

KOLEKTORY SŁONECZNE

**Energia+Technologia=Szkoła+Zawód - Technologie energii odnawialnej w szkołach
dla wykwalifikowanych pracowników przyszłości**

**Energie+Technik=Schule+Beruf - Erneuerbare Energietechnik macht Schule
für Fachkräfte der Zukunft**

**Partner projektu: Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
Al. Piastów 17, PL 70-310 Szczecin**

**Praca opublikowana w ramach projektu międzynarodowego współfinansowanego ze środków programu Ministra
Nauki i Szkolnictwa Wyższego pn. „PMW” w latach 2020-2022; umowa nr 5197/INTERREG V A MV/BB/PL/2021/2**

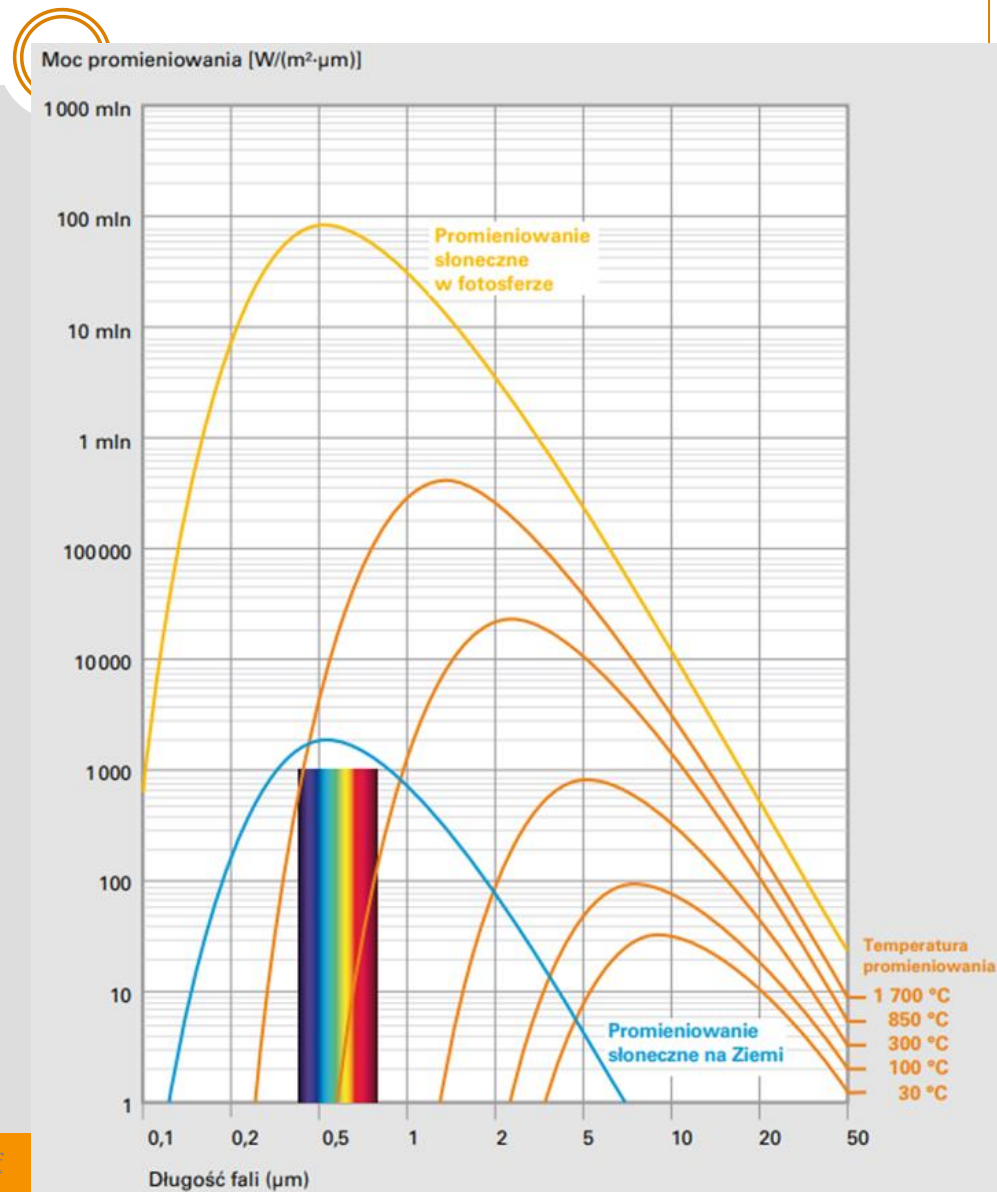
SPOSOBY PRZEKAZYWANIA CIEPŁA



- **Przewodzenie** (przewodnictwo cieplne) - zachodzi przy bezpośrednim kontakcie ciał.
- **Konwekcja** - polega na przemieszczaniu masy ogrzanego gazu lub ogrzanej cieczy do góry, gdy chłodniejsza ciecz lub chłodniejszy gaz napływa i zajmuje miejsce ogrzanej.
- **Promieniowanie** - sposób przekazywania ciepła na odległość za pomocą fal elektromagnetycznych.

PRZEKAZYWANIE CIEPŁA NA DRODZE PROMIENIOWANIA

- Źródła promieniowania emitują promieniowanie o różnych długościach fal
- Długość fal zależy od temperatury



SŁOŃCE JAKO ŹRÓDŁO PROMIENIOWANIA

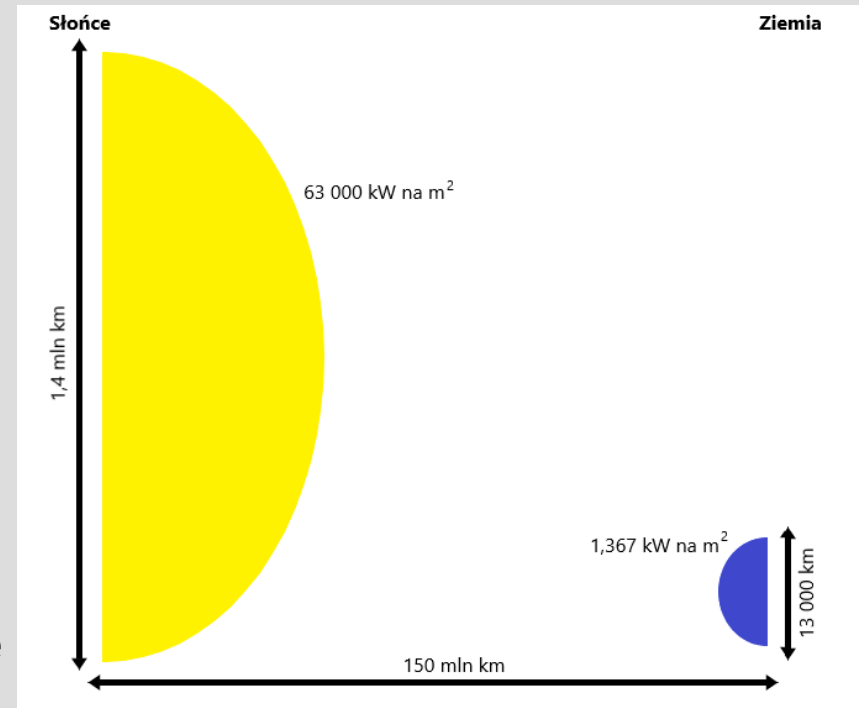


- Słońce jest podstawowym źródłem energii dla Ziemi
- Słońce jest ogromną kulą silnie rozżarzonego, ale nadzwyczaj zagęszczonego gazu. Zbudowane jest głównie z wodoru (74%) i helu (25 %)
- Słońce nieustannie produkuje energię promieniowania w wyniku reakcji syntezy termojądrowej. W jego wnętrzu panuje bardzo wysoka temperatura (dochodzi do 15 mln °C).
- Temperatura powierzchni Słońca to ok. 5500 °C



SŁOŃCE JAKO ŹRÓDŁO PROMIENIOWANIA

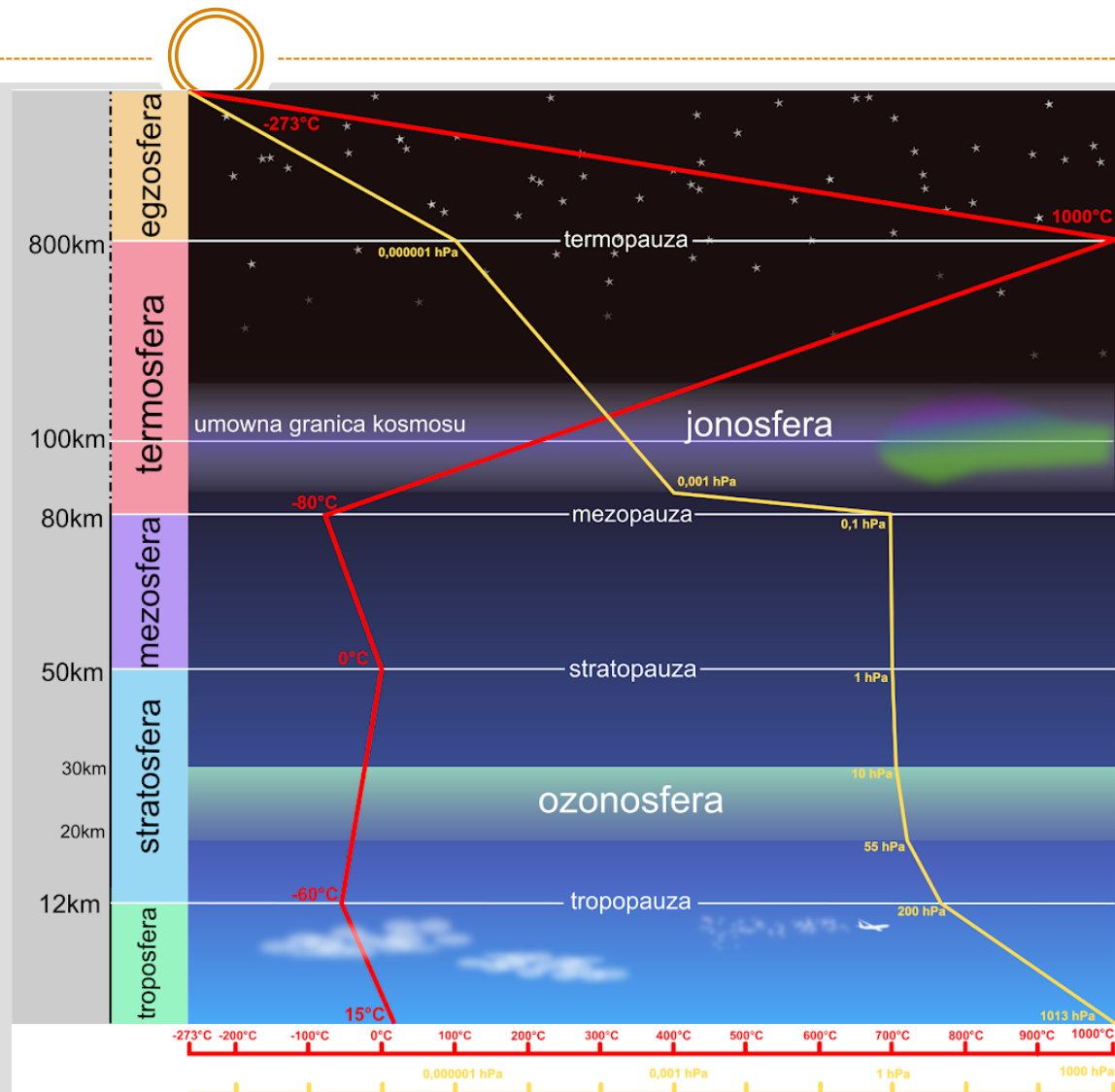
Stała słoneczna - energia promieniowania słonecznego, która dociera do granicy atmosfery. Jest to średnia w roku kalendarzowym gęstość promieniowania słonecznego padająca na powierzchnię płaską, ustawioną prostopadle do kierunku biegu promieni słonecznych na zewnątrz atmosfery ziemskiej.



1367 W/m²

ATMOSFERA ZIEMI

- Powłoka gazowa otaczająca planetę Ziemię, utrzymywana przy powierzchni przez siły grawitacji.
- Chroni Ziemię przed szkodliwym promieniowaniem ultrafioletowym, gwałtownymi wahaniami temperatury, ogranicza ucieczkę ciepła w wyniku efektu cieplarnianego

