

Energia słoneczna w budownictwie

3 – 4 listopada 2010 roku
Wrocław

VIII Dni Oszczędzania Energii



Usłonecznienie

- Usłonecznienie (roczna suma usłonecznienia) określa średnią (w danym okresie) liczbę godzin z bezpośrednią widoczną operacją słoneczną.
- Usłonecznienie zależy od czynnika astronomicznego, jakim jest długość dnia oraz od zachmurzenia i przezroczystości atmosfery. Obejmuje ono średnio około 18% roku, co odpowiada 1580 godzinom. Sumy roczne usłonecznienia w Warszawie wahały się od 1241 do 1898 godzin w mijającym stuleciu, średnio 1600 godzin/rok.

Natężenie promieniowania słonecznego

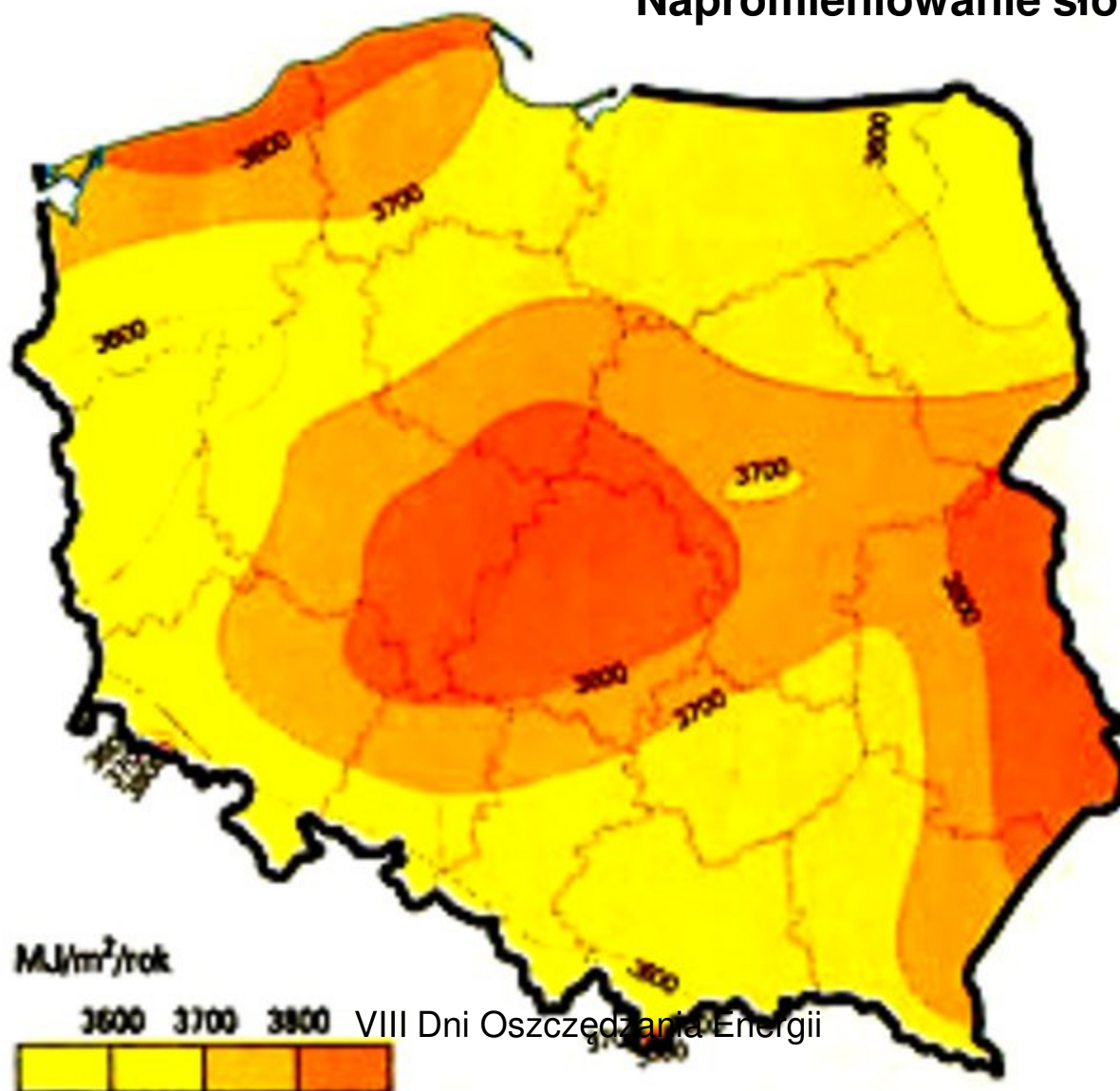
- Ilość energii słonecznej docierającej w ciągu jednej sekundy na powierzchnię jednego metra kwadratowego, prostopadłą do kierunku promieniowania i leżącą poza atmosferą (tzw. promieniowanie pozaziemskie) w średniej odległości Ziemi od Słońca (149,5 mln km) nazywa się **stałą słoneczną o wartości 1367 W/m²**
- Najwyższe natężenie promieniowania słonecznego bezpośredniego stwierdzono na Kasprowym Wierchu – ok. 1200 W/m², natomiast nad morzem maksymalna jego wartość wynosiła 1050 W/m². Dla przeważającej części kraju, w tym dla Polski Środkowej, wartości te rzadko przekraczają 1000 W/m². Najczęściej notowane wartości promieniowania bezpośredniego wynoszą 600 – 800 W/m².

Napromieniowanie słoneczne

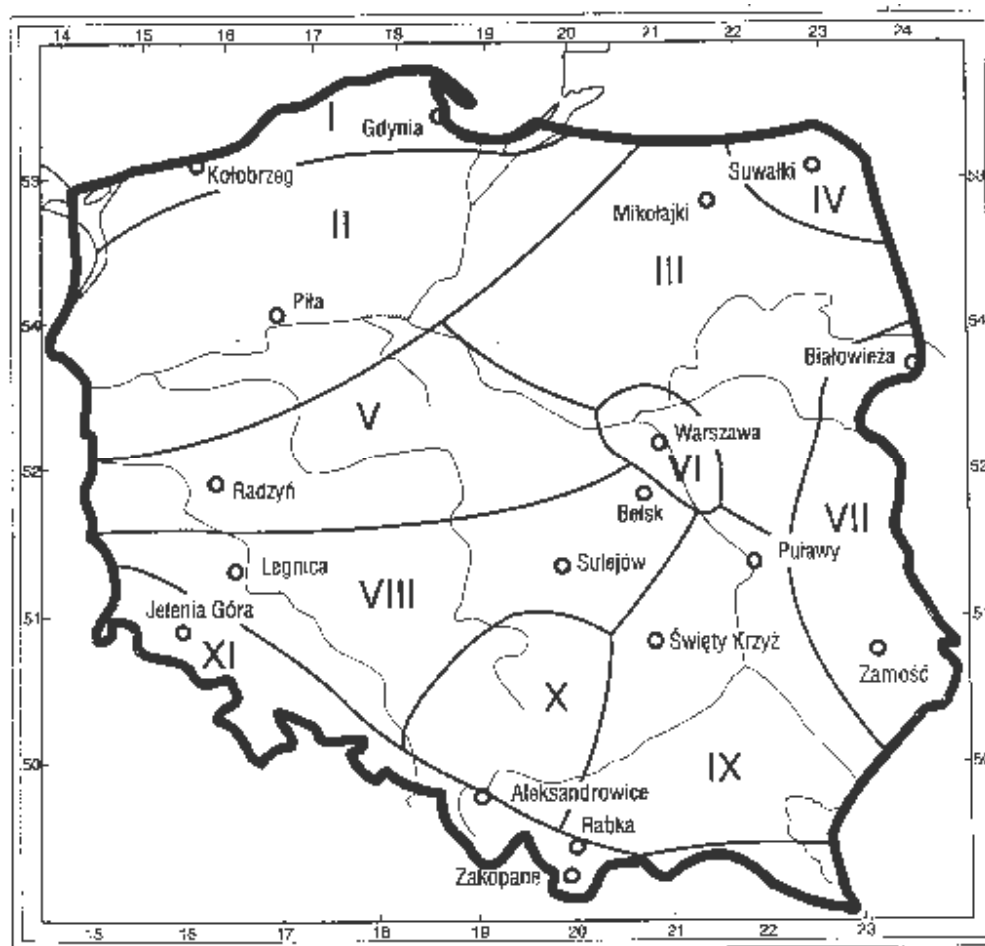
- Dla Polski można przyjąć wartość napromieniowania całkowitego 3600 MJ/m^2 w ciągu roku. Centralne obszary Polski otrzymują około 40% promieniowania pozaziemskiego, to jest ok. 3480 MJ/m^2 na rok. Udział promieniowania rozproszonego waha się od 47% w miesiącach letnich do ok. 70% w grudniu, dając przeciętną ok. 50% w skali całego roku.
- Najniższe sumy miesięczne występują w grudniu (ok. 1,3% sumy rocznej), najwyższe zaś w czerwcu i lipcu (po ok. 16%). Okres od maja do czerwca obejmuje ok. 58% rocznej sumy promieniowania, natomiast od listopada do lutego – tylko 8%.

