy tym elementy składowe instalacji nieodporne na działanie kwasów. Czynnik solarny firmy Viessmann posiada poniższe wartości pH:

- Tyfocor LS / GLS: 9,0 – 10,5
- Tyfocor L / HTL: 7,5 – 8,5

Do wartości pH > 7 praca jest bezproblemowa i bezpieczna. Gdy odczyn pH spadnie poniżej tej wartości, należy wymienić solarny czynnik grzewczy. Do kontroli wystarczy test papierkiem lakmusowym.

Rys. E.1.4-1 Papierki lakmusowe



Paski lakmusowe pokazują poprzez zmianę barwy wartość pH testowanej cieczy.

#### Sprawdzenie temperatury zamarzania glikolu

Miernik glikolu jest prostym instrumentem pomiarowym.

Założywszy, że pomiar następuje w temperaturze pokojowej, można odczytać poziom zamarzania środka antyzamarzaniowego na skali w stopniach Celsjusza. Przyrząd pomiarowy jest bardzo tani jednak sama metoda jest dość niedokładna. W porównaniu do następującej opisanej metody „zużywa” dużo czynnika grzewczego.

Dokładniejszy jest pomiar przy pomocy refraktometru. Tu wystarczy tylko kilka kropli do precyzyjnego pomiaru.

Cynniki grzewcze są dostępne w różnym wersjach, nieco różniących się temperaturą zamarzania. Aby z dużą pewnością określić temperaturę zamarzania przy pomocy refraktometru należy sprawdzić dane techniczne czynnika solarnego – typu zastosowanego glikolu.

Temperatura zamarzania czynnika podana jest w jego danych technicznych.

#### Wskazówka

Manometr, refraktometr czy papierki lakmusowe dostępne są w solarnej walizce serwisowej.

Rys. E.1.4-2 Refraktometr



Temperatura zamarzania może być dokładnie ustalona poprzez refraktometr.





### Kondensacja w kolektorach płaskich

Zaparowania szyby kolektora występują rzadko, jednak dość często źle oceniana jest tego przyczyna. W następującym rozdziale będzie to opisane i wyjaśnione.

Większość kolektorów płaskich wyposażona jest w otwory wentylacyjne, aby wilgotne powietrze nie pozostawało w urządzeniu. W warunkach normalnych wymiana powietrza w kolektorze odbywa się prawie 50 razy na dobę.

Szczególnie w pierwszych dniach działania systemu, może dojść do wzmożonego tworzenia się pary po wewnętrznej stronie płyty szklanej, dopóki w kolektorze nie utworzy się właściwy mikroklimat.

### „Oddychanie” kolektora

Dzięki działaniu promieni słonecznych powietrze w kolektorze nagrzewa się i rozszerza. Jednocześnie aktywna jest wymiana powietrza poprzez otwory wentylacyjne.

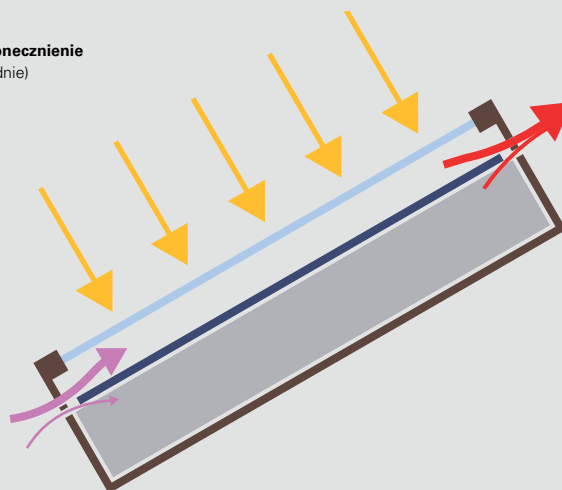
Przy słabnącym ogrzewaniu (wieczorem bądź przy zachmurzonym niebie) kończy się wymiana powietrza i powietrze w kolektorze ścieśnia (kurczy) się ponownie. Dzięki temu zasysane jest zimniejsze i wilgotniejsze powietrze z otoczenia do kolektora. Ta wilgoć z zasysanego powietrza wnika głównie w warstwę izolacyjną kolektora.

Przy wznowionym promieniowaniu wilgoć wyparowując z kolektora skrapla się na wewnętrznej stronie płyty szklanej. Ten proces jest normalny i nie wyrządza urządzeniu żadnych szkód. Po 30 minutach (zależnie od warunków pogodowych, czyli ilości wody w kolektorze) kolektor powinien zostać osuszony, czyli szyba powinna być niezaparowana. Dzięki temu promieniowanie słoneczne ponownie bez przeszkód dociera do absorbera.

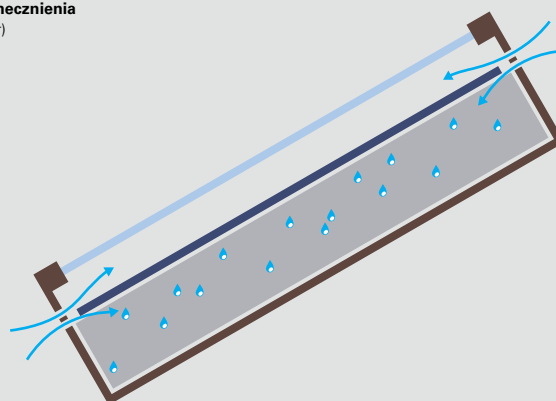
Z powodu częstej wymiany powietrze także może dojść do wnikania wilgoci do kolektora. Z początkiem promieniowania kolektor ponownie się osusza.

Rys. E.2-1 „Oddychanie” kolektora

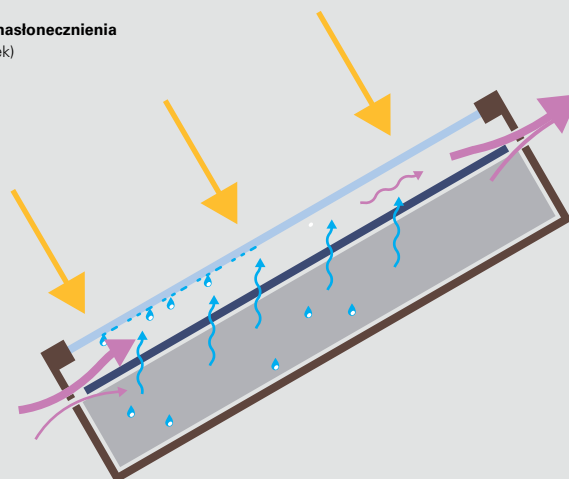
**Pełne nasłonecznienie**  
(np. w południe)



**Brak nasłonecznienia**  
(np. wieczór)



**Początek nasłonecznienia**  
(np. poranek)



## E.2 Kondensacja w kolektorach płaskich

### **Zredukowana lub niewystarczająca wymiana powietrza**

Każda wymiana powietrza oznacza pewne straty ciepła w kolektorze. Odpowiedni poziom wentylacji jest więc kompromisem pomiędzy szybkością schłodzenia, a mocą urządzenia.

#### **Wskazówka**

Kolektor próżniowy jest szczelny hermetycznie, a zatem nie może w nim dojść do skraplania. Jeśli wewnątrz powłoki szklanej tworzą się krople wody, to rura jest uszkodzona – musi zostać wymieniona.