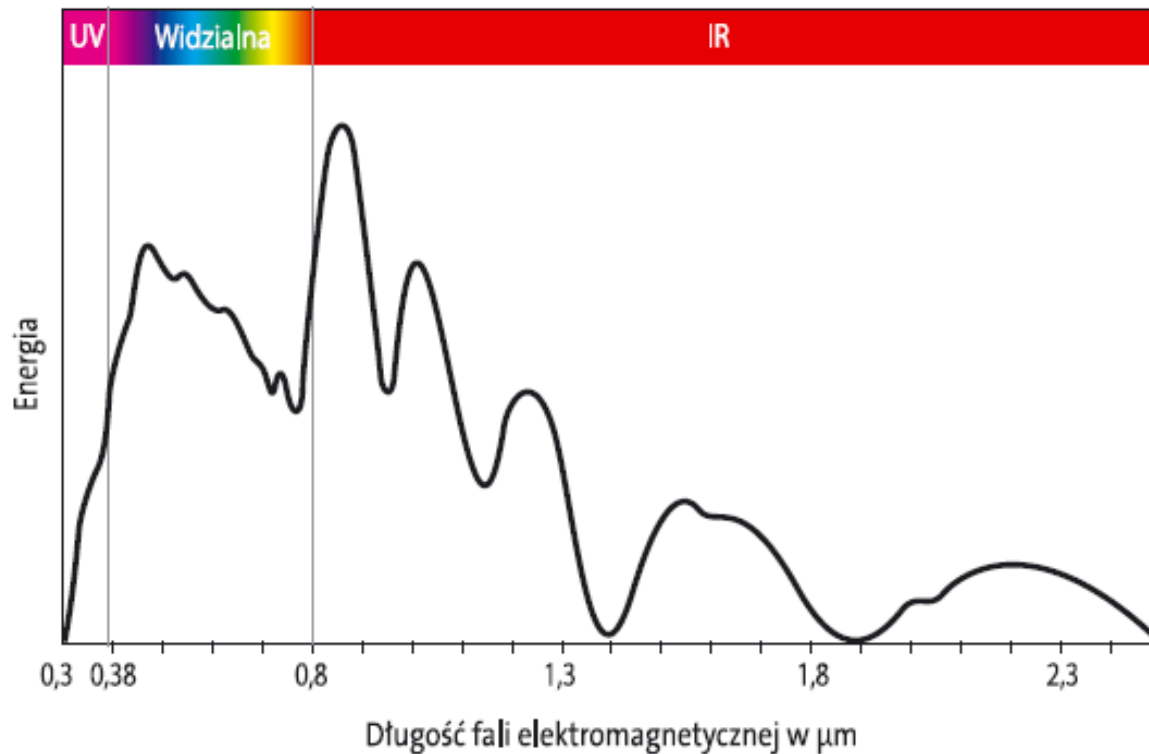


<http://geografia24.pl/budowa-atmosfery/>

PROMIENIOWANIE SŁONECZNE



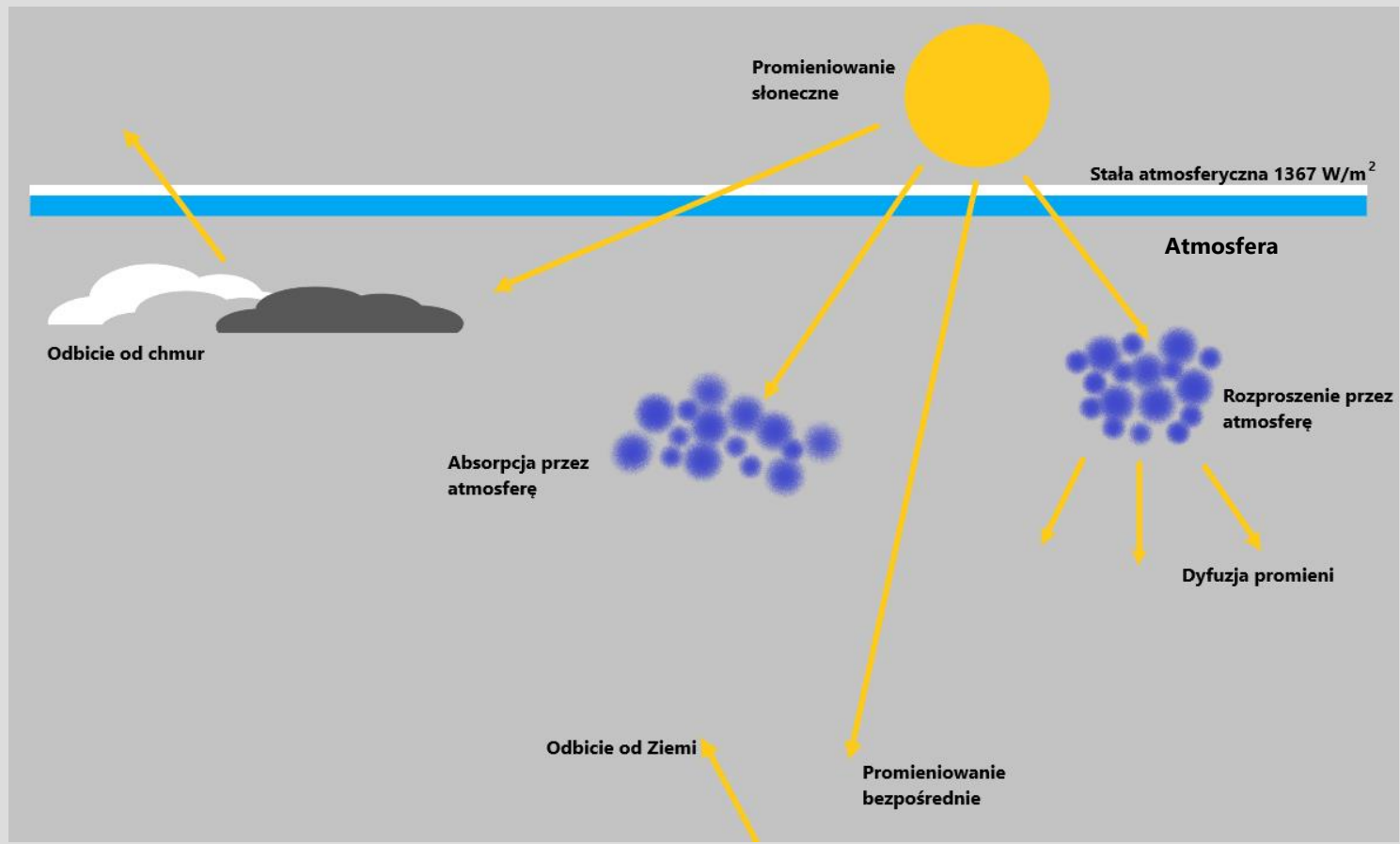
Widmo promieniowania słonecznego według normy PN-EN 410



$$1\mu\text{m}=10^{-6}\text{ m}$$

ODDZIAŁYWANIE ATMOSFERY Z PROMIENIOWANIEM

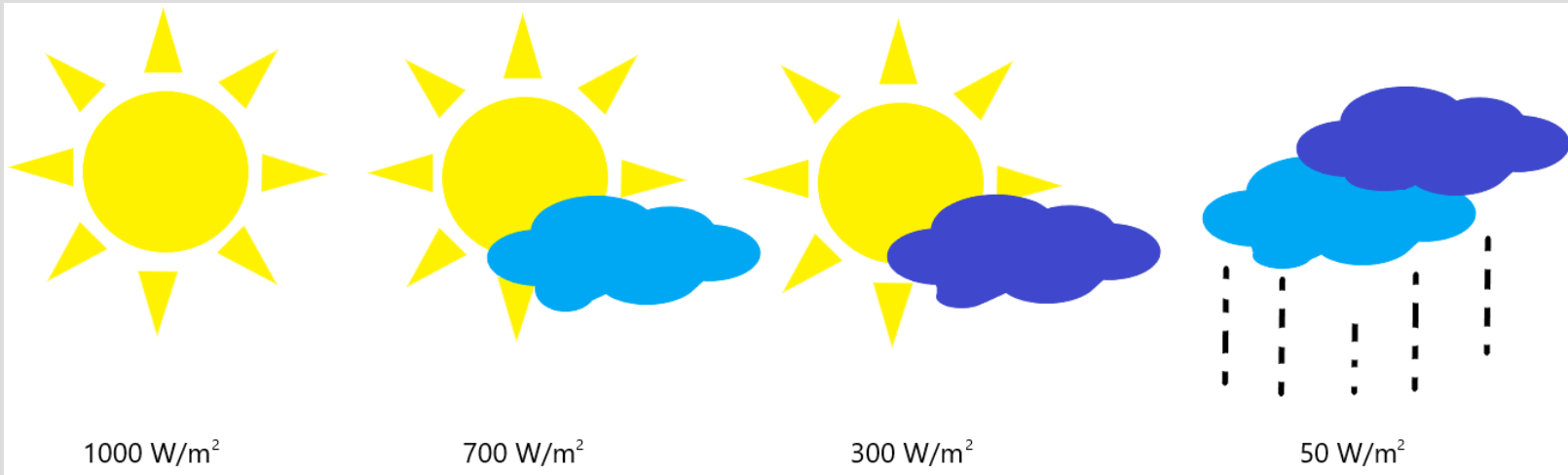
Z mocy promieniowania słonecznego docierającego do granicy atmosfery - 1367 W/m^2 po przejściu przez atmosferę, do powierzchni Ziemi dociera ok. **1000 W/m^2**



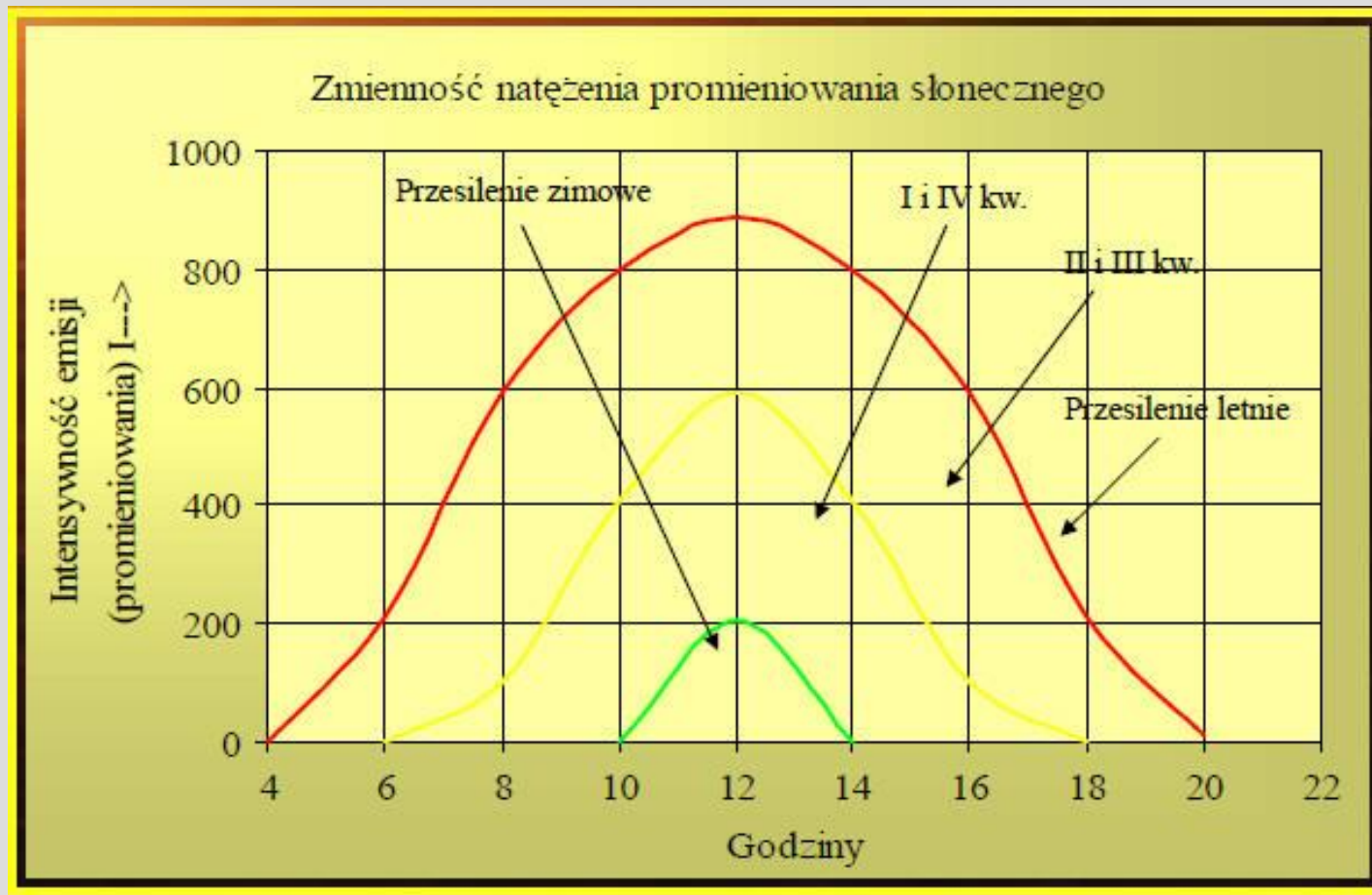
NATEŻENIE PROMIENIOWANIA SŁONECZNEGO



- Chwilowa wartość gęstości mocy promieniowania słonecznego padającego w ciągu jednej sekundy na powierzchnię 1 m^2 .
- Wartości natężenia podawane są W/m^2 lub w kW/m^2 .
- W ciągu słonecznego i bezchmurnego dnia wartości natężenia mogą dochodzić do 1000 W/m^2



NATEŻENIE PROMIENIOWANIA SŁONECZNEGO



<http://instsani.pl/>

NASŁONECZNIENIE (NAPROMIENIOWANIE CAŁKOWITE)

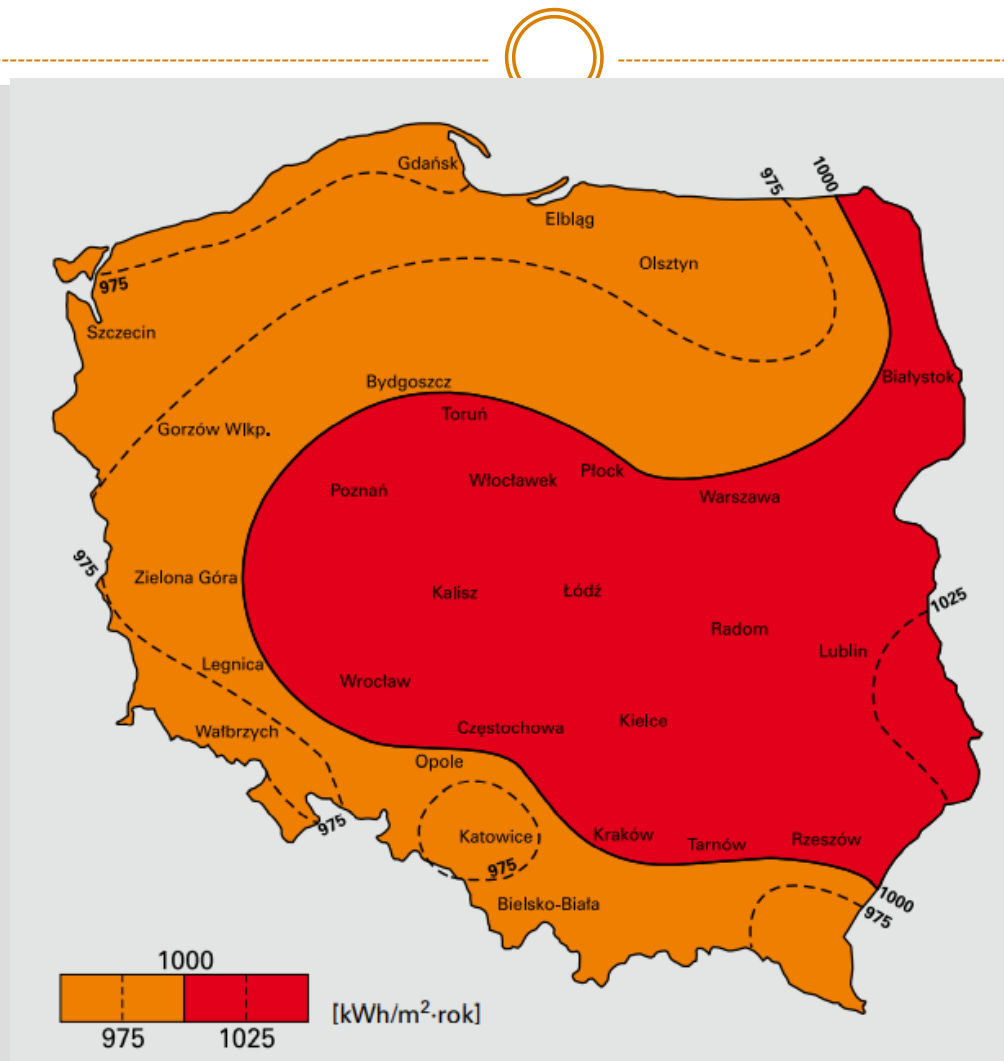


- Rzeczywista ilość promieniowania przekształconego w energię solarno-termiczną zależy od czasu promieniowania.

$$1\text{Wh} = 3600\text{ J}$$

- Energia uzyskana z promieniowania globalnego, jest podawana w zestawieniu dziennym, miesięcznym i rocznym.
- **Nasłonecznienie** – całkowite promieniowanie słoneczne padające na jednostkę powierzchni obliczana w danym czasie [Wh/m^2 , kWh/m^2 , MJ/m^2 na dzień, miesiąc bądź rok].

PROMIENIOWANIE CAŁKOWITE W POLSCE



PORADNIK Viessmann Kolektory słoneczne 2010.pdf

PROMIENIOWANIE CAŁKOWITE W NIEMCZECH GLOBALSTRAHLUNG



1300 1250 1200 1150 1100 1050 1000 950 900

Globalstrahlung

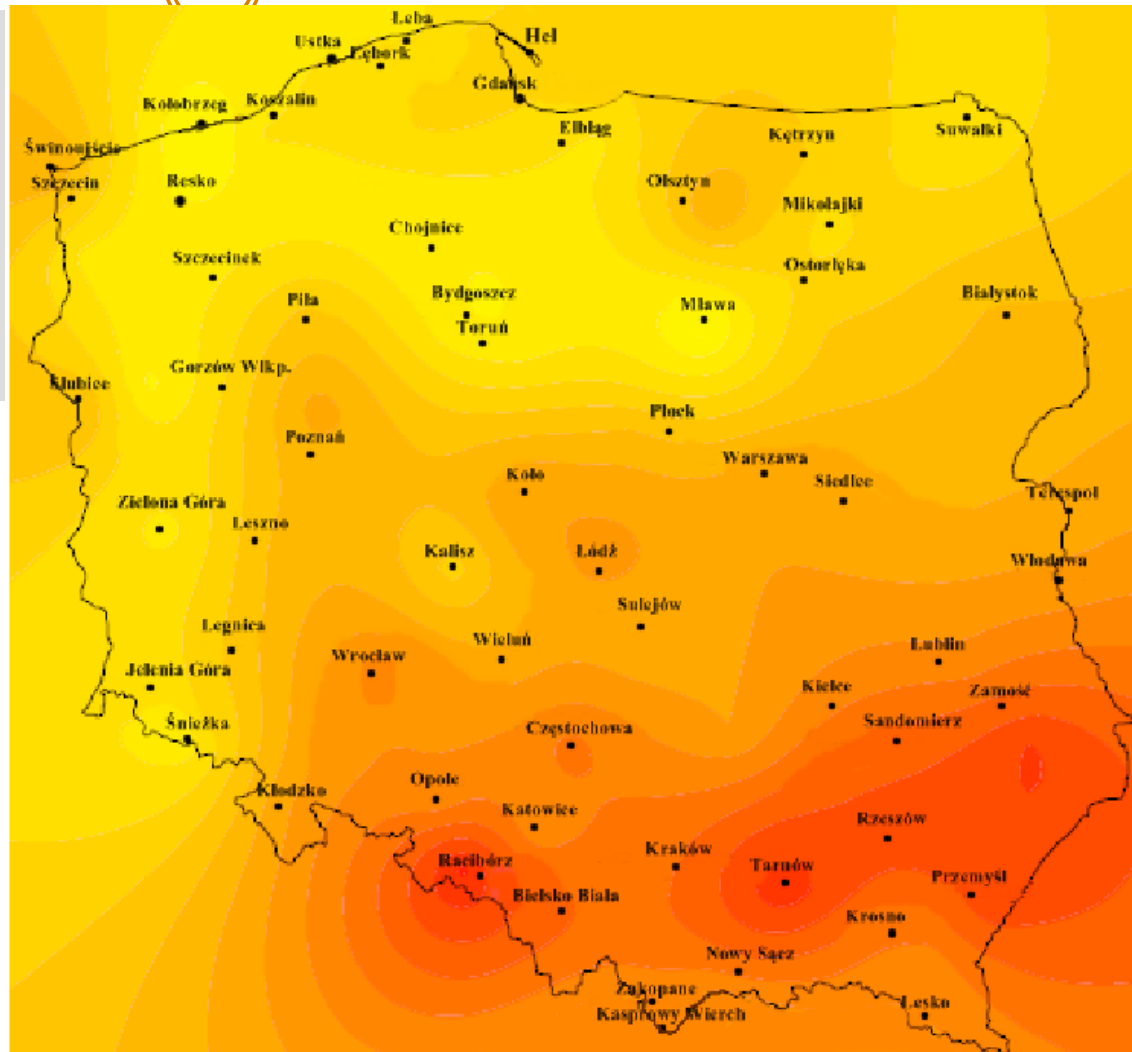
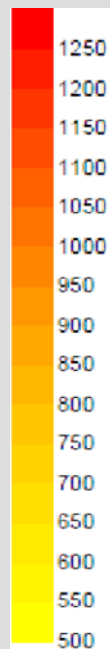
kWh/(m² x Jahr)

PORADNIK Viessmann Ko

ŚREDNIE ROCZNE USŁONECZNIE W POLSCE

Czas podany w określonych liczbach godzin, podczas których promienie słoneczne padają bezpośrednio na powierzchnię Ziemi

https://kierunkizamawiane.apsl.edu.pl/pliki/czystaeenergia/raport4_II.pdf/projektowanie_pompy_ciepla.pdf



KONWERSJA PROMIENIOWANIA SŁONECZNEGO



- Rodzaje:
 - **konwersja fototermiczna**, której zadaniem jest przetwarzanie energii promieniowania słonecznego na ciepło,
 - **konwersja fotowoltaiczna** (fotoelektryczna), która przetwarza energię promieniowania słonecznego bezpośrednio na energię elektryczną,
 - **konwersja fotochemiczna**, która zajmuje się przetwarzaniem energii promieniowania słonecznego na energię związaną z procesami chemicznymi.