Dostępność energii słonecznej w warunkach krajowych

Napromieniowanie słoneczne



Dostępność energii słonecznej w warunkach krajowych



Regiony helioenergetyczne Polski.
VIII Dni Oszczędzania Energii

Dostępność energii słonecznej w warunkach krajowych

- ***Regionalizacja helioenergetyczna Polski***
- Wydziela się 11 regionów, które można uszeregować pod względem przydatności dla potrzeb energetyki słonecznej w następujący sposób:
 - I – Nadmorski
 - VII – Podlasko-Lubelski
 - VIII – Śląsko-Mazowiecki
 - IX – Świętokrzysko-Sandomierski
 - III – Mazursko-Siedlecki
 - V – Wielkopolski
 - II – Pomorski
 - XI – Podgórski
 - IV – Suwalski
 - VI – Warszawski
 - X – Górnośląski

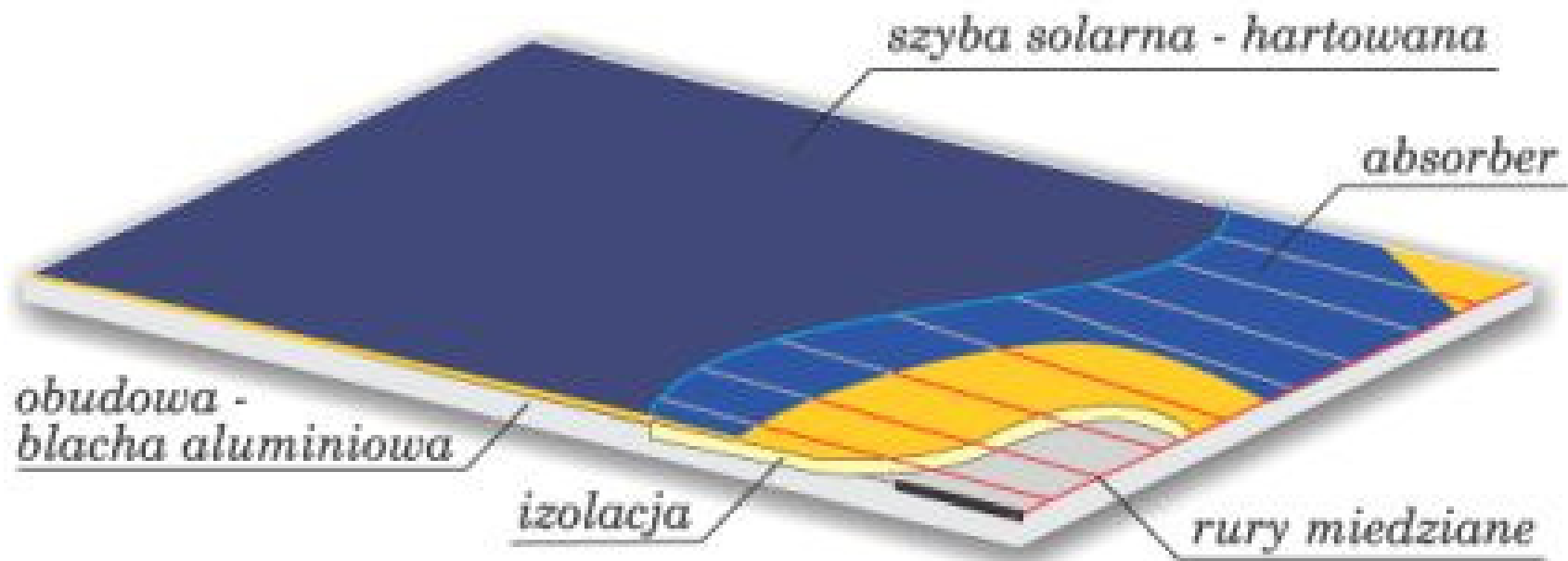
Dostępność energii słonecznej w warunkach krajowych

	kWh/m²/rok a=0°	kWh/m²/rok a=30°
Mikołajki	1067	1216
Warszawa	989.9	1164
Zakopane	999.4	1128

Dostępność energii słonecznej w Europie

	kWh/m ² /rok a=0°	kWh/m ² /rok a=30°
Wielka Brytania	770-1070	910-1250
Holandia	960-1000	1104-1146
Hiszpania	1160-1730	1264-1955
Włochy	1272-1667	1443-1900
Grecja	1357-1479	1689-1849
Niemcy	767-1037	856-1204
Francja	1090-1520	1245-1762
Irlandia	984-1030	1133-1226
Dania	1020	1205
Szwajcaria	1141-1367	1302-1650
Belgia	958-1059	1087-1216
Austria	1264	1465

Budowa kolektora słonecznego



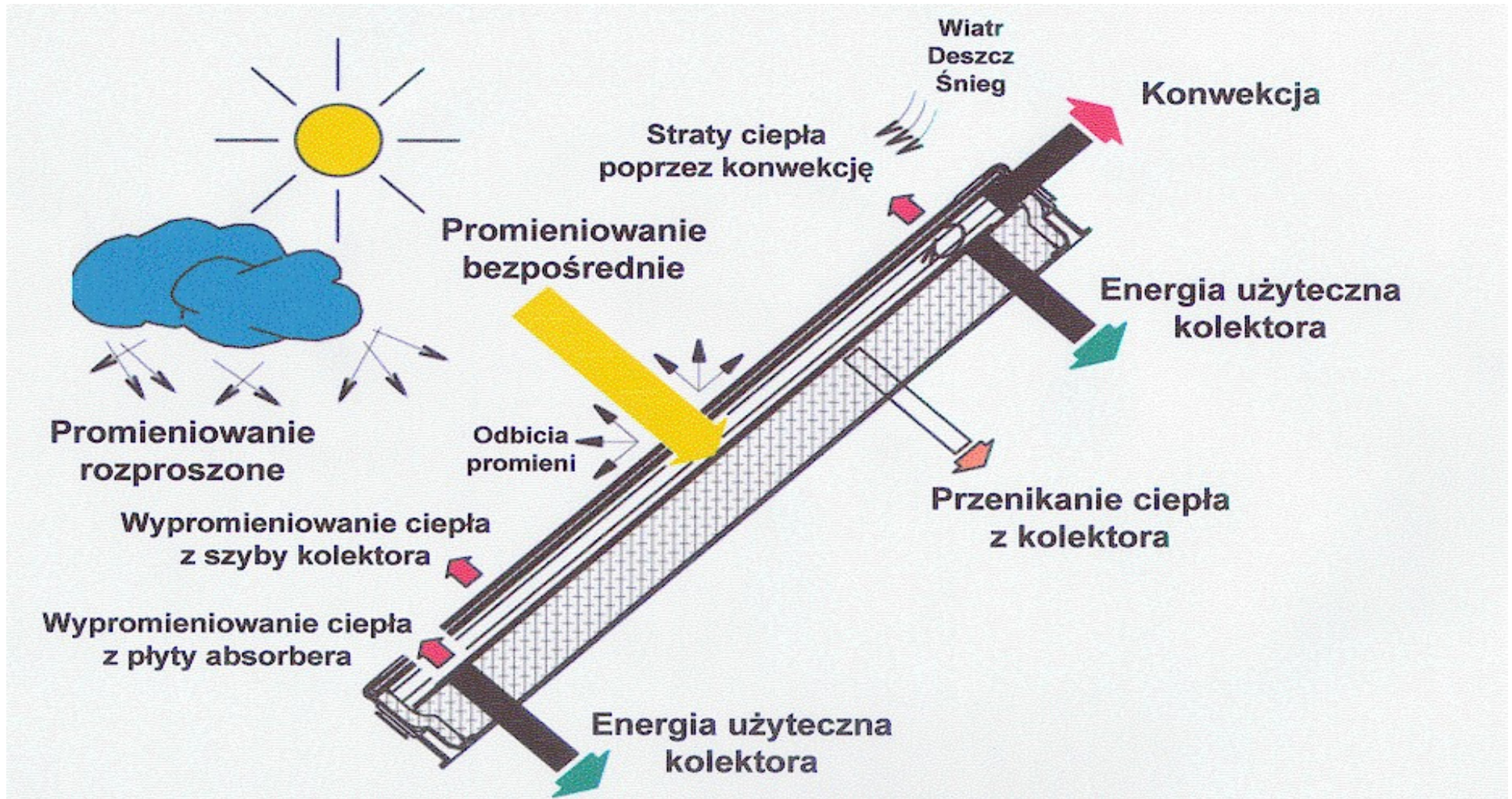
Elementy płaskiego cieczowego kolektora słonecznego

- **absorber**, najistotniejsza część kolektora, którego głównym zadaniem jest absorpcja, czyli pochłanianie energii promieniowania słonecznego i przekazanie jej czynnikowi transportującemu ciepło; absorber to zazwyczaj płyta metalowa pomalowana na czarno połączona z kanałami przepływowymi, przez które przepływa czynnik roboczy
- **osłona przezroczysta**, która chroni absorber przed stratami ciepłymi do otoczenia od powierzchni zewnętrznej wystawionej bezpośrednio na czynniki atmosferyczne, w tym przede wszystkim temperatury powietrza atmosferycznego
- **izolacja cieplna**, która chroni absorber przed stratami ciepłymi do otoczenia, od dołu i z boków (w przypadku systemów zintegrowanych jest to połąć dachu);
- **obudowa zewnętrzna** (metalowa lub plastikowa).