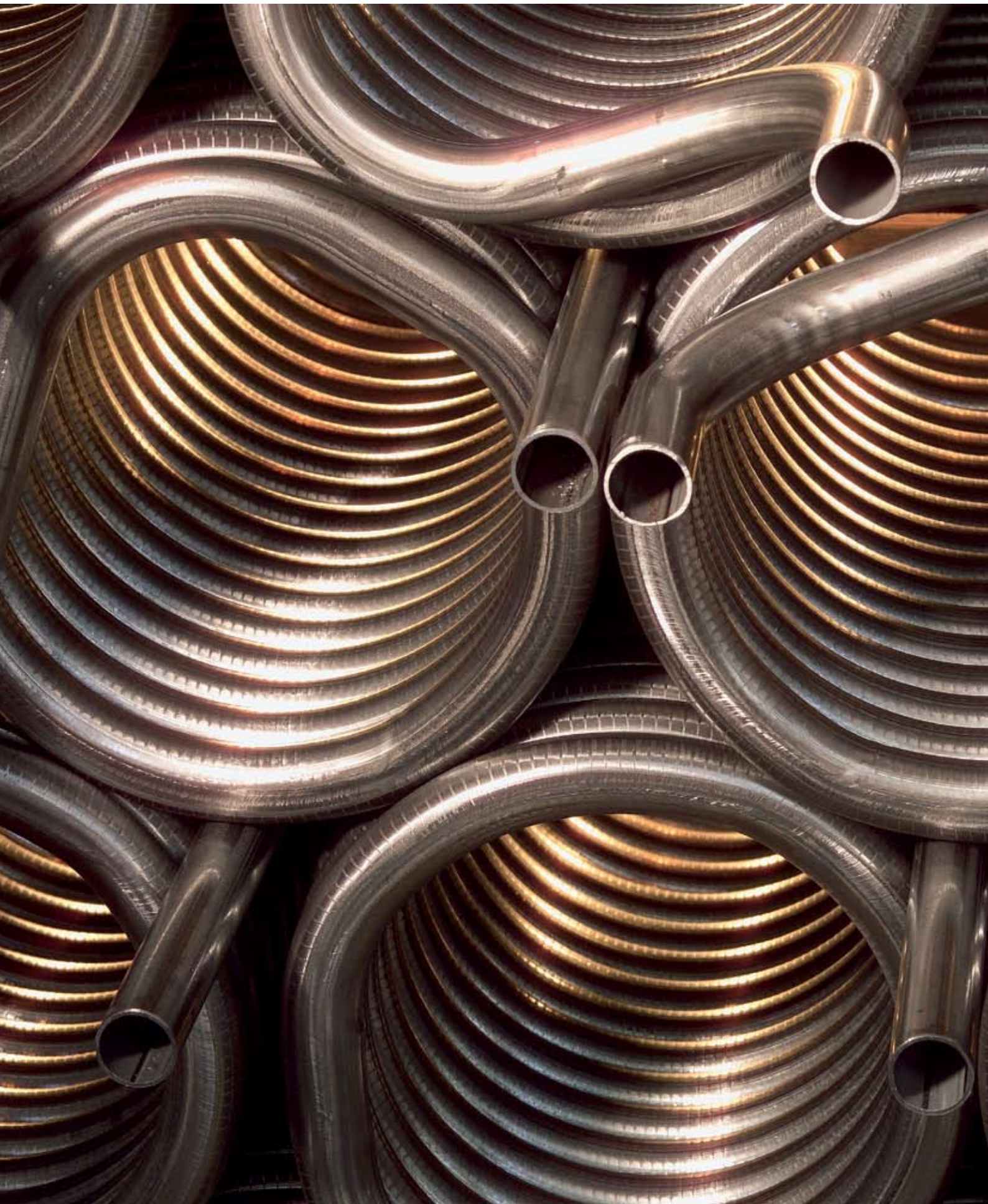
W pewnych warunkach wymiana powietrza może zostać utrudniona – z takim skutkiem, że kolektor rano jest długo zaparowany:

- Płaska powierzchnia montażu utrudnia konwekcję w kolektorze i co za tym idzie usuwanie wilgoci poprzez otwory wentylacyjne.
- Niski poziom temperatury roboczej kolektora, przykładowo przy podgrzewaniu wody basenowej, redukuje konwekcję w kolektorze
- Duża wilgotność otoczenia, np. w pobliżu zbiorników wodnych lub w mglistych obszarach, może zwiększyć poziom wilgoci
- Źródła potencjalnych zabrudzeń znajdujących się nad kolektorami (np. liście drzew) mogą utrudnić cyrkulację przez otwory wentylacyjne
- Wadliwe składowanie przed montażem może prowadzić do tego, że kolektor już przy montażu instalacji zawiera zbyt dużo wilgoci, tak że nie może wręcz osiągnąć normalnego stanu pracy.

Te warunki mogą – jednakże nie muszą – prowadzić do tworzenia się kondensatu. Jeśli zjawisko kondensacji nastąpi, zaleca się aby kolektor wyłączyć na kilka dni i obserwować jego stan. Po tym suszeniu problem nie powinien wystąpić ponownie.

Należyta wentylacja i odpowietrzenie kolektora mogą być zapewnione tylko wtedy, gdy do montażu użyto fabrycznych mocowań firmy Viessmann. Otwory wentylacyjne znajdują się w obszarze kolektora nie narażonym na bezpośrednie opady deszczu. Dlatego kolektor musi być oddalony o min. 8 mm od powierzchni montażu.







## Załącznik

Ten dodatek zawiera wskazówki będące uzupełnieniem podanych wcześniej istotnych informacji na temat projektowania instalacji słonecznych.

Przy ocenie opłacalności instalacji słonecznych jest jasne, że czas amortyzacji może następować w takim okresie, który nie jest powszechnie uznawany za opłacalny.

Przedstawione aspekty uwzględniające wieloletnie doświadczenia w projektowaniu, montażu i działaniu z uwzględnieniem dużych instalacji słonecznych, mają szczególną wartość użytkową.

W wykazie słów kluczy są wprowadzone ponownie wszystkie istotne określenia, które sprawiają, że ta książka staje się niezbędnym podręcznikiem w codziennym użytkowaniu.

**178 Wskazówki do opłacalności**

**182 Wskazówki do większych instalacji słonecznych**

**186 Wykaz słów kluczy**

## Wskazówki do opłacalności

Kompetentne odpowiedzi na wszystkie ekonomiczne pytania, które pojawiają się w związku z planowaniem instalacji słonecznej, są tak samo niezbędne do realizacji jak i techniczne aspekty.

### **Małe instalacje (domek jednorodzinny)**

Montaż instalacji słonecznej w domku jednorodzinny jest uzasadniony w ok. 80% wszystkich przypadków modernizacji instalacji grzewczej. U takich prywatnych inwestorów pojawia się pytanie odnośnie opłacalności instalacji słonecznej w połączeniu ze wszystkimi kosztami modernizacji.

Podczas rozmowy doradczej doświadczony fachowiec reaguje na pytanie odnośnie wspomaganie ogrzewania. Powyżej 90% społeczeństwa ma pozytywny stosunek do energii solarnej. Na pytanie, ile kosztuje instalacja słoneczna, nie da się odpowiedzieć od razu. Jeśli już podjęto decyzję o realizacji instalacji słonecznej, wtedy wystarczy krótkie spojrzenie na dach, aby oszacować koszty instalacji słonecznej. Jeśli reakcja na koszty jest pozytywna, zaleca się, aby zaplanować instalację i włączyć ją do oferty modernizacyjnej.

Aby ułatwić planowanie i kalkulację firma Viessmann przygotowała dla wszystkich typów instalacji i kolektorów gotowe pakiety.

W związku z kompletną modernizacją instalacji zaleca się, aby koszty instalacji słonecznej oddzielić od „kosztów szacunkowych” całej modernizacji, co oznacza aby przedstawić faktyczne specyficzne dodatkowe koszty oddzielnie. To oddzielne przedstawienie kosztów modernizacji ułatwia wybór techniki solarnej.