ZALETY I WADY ENERGII SŁONECZNEJ



ZALETY	WADY
niewyczerpalność	okresowość ze względu na warunki atmosferyczne, porę dnia i roku
ogólna dostępność	wysokie koszty inwestycyjne
znikomy wpływ na środowisko naturalne	zmiana wyglądu krajobrazu (elektrownie słoneczne)
niezależność od stosunków międzynarodowych, uwarunkowań politycznych i społecznych	elektrownie o dużej mocy umiejscowione na ziemi zajmują olbrzymie powierzchnie
nie generuje kosztów dostarczenia energii	
nie ma wpływu na bilans energetyczny Ziemi	

SPOSOBY WYKORZYSTANIA ENERGII SŁONECZNEJ



- Energia słoneczna może być wykorzystywana do:
 - Bezpośredniej produkcji energii elektrycznej przy pomocy ogniw fotowoltaicznych,
 - Bezpośredniej produkcji energii cieplnej za pomocą kolektorów słonecznych

- Energia cieplna wyprodukowana bezpośrednio przy pomocy kolektorów słonecznych może być wykorzystywana do:
 - Podgrzewania ciepłej wody użytkowej,
 - Podgrzewania wody basenowej,
 - Wspomagania instalacji centralnego ogrzewania.

KOLEKTORY SŁONECZNE



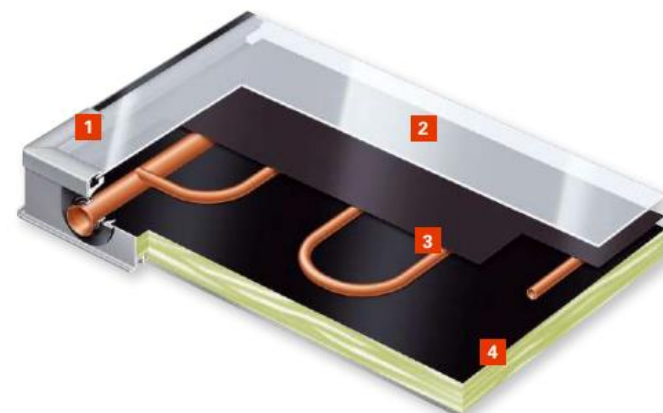
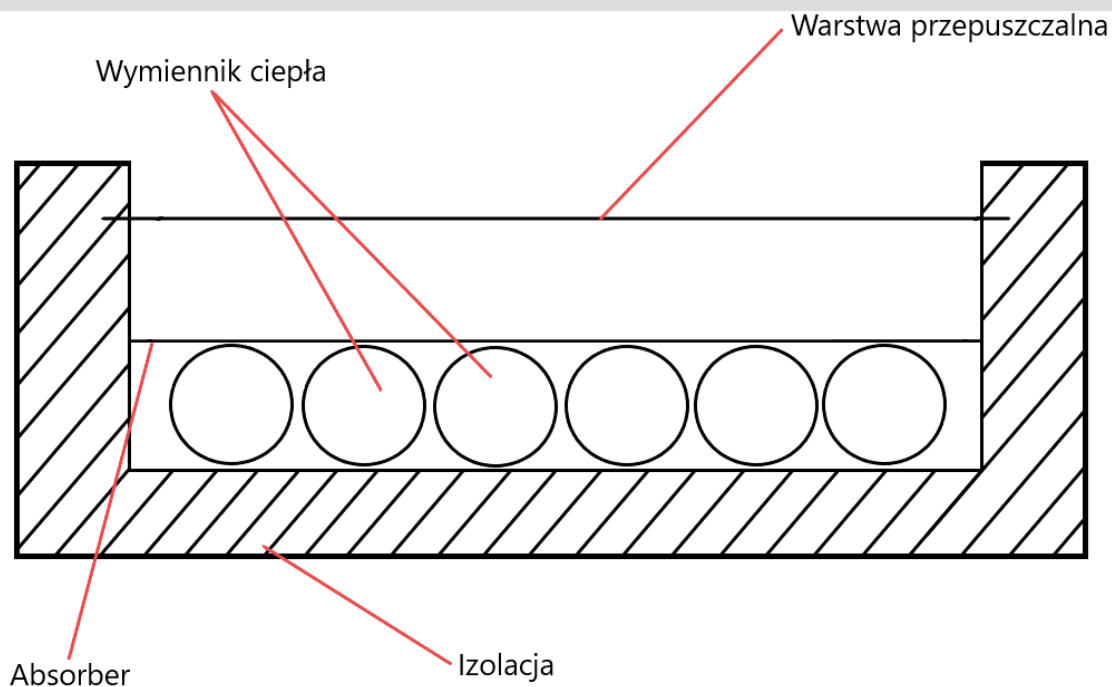
- Kolektory służą do przemiany energii słonecznej w ciepło
- Rodzaje kolektorów:
 - W zależności od temperatury:
 - ✦ Niskotemperaturowe,
 - ✦ Średniotemperaturowe,
 - ✦ Wysokotemperaturowe.
 - W zależności od rodzaju czynnika:
 - ✦ Powietrzne,
 - ✦ Cieczowe.

KOLEKTORY SŁONECZNE



- Rodzaje kolektorów:
 - W zależności od konstrukcji:
 - ✦ Płaskie,
 - ✦ Rurowe próżniowe,
 - ✦ Bez osłony,
 - ✦ Skupiające,
 - ✦ O ognisku liniowym,
 - ✦ Paraboliczne rynnowe,
 - ✦ O ognisku punktowym,
 - ✦ Paraboidalne,
 - ✦ Zespolone paraboliczne skupiające (CPC),
 - ✦ Wielościankowe,
 - ✦ Fresnela,
 - ✦ Nadążne za słońcem,
 - ✦ Żaluzjowe.

KOLEKTORY PŁASKIE CIECZOWE - BUDOWA



PR-Systemy_solarne_2018_10.pdf(viessmann.pl)



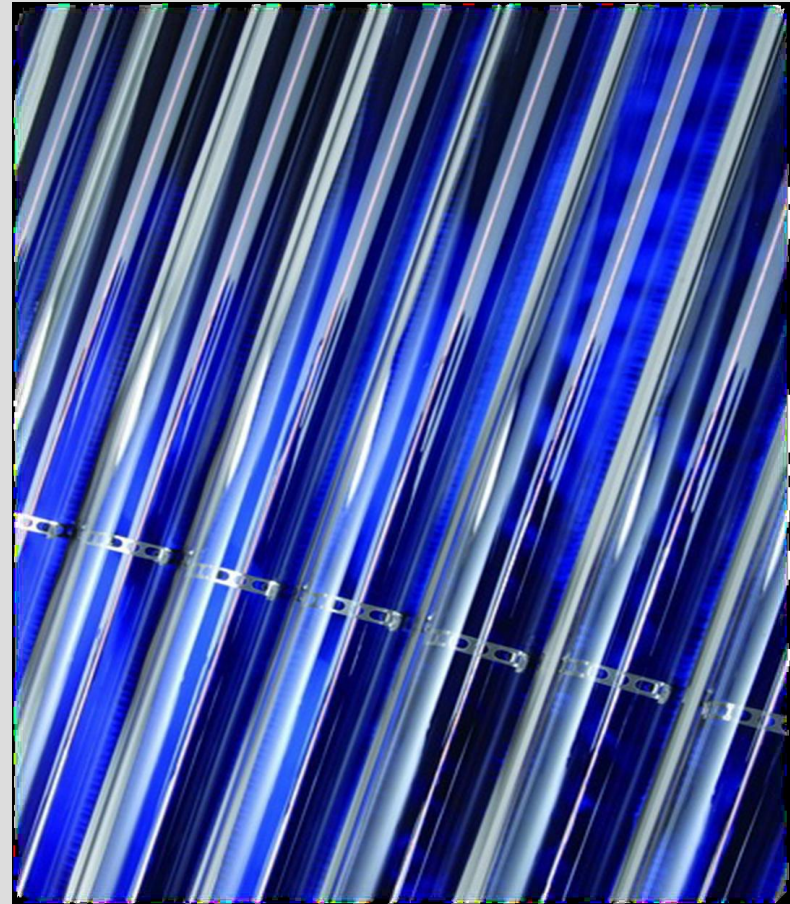
- Kolektory słoneczne płaskie można łatwo i bezpiecznie montować:
 - na dachu,
 - w połaci dachu,
 - na fasadzie,
 - jako wolnostojące.
- Płaskie kolektory są tańsze, niż kolektory próżniowe
- Znajdują zastosowanie jako urządzenia podgrzewające wodę użytkową, baseny oraz wspomagające ogrzewanie pomieszczeń.

KOLEKTORY PRÓŻNIOWE



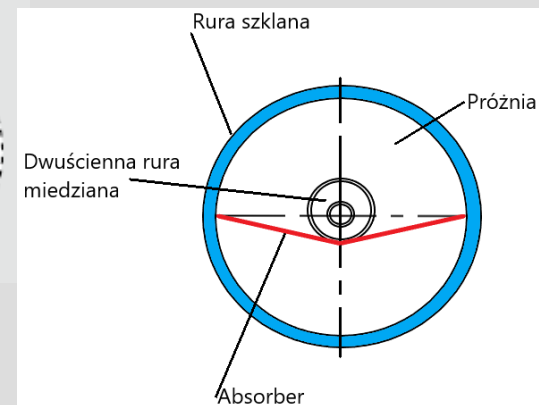
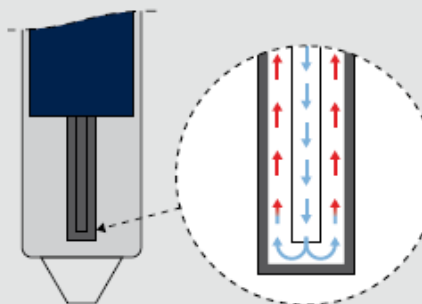
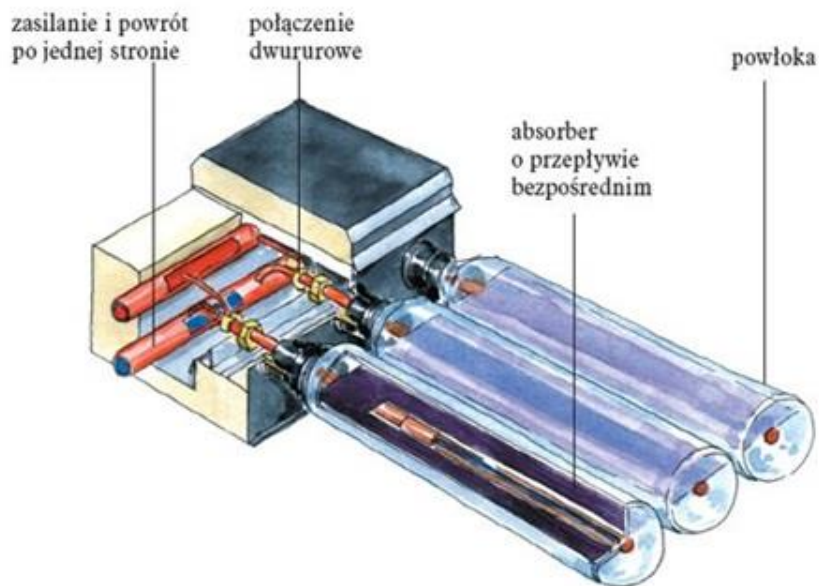
- Kolektory rurowe próżniowe:
 - Z przepływem bezpośrednim czynnika solarnego (rura w rurze)
 - Heat-Pipe – zasada rurki cieplnej
 - z U-rurą

KOLEKTORY PRÓŻNIOWE - BUDOWA



PR-Systemy_solarne_2018_10.pdf(viessmann.pl)