Rodzaje absorberów

- absorber serpentynowy, w którym występują uzwojenia w kształcie serpentyny;
- absorber, w którym występują uzwojenia w postaci rur równoległych pionowych z poziomymi rurami łączącymi (dolną i górną);
- absorber, w którym występują uzwojenia w postaci rur równoległych poziomych z pionowymi rurami łączącymi (skrajnymi);
- absorber typu „sandwich”, składający się z dwóch arkuszy blachy termicznie zgrzewanych na końcach.

Wymiana ciepła w kolektorze



Sprawność cieplna kolektora słonecznego

$$\eta = \frac{Q_{u\dot{z}}}{Q_{dost}} = \frac{\dot{m} c_w (t_{fo} - t_{fi})}{A G}$$

$\dot{m}$ – masowe natężenie przepływu wody

c_w – ciepło właściwe wody

t_{fo} – temperatura wody wylotowej z kolektora

t_{fi} – temperatura wody wlotowej do kolektora

A – powierzchnia absorbera kolektora

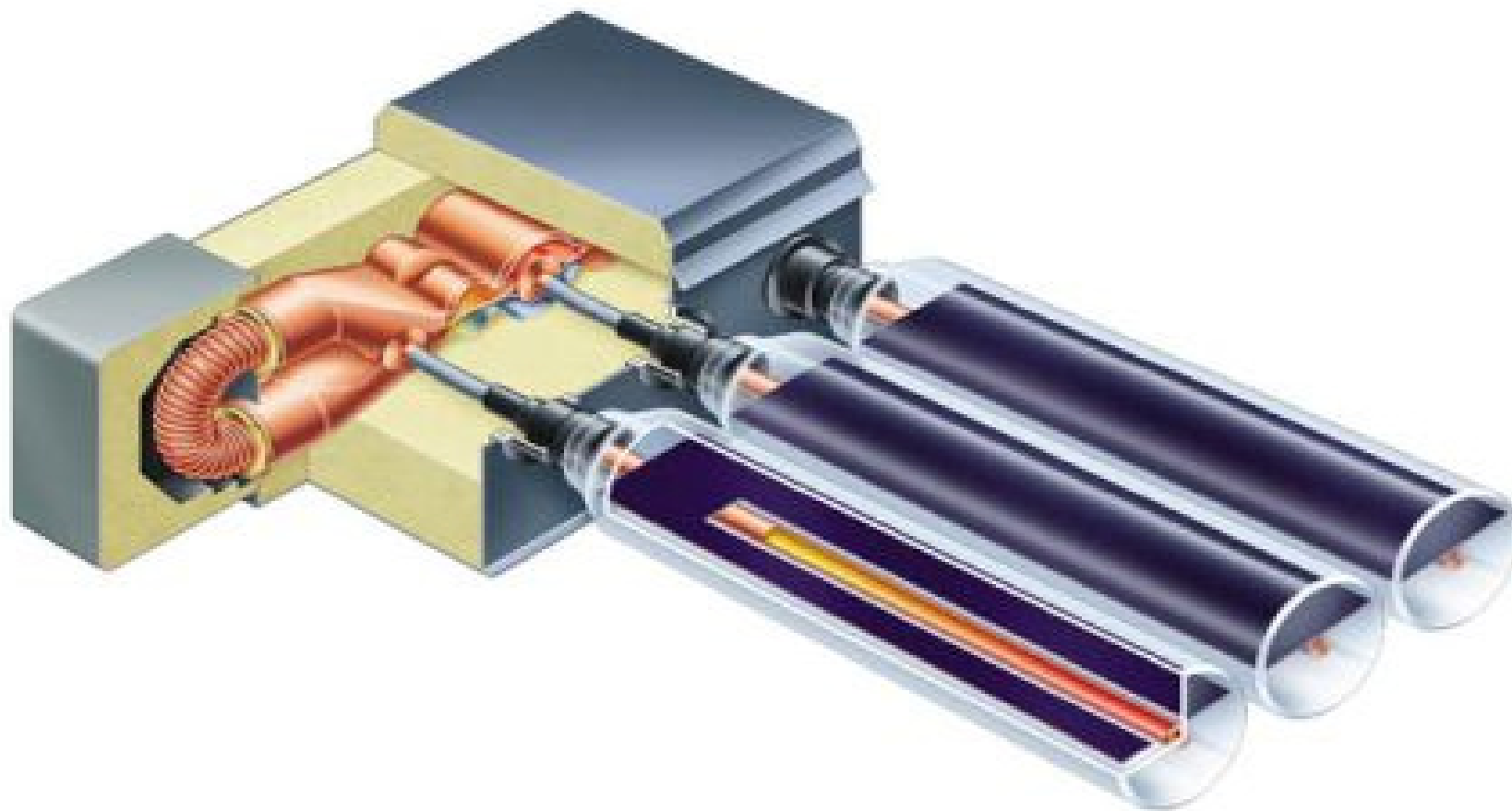
G – gęstość strumienia energii promieniowania słonecznego docierającego do frontowej powierzchni kolektora

Kolektory słoneczne

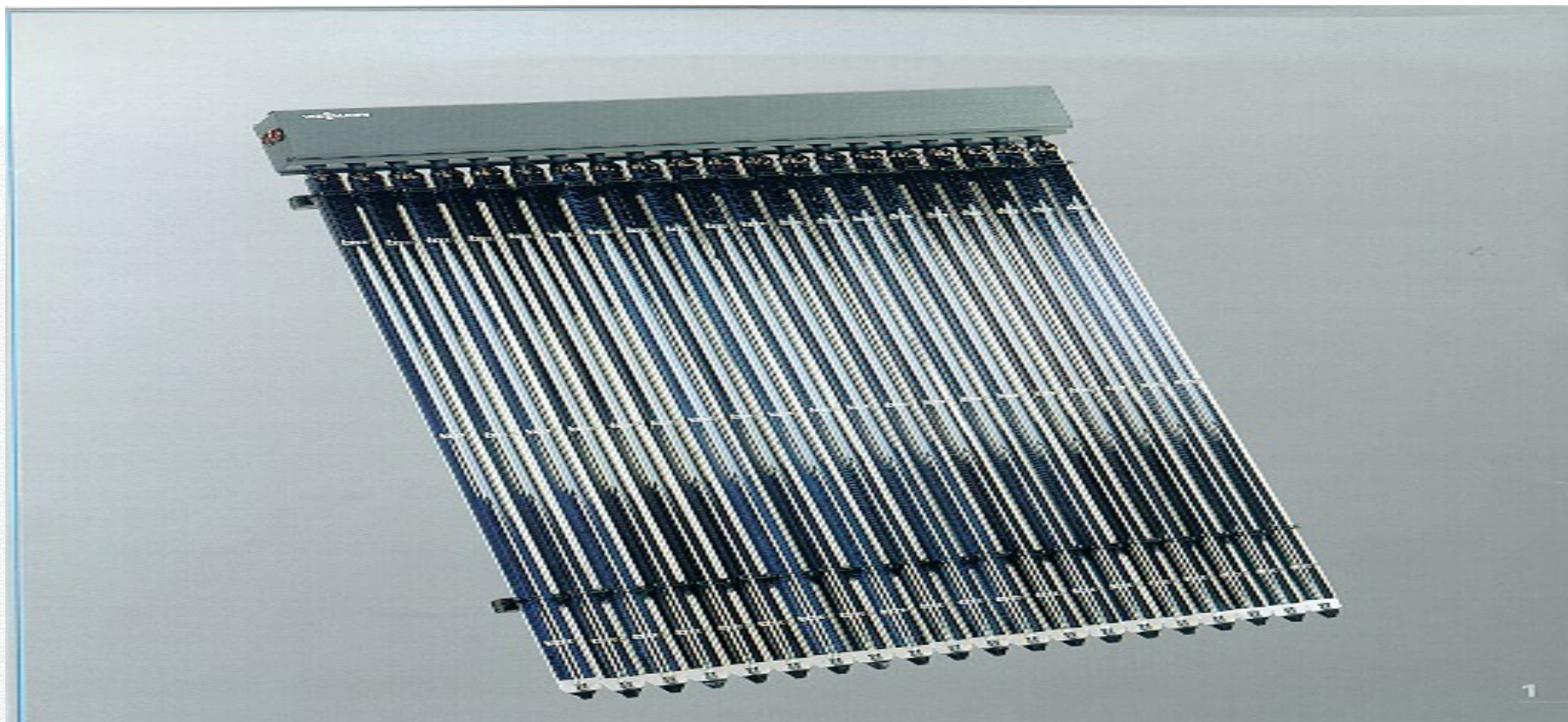
- Płaskie kolektory cieczowe
- Kolektory próżniowe
- Kolektory z rurą ciepła
- Niskotemperaturowe kolektory – absorbery
- Kolektory powietrzne
- Cieczowe kolektory magazynujące (pojemnościowe)