„Koszty szacunkowe” odnoszą się zwykle również do prac i komponentów, które są niezbędne także bez instalacji słonecznej.

Jednakże często włączane są one jako część oferty dotycząca instalacji słonecznej. Tak dzieje się najczęściej w trzech przypadkach:

- Przyłączy wody zimnej i ciepłej do podgrzewacza c.w.u.
- Przyłączy i regulacji procesu dogrzewania podgrzewacza c.w.u. ze źródła konwencjonalnego
- koszty konwencjonalnego, monowalantnego podgrzewacza c.w.u.

Specyficzne koszty dotyczą tu kosztów dodatkowych zbiornika biwalentnego, co powinno być jasno określone.

Do kalkulacji instalacji słonecznej w nowym budownictwie przyjmuje się, że koszty są podobne jak w przypadku modernizacji. W nowym budownictwie czysty montaż instalacji słonecznej jest mniej kosztowny wymaga jednakże często dużego nakładu wynikającego z koordynacji różnych robót i częstych dojazdów do miejsca instalacji.

### **Większe instalacje (dom wielorodzinny)**

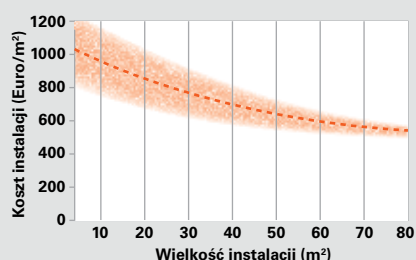
Przy większych instalacjach należy zestawić w fazie planowania i koncepcji realistyczną cenę szacunkową, aby umieć zdecydować, czy instalacja będzie planowana w detalach i będzie rozrysowywana. Tu należy wziąć pod uwagę łączną wielkość środków, co ułatwi określenie kosztów produkcji ciepła.

Dla różnych wielkości instalacji sporządzono odpowiednie analizy, które ułatwiają oszacowanie kosztów.

Na podstawie poniższej przedstawionej analizy można przedstawić udział poszczególnych komponentów i podgrup w stosunku do kosztów całkowitych. Należy jednak zwrócić

#### Analiza kosztów

Oszacowanie kosztów zależne od wielkości instalacji z płaskimi kolektorami, wyłączono koszty do podłączenia zbiornika i podgrzewu ze źródła konwencjonalnego, a także VAT.



uwagę, że część kosztów jest wartością statystyczną dla „montażu pola kolektorów” i „orurowania”, które w pojedynczych przypadkach mogą się wahać.

#### Podział kosztów wedle komponentów

40%	<b>Kolektory</b>
15%	<b>Zasobnik i wymiennik</b>
15%*	<b>Montaż i podłączenie</b>
20%*	<b>Rury</b>
5%	<b>Projekt</b>
5%	<b>Inne</b>

\* w niekorzystnych przypadkach obydwie pozycje mogą tworzyć do 50% kosztów całościowych.

#### Ustalenie solarnych kosztów własnych

Bazą kosztownego oszacowania instalacji jest cena osiągniętego ciepła przypadająca na jedną kWh. Koszty dostępnego ciepła solarne określa się solarną cenę ciepła i można je relatywnie szybko policzyć. Podstawą do tego są koszty inwestycyjne, roczne koszty eksploatacyjne, spadek odsetek od włożonego kapitału i oczekiwana wydajność cieplna.

Czynniki wpływające na obliczenia są porównywalne z obserwacją przy innych źródłach ciepła i są zdefiniowane następująco.

#### Koszty związane z kapitałem

Są to wszystkie koszty instalacji słonecznej i wszystkie niezbędne do montażu instalacji koszty uboczne. Do tego należą przykładowo koszty żurawia, ale nie koszty modernizacji dachu.

Od kwoty inwestycji odejmuje się wszystkie dotacje i ewentualnie zaoszczędzone koszty na części składowe. Jeśli przykładowo instalacja jest wykonywana w ramach modernizacji ogrzewania i używany jest przy tym zbiornik biwalentny, można odpisać z kosztów instalacji cenę niepotrzebnego zbiornika monowalentnego.

#### Koszty pracy instalacji słonecznej

Nakłady na utrzymanie to roczne koszty inspekcji, konserwacji i ewentualnie potrzebnych napraw. Przy większych instalacjach (>30 m²) może to być ok. 1,5% rzeczywistych kosztów instalacji.

W tym zakresie koszty odbiegają od podanych w VDI 6002.

#### Koszty zużycia

Tu powstają jedynie koszty prądu zasilającego regulator i pompę. Przy użyciu dobrze zaprojektowanej pompy, można wyjść z założenia, że wskaźnik pracy będzie wynosić co najmniej 50, czyli na 1 kWh energii elektrycznej – może osiągnąć energię solarą 50 kWh.

Z następującego wyliczenia wynika, że koszty użytkowania instalacji słonecznej stanowią jedną pięćdziesiątą ceny 1 kWh z prądu elektrycznego (w warunkach niemieckich).

## Wskaźnik roczny

Za pomocą wskaźnika rocznego wylicza się koszty dla całej instalacji biorąc pod uwagę rzeczywisty czas pracy i utraty oprocentowania kapitału. Dzięki temu można porównać koszty inwestycji do rocznej wydajności. Do ustalenia wskaźnika rocznego można założyć 20 letni czas trwania użytkowania instalacji.

$$f_a = \frac{(1+p)^T \cdot p}{(1+p)^T - 1}$$

- $f_a$  wskaźnik roczny
- $p$  wkład kapitału jako wartość dziesiętna
- $T$  czas użytkowania instalacji w latach

Źródło: VDI 6002 Część 1

### Wskaźnik roczny

Wskaźnik roczny jest zależny od oprocentowania przy długości użytkowania wynoszącej 20 lat.

Stopa procentowa	Wskaźnik roczny
3%	0,067
4%	0,074
5%	0,080
6%	0,087
7%	0,094
8%	0,102
9%	0,110
10%	0,117

## Cena ciepła solarnego

Obok znanych czterech wielkości wpływ na ustalenie ceny energii solarnej ma również oczekiwany udział energii użytkowej instalacji rocznie.

$$k_{sol} = \frac{K_{inv} \cdot f_a + k_{betr}}{Q_{sol}} + k_{verbr}$$

- $k_{sol}$  Cena ciepła solarnego w Euro na kWh
- $K_{inv}$  koszty kapitału w Euro
- $k_{betr}$  koszty serwisu w Euro/rok
- $k_{verbr}$  koszty użytkowania w Euro/kWh
- $f_a$  wskaźnik roczny
- $Q_{sol}$  wydajność użycia ciepła solarnego w kWh / rok

Źródło: VDI 6002 Część 1

Cena ciepła solarnego  $K_{sol}$  jest ceną za kilowatogodzinę ciepła w Euro i obowiązuje przez cały czas użytkowania instalacji. Proces obliczeń jest szczegółowo opisany w VDI 6002 część I.

### Obliczenie przykładowe 1

Wielkość instalacji: 170 m<sup>2</sup> powierzchni kolektorów

Przy kosztach instalacji 100 000 Euro po potrąceniu 20 000 Euro, które i tak wydatkowane byłyby niezależnie od instalacji słonecznej, środki inwestycyjne wynoszą 80 000 Euro. Uzysk ciepła solarnego wynosi 81 600 kWh/rok (480 kWh/m<sup>2</sup> · rok). Przeglądy i konserwacja są uwzględnione jako 1,5% kosztów instalacji, cena prądu wynosi 0,2 euro/kWh. Oczekiwane oprocentowanie kapitału wynosi 5%.