KOLEKTORY PRÓŻNIOWE Z PRZEPIŁYWEM BEZPOŚREDNIM CZYNNIKA SOLARNEGO



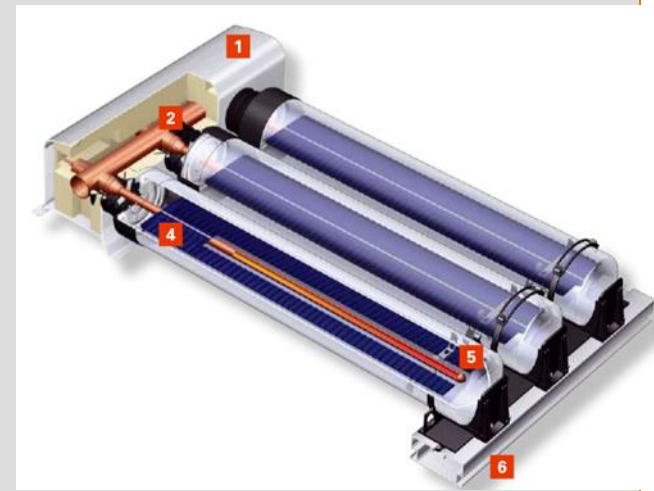
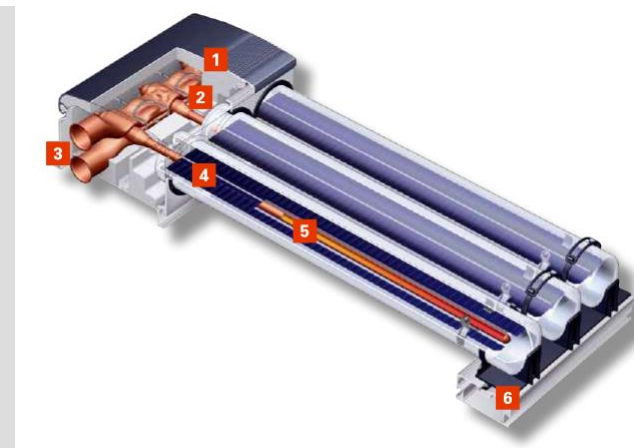
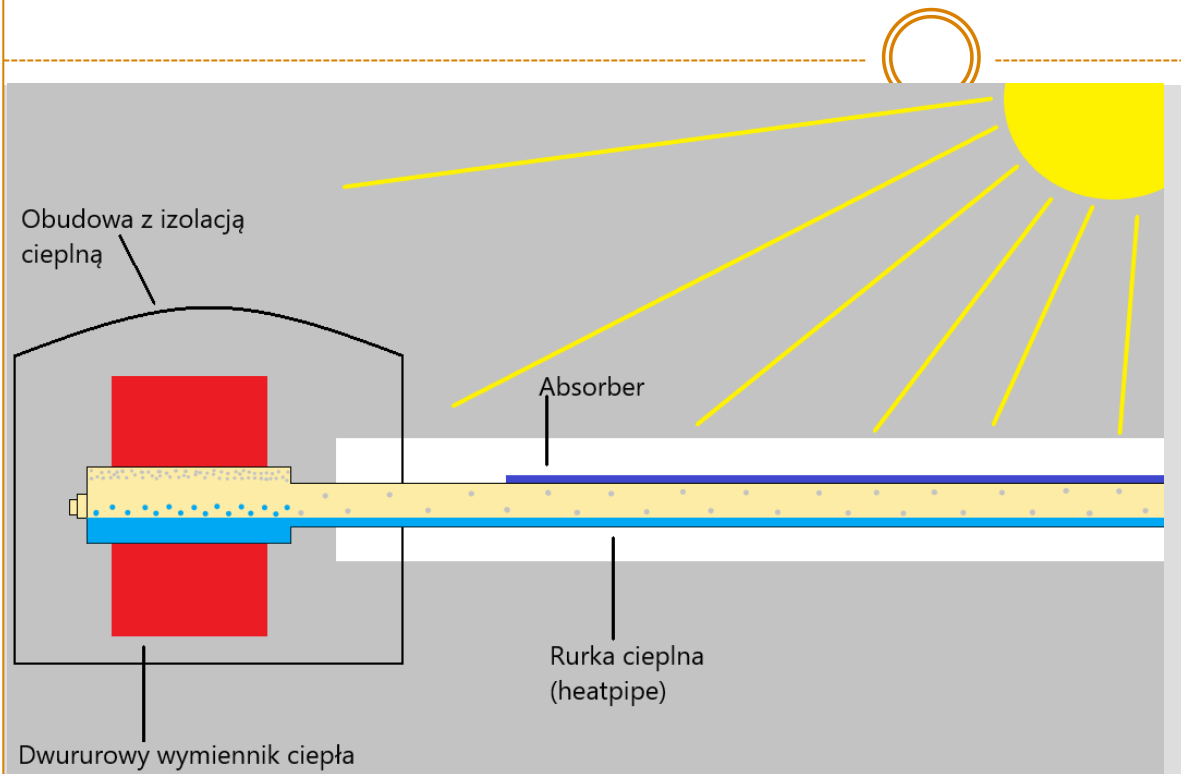
<http://wiż.pl/podzial-kolektorow-slonecznych/>

kolektory o budowie termosowej



PORADNIK Viessmann Kolektory sloneczne 2010.pdf

KOLEKTORY PRÓŻNIOWE HEAT-PIPE



- 1 - Obudowa kolektora izolacją cieplną
- 2 - Połączenie „na sucho” bez bezpośredniego kontaktu nośnika ciepła i czynnika solarnego
- 3 - Dwururowy wymiennik ciepła
- 4 - Wysoce selektywny absorber
- 5 - Rurka cieplna
- 6 - Szyba dolna

PR-Systemy_solarne_2018_10.pdf(viessmann.pl)

KOLEKTORY PRÓŻNIOWE HEAT-PIPE

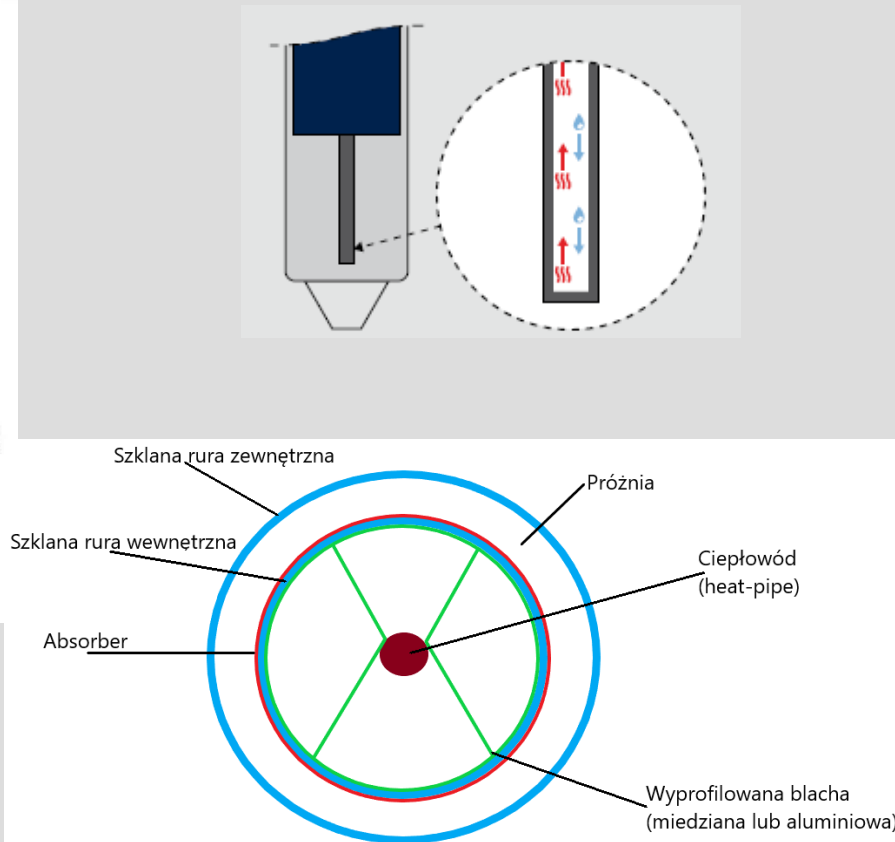
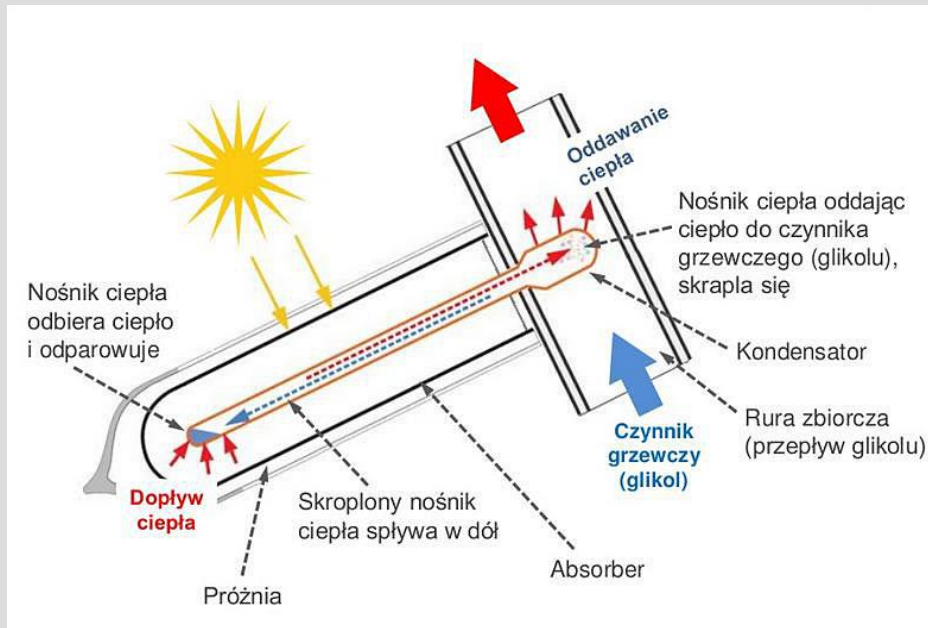
kolektory o budowie termosowej



postcarbon.pl

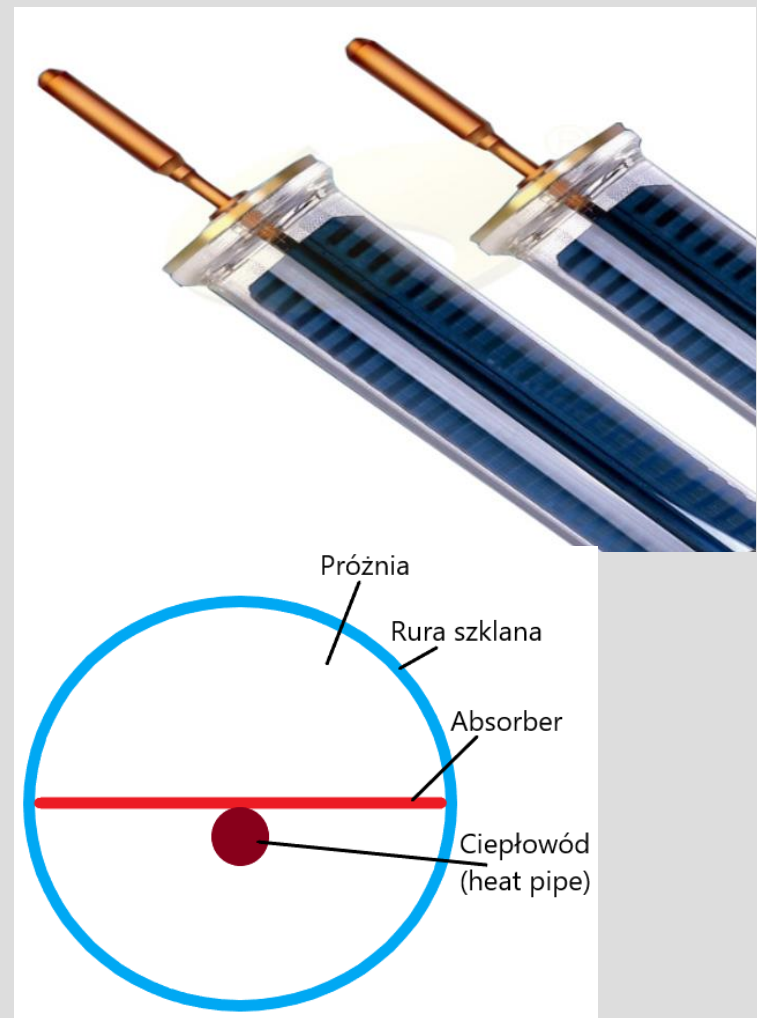
KOLEKTORY PRÓŻNIOWE HEAT-PIPE

1. Wewnątrz rurki ciepłej znajduje się ciecz o temperaturze wrzenia ok. 23°C
2. Temperatura wrzenia cieczy w rurce solarnej może osiągać ok. 165°C .
3. Sprawność energetyczna ok. 80% w pracy całorocznej



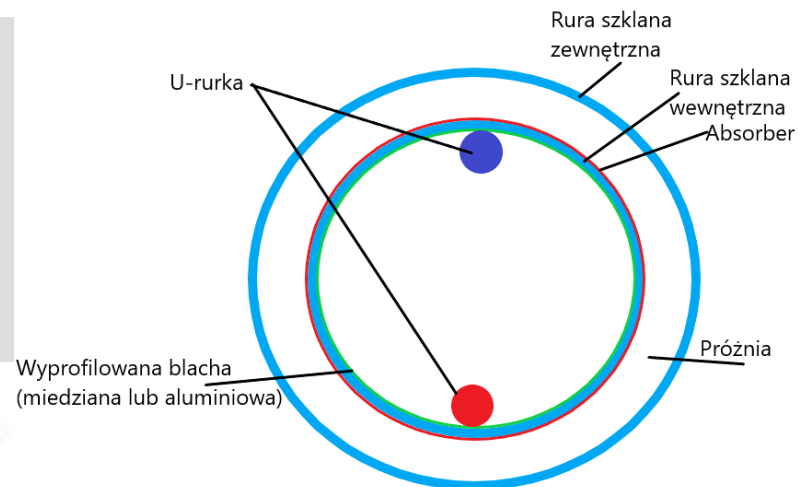
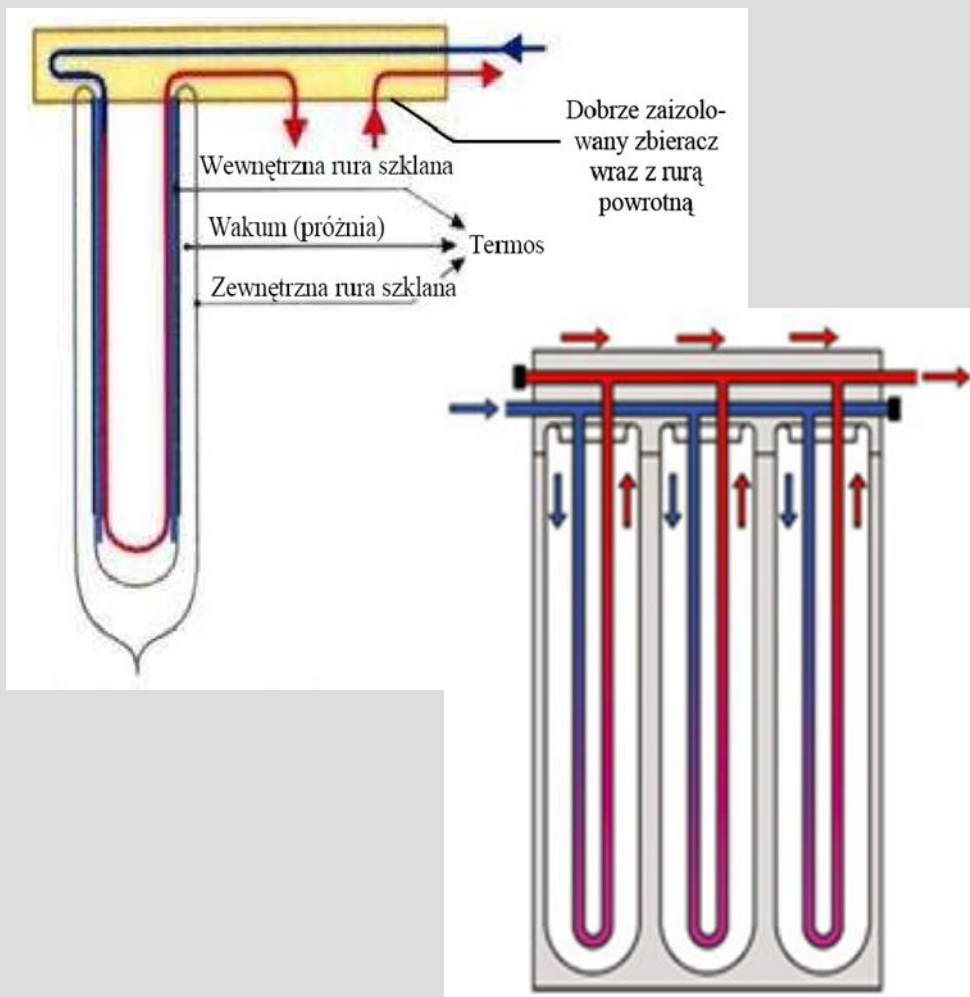
<https://fachowydekarz.pl/podstawowe-informacje-na-temat-kolektorow-slonecznych/>

KOLEKTORY PRÓŻNIOWE HEAT-PIPE z pojedynczą rurą próżniową



<http://fundacjaenergia.pl/>

KOLEKTORY PRÓŻNIOWE Z U-RURĄ

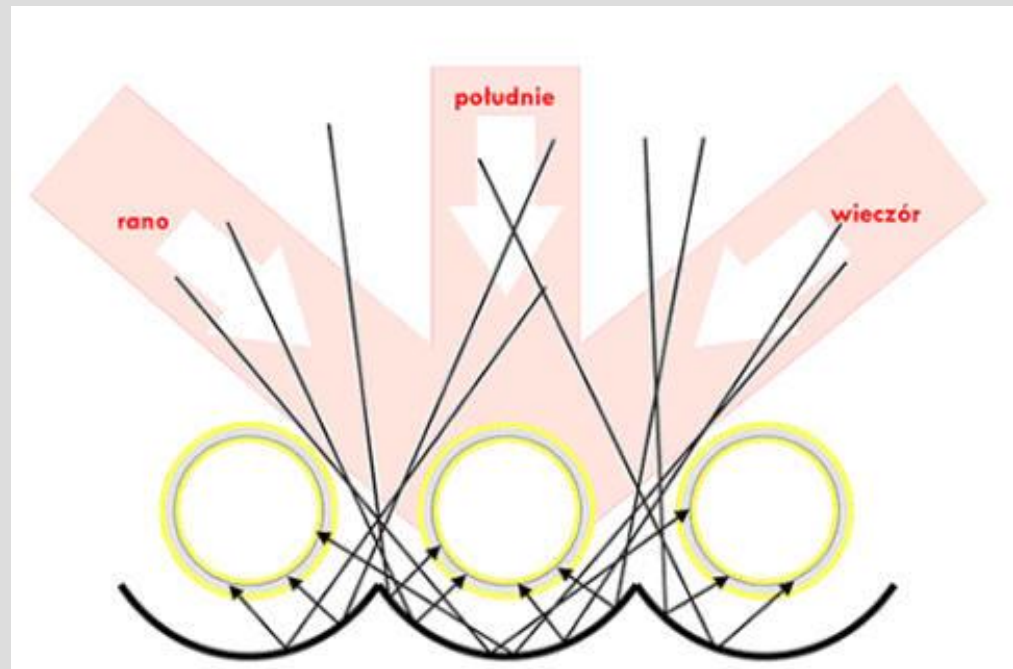


<http://fundacjaenergia.pl/>

KOLEKTORY PRÓŻNIOWE Zwierciadło CPC



- Aby podnieść do maksimum osiągi kolektora, z tyłu każdej rury próżniowej może znajdować się wysokorefleksyjne, odporne na niekorzystne warunki pogodowe zwierciadło paraboliczne CPC
- Zwiększenie wydajność kolektora o co najmniej 15%, dzięki uchwyceniu promieni padających pod niekorzystnym kątem lub promieniowania rozproszonego.