Kolektor próżniowy z rurą ciepła

Źródło Viessmann



VIII Dni Oszczędzania Energii



1



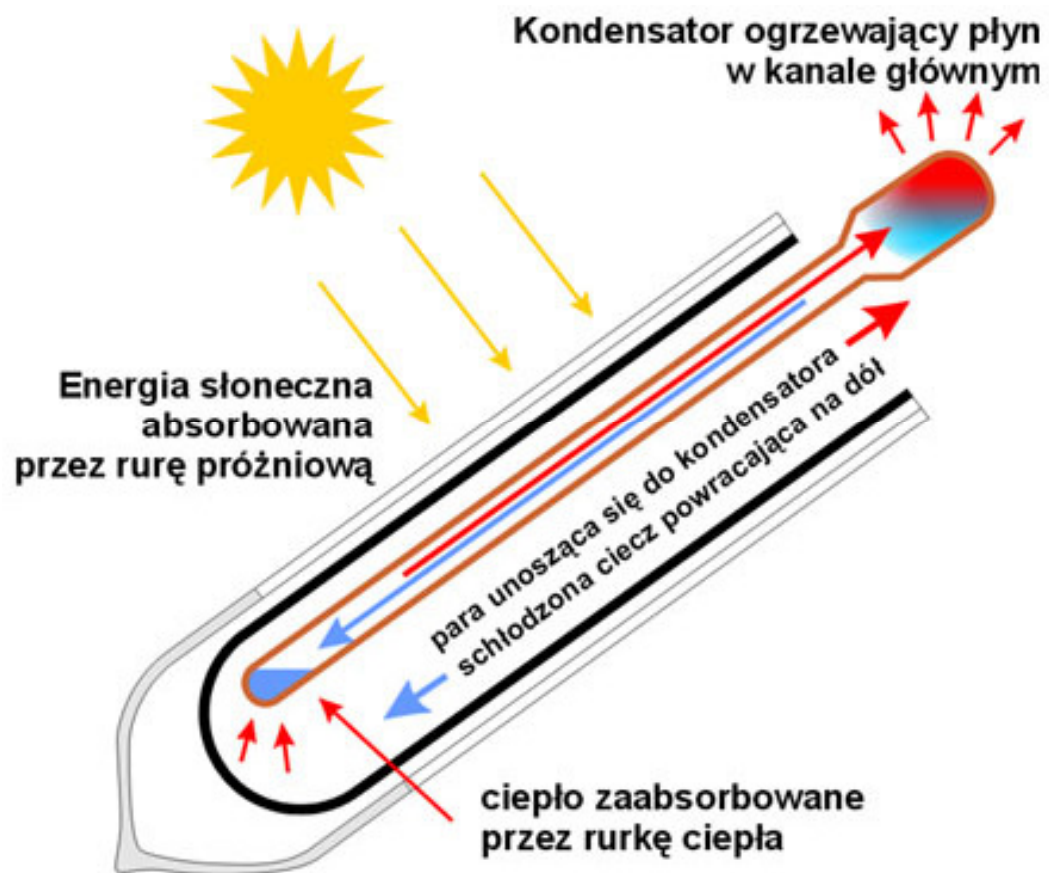
3

Źródło Viessmann

VIII Dni Oszczędzania Energii

Zasada działania kolektora słonecznego z rurą ciepła

(źródło www.xenergy.pl)

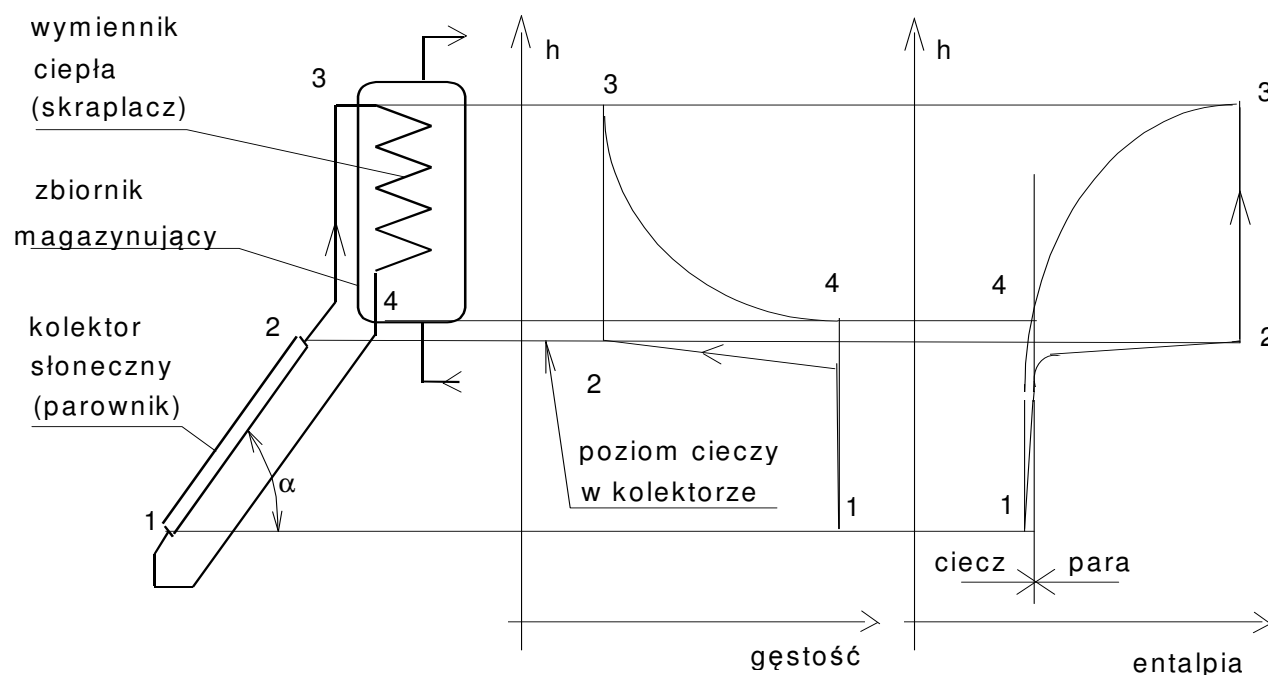


VIII Dni Oszczędzania Energii

Niskotemperaturowe rury ciepła LHP (low-temperature heat pipe, rury Perkinsa)

- **Rura ciepła** - zamknięta pętla obwodu kolektorowego z czynnikiem roboczym znajdującym się w stanie równowagi fazowej ciecz - para.
- Przepływ pary w kierunku odwrotnym - ze skraplacza do kolektora, nie jest możliwy. Wobec bardzo małej przewodności pary można przyjąć, że **nie ma przepływu ciepła ze zbiornika do kolektora**.
- Ilość energii transportowanej z kolektora do zbiornika magazynującego danego systemu grzewczego zależy od wydatku masowego przepływającej pary oraz czynnika wypełniającego obwód..

Schemat instalacji termosyfonowej wraz z podstawowymi oznaczeniami



Właściwości energetyczne układu

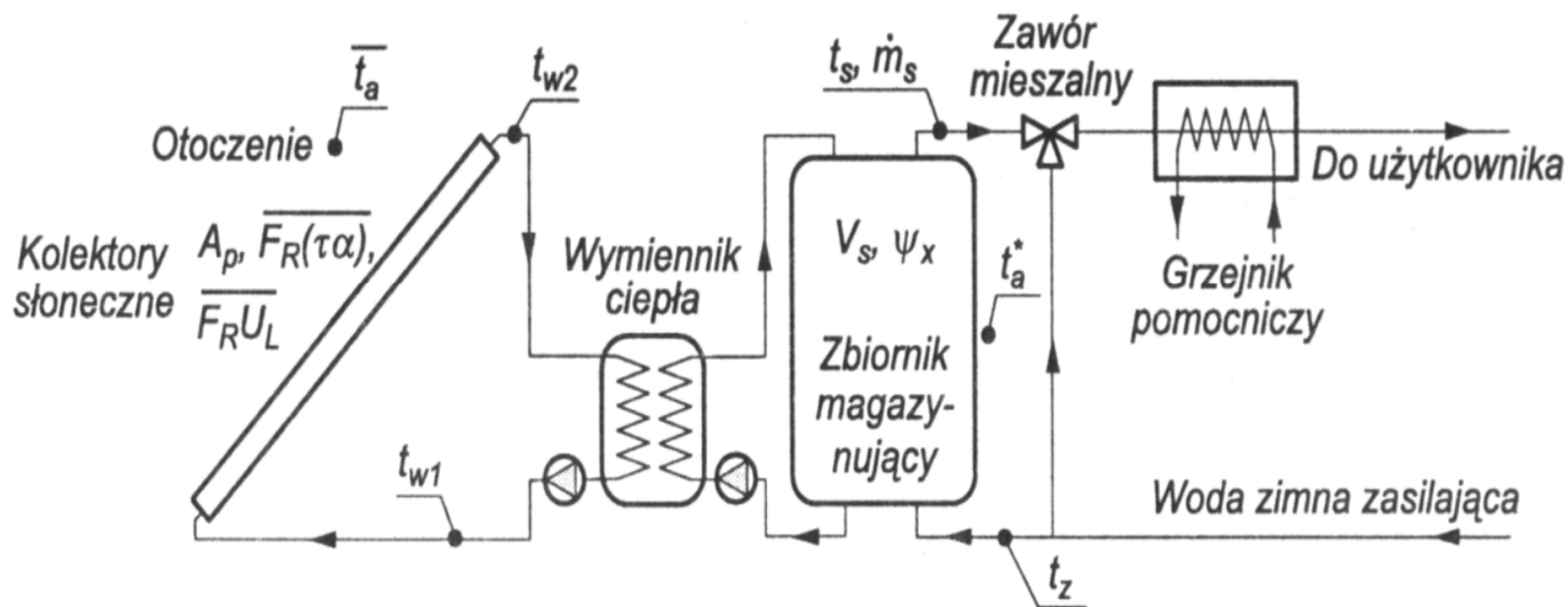
- **przekazywanie energii z kolektora do zbiornika akumulacyjnego jest jednokierunkowe (dioda cieplna)** - nie jest możliwa utrata energii zmagazynowanej
- **samodopasowywanie się układu do panujących warunków** - układ pracuje w szerokim zakresie wartości promieniowania i temperatury otoczenia, jeżeli tylko temperatura kolektora przekracza temperaturę wody w zbiorniku,
- **wysokie współczynniki przejmowania ciepła przy przemianach fazowych** (wrzenie, skraplanie) są średnio o dwa rzędy wyższe, niż przy konwekcji swobodnej - do rozpoczęcia pracy układu wymagana więc jest znacznie mniejsza różnica temperatury pomiędzy kolektorem a zbiornikiem magazynującym
- praktycznie **izotermiczna powierzchnia absorbera** w kierunku przepływu czynnika roboczego,
- **mniejszy udział pojemności cieplnej czynnika** transportującego energię w pojemności cieplnej całej instalacji