$K_{inv}$	80 000 euro
$k_{betr}$	1 500 euro
$k_{verbr}$	0,004 euro/kWh
$f_a$	0,08
$Q_{sol}$	81 600 kWh

$$k_{sol} = \frac{80 000 \text{ E} \cdot 0,08 + 1 500 \text{ E}}{81 600 \text{ kWh}} + 0,004 \text{ E/kWh}$$

Z obliczeń wynika cena jednej kilowatogodziny z instalacji słonecznej – 10,1 ct.

Dane dotyczą Niemiec

### Obliczenie przykładowe 2

Wielkość instalacji: 50 m<sup>2</sup> powierzchni kolektorów

Przy kosztach instalacji 35 000 Euro po potrąceniu 7 000 Euro, które i tak wydatkowane byłyby niezależnie od instalacji słonecznej, środki inwestycyjne wynoszą 28 000 Euro. Uzysk ciepła solarnego wynosi 20 000 kWh/rok (400 kWh/m<sup>2</sup> · rok). Przegląd i konserwacja są uwzględnione jako 1,5% kosztów instalacji, cena prądu wynosi 0,2 euro/kWh. Oczekiwane oprocentowanie kapitału wynosi 5%.

$K_{inv}$	= 28 000 euro
$k_{betr}$	= 525 euro
$k_{verbr}$	= 0,004 euro/kWh
$f_a$	= 0,08
$Q_{sol}$	= 20 000 kWh

$$k_{sol} = \frac{28 000 \text{ E} \cdot 0,08 + 525 \text{ E}}{20 000 \text{ kWh}} + 0,004 \text{ E/kWh}$$

Z obliczeń wynika cena jednej kilowatogodziny z instalacji słonecznej – 14,2 ct.

Dane dotyczą Niemiec

**Obliczenie przykładowe 3**

Wielkość instalacji: 5 m<sup>2</sup> powierzchni kolektorów

Przy kosztach instalacji 4000 Euro po potrąceniu 500 Euro, które i tak wydatkowane byłyby niezależnie od instalacji słonecznej, środki inwestycyjne wynoszą 3500 Euro. Uzysk ciepła solarne wynosi 1750 kWh/rok (350 kWh/m<sup>2</sup> · rok). Przegląd i konserwacja są uwzględnione jako 1,5% kosztów instalacji, cena prądu wynosi 0,2 euro/kWh. Oczekiwane oprocentowanie kapitału wynosi 5%.

$K_{inv}$	3500 euro
$k_{betr}$	60 euro
$k_{verbr}$	0,004 euro/kWh
$f_a$	0,08
$Q_{sol}$	1750 kWh

$$k_{sol} = \frac{3500 \text{ E} \cdot 0,08 + 60 \text{ E}}{1750 \text{ kWh}} + 0,004 \text{ E/kWh}$$

Z obliczeń wynika cena jednej kilowatogodziny z instalacji słonecznej – 19,8 ct.

Dane dotyczą Niemiec

Cena za kilowatogodzinę zależy od obranego oprocentowania kapitału. Tak więc może się ona różnić w przykładzie 1 między 7,1 ct (bez oprocentowania kapitału, co oznacza  $f_a = 0,050$ ) i 13,7 ct (10% oprocentowania kapitału), bez zmiany pozostałych warunków. Jak przy wszystkich wieloletnich inwestycjach oczekiwane oprocentowanie kapitału podstawowego ma wpływ na amortyzację.

**Amortyzacja**

Jeśli cena ciepła solarne jest znana, to wielkość amortyzacji instalacji słonecznej zależy głównie od zmian (wzrostu) kosztów zaoszczędzonego paliwa. Zużywanie promieniowania słonecznego nic nie kosztuje, podwyżki cen prądu potrzebnego do pracy instalacji i koszty konserwacji mają niewielki wpływ. Ważne jest, aby obrać przy ustaleniu kosztów dla energii konwencjonalnej realistyczny poziom użytkowania – przykładowo dla ogrzewania wody użytkowej latem.

Koszty związane z pracą instalacji, gdzie ciepło osiągnięto w sposób konwencjonalny, nie powinny być brane pod uwagę przy obli-

czeniu oszczędności. Kombinacja z instalacją słoneczną ma wprawdzie z reguły pozytywny wpływ na zachowanie instalacji grzewczej podczas pracy (zmniejszenie ilości startów palnika), lecz koszty związane z konserwacją i przeglądami nie zmniejszą się przez to.

Dopóki założony wzrost cen energii mieści się w pewnych ramach, nie mają one znacznego wpływu na długość amortyzacji. Dopiero po tym czasie wzrost cen energii wywiera zdecydowanie większy wpływ na poziom oszczędności. Przy czasie użytkowania instalacji dłużej niż 20 lat jest mało prawdopodobne, aby prawidłowo oszacować te oszczędności, np. do roku 2030 i dalej.

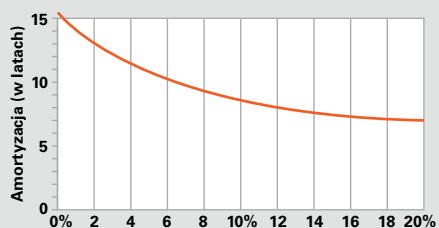
**Przykład**

Cena ciepła solarne 0,101 euro/kWh,

Cena za energię pierwotną w pierwszym roku

0,08 euro/kWh,

Sprawność konwencjonalnego źródła ciepła 70 %



Roczny wzrost cen energii. Pokrycie energii pierwotnej.

Ponieważ nikt nie może przewidzieć dokładnie oczekiwanych podwyżek cen energii na przyszły rok, okazało się że, trzeba wspólnie z inwestorem ustalić czas amortyzacji. Dzięki temu prognoza jest bardziej wiarygodna, ponieważ instalacja nie jest w takim przypadku wyliczona wg teoretycznych rozważań oferenta.

## Wskazówki do projektowania większych instalacji

Przy projektowaniu większych instalacji obowiązuje ta sama zasada jak dla każdej budowy związanej z techniką sanitarną. Jednak istnieje parę specyficznych aspektów, które będą wyjaśnione w niniejszym rozdziale.

### Harmonogram budowy

Harmonogram budowy jest częścią składową umowy, dlatego powinien on być przedstawiony pisemnie – to ułatwia oferentowi kalkulację.

Szczególnie w nowym budownictwie zwykle jedną z pierwszych czynności jest montaż zbiornika buforowego – ilość i wielkość zbiorników jest często uwarunkowana możliwościami wniesienia i montażu. Zbiornik buforowy jest zwykle jedną z większych części kotłowni, dlatego musi być odpowiednio wcześniej dostarczony na plac budowy.

Do ostatnich wykonywanych robót należą montaż kolektorów i możliwie jak najszybsze uruchomienie instalacji.

### Ustawienie żurawia

Zwykle do montażu kolektorów w dużych projektach niezbędny jest żuraw. Szczególnie w fazie ustalania harmonogramu należy ustalić, kto będzie odpowiedzialny za jego ustawienie, lub czy żuraw znajdujący się na budowie będzie do dyspozycji na czas montażu kolektorów. Umowa budowlana powinna zawierać w tym aspekcie odpowiednie założenia. (lub ich brak)

Jest zawsze sensowne, aby na czas montażu kolektorów jeszcze raz zamówić żurawia, niż żeby kolektor był zbyt wcześnie zainstalowany i obciążony termicznie przez wiele tygodni.