<http://www.instsani.pl/>

KOLEKTORY PRÓŻNIOWE



ZALETY

doskonała izolacja termiczna

wysoka odporność na uderzenia mechaniczne

efektywność absorbera - 93%

efektywność emisji – 7%

długa żywotność

estetyczny wygląd

łatwa i prosta wymiana rur

mała pojemność cieplna - szybki odbiór ciepła

absorpcja promieni możliwa przy niekorzystnym kącie padania

wysokie bezpieczeństwo eksploatacji

WADY

utyliczacja absorbera

podatne na uszkodzenie mechaniczne podczas konserwacji

rozszerzenie rury próżniowej

możliwość przegrzewania latem

KOLEKTORY PRÓŻNIOWE I PŁASKIE



PRÓŻNIOWE

PŁASKIE

Lepsza wydajność

Gorsza wydajność

Mniejsza odporność na działanie niekorzystnych zjawisk przyrodniczych

Większa odporność na działanie niekorzystnych zjawisk przyrodniczych

Droższe

Tańsze

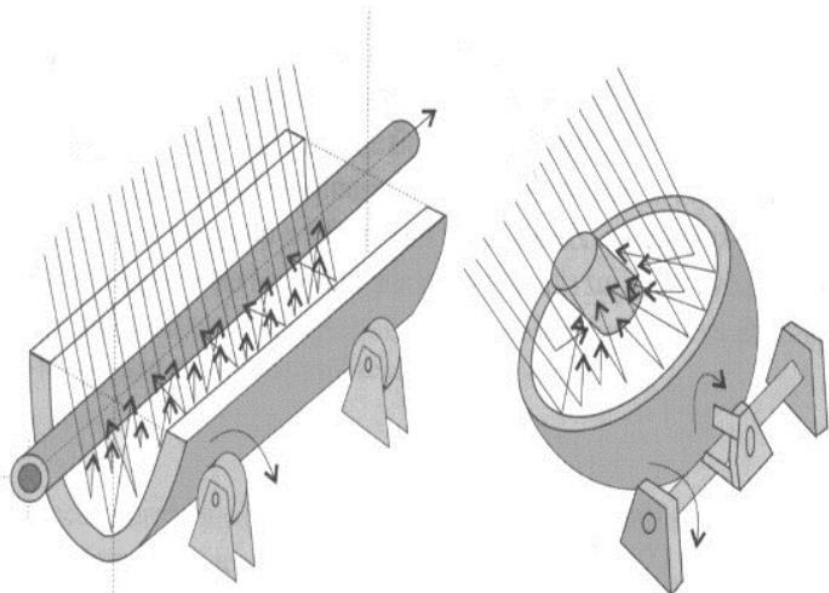
W okresie jesienno-zimowym mogą działać mniej skutecznie (może gromadzić się śnieg, lód, szron)

Nie gromadzi się na nich śnieg, lód i szron (rozgrzany absorber roztopia warstwę śniegu)

pojawianie się pary wodnej na szybie kolektora

sprawdzają się lepiej podczas lata dzięki wyższej „sprawności optycznej”

KOLEKTORY SKUPIAJĄCE



Układ cylindryczny (rurowy)

Układ paraboliczny (talerzowy)



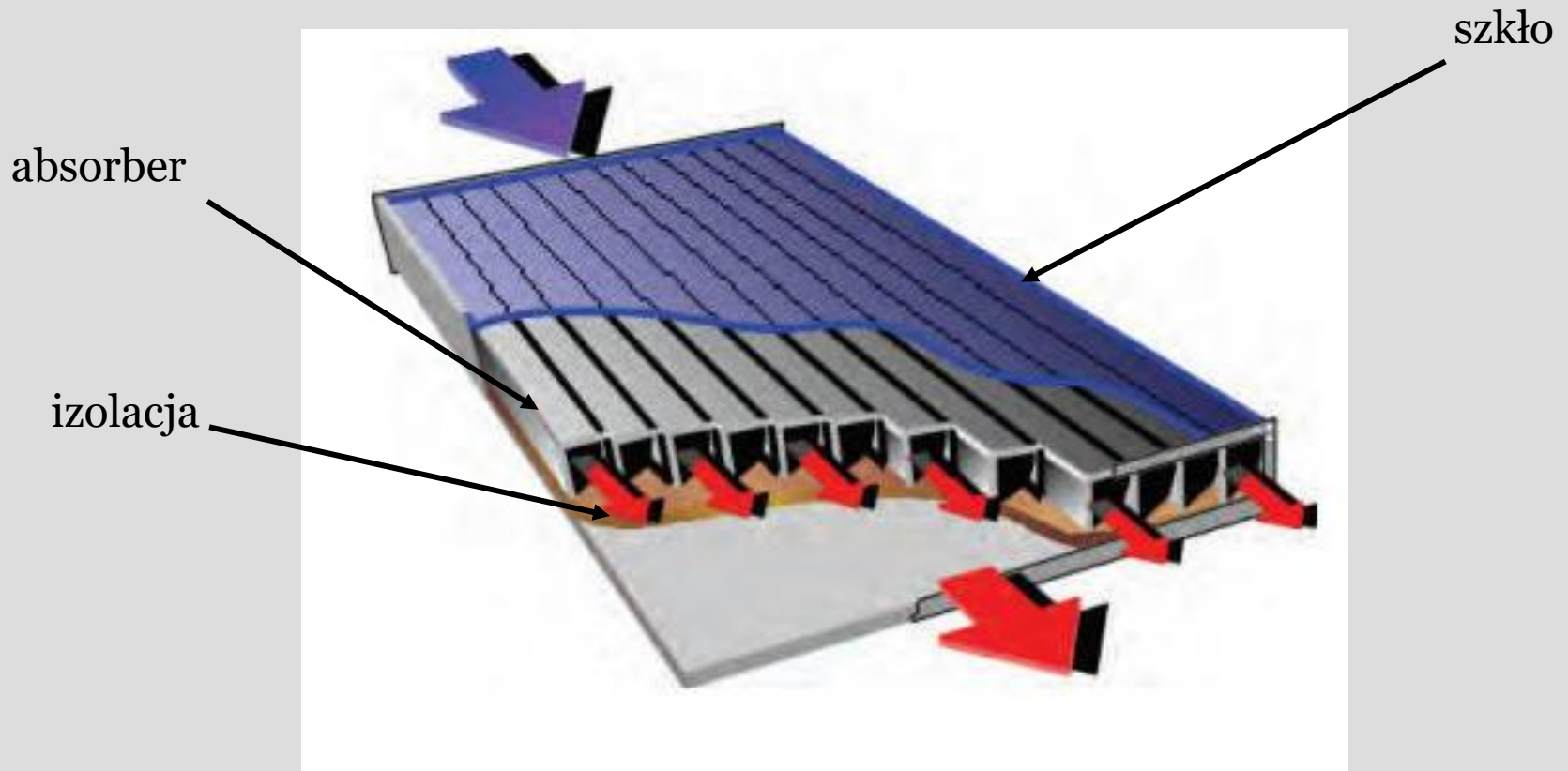
<http://fundacjaenergia.pl>

KOLEKTORY POWIETRZNE



- Kolektory powietrzne służą do bezpośredniego podgrzewania powietrza i wykorzystywane są w wentylacji, do podgrzewania pomieszczeń, suszenia.
- Znajdują zastosowanie tam, gdzie istnieje duże zapotrzebowanie na ciepłe powietrze o temp. ok. 15-50°C.
- Energia pochłonięta przez absorber jest oddawana w postaci ciepła strumieniowi przepływającego powietrza w odpowiednio ukształtowanym kanale kolektora
- Instalacji kolektorów słonecznych powietrznych nie wyposaża się w magazyny ciepła, ze względu na niską efektywność i kłopoty z utrzymaniem odpowiedniej czystości powietrza w długim przedziale czasowym

KOLEKTORY POWIETRZNE

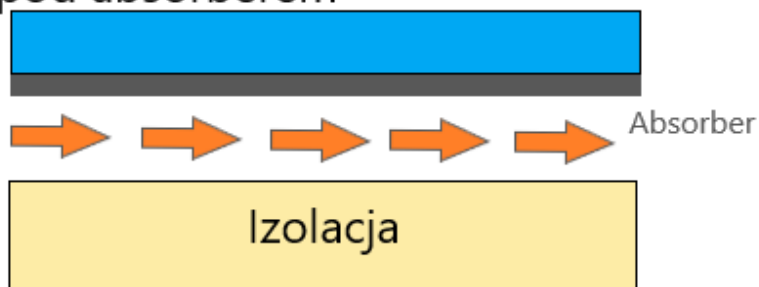


<http://instalacje.gep.com.pl/kolektory-powietrzne/>

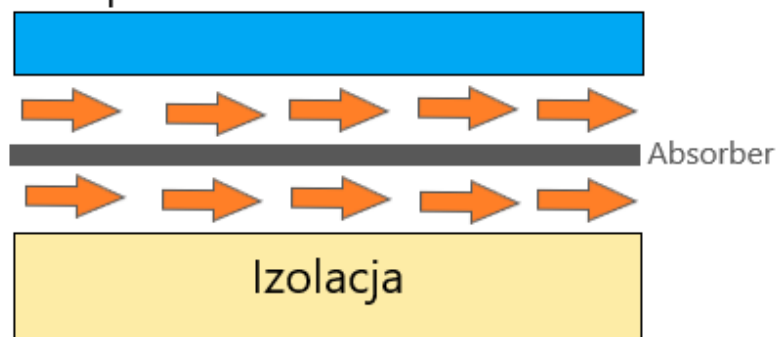
KOLEKTORY POWIETRZNE



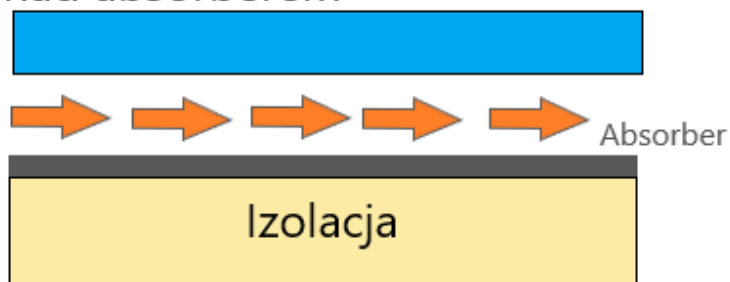
Kolektor z przepływem powietrza pod absorberem



Kolektor z przepływem powietrza nad i pod absorberem



Kolektor z przepływem powietrza nad absorberem



Kolektor z przepływem powietrza przez absorber



KOLEKTORY POWIETRZNE



ZALETY

wysoka wydajność instalacji
tania i prosta instalacja
proste sterowanie i łatwa integracja z istniejącymi systemami ogrzewania powietrznego
zwiększona ilość tlenu w powietrzu w ogrzewanych i wentylowanych pomieszczeniach
dodatkowa izolacja termiczna ścian zewnętrznych obiektu
wysoka efektywność ekonomiczna
niezawodność pracy
dogrzewanie, wentylacja budynku

WADY

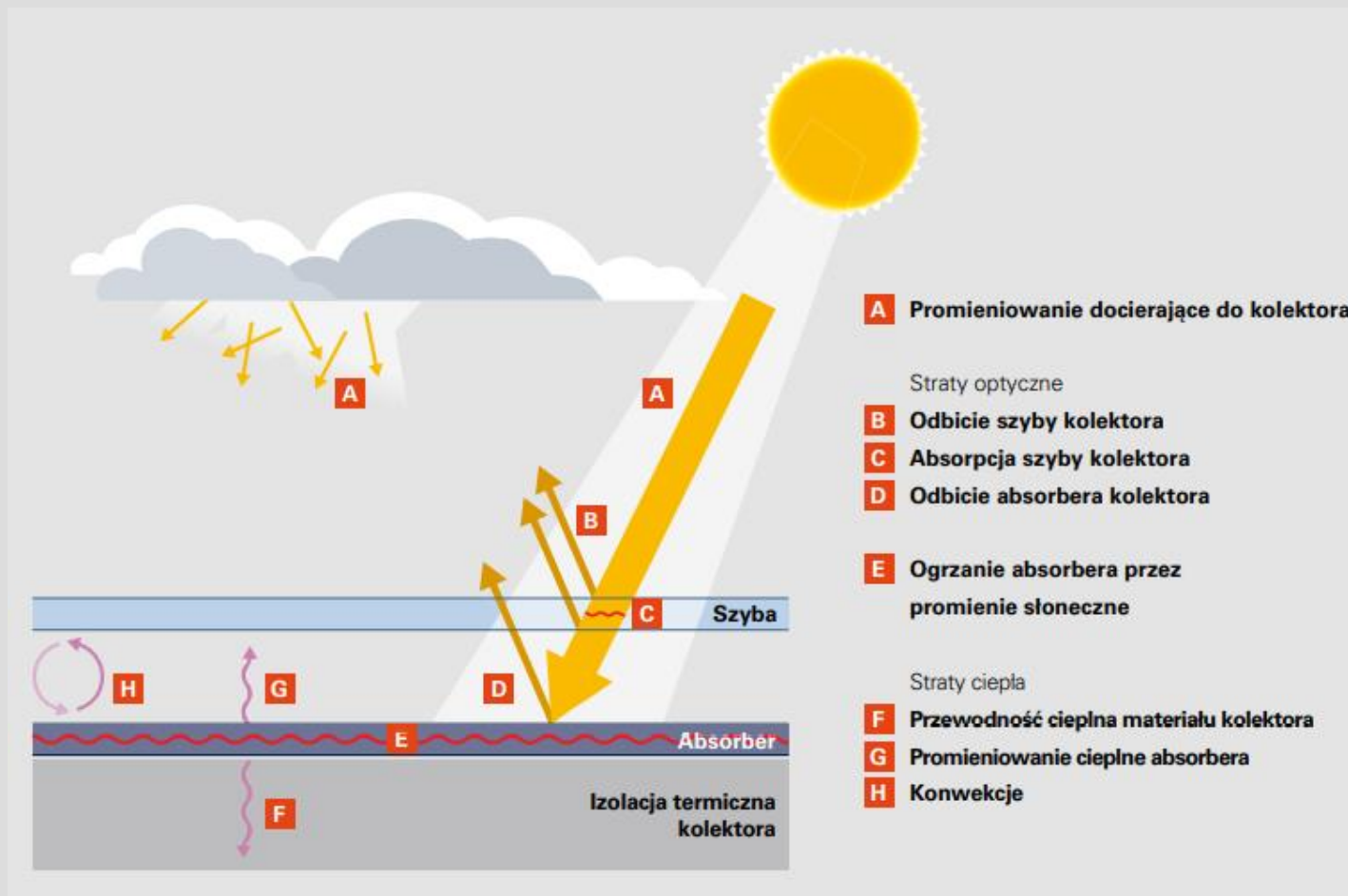
brak ciągłości dostaw ciepłego powietrza
ograniczona możliwość gromadzenia ciepła
transport ciepłego powietrza wymaga stosowania kanałów o dużych przekrojach
hałas związany z pracą wentylatora i przepływem powietrza
zużycie energii elektrycznej przez wentylator

SPRAWNOŚĆ KOLEKTORA



- Sprawność kolektora zależy od ilości promieni słonecznych padających na powierzchnię kolektora, która zamienia je na potrzebne ciepło.
- Sprawność działania kolektora zależy m.in. od rodzaju konstrukcji i użytych materiałów.