Czynniki robocze stosowane w rurach ciepła niskotemperaturowych

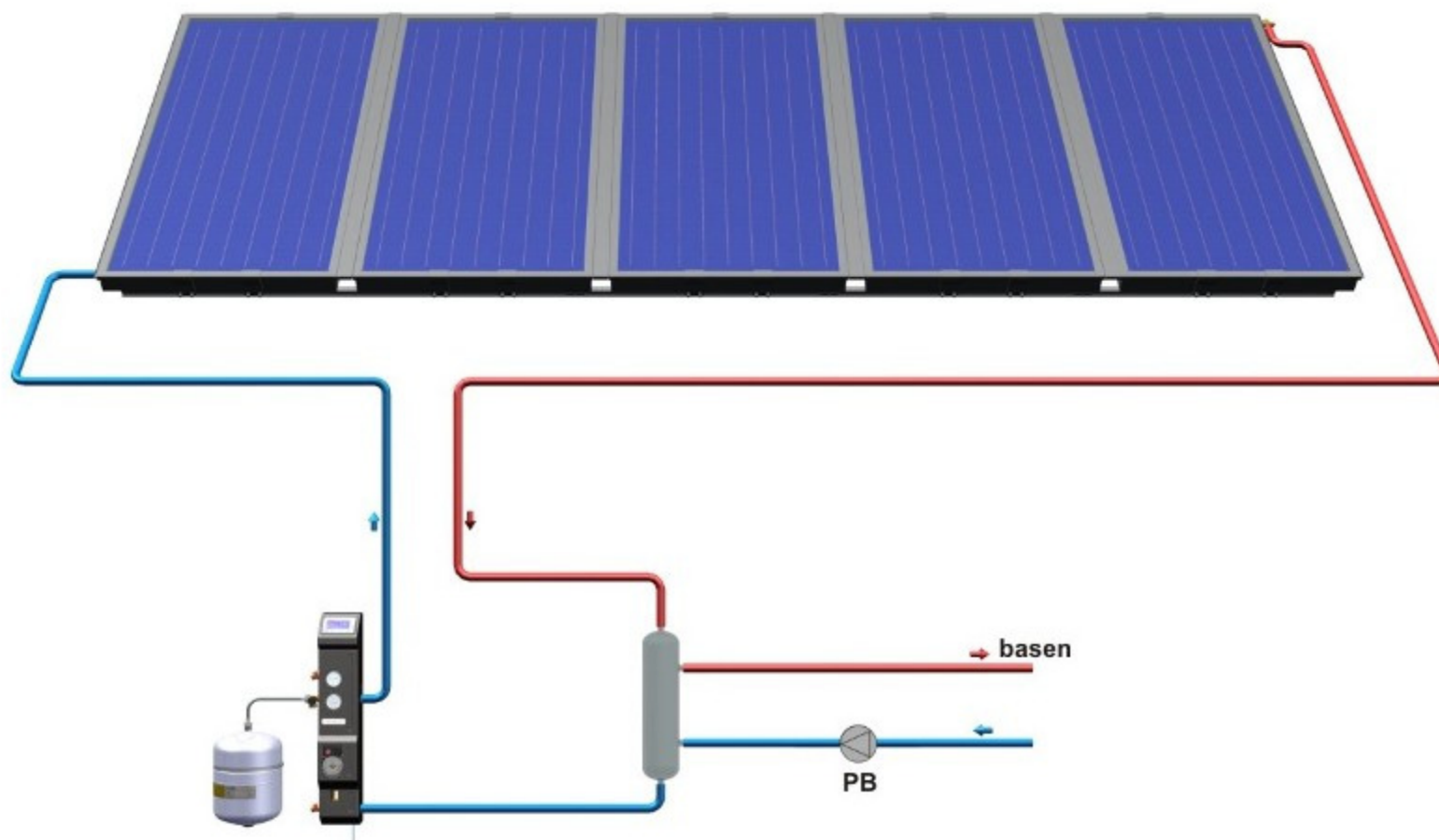
- woda
- amoniak
- freony
- alkohole
- węglowodory
aromatyczne

Cecha
charakterystyczna:
izotermiczność
przemian fazowych
parowania
skraplania

Instalacja ciepłej wody użytkowej

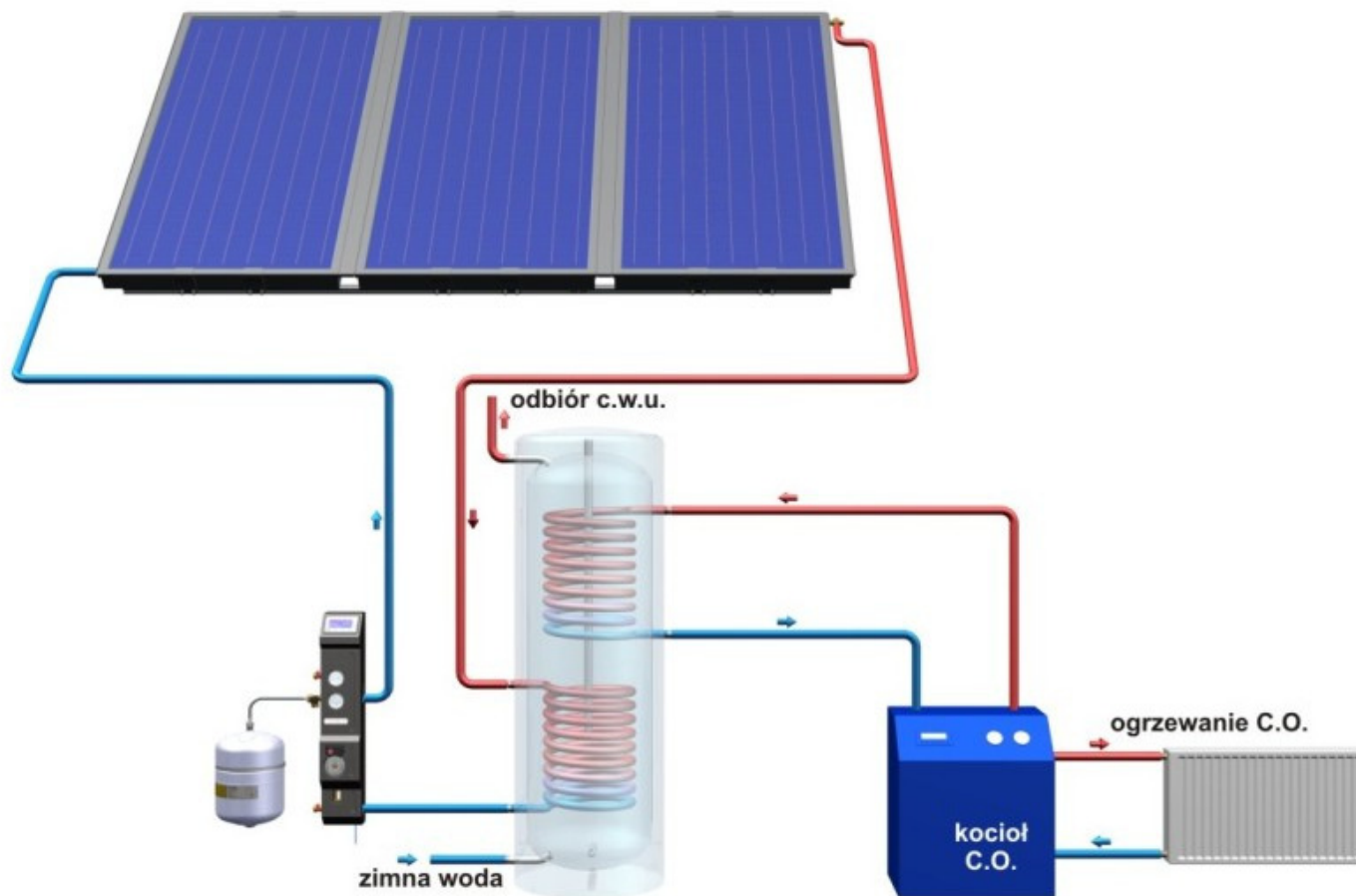


Schemat podstawowej instalacji dla basenu kąpielowego (źródło HEWALEX)