### Planowanie szachtu instalacyjnego

W przypadku gdy obieg solarny ma być zainstalowany wewnątrz budynku, musi być to uwzględnione w planie szachtu. Należy zwrócić uwagę na rozszerzalność rur, tak aby zachowane były zasady dotyczące izolacji i odstępów jak dla instalacji grzewczych i wodnych.

### Instalacje wody użytkowej, grzewcze i elektryczne

W przypadku gdy instalacja wody użytkowej i solarna są instalacjami osobnymi, należy to szczegółowo opisać w wykazie. Jeśli przyłącza rur wody zimnej i grzewczej występują na przyłączach zbiornika lub zbiorników, należy to uregulować pod względem ewentualnych roszczeń gwarancyjnych (ustalenie odpowiedzialności).

To samo tyczy się przypadku, gdy instalacja grzewcza czy podgrzewacza c.w.u. nie może być wykonana przez firmę, która montuje instalację słoneczną.

W takim wypadku należy określić reguły postępowania.

### Specyfikacja izolacji

W przypadku gdy prace izolacyjne są rozpisanie oddzielnie, należy zwrócić uwagę, aby izolacja odpowiadała specyficznym wymaganiom (temperatura, promieniowanie UV, przegrzanie przez małe zwierzęta).

## Regulator centralny i układ sterowania

Projektowanie sterowania instalacją słoneczną jest podstawowym punktem do wspólnego omówienia. Przy podziale zadań zawartych w wykazie powinno się złożyć, że instalator nie zna się na regulacji, zaś ten kto parametryzuje układ, nie koniecznie wie wiele o zastosowanych rozwiązaniach hydraulicznych w tej konkretnej instalacji słonecznej.

Dla wszystkich będących w sprzedaży regulatorów swobodnie programowalnych, dostępne są dwa moduły do instalacji słonecznej, jednakże muszą one być zawsze dopasowywane indywidualnie. Należy uzgodnić następujące kwestie:

- Kto ustala i wyznacza podstawowe funkcje instalacji słonecznej?
- Kto te funkcje dokumentuje i dba o nie?
- Kto ustawia listę parametrów (decydujących o załączaniu i wyłączaniu, prędkościach obrotowych pompy etc.) i o nie dba?
- Czy przy oddaniu do eksploatacji będzie na miejscu technik umiejący obsłużyć regulator swobodnie programowalny?
- Czy zakładający instalację informuje niezwłocznie o ewentualnych błędach?

Dodatkowo należy zagwarantować, aby dopracowanie i optymalizacja regulacji centralnej nie wyłączyły „przez pomyłkę” instalacji. Zwykle takie prace są przeprowadzane właśnie latem. Bywa wtedy tak, że wystarczy kilka minut, aby czynnik w kolektorze odparował. W tym przypadku należy upewnić się, że instalator jest na miejscu, aby podjąć odpowiednie środki działania. Należy także stwierdzić, jak takie prace wynagradza się. Odpowiedzialny kierownik projektu, dba o to aby odpowiednio wcześniej omówić i zaplanować te działania.

Może się okazać sensowne, wbrew powszechnym regułom, aby używać oddzielnego regulatora, za pomocą którego można kierować istotnymi funkcjami instalacji. Jednakże musi być możliwość przekazywania dalej raportów o błędach. Dodatkowo mogą zostać wmontowane czujki temperatury lub licznik ilości ciepła po to, aby zwizualizować i udokumentować wartości. Przy takim rozwiązaniu regulator swobodnie programowalny nie może wpływać na funkcje instalacji słonecznej. Regulacja solarna działa wtedy jak automatyka sterująca pracą palnika w kotle.

## Bezpieczeństwo pracy/działania

Oferent instalacji słonecznej musi stwierdzić na podstawie zebranych danych, które wymagania bezpieczeństwa przy montażu kolektora muszą zostać spełnione (odcięcia mediów, rusztowania).

Jeśli płaskie dachy stanowią pewną asekurację, to plan montażu musi gwarantować, że wytrzymają one obciążenia. Brakujące bądź niewystarczające instalacje bezpieczeństwa opóźniają montaż na dachu. Musi być także jasne, kto za to zapłaci.

Jeśli miejsce montażu nie spełnia warunków bezpieczeństwa, to służba BHP lub PIP informuje o niedociągnięciach. Okazuje się sensowne sprotokołowanie rozmowy pomiędzy nim, a instalatorem.

## Przykrycie kolektora (pokrywa)

Jeśli zdarzy się coś nieprzewidzianego: w harmonogramie zawsze powinna znaleźć się pozycja odnośnie przykrycia kolektora.

## Wskazówki do zarządzenia o oszczędności energii (EnEV)

Wraz z zarządzeniem o oszczędności energii (EnEV) ustawodawca po raz pierwszy uznał, że instalacje słoneczne, jak udowodniono, przyczyniają się do oszczędzania energii w budynkach.

### Ocena instalacji słonecznych względem zarządzenia o oszczędności energii

Pierwsze zarządzenie o oszczędności energii (EnEV 2002) weszło w życie 1 lutego 2002 i streściło działające dotychczas zarządzenia o oszczędnym zużyciu energii. Zasadniczo nowość stanowiła wzmianka o energii odnawialnej, co oznacza, że w przypadku dostarczania energii do budynku zwrócono uwagę na energię odnawialną. Technika instalacyjna stanowi ważny element przestrzegania wymagań o oszczędzaniu energii w budynkach.

EnEV określa przepisy obliczeniowe dla zapotrzebowania na ciepło grzewcze ale również określa efektywność techniki instalacyjnej w normach. DIN V 18599 (wcześniej DIN V4701 część 10) określa postawy obliczeń techniki instalacyjnej, DIN V 4108 część 6 określa reguły fizyki budowlanej.

Instalacje energii odnawialnej – nakład kosztów instalacji  $e_p$  składa się – przedstawiając to w sposób prosty – z poziomu kosztów producenta ciepła (przekształcanie energii końcowej w ciepło) i czynnika energii odnawialnej  $f_p$  na rodzaj używanej energii. (przekształcanie energii odnawialnej w końcową). Dodatkowo straty łańcucha przewodnictwa energii (łańcuch zbiorników, straty na połączeniach, straty podczas transmisji energii) wliczają się **???** jak również energie pomocnicze (prąd do napędu pomp, palników i regulacji) w ilości nakładu na instalację.

### Zapotrzebowanie roczne na energię odnawialną w budynkach mieszkalnych

$$Q_p = (Q_h + Q_{tw}) \cdot e_p$$

- $Q_p$  zapotrzebowanie roczne na energię odnawialną
- $Q_h$  roczne zapotrzebowanie na ciepło według DIN V 4108 część 6
- $Q_{tw}$  roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzania wody użytkowej według DIN V 18599
- $e_p$  nakład kosztów instalacji względem energii odnawialnej

Instalacje słoneczne ocenia się względem czynnika energii odnawialnej  $f_p$  i kosztów instalacji. Dzięki czynnikowi energii odnawialnej  $f_p$  energii słonecznej wynoszącej 0 polepsza się nakład kosztów instalacji  $e_p$  wedle budynku i udziału pokrycia solarnego do 25 %.

### Związek pomiędzy energią końcową, a odnawialną i czynnikiem energii odnawialnej (biorąc pod uwagę energie pomocnicze)

$$Q_p = f_p \cdot Q_e$$

- $Q_p$  zapotrzebowanie roczne na energię odnawialną
- $Q_e$  roczne zapotrzebowanie na energię pojedynczego nośnika ciepła
- $f_p$  czynniki energii odnawialnej pojedynczego nośnika ciepła



### Postępowanie obliczeniowe dla instalacji słonecznych

DIN V 18599 w części 10 podaje zapotrzebowanie na ciepło użytkowe dla domku jednorodzinnego wartość  $Q_{tw} = 12 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ , w domu wielorodzinnym wartość odnosząca się do ogrzanej powierzchni użytkowej wynosi  $Q_{tw} = 16 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ . Te wartości można szczegółowo wyliczyć alternatywnie z DIN V 18599 części 8 (obliczanie systemów podgrzewających wodę).