ROZKŁAD ENERGII W KOLEKTORZE

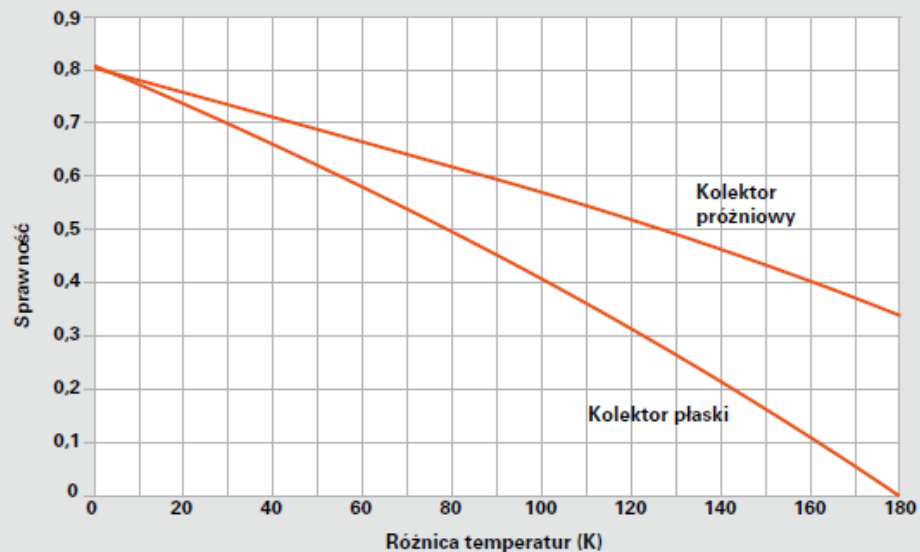


PORADNIK Viessmann Kolektory słoneczne 2010.pdf

SPRAWNOŚĆ KOLEKTORA



	Sprawność optyczna η_o [%]
Kolektor płaski	80
Kolektor płaski z szybą antyrefleksyjną	84
Próżniowy kolektor rurowy	80

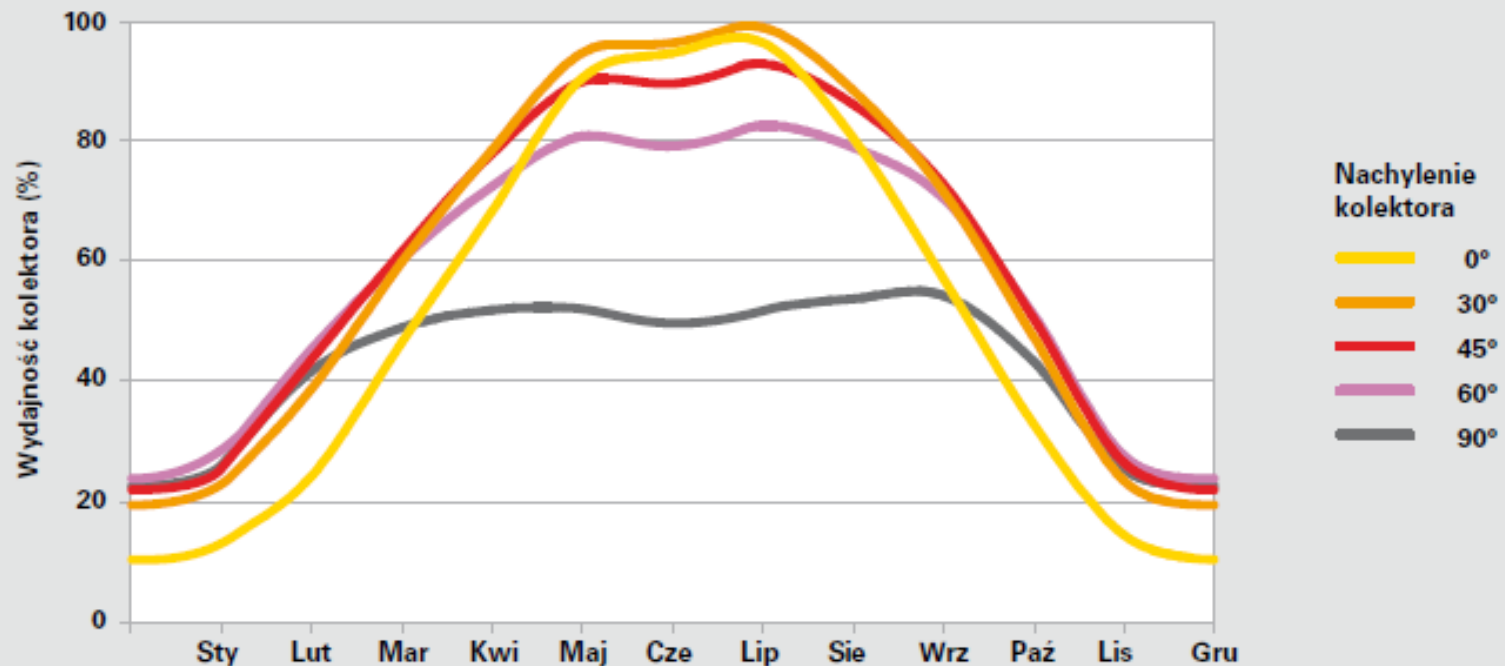


WYDAJNOŚĆ KOLEKTORA



- Wydajność kolektora uzależniona jest od jego średnio oczekiwanej mocy i czasu działania i jest podawana w kWh/m².
- Wydajność kolektora w ciągu roku jest podawana w kWh/(m² a).
- Im wyższa wydajność, tym więcej energii jest dostarczanej przez instalację kolektorów słonecznych do systemu.
- Wydajność kolektora jest wyjątkowo wysoka, kiedy powierzchnia kolektora jest optymalnie ustawiona i odkryta.

WYDAJNOŚĆ KOLEKTORA



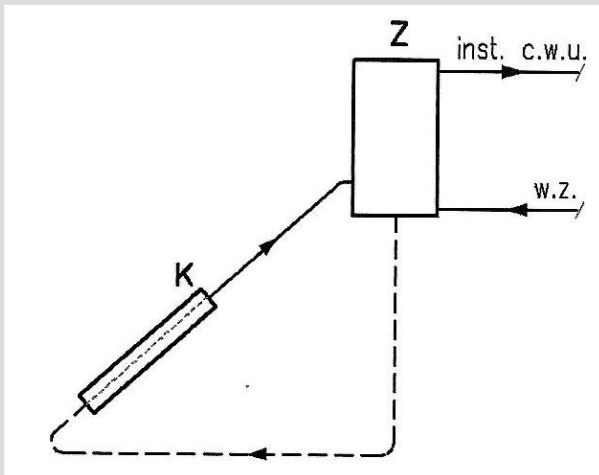
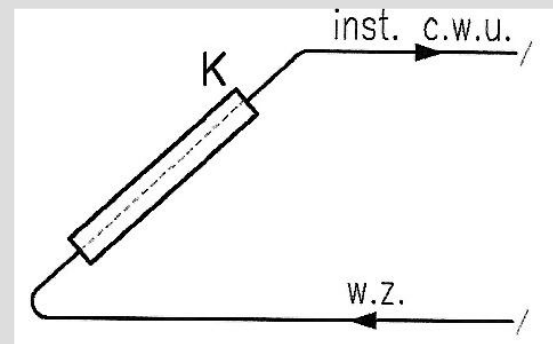
PORADNIK Viessmann Kolektory słoneczne 2010.pdf

SŁONECZNE INSTALACJE GRZEWcze

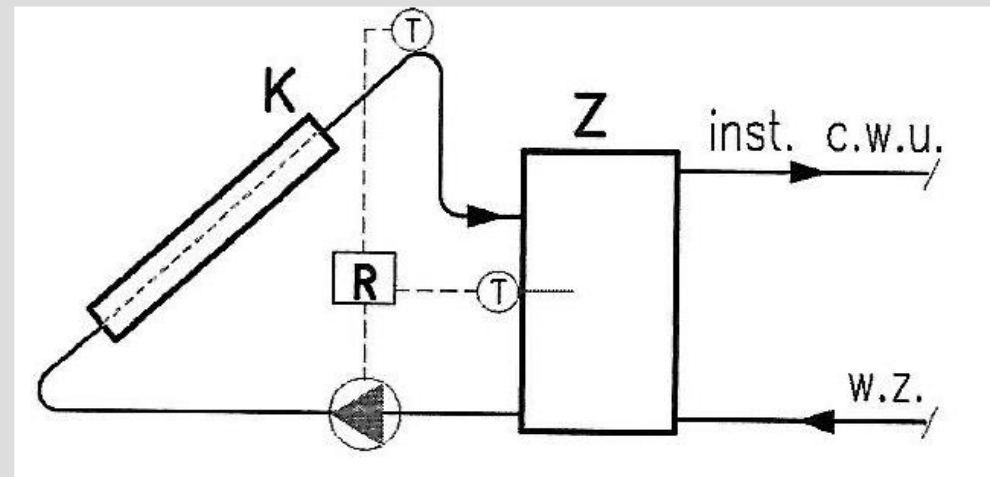


Instalacje słoneczne do podgrzewu ciepłej wody użytkowej:

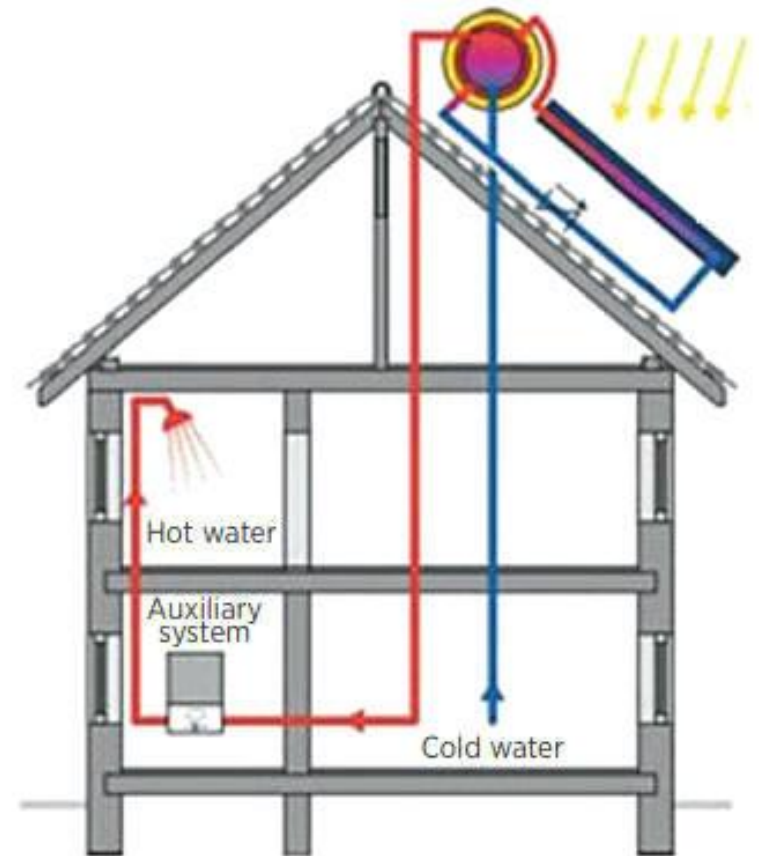
- **Bezpośrednie:**
 - bez zasobnika,
 - z zasobnikiem:
 - ✦ grawitacyjne,
 - ✦ pompowe,
- Pośrednie