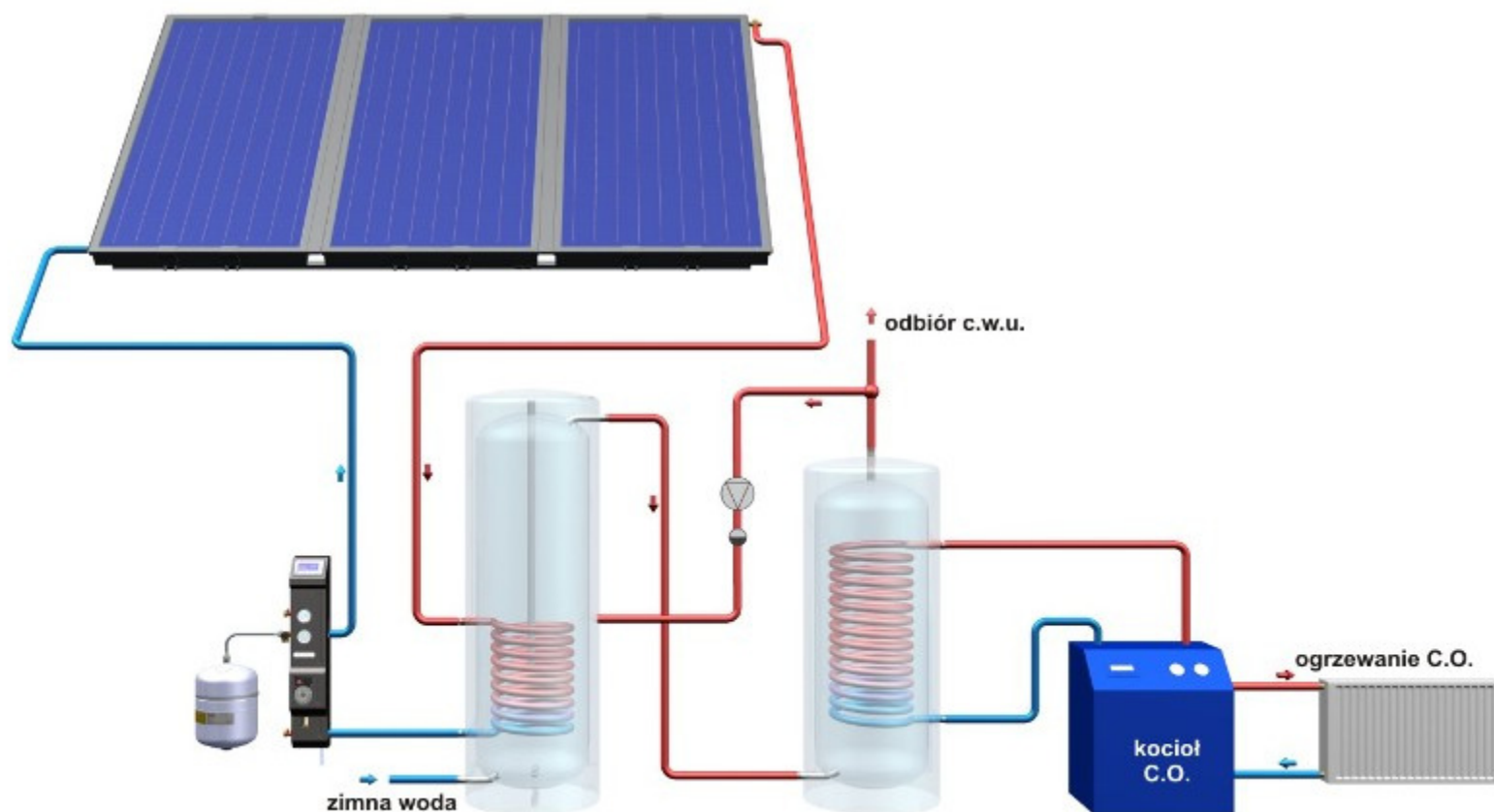
VIII Dni Oszczędzania Energii

Schemat podstawowej instalacji dla ciepłej wody użytkowej (źródło HEWALEX)



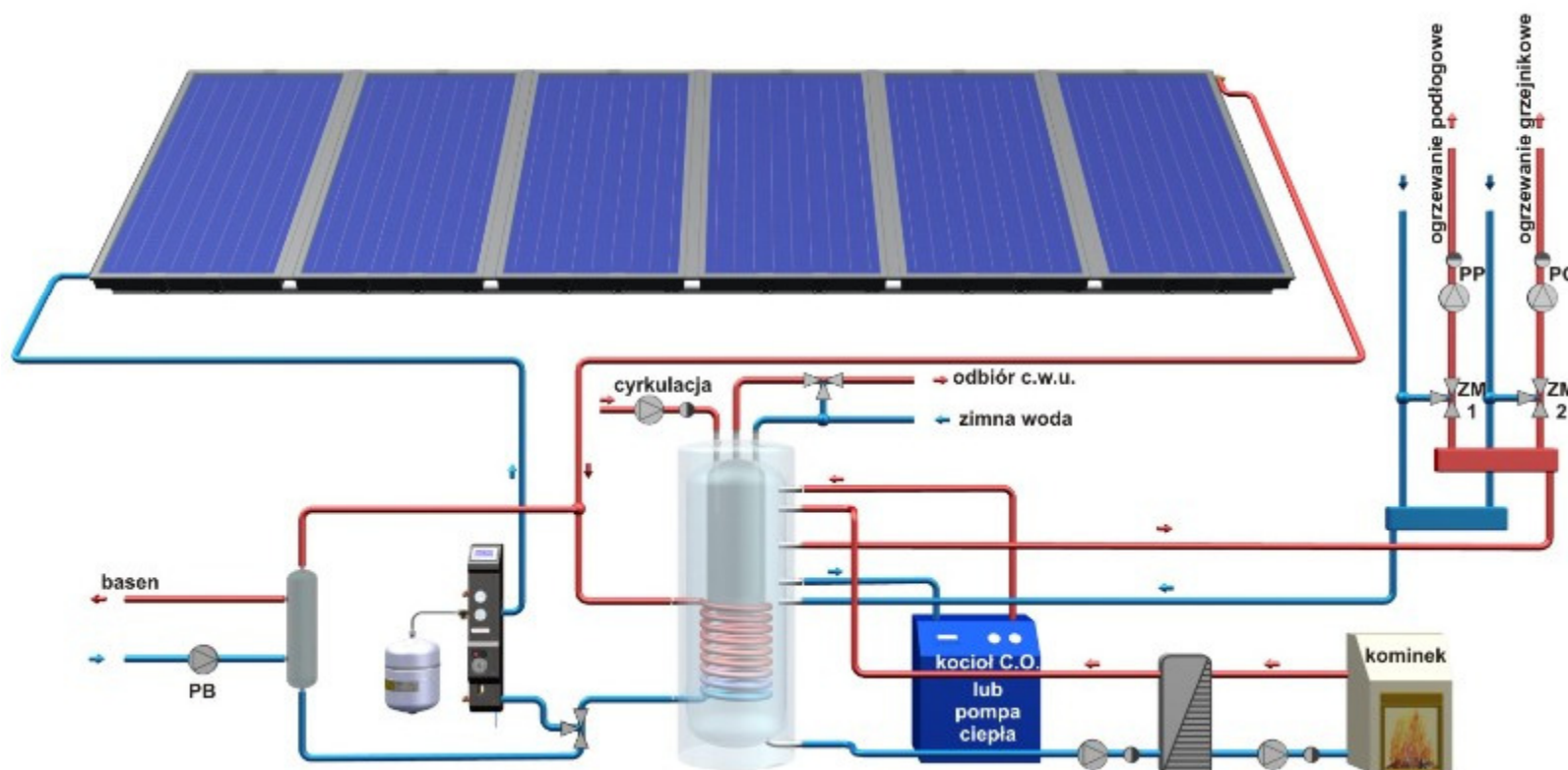
VIII Dni Oszczędzania Energii

Schemat instalacji dla ciepłej wody użytkowej przy wykorzystaniu osobnego podgrzewacza (źródło HEWALEX)