W obliczeniach rozróżnia się pomiędzy „małą”, a „dużą” instalacją słoneczną.

W małych instalacjach słonecznych przyjmuje się, że używają one do magazynowania ciepła solarnego zbiornika biwalentnego. Aby ustalić straty ciepła zbiornika, uwzględnia się tylko straty wynikające z objętości. (Bereitschaftvolumen).

Duże instalacje słoneczne do podgrzewu wody użytkowej używają do magazynowania ciepła solarnego co najmniej jednego podgrzewacza ciepłej wody i jednego oddzielnego zbiornika solarnego. Tu należy uwzględnić tylko straty zbiornika ciepłej wody, ponieważ zbiornik buforowy (solarny) służy tylko i wyłącznie do magazynowania ciepła i jego straty bierze się pod uwagę przy wydajności solarnej.

DIN V 18599 część 5 (obliczanie systemów grzewczych) oferuje dla instalacji słonecznych wspomagających ogrzewanie postępowanie obliczeniowe – dzięki temu możliwe jest specyficzne dopasowanie do instalacji wydajności energii solarnej instalacji typu kombi. To oznacza znaczną poprawę względem wcześniejszego DIN 4710 część 10, który uwzględnia wkład instalacji słonecznej wspomagającej ogrzewanie tylko w częściowym stadium.

## Wykaz słów kluczowych

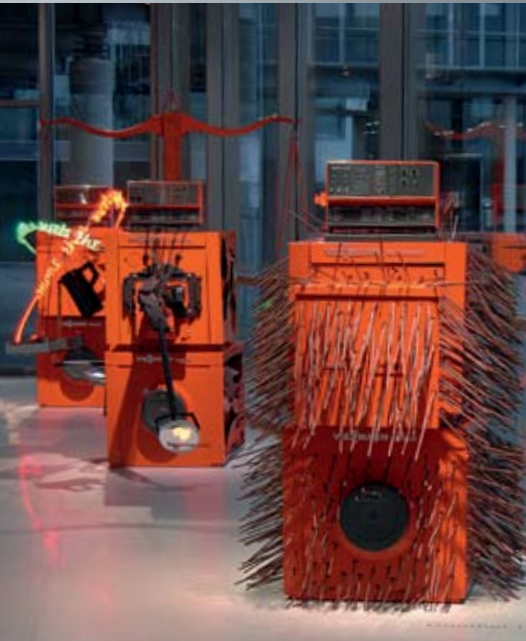
127	<b>Aborber z tworzywa sztucznego</b>	58	Czynnik ogrzewany
38 ff	Absorber	63	Czynnik ogrzewany – woda grzewcza
127	Absorber – baseny	62	Czynnik ogrzewany – woda pitna
39 f	Absorber meandryczny		
40	Absorber o budowie harfowej		
39	Absorber o budowie harfowej		
39	Absorber z czarnego chromu	42	<b>Deklaracja CE</b>
181	Amortyzacja	117	Dezynfekcja termiczna, hydrauliczna
20	Atmosfera	151	Dezynfekcja termiczna, techniczna
23	Azymut	17	Długości fal promieniowania
		114 f	Dobór płytowego wymiennika ciepła
		78 f	Dobór pomp
127 ff	<b>Basen odkryty</b>	110 ff	Dobór zbiornika buforowego
130 f	Basen zakryty	165	Dokumentacja
128	Baseny	165	Dokumentacja instalacji
127 ff	Baseny kąpielowe	20 ff	Dostępne promieniowanie słoneczne
183	Bezpieczeństwo pracy instalacji	89	DPL
		89	DR
180f	<b>Cena ciepła</b>		
42	Certyfikaty	178 ff	<b>Ekonomia</b>
26	Charakterystyka kolektorów	140 ff	ESOP
79 f	Charakterystyka pomp		
90 ff	Chłodnica awaryjna	152	<b>Funkcja chłodząca</b>
127	Ciepło procesowe	152	Funkcja interwałów
51	Ciążar śniegu	155 f	Funkcja kontrolna
167	Ciśnienie kontrolne	152	Funkcja odwróconego chłodzenia
162 ff	Ciśnienie napelnienia	152	Funkcja termostatu
163 f	Ciśnienie pracy instalacji		
163 f	Ciśnienie robocze instalacji		
163 f	Ciśnienie statyczne		
163 f	Ciśnienie w instalacji słonecznej		
132	Coefficient od performance	31	<b>Glikol jako środek</b>
132	COP	85 f	Glikol propylenowy
150	Czujnik promieniowania	85 f	Glikol w solarnym czynniku grzewczym
148	Czujnik temperatury		

81	<b>Hamulec grawitacyjny</b>	27	<b>Maksymalna moc</b>
38	Heatpipe	20	Masa powietrza (Air Mass)
147	Histereza	127	Mata absorbera
100 ff	Hydraulika kolektorów	61	Materiał, z którego zbudowany jest zbiornik
		118	Mieszacz termostatyczny
69	<b>Instalacje dwuobiegowe</b>	118	Mieszacz wody użytkowej
69	Instalacje z jednym obiegiem	27	Moc kolektora
101 f	Instalacje z jednym polem kolektorów	93	Moc naczynia schładzającego
68 f	Instalacje z termosyfonem	73	Moc pomp
102 ff	Instalacje z większą ilością pól kolektorów	21	Moc promieniowania
169	Instruowanie użytkownika	89 f	Moc tworzenia pary
68	Istota siły grawitacji	27	Moc zainstalowana
83	Izolacja połączeń rurociągów	82	Mocowanie rurociągów
83 f	Izolacja rurociągów	49	Montaż na fasadzie
		47 f	Montaż na dachu płaskim
42	<b>Jakość</b>	48	Montaż na dachu płaskim, poziomo
		45 f	Montaż na dachu ukośnym
		46	Montaż na dachu/ w połaci dachu
		46	Montaż nad dachem
		46 f	Montaż w połaci dachu
163	<b>Kawitacja</b>	23	<b>Nachylenie płaszczyzny odbiorczej</b>
19	Kąt padania promieni słonecznych	93	Naczynie rozprężne
42	KEA	90 ff	Naczynie schładzające
132 f	Klimatyzacja	90 ff	Naczynie wzbiornicze
132 f	Klimatyzacje	90 ff	Naczynie wzbiornicze
137	Kocioł na biomasę	167 f	Napełnienie instalacji
137	Kocioł na paliwo stałe	20 ff	Napromieniowanie
36 ff	Kolektory	59	Nawarstwianie się temperatury
127	Kolektory nieoszlone	42	Niebieski Anioł
37	Kolektory płaskie		
37 f	Kolektory próżniowo-rurowe	51	<b>Obciążenie wiatrem</b>
154 ff	Konserwacja instalacji słonecznej	73 ff	Obieg kolektorów
162 ff	Konserwacja/serwis	115 f	Obieg rozładowania
166	Kontrola ciśnienia wstępnego	93 ff	Objętość pary
171	Kontrola jakości glikolu	164	Obliczanie ciśnienia wstępnego
42	Kontrola kolektora	74 ff	Obliczanie strat ciśnienia
171	Kontrola ochrony przed mrozem	113 ff	Obwód ładowania
155	Kontrola temperatury	72 ff	Obwód pierwotny
156	Kontrola wydajności instalacji	52 ff	Ochrona odgromowa
179 ff	Koszty	31 f	Ochrona przeciwzamrożeniowa
179	Koszty nakładu	31	Ochrona przed korozją
179	Koszty wytworzenia ciepła	61	Ochrona przed korozją w zbiorniku
179	Koszty związane z działaniem instalacji	53	Ochrona przepięciowa
179 f	Koszty związane z użytkowaniem	118	Ochronny ogranicznik temperatury
		169	Odbiór częściowy
65 ff	<b>Ładowanie warstwowe</b>	169	Oddanie do eksploatacji
65 ff	Ładowanie zbiornika	167 f	Odpowietrzanie instalacji
		84 f	Odpowietrzanie, odpowietrzacz
		85	Odpowietrznik automatyczny