W. Szaflik ,

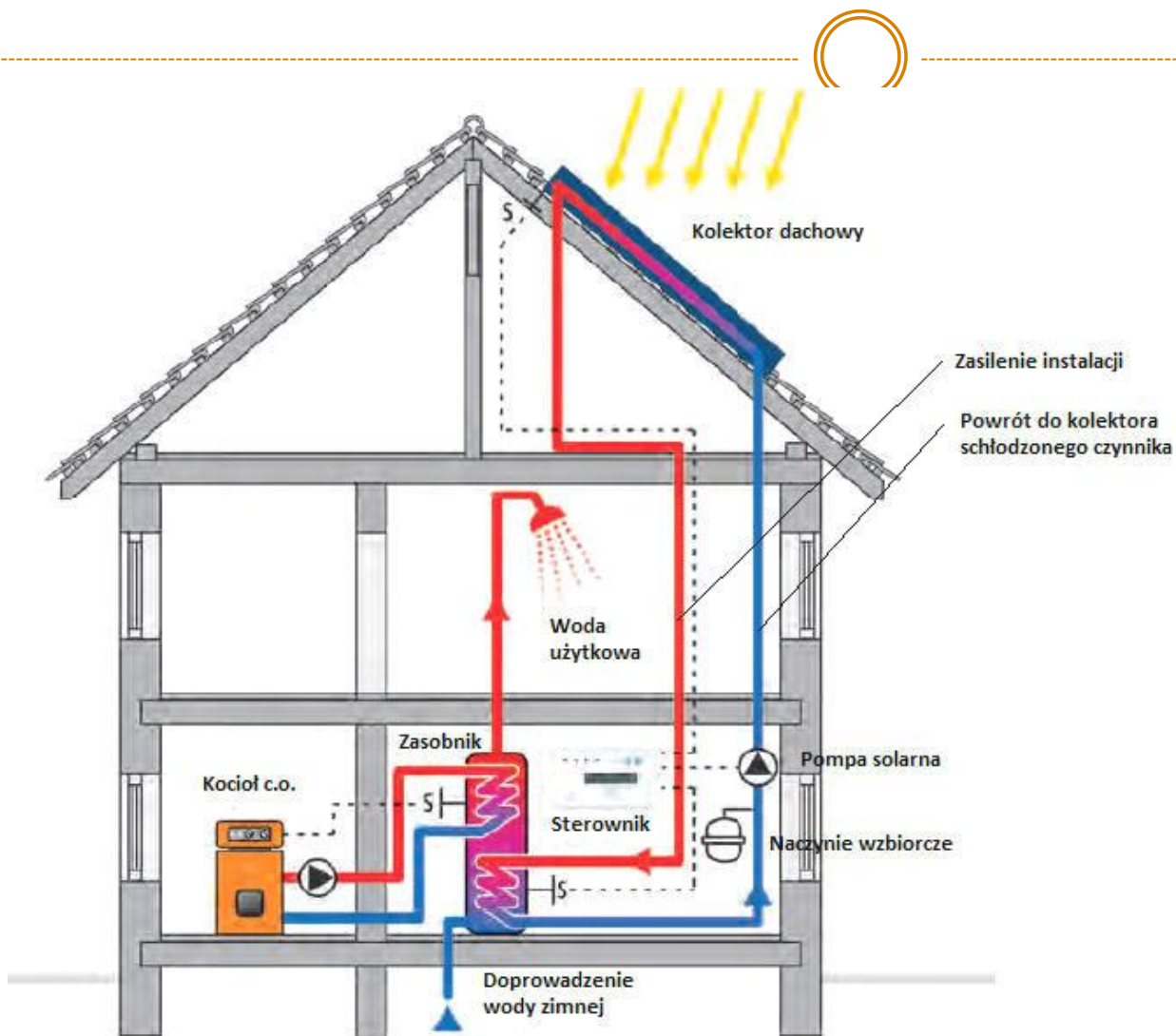


SŁONECZNE INSTALACJE GRZEWICZE



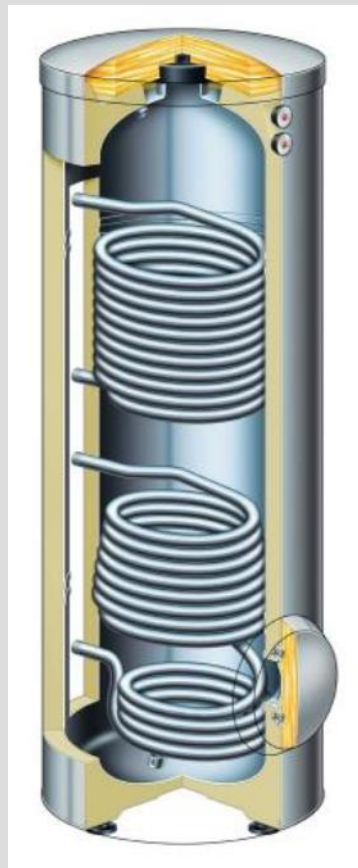
<https://www.atmo-sfera.eu>

SŁONECZNE INSTALACJE GRZEWICZE

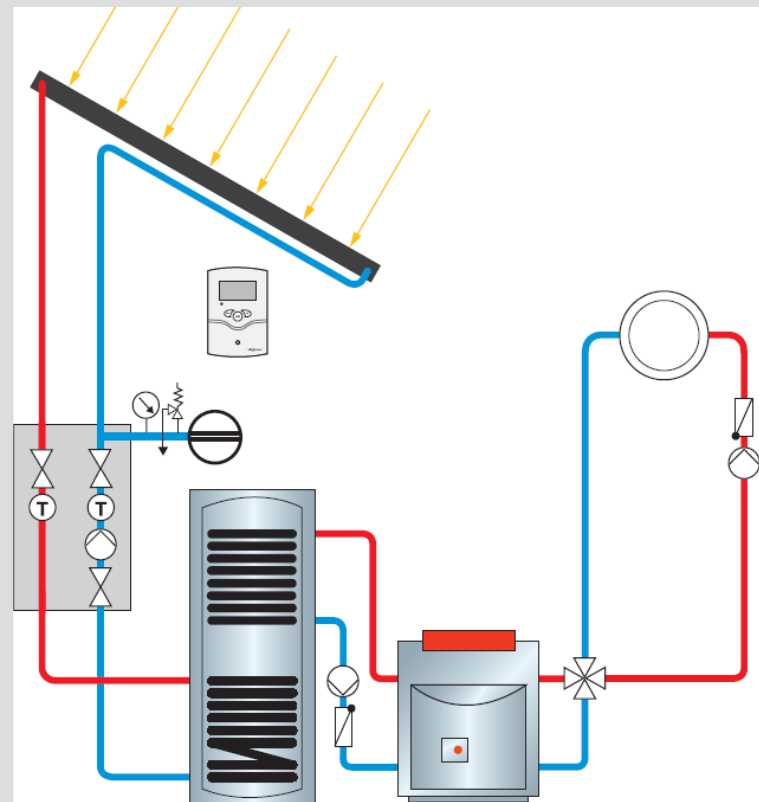


<http://instsani.pl>

SŁONECZNE INSTALACJE GRZEWcze



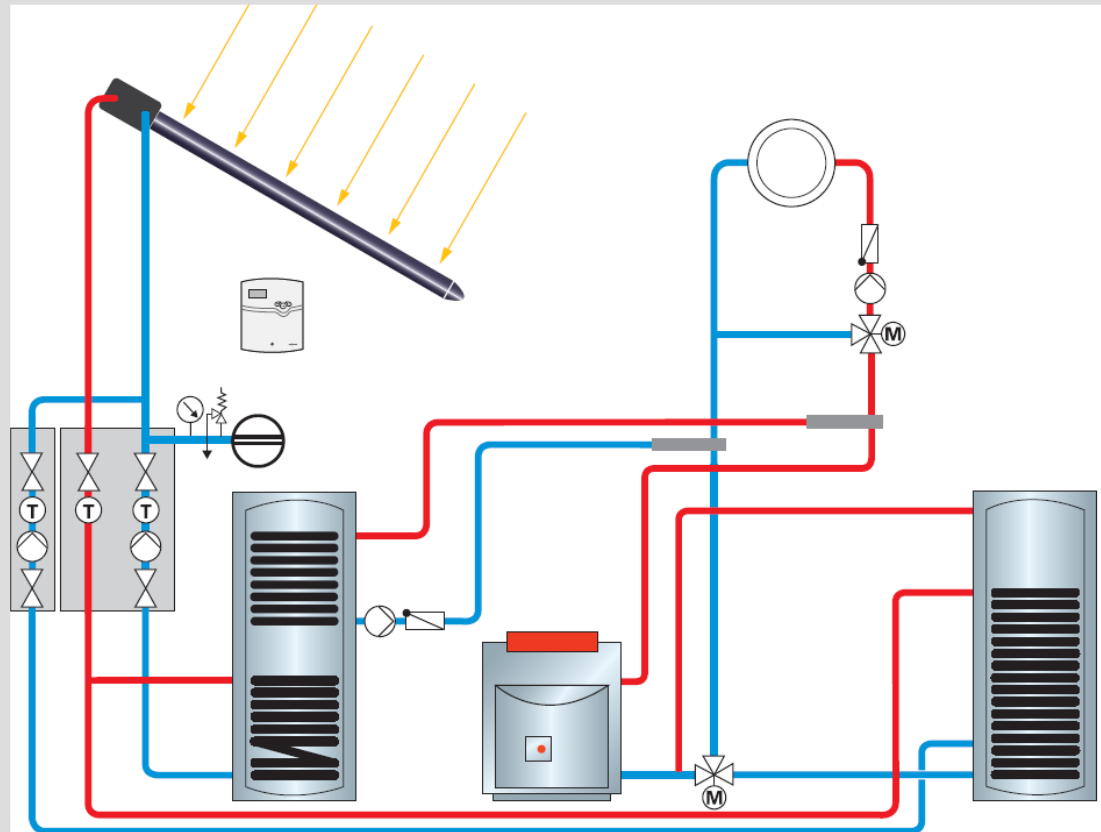
<http://viessmann.pl>



SŁONECZNE INSTALACJE GRZEWcze



Wspomaganie ogrzewania wody użytkowej oraz ogrzewania budynku

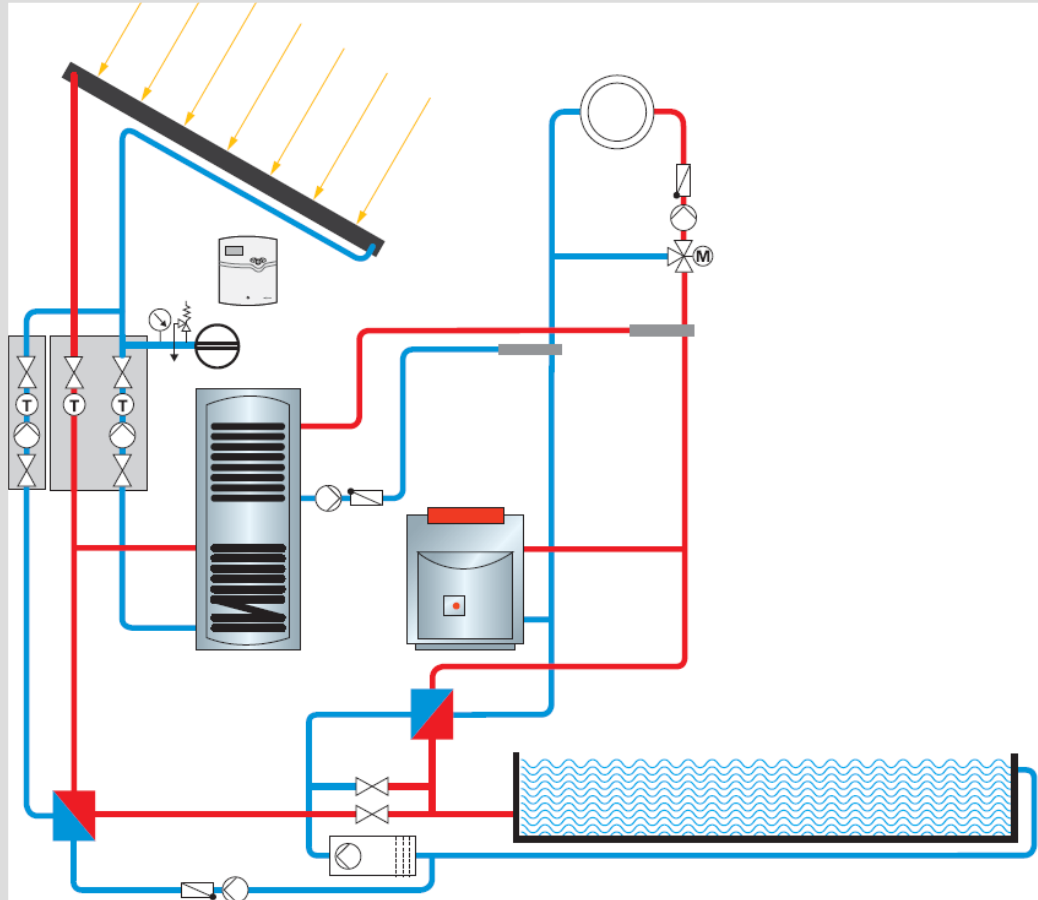


[http:// viessmann.pl](http://viessmann.pl)

SŁONECZNE INSTALACJE GRZEWcze



Wspomaganie ogrzewania wody użytkowej oraz wody basenowej

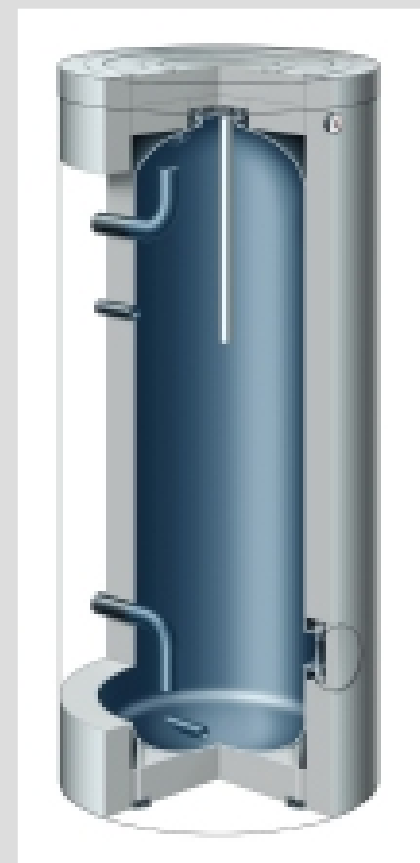
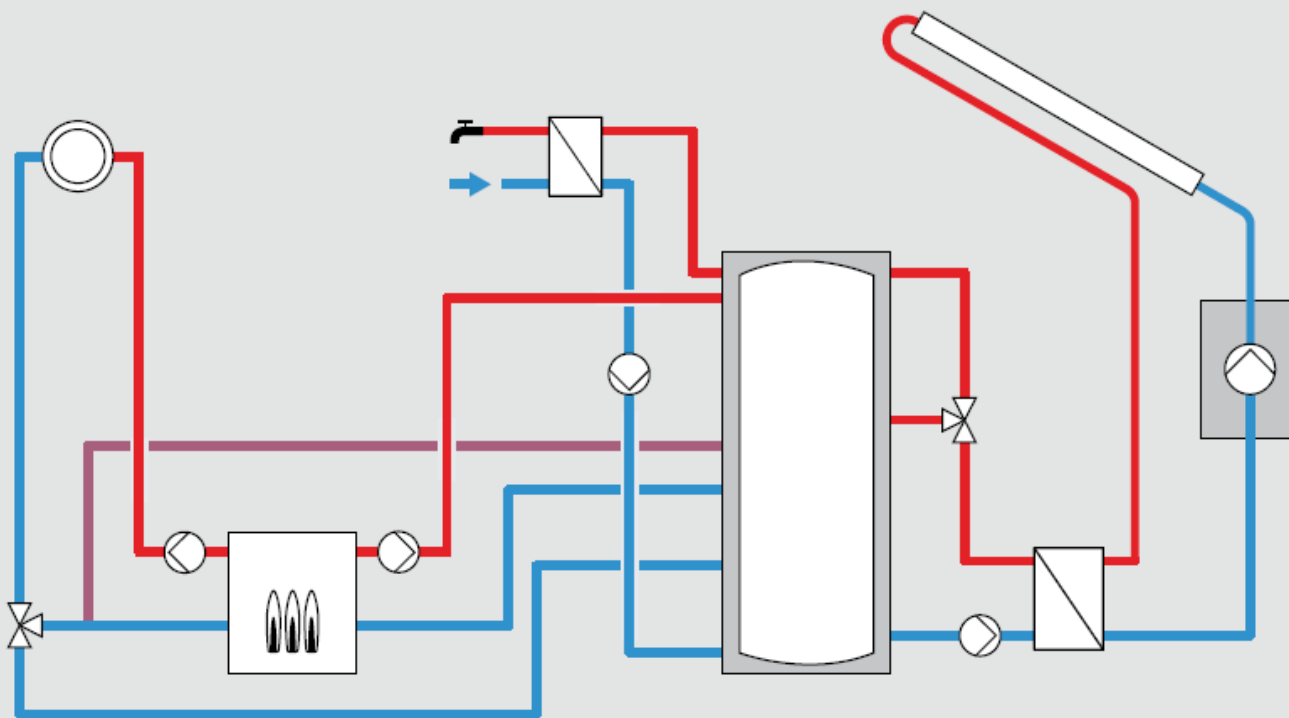