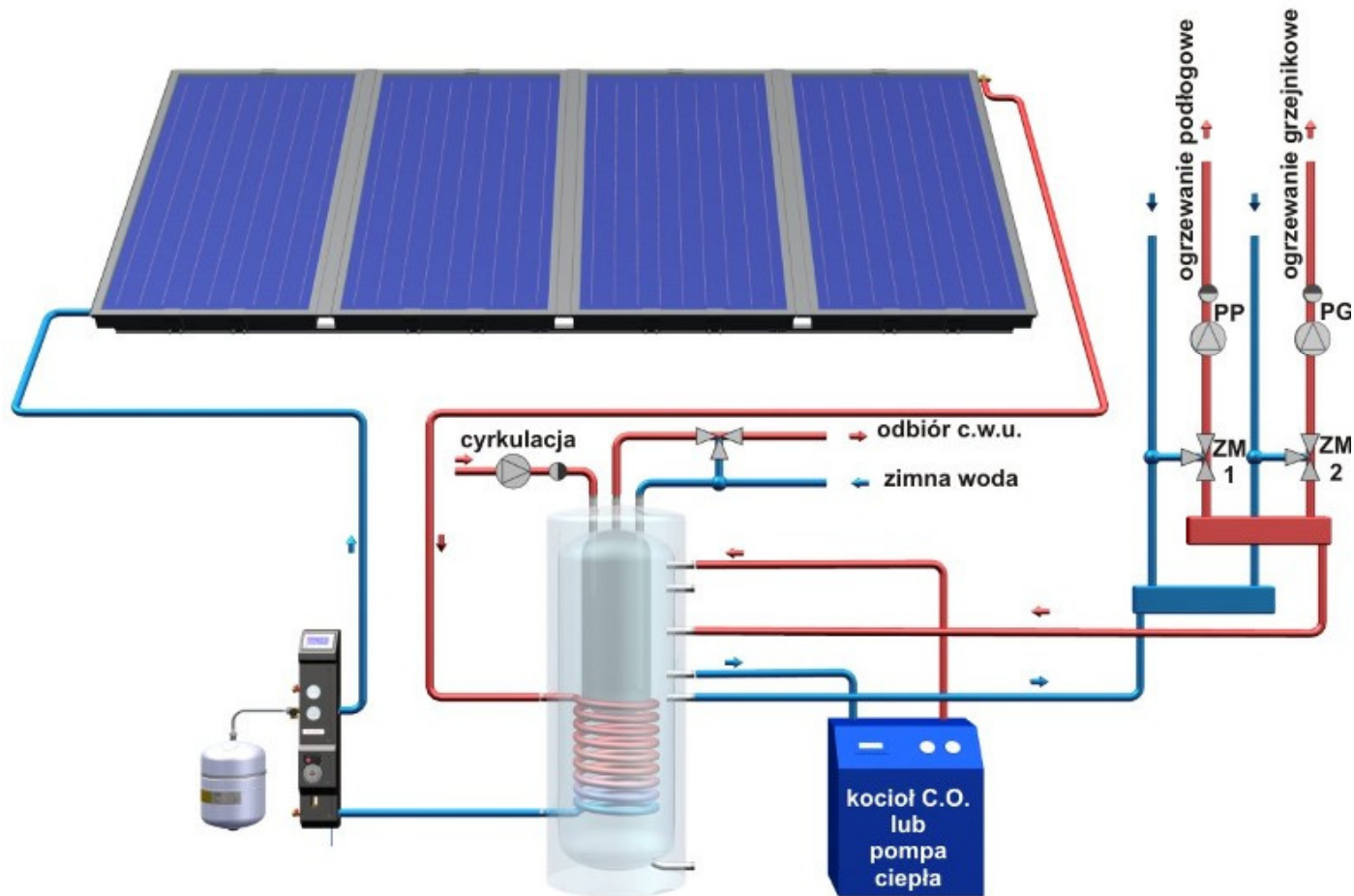


VIII Dni Oszczędzania Energii

Schemat kompleksowej instalacji dla ciepłej wody użytkowej, basenu kąpielowego i wspomaganie ogrzewania budynku zasilanej energią z baterii kolektorów, kotła CO i kominka (źródło HEWALEX)

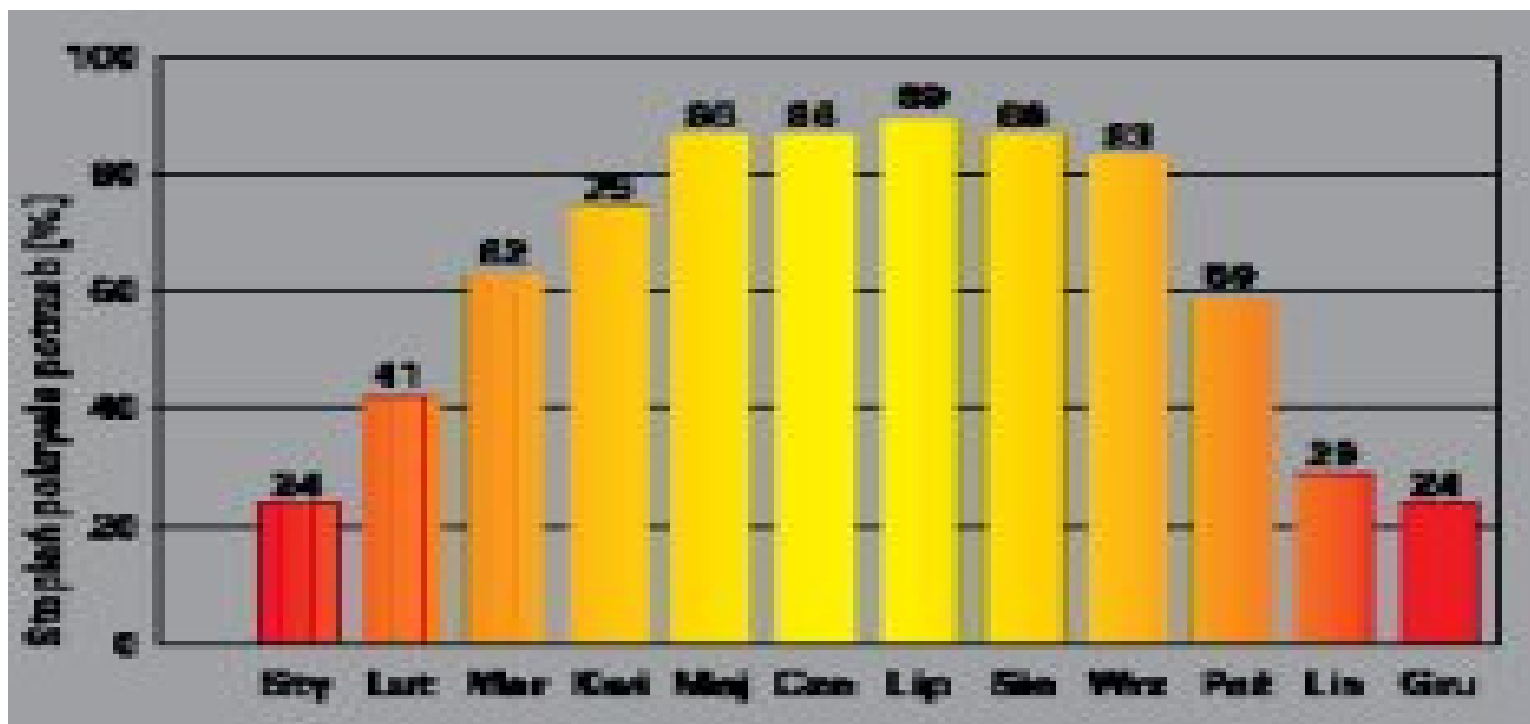


Schemat podstawowej instalacji dla ciepłej wody użytkowej i wspomagania ogrzewania (źródło HEWALEX)



VIII Dni Oszczędzania Energii

Pokrycie potrzeb ciepła dla podgrzewania wody użytkowej



VIII Dni Oszczędzania Energii

Magazynowanie energii promieniowania słonecznego

Zdolność do magazynowania energii zależy przede wszystkim od:

- pojemności zbiornika,
- kształtu zbiornika,
- rodzaju czynnika magazynującego energię,
- zastosowanej izolacji cieplnej,
- typu systemu grzewczego (poziom temperatury, funkcja: c.w.u., c.o. itp.)
- rodzaju i warunków odbioru energii ze zbiornika magazynującego.

Czynniki magazynujące:

- woda w systemach cieczowych
- złoża kamienne w systemach powietrznych
- PCM - phase change materials

Aktywne systemy słoneczne.

Rodzaje, charakterystyka

- Rodzaj czynnika roboczego
- Funkcje (co, cwu, klimatyzacja, suszarnictwo)
- Układ (wspólny, rozdzielony)
- Liczba i rodzaj źródeł ciepła (jednoźródłowe, wieloźródłowe, hybrydowe)
- Sposób wykorzystania energii promieniowania słonecznego (bezpośrednie, pośrednie)
- Temperatura czynnika roboczego (niskotemperaturowe 30-60° C, wysokotemperaturowe 70-90° C).

Pasywne systemy słoneczne

- **Systemy zysków bezpośrednich** wykorzystują energię promieniowania słonecznego docierającą w sposób bezpośredni do pomieszczeń
- **Systemy zysków pośrednich** - dołączenie do budynku dodatkowej przestrzeni osłoniętej oszkloną ścianą (oszkłone werandy, oszkłone loggie, dobudowane do ściany budynku szklarnie, ogrody zimowe)
- Budynki energooszczędne,
- Budynki pasywne,
- Budynki zeroenergetyczne

Rozwój fotowoltaiki

- Na terenie Niemiec do końca 2007 r. zainstalowano baterie fotowoltaiczne o powierzchni 9,6 mln m².
- Tylko w 2009 r. w Niemczech zamontowano 300 000 baterii słonecznych o całkowitej mocy 1,5 GW, co zapewniło temu krajowi pierwsze miejsce na świecie pod tym względem
- Realizowane w Unii Europejskiej inwestycje w obszarze PV pozwalają na sformułowanie wniosku, że w 2020 r. ok. 12%, a w 2050 r. 45-50% energii elektrycznej pozyska się dzięki wykorzystaniu PV.