## Załącznik – Wykaz słów kluczowych

48	Odstęp szeregów	145 ff	<b>Regulacja</b>
48	Odstępy pomiędzy rzędami kolektorów	78	Regulacja prędkości obrotowej
148	Ograniczenie temperatury maksymalnej	147	Regulacja różnic temperatury
151	Ogrzewanie uzupełniające, redukcja	146 ff	Regulator
117	Ogrzewanie uzupełniające, regulacja	157	Rozliczenie ciepła generowanego przez instalację słoneczną
86	Olej termiczny	106 ff	Rozplanowanie
74	Opór przepływu	115 f	Rozplanowanie zbiornika buforowego
77	Opór rurociągu	25 f	Różnica temperatury
28	Optymalny uzysk	81	Rurociągi
158 f	Oszczacowanie wydajności		
42	Oznaczenie jakości		
42	Oznaczenie jakości		
88	<b>Parowanie</b>	84 f	<b>Separator powietrza</b>
169	Pierwsza inspekcja	134	Siłownie paraboliczne
107 ff	Planowane zużycie dzienne	172 ff	Skraplanie
110	Planowanie zbiornika typu kombi	42	Skumulowany nakład energii
167	Płukanie instalacji	42	Solar Keymark
71	Płyty wymiennik ciepła	79 f	Solar-Divicon
107 ff	Podgrzew ciepłej wody użytkowej	85 f	Solarny czynnik grzewczy
121 f	Podwyższenie temperatury na powrocie	17	Spektrum promieniowania
96 f	Pojemnik na płyn solarny	79 f	Stacja solarna
102 ff	Pole częściowe	78 ff	Stagnacja
100 ff	Pole kolektorów	18	Stała słoneczna
81	Połączenia rur	128 ff	Stała temperatura basenu
76	Połączenie równoległe kolektorów	44 ff	Statyka
76	Połączenie szeregowo kolektorów	118	STB
156 f	Pomiar wydajności	111	Stopień wykorzystania instalacji
150	Pompa bypass	120	Stopień wykorzystania rocznego
138	Pompa ciepła	60	Straty ciepła w zbiorniku
78 f	Pompa obiegu solarnego	71	Straty ciśnienia zewnętrznego wymiennika ciepła
78	Pompy o wysokiej wydajności	60	Straty konwekcyjne
41	Powierzchnia absorbera	73 f	Strumień objętości w obiegu solarnym
41	Powierzchnia apertury	140 ff	Symulacja
41	Powierzchnia kolektora brutto	140 ff	Symulacja działania instalacji
73	Praca typu high-flow (duży przepływ)	32	System odpływu
73	Praca typu low-flow (niski przepływ)	46	Szczelność
73	Praca typu matched-flow (przepływ zmienny)	40	Szklany absorber
74	Prędkość przepływu		
149	Priorytety pracy	86	<b>Środki ochrony przed korozją w solarnym czynnikiem grzewczym</b>
134	Procesy cieplne w wysokiej temperaturze	31	Środki ochrony przed mrozem
20	Promieniowanie globalne		
167	Próba ciśnienia	27	<b>Temperatura stagnacji</b>
183	Przykrycie kolektora	104	Tuleja zanurzeniowa
90	Przyrost objętości		
94 f	Przyrost objętości	44 ff	<b>Umocowanie kolektora</b>
		162 ff	Uruchomienie
		184 f	Ustawa o oszczędności energii

- 105 Usytuowanie powierzchni kolektorów
- 23 Usytuowanie powierzchni odbiorczej
- 81 Uszczelnienia w obiegu solarnym
- 90 Utrzymanie ciśnienia
- 38 f Uwarstwienie selektywne
- 27 Uzysk energii
- 126 f Użytkowanie w przemyśle
- 93 VSG
- 53 **Wewnętrzna ochrona odgromowa**
- 70 Wewnętrzny wymiennik ciepła
- 87 Własne bezpieczeństwo
- 118 Włączenie cyrkulacji
- 80 Wskaźnik przepływu
- 119 ff Wspomaganie ogrzewania
- 29 Współczynnik pokrycia
- 25 f Współczynnik sprawności kolektora
- 26 Współczynnik sprawności optycznej
- 25 f Współczynniki strat ciepła
- 28 Wydajność kolektora
- 17 Wydajność promieniowania
- 82 Wydłużenie liniowe
- 134 Wykorzystanie wysokiej temperatury
- 74 Wymiarowanie obiegu solarnego
- 70 ff Wymiennik ciepła
- 131 f Wymiennik ciepła do basenów
- 130 Wymiennik ciepła płaszczowo-rurowy
- 45 **Zacienienie**
- 121 f Załadowanie zasobnika
- 104 Zamknięcia w polu kolektora
- 50 Zamocowanie odporne na korozję
- 84 Zamykanie odpowietrznika
- 78 Zamykanie w obiegu pierwotnym
- 152 Zapobieganie stagnacji
- 184 f Zarządzenia o oszczędzaniu energii
- 89 f Zasięg rozprzestrzeniania się pary
- 112 f Zasobnik c.w.u., montaż
- 138 Zasobnik pompy ciepła
- 58 f Zawartość energii w zasobnikach
- 102 ff Zawory wyrównujące przepływ (zawory różnicowe)
- 96 Zawór bezpieczeństwa
- 81 Zawór dwudrożny
- 81 Zawór zwrotny
- 62 ff Zbiornik
- 62 Zbiornik biwalentny
- 63 Zbiornik buforowy
- 63 Zbiornik buforowy
- 64 Zbiornik do zewnętrznego załadunku
- 108 f Zbiornik dodatkowy
- 62 Zbiornik monowalentny (jednowężownicowy)
- 64 Zbiornik typu kombi
- 62 ff Zbiornik z wewnętrznym wymiennikiem ciepła
- 52 f Zewnętrzna ochrona
- 71 Zewnętrzny wymiennik ciepła
- 81 Zła cyrkulacja w obiegu solarnym
- 60 Zła cyrkulacja w zasobniku
- 134 Zwierciadło wklęsłe (paraboliczne)
- 99 ff Zwymiarowanie elementów instalacji
- 120 Zwymiarowanie instalacji słonecznej wspomagającej ogrzewanie pomieszczeń
- 74 Zwymiarowanie rurociągów



## Zakłady firmy Viessmann

Wytwarzać ciepło w sposób komfortowy, ekonomiczny, chroniący środowisko naturalne i dostarczać je zgodnie z zapotrzebowaniem – przedsiębiorstwo rodzinne Viessmann już od trzech pokoleń czuje się zobowiązane do wypełniania tego zadania.

Opracowując cały szereg znakomitych produktów i rozwiązań firma Viessmann stale stawia kamienie milowe, które uczyniły z niej pioniera w zakresie technologii i inicjatora wielu działań całej branży.