<http://viessmann.pl>

SŁONECZNE INSTALACJE GRZEWcze



Wspomaganie ogrzewania wody użytkowej oraz ogrzewania budynku

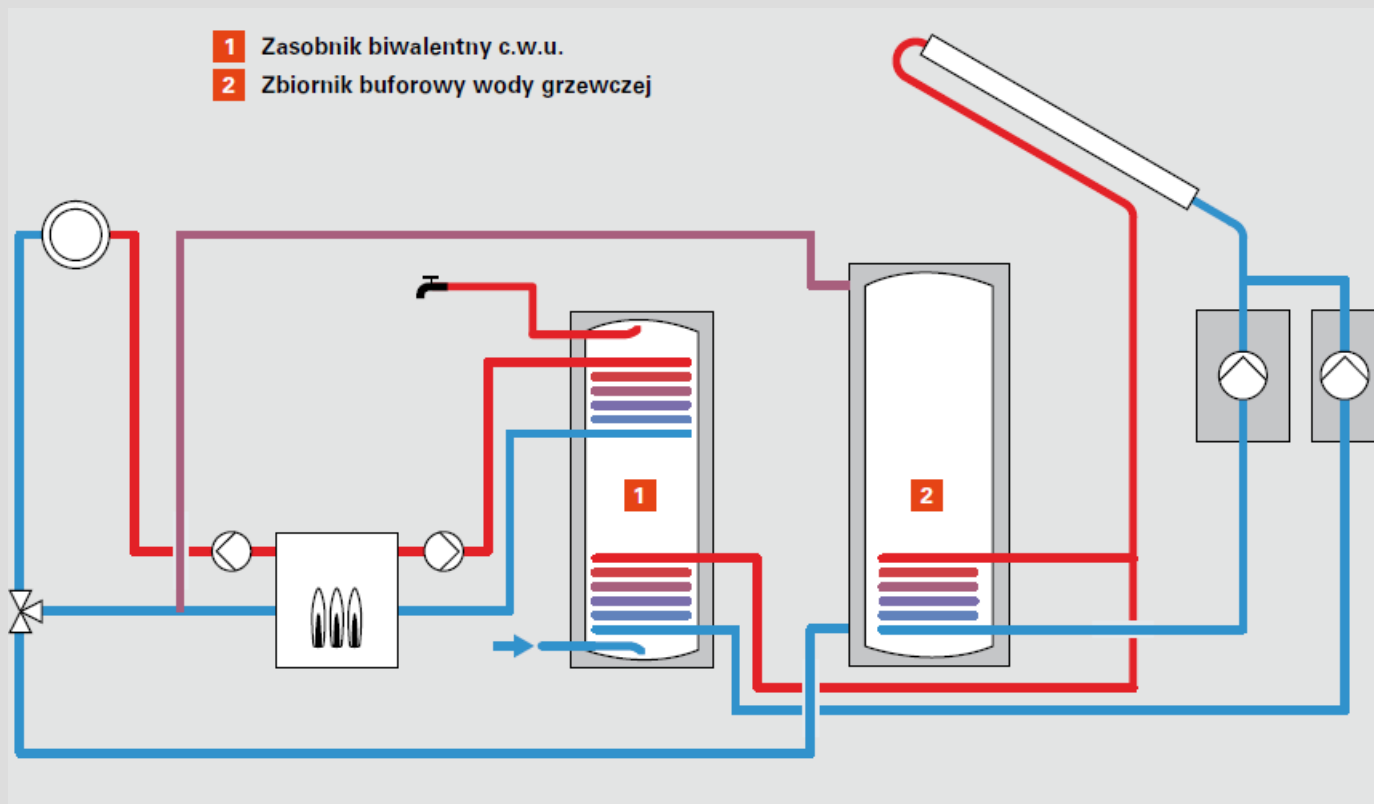


PORADNIK Viessmann Kolektory słoneczne 2010.pdf

SŁONECZNE INSTALACJE GRZEWcze



Wspomaganie ogrzewania wody użytkowej oraz ogrzewania budynku

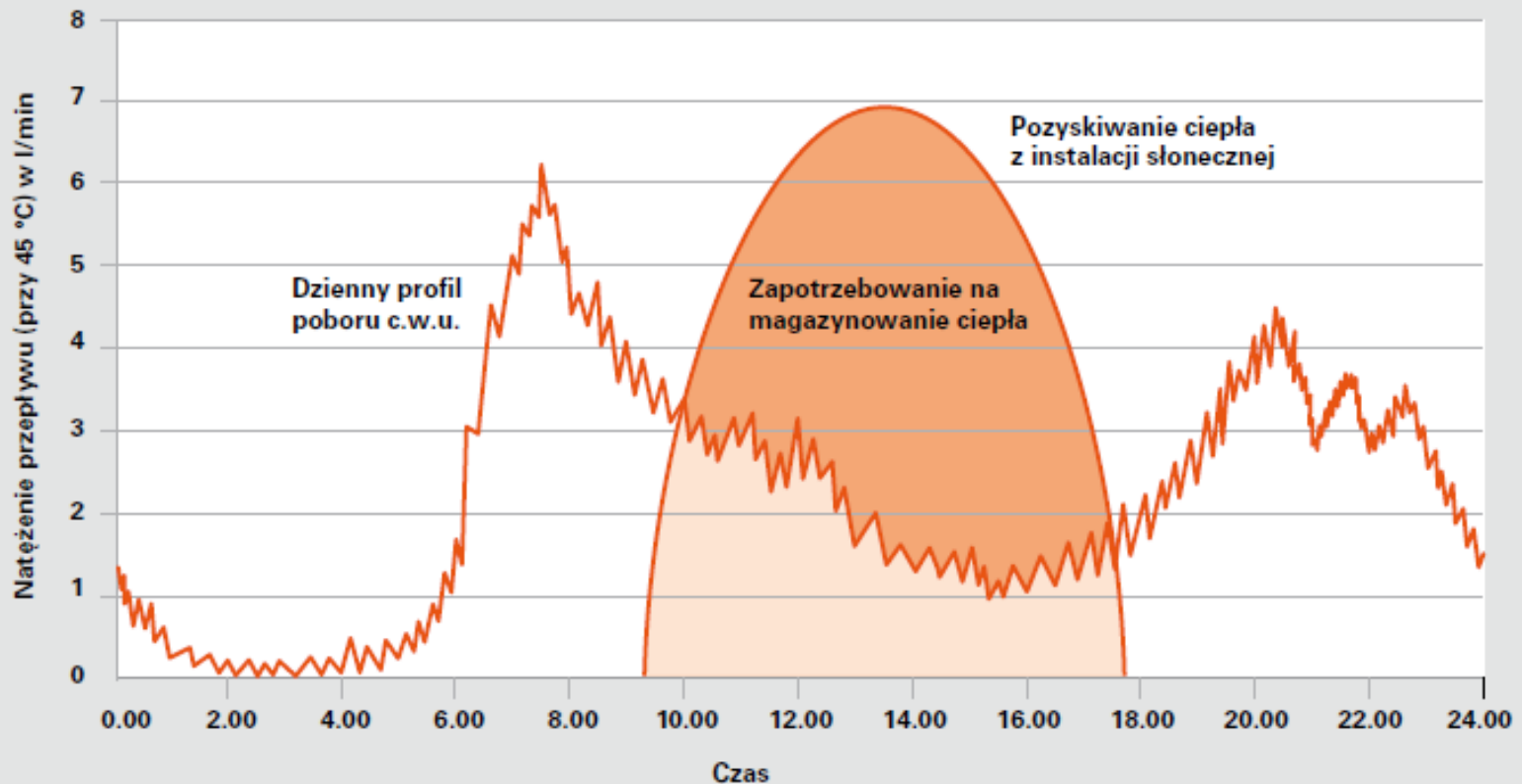


PORADNIK Viessmann Kolektory słoneczne 2010.pdf

SŁONECZNE INSTALACJE GRZEWcze



Wykres zapotrzebowania na ciepło do podgrzania c.w.u. w domu wielorodzinnym oraz ilość ciepła możliwa do uzyskania z instalacji solarnej



PORADNIK Viessmann Kolektory słoneczne 2010.pdf

INSTALACJE Z KOLEKTORAMI POWIETRZNYMI

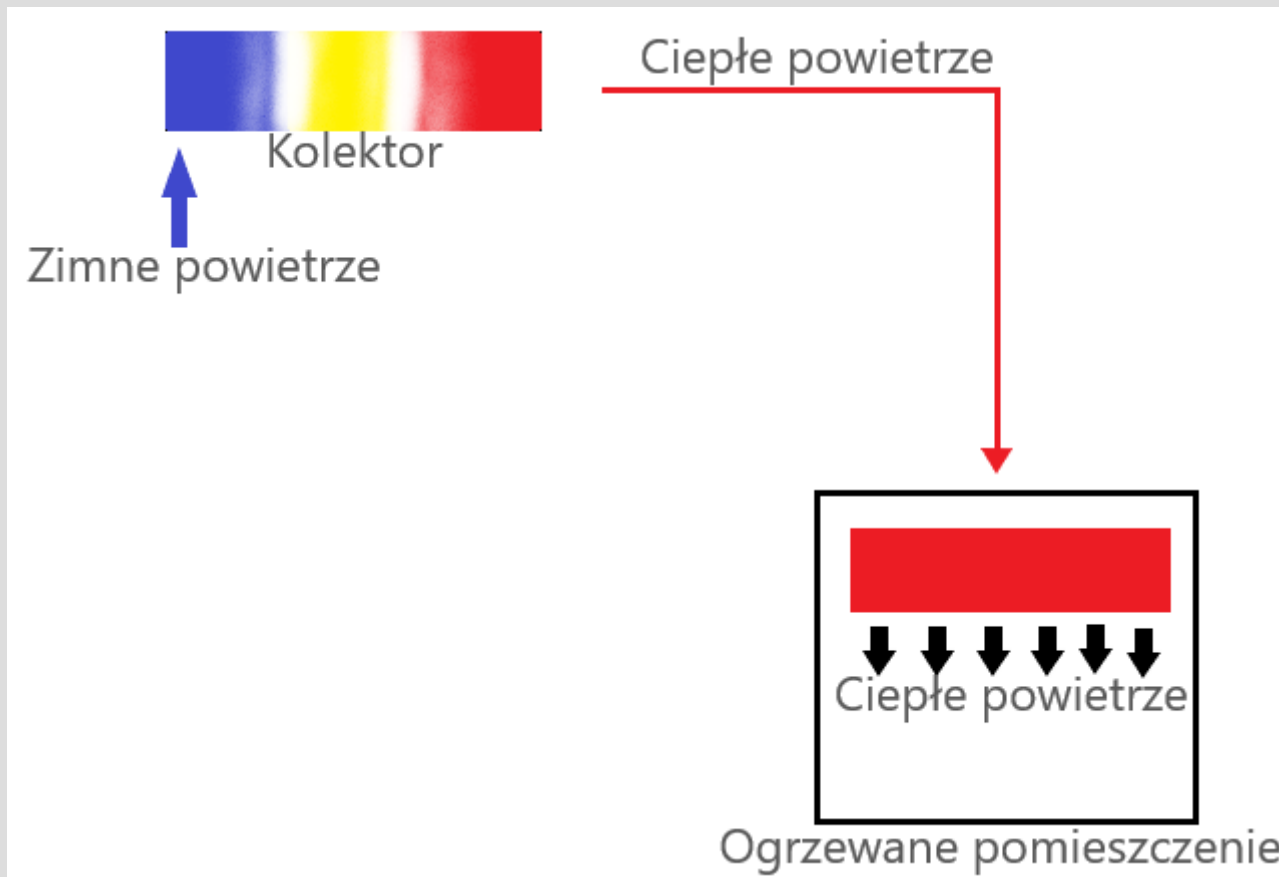


- 1. Układ otwarty: kolektor - pomieszczenie.**
- 2. Układ zamknięty: kolektor - pomieszczenie - kolektor.**
- 3. Kolektor - źródło ciepła w urządzeniach klimatyzacyjnych.**
4. Przepływ powietrza w przestrzeni (kanale), przegrodach.
5. Przepływ powietrza przez magazyn ciepła i oddawanie ciepła przez promieniowanie.
6. Przepływ powietrza przez magazyn ciepła w przeciwnym kierunku do przepływu powietrza z pomieszczenia w układzie otwartym.
7. Ogrzewanie c.w.u. z zastosowaniem wymiennika ciepła powietrze - woda.

INSTALACJE Z KOLEKTORAMI POWIETRZNYMI



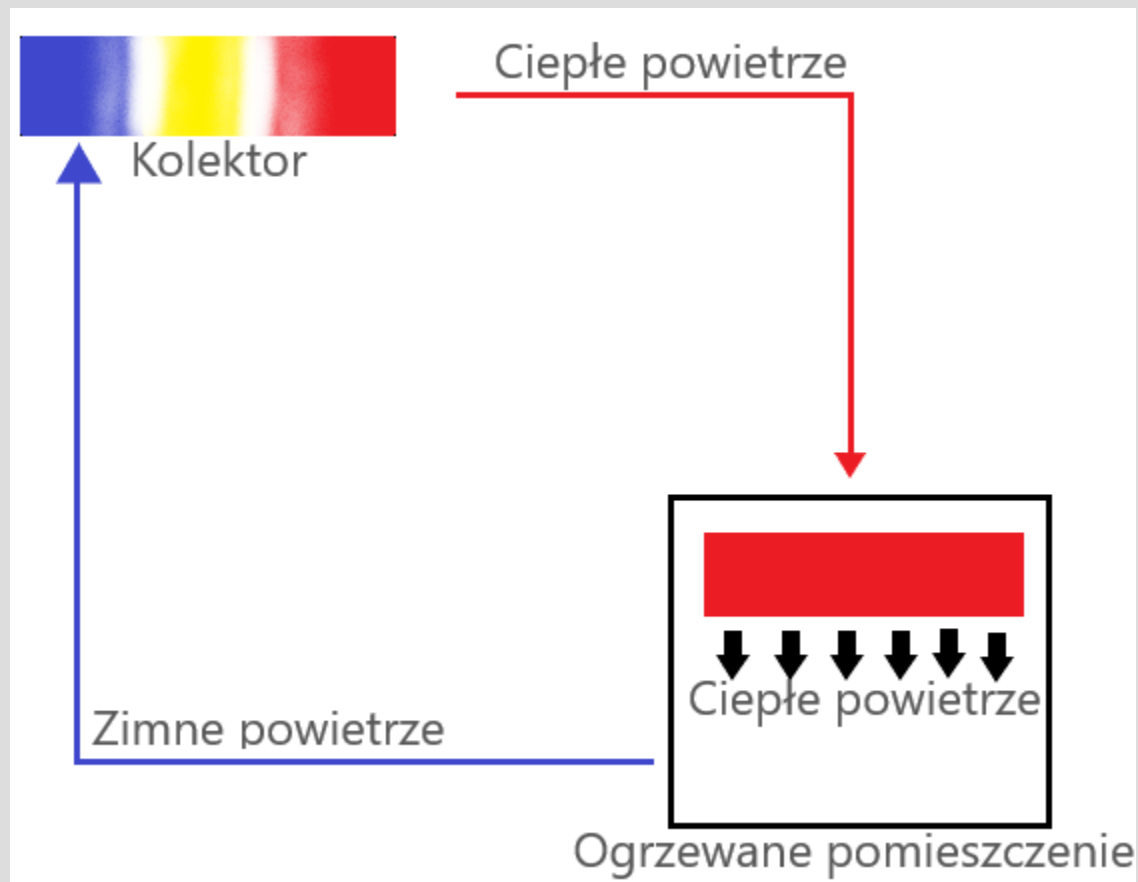
Układ otwarty: kolektor - pomieszczenie



INSTALACJE Z KOLEKTORAMI POWIETRZNYMI



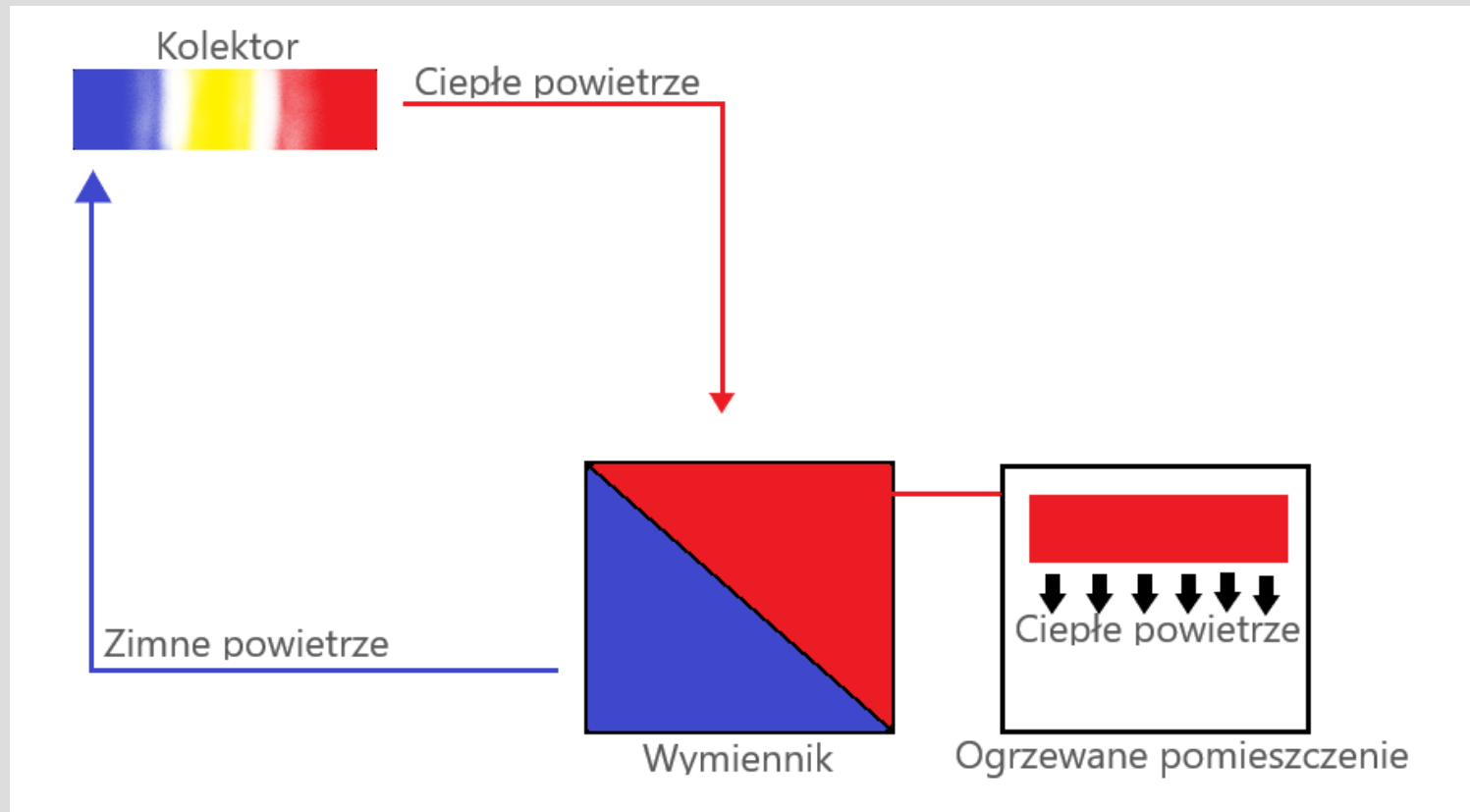
Układ zamknięty: kolektor - pomieszczenie - kolektor



INSTALACJE Z KOLEKTORAMI POWIETRZNYMI



Kolektor - źródło ciepła w urządzeniach klimatyzacyjnych



**Energia+Technologia=Szkoła+Zawód - Technologie energii odnawialnej w szkołach
dla wykwalifikowanych pracowników przyszłości
Energie+Technik=Schule+Beruf - Erneuerbare Energietechnik macht Schule
für Fachkräfte der Zukunft**

Projekt dofinansowany jest przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego (EFRR) w ramach programu Współpracy Interreg V A Meklemburgia-Pomorze Przednie / Brandenburgia / Polska

Praca opublikowana w ramach projektu międzynarodowego współfinansowanego ze środków programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pn. „PMW” w latach 2020-2022; umowa nr 5197/INTERREG V A MV/BB/PL/2021/2