Efekt fotowoltaiczny

W ogniwie fotowoltaicznym energia promieniowania słonecznego jest bezpośrednio przetwarzana na energię elektryczną. Efekt konwersji, zwany efektem fotowoltaicznym, został po raz pierwszy zaobserwowany przez francuskiego fizyka Alexandra Edmonda Becquerela w 1839 r. Zaabsorbowane przez materiał półprzewodnikowy, z którego wykonane jest ogniwo, promieniowanie słoneczne, powoduje generację energii elektrycznej. Konwersja zachodzi w sposób czysty, cichy i niezawodny.

Efekt fotowoltaiczny – zasada działania

Jeżeli ogniwo słoneczne jest oświetlone i podłączone do obciążenia to wytwarzana jest różnica potencjału i w obwodzie płynie prąd. W takich warunkach ogniwo funkcjonuje jako generator. Zjawisko zachodzi we wnętrzu ogniwa i może zostać opisane jak poniżej:

- Fotony, które docierają do wnętrza ogniwa i mają energię równą lub większą niż przerwa energetyczna są absorbowane w półprzewodniku, generując pary elektron-dziura, które będą brały udział w wytworzeniu prądu.
- Pole elektryczne wytworzone w złączu p-n jest odpowiedzialne za rozdział nośników zanim będą miały szansę zrekombinować. Rezultatem jest różnica potencjałów i prąd w zewnętrznym obwodzie zawierającym obciążenie.

Ogniwa fotowoltaiczne

- Ogniwa fotowoltaiczne wytwarzane są najczęściej z krzemu; mono-, poli-, multikrystalicznego, a także amorficznego i stanowią obecnie około 98% światowej produkcji.
- Ogniwa monokrystaliczne wykazują najwyższe sprawności konwersji spośród wszystkich ogniw krzemowych, za to wymagają największych nakładów pieniężnych.
- W badaniach laboratoryjnych pojedyncze ogniwa osiągają sprawności rzędu 25%; produkowane na skalę masową 17 - 18%. słonecznego..

Moduły i panele fotowoltaiczne

- Ogniwo jest podstawowym elementem systemu fotowoltaicznego. Pojedyncze ogniwa mają zazwyczaj moc pomiędzy 1 a 2 W, zbyt małą dla większości zastosowań. W celu uzyskania większych napięć lub prądów ogniwa są łączone szeregowo lub równolegle na sztywnym podłożu, tworząc moduł fotowoltaiczny. Moc takich modułów (dostępne na rynku mają powierzchnię od 0,3 do 3 m²) kształtuje się zwykle pomiędzy 30 a 300 W.
- Moduły są laminowane w celu ochrony ich przed zanieczyszczeniami i wpływami atmosfery wywołującymi korozję..
- Panel fotowoltaiczny składa się z wielu modułów, wzajemnie połączonych, by miały większą moc. Wytwarzają one prąd stały. Jego poziom na wyjściu zależy ściśle od nasłonecznienia, ale może być zwiększony poprzez równoległe łączenie modułów

Systemy fotowoltaiczne

- Składają się z modułów oraz elementów dostosowujących wytwarzany przez ich ogniwa prąd stały do zasilanych urządzeń.
- Jeżeli zasilane jest urządzenie na prąd stały, niezbędny jest kontroler napięcia; jeśli zmiennoprądowe - falownik.
- Systemy mogą być wolnostojące, hybrydowe bądź dołączone do sieci.



Ogniwa fotowoltaiczne w Bodenwör, Niemcy, 16,8 kWp

Źródło RWenergy

VIII Dni Oszczędzania Energii



Ogniwa fotowoltaiczne w Cham, Niemcy 45 kWp

Źródło RWenergy

VIII Dni Oszczędzania Energii



Ogniwa fotowoltaiczne w Cham, Niemcy 832 kWp

Źródło RWenergy

VIII Dni Oszczędzania Energii

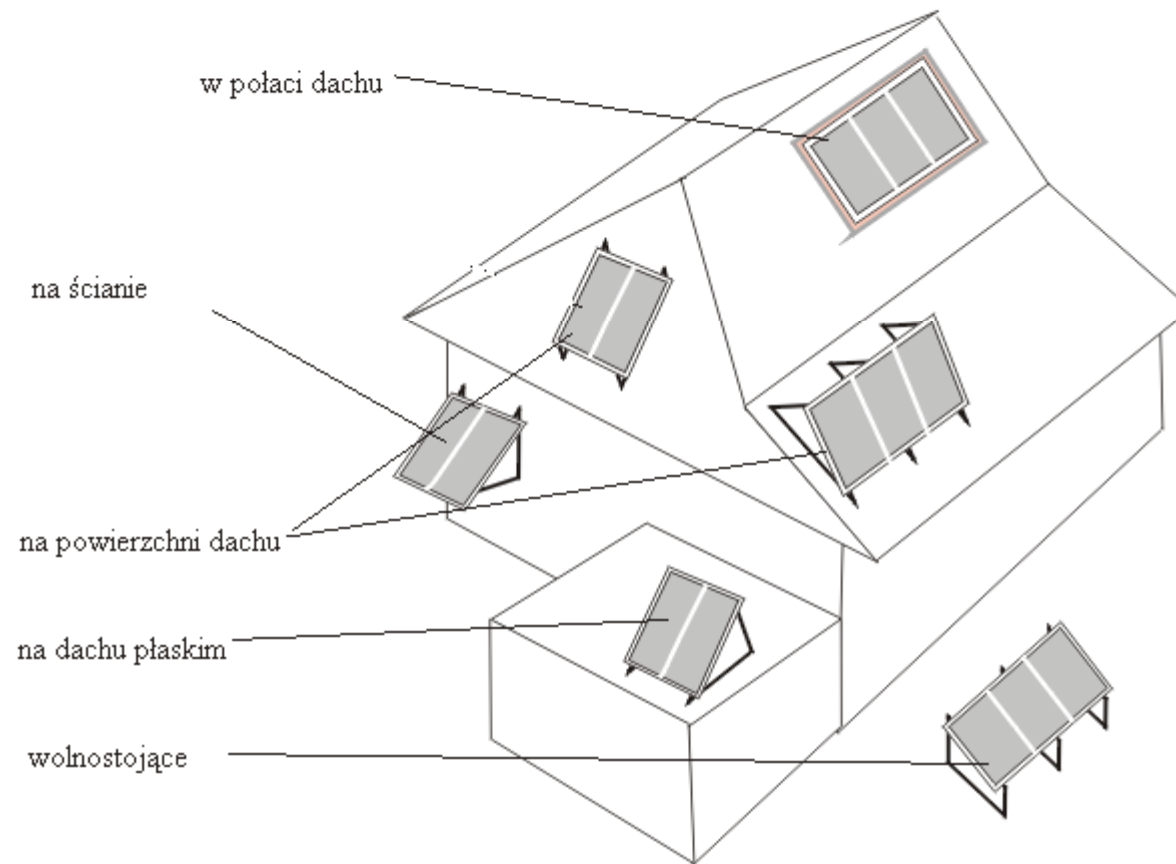


Elektrownia fotowoltaiczna w Hiszpanii Mora la Nova, 1 500 kW

Źródło RWenergy

VIII Dni Oszczędzania Energii

Usytuowanie kolektorów



VIII Dni Oszczędzania Energii

Kolektory słoneczne w budownictwie

źródło Viessmann



VIII Dni Oszczędzania Energii

Kolektory słoneczne w budownictwie

źródło Viessmann



VIII Dni Oszczędzania Energii

Kolektory słoneczne w budownictwie

źródło Viessmann



VIII Dni Oszczędzania Energii

Kolektory słoneczne w budownictwie

źródło Viessmann



VIII Dni Oszczędzania Energii

Kolektory słoneczne w budownictwie

źródło Viessmann



VIII Dni Oszczędzania Energii

Kolektory słoneczne w budownictwie

źródło Viessmann



VIII Dni Oszczędzania Energii

Kolektory słoneczne w budownictwie

źródło Viessmann



VIII Dni Oszczędzania Energii

Kolektory słoneczne w budownictwie

źródło Viessmann



VIII Dni Oszczędzania Energii

Kolektory słoneczne w budownictwie

źródło Viessmann



VIII Dni Oszczędzania Energii

Kolektory słoneczne w budownictwie



VIII Dni Oszczędzania Energii

Kolektory słoneczne w budownictwie



VIII Dni Oszczędzania Energii

Ærøskøbing Fjernvarme



VIII Dni Oszczędzania Energii

Ærøskøbing Fjernvarme



VIII Dni Oszczędzania Energii

Ærøskøbing Fjernvarme



VIII Dni Oszczędzania Energii

Ærøskøbing Fjernvarme



VIII Dni Oszczędzania Energii

Ærøskøbing Fjernvarme



VIII Dni Oszczędzania Energii

Ærøskøbing Fjernvarme



VIII Dni Oszczędzania Energii

Dziękuję za uwagę!

Włodzimierz Pomierny

+48 607 418 411

wlodzimierz@pomierny.net

w.pomierny@mae.mazovia.pl



VIII Dni Oszczędzania Energii