Posiadając 17 zakładów w Niemczech, Austrii, Francji, Kanadzie, Polsce, na Węgrzech, w Szwajcarii i w Chinach, sieć dystrybucyjną w 37 krajach, oraz 120 oddziałów handlowych na całym świecie, firma Viessmann ma wybitnie międzynarodowy charakter.

### Firmy wchodzące w skład grupy

Viessmann jest przedsiębiorstwem rodzinnym, które do chwili obecnej rozwinęło się prawie wyłącznie o własnych siłach. W międzyczasie do naszego rozwoju przyczyniło się także przejmowanie innych firm. Dziś do Grupy Viessmann należą wyspecjalizowane firmy produkujące urządzenia grzewcze opalane drewnem KÖB i MAWERA, producent pomp ciepła KWT, przedsiębiorstwo ESS wytwarzające bloki kogeneracyjne oraz firmy BIOFERM i SCHMACK, które są wiodącymi oferentami instalacji biogazowych.

### Kompetencje

Wykształcenie i doksztalcanie coraz bardziej zyskują na znaczeniu. Już na początku lat 60-tych postawiliśmy sobie za zadanie zaferowanie naszym kompetentnym partnerom technicznym odpowiednio dostosowanego programu doksztalcania. Dziś Viessmann dysponuje nowoczesnym, nie mającym równego sobie centrum informacji w siedzibie przedsiębiorstwa w Allendorf (Eder): w Akademii Viessmann szkoli się co roku ponad 70000 partnerów technicznych, aktualizując w ten sposób stan swojej wiedzy.

### Centrala energetyczna przyszłości

W ramach całościowego projektu ochrony klimatu, firma Viessmann zbudowała centralę energetyczną, która w całości została oparta na technologiach chroniących klimat. Obejmują one wytwarzanie energii, jej wykorzystanie i produkcję w zakładach Allendorf (Eder).

W rezultacie zaoszczędzono 40% zużywanej dotąd w zakładach energii, pochodzącej ze źródeł kopalnych, a emisja CO<sub>2</sub> zmniejszyła się o jedną trzecią.

### Odpowiedzialność

Viessmann poczuwa się do swojej odpowiedzialności społecznej i socjalnej. Pracownicy w firmie Viessmann tworzą, działający na skalę globalną, zespół, którego charakter określa lojalność, niezawodność i odpowiedzialne postępowanie każdego z osobna. Zwracamy uwagę na to, aby wszystkie procesy były nieszkodliwe dla środowiska naturalnego i promujemy stosowanie energii odnawialnych. Ponadto angażujemy się w działania związane z nauką, sztuką i kulturą, oraz od wielu lat zajmujemy się z powodzeniem na skalę międzynarodową sponsoringiem sportowym.



Firma Viessmann zdobyła Nagrodę Zrównoważonego Rozwoju w dziedzinie ochrony środowiska i efektywnego wykorzystania zasobów naturalnych.

## Viessmann Group





Kotły olejowe niskotemperaturowe i kondensacyjne

13 – 20 000 kW



Kotły gazowe niskotemperaturowe i kondensacyjne

4 – 20 000 kW



Instalacje solarne i systemy fotowoltaiczne



Domy jednorodzinne



Domy wielorodzinne



Obiekty przemysłowe i użytkowe



Lokalne sieci ciepłownicze



## Indywidualne rozwiązania w ramach efektywnych systemów

Systemy grzewcze o zapewnionej przyszłości, dla wszystkich nośników energii i obszarów zastosowań.

### Kompletny program firmy Viessmann

Viessmann jest liderem postępu technologicznego w branży grzewczej. Kompletny program firmy Viessmann oferuje Państwu indywidualne rozwiązania w ramach efektywnych systemów - dla wszystkich obszarów zastosowań i wszystkich nośników energii. Jako pionier ochrony środowiska, nasza firma dostarcza już od lat szczególnie efektywne i ekologiczne systemy grzewcze wykorzystujące jako paliwo olej i gaz, kolektory słoneczne, systemy grzewcze na paliwa odnawialne oraz pompy ciepła.

Kompletny program produktów firmy Viessmann oferuje najwyższej jakości technologie i wyznacza standardy gwarantujące komfort cieplny. Wysoka efektywność energetyczna pozwala oszczędzać koszty ogrzewania i stanowi właściwy wybór również z ekologicznego punktu widzenia. Wszystkie produkty firmy Viessmann odpowiadają obowiązującym dyrektywom europejskim, dotyczącym redukcji zanieczyszczenia środowiska przez emisje substancji szkodliwych do atmosfery. Viessmann tradycyjnie bierze odpowiedzialność za ochronę środowiska i maksymalne poszanowanie zasobów natury, stosując najlepszą, dostępną technikę tworzenia komfortu cieplnego.



Olej



Gaz



Instalacje słoneczne



Biomasa



Ciepło z natury





Technika opalania drewnem, kogeneracja i wytwarzanie biogazu



Pompy ciepła: solanka, woda i powietrze

1,5 – 1 500 kW

Klimatyzacja

Komponenty systemowe



Kompletny program firmy Viessmann – indywidualne rozwiązania w ramach efektywnych systemów, dla wszystkich nośników energii i wszystkich obszarów zastosowań

## Indywidualne, ekonomiczne rozwiązania

Viessmann posiada odpowiednie kompletne systemy grzewcze dopasowane do różnorodnych potrzeb, kotły wiszące lub stojące, w indywidualnych kombinacjach, przyszłościowe i ekonomiczne. Tak dla domów jednorodzinnych i dwurodzinnych, jak i dużych budynków mieszkalnych, obiektów przemysłowych i użytkowych, czy też lokalnych sieci ciepłowniczych. Nie ma też znaczenia, czy instalacja przewidziana ma być do nowego obiektu, czy do modernizacji.

Firma Viessmann tworzy innowacyjne i kompletne systemy grzewcze, przekonujące najwyższą jakością, efektywnością energetyczną jak i długowiecznością. Wiele z naszych produktów stało się kamieniami milowymi rozwoju branży grzewczej.



Domy jednorodzinne



Domy wielorodzinne



Obiekty przemysłowe i użytkowe



Lokalne sieci ciepłownicze

# Impressum

## **Planungshandbuch Solarthermie**

Herausgeber  
Viessmann Werke, Allendorf (Eder)

Redaktion & Gestaltung  
solarcontact, Hannover

Gesamtherstellung  
Grafisches Centrum Cuno, Calbe (Saale)

© 2008 Viessmann Werke

## **Quellenangaben**

Soweit hier nicht anders angegeben,  
stammen alle Grafiken und Fotos von  
Viessmann.

S. 14 Photocase.de/Andreas Mang  
S. 16 Fotolia.com/Sandra Cunningham  
A.1.1-1 target GmbH/ISFH (bearbeitet)  
A.1.1-3 target GmbH (bearbeitet)  
A.1.1-5 target GmbH (bearbeitet)  
A.1.2-1 target GmbH (bearbeitet)  
A.1.2-2 target GmbH (bearbeitet)  
A.1.2-3 target GmbH (bearbeitet)  
A.1.2-4 DWD (bearbeitet)  
A.1.2-5 DWD (bearbeitet)  
B.3.4-1 Tyforop Chemie GmbH  
C.2.6-1 Getty Images













climate of innovation

Viessmann sp. z o.o.

ul. Karkonoska 65

53-015 Wrocław

tel. 71/36 07 100

fax 71/36 07 101

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

Infolinia serwisowa:

tel. 801/ 0801 24

tel. 32/ 22 20 370