

ZYGMUNT KATOLIK

# WYKORZYSTANIE ENERGII SŁONECZNEJ (OZE)

- panele fotowoltaiczne
- kolektory słoneczne
- pompy ciepła

**POLcen**  
Spółka z o.o.

Warszawa 2021

© **Copyright by**

Oficyna Wydawnicza POLCEN  
Warszawa 2021

**Autor**

mgr Zygmunt Katolik

**Recenzent**

dr inż. Maciej Robakiewicz

**Redaktor naczelny**

inż. Ryszard Sobolewski

**Redaktor prowadzący**

Jacek Sobolewski

**Redaktor językowy**

Agnieszka Rychlewicz  
redakcja@polcen.com.pl

**Sekretarz redakcji**

Aneta Radziszewska  
wydawnictwo@polcen.com.pl

**Projektant okładki**

ARTKOM Tomasz Drażek

**Skład i łamanie**

ARTKOM Tomasz Drażek

**Wszelkie prawa zastrzeżone**

**Stan prawny:** 3 listopada 2021 r.

**ISBN 978-83-64795-68-8**

**Wydawca**

POLCEN Sp. z o.o.  
ul. Nowogrodzka 31, lok. 333  
00-511 Warszawa  
tel. 601 885 039

**[www.polcen.com.pl](http://www.polcen.com.pl)**

(księgarnia internetowa)

# OD WYDAWCY

Oddajemy do Państwa rąk książkę pt. „**Wykorzystanie energii słonecznej (OZE)**” autorstwa mgr. Zygmunta Katolika. W publikacji w przystępny sposób zaprezentowano zagadnienia dotyczące innowacyjnych technologii produkcji energii na podstawie jednego z odnawialnych źródeł, którym jest promieniowanie słoneczne. Przedstawione w książce zagadnienia zostały opisane w trzech rozdziałach, z których każdy stanowi osobny blok tematyczny.

Współczesny rozwój gospodarczy i cywilizacyjny stwarza coraz większe zapotrzebowanie na energię. Jednocześnie dotychczasowe metody wytwarzania energii z węgla, ropy i gazu w procesie ich spalania powodują postępującą degradację środowiska naturalnego, grożąc klęską ekologiczną, a jednocześnie światowe zasoby surowców energetycznych stale się zmniejszają. W tej sytuacji koniecznością stało się dążenie do korzystania z innych źródeł energii – nieszkodliwych dla środowiska i niewyczerpywalnych (patrz ustalenia 26. Szczytu Klimatycznego ONZ w Glasgow). Obserwujemy więc szybki rozwój wykorzystania odnawialnych źródeł energii (OZE). W naturze energia występuje w różnych formach – zwłaszcza jako promieniowanie słoneczne, wiatr, energia rzek i pływów morskich, ciepło zawarte w ziemi, wodach i powietrzu. Nauka i technika stopniowo tworzą możliwości powszechnego wykorzystania energii z tych źródeł. Powstają coraz doskonalsze systemy techniczne wytwarzania energii z OZE, dostosowane do poszczególnych dziedzin.

Bardzo duża część ogólnego zapotrzebowania na energię związana jest z ogrzewaniem i zaopatrzeniem w energię elektryczną budynków mieszkalnych i innych. W związku z tym obserwujemy niezwykle szybki rozwój wykorzystania odnawialnych źródeł energii w tej dziedzinie.

W niniejszej książce omawiane są właśnie systemy OZE możliwe do wykorzystania w budynkach, a w szczególności te systemy techniczne, które są już powszechnie dostępne i stosowane, a ich wprowadzenie jest wspierane przez państwo.

W książce zaprezentowano zatem zastosowanie w budynkach następujących systemów odnawialnych źródeł energii:

- fotowoltaika (rozdział 1),
- kolektory słoneczne (rozdział 2),
- pompy ciepła (rozdział 3).

Są to systemy, których wykorzystanie przynosi użytkownikom budynków obniżenie bieżących kosztów zaopatrzenia w ciepło i energię elektryczną, a jednocześnie przez posiadanie własnego źródła energii w przypadku jej magazynowania użytkownik jest zabezpieczony na wypadek awarii lub przerwy dostawy energii z sieci energetycznej. Ponadto są to systemy korzystające z darmowej energii z niewyczerpywalnego źródła i nieniszczące środowiska.

Omówienie w książce różnych aspektów działania tych systemów powinno ułatwić Czytelnikom podjęcie świadomej decyzji o ich zastosowaniu, a także wyborze odpowiedniego rodzaju urządzeń.

W **rozdziale I** książki zawarto podstawowe informacje dotyczące fotowoltaiki. Opisano komponenty składowe typowej instalacji fotowoltaicznej, ogniwa fotowoltaiczne oraz zasady powstawania prądu w ogniwie słonecznym. **Omówiono również istotną problematykę ogniw perowskitowych stanowiących jedno z najnowocześniejszych**



## OD WYDAWCY

**i najbardziej efektywnych rozwiązań technologicznych polskiej myśli technicznej ostatnich lat.** Zaprezentowano zagadnienia dotyczące falowników w instalacjach fotowoltaicznych z przedstawieniem ich klasyfikacji. Ukazano schemat rozmieszczenia ochrony przepięciowej dla budynku mieszkalnego. Omówiono zagadnienia związane z pożarem instalacji fotowoltaicznej. Odniesiono się do zagadnień związanych z rozliczeniem energii elektrycznej przez prosumentów. Przedstawiono korzyści wynikające z budowy instalacji fotowoltaicznej na podstawie wybranych przykładów: dwóch gospodarstw domowych i zakładu produkcyjnego. Przedstawiono zalety oraz wady instalacji słonecznej.

W **rozdziale II** zostały przedstawione informacje na temat kolektorów słonecznych. Omówiono w nim podstawową klasyfikację kolektorów solarnych wraz z opisem charakterystyki poszczególnych rodzajów. Wskazano typowe miejsca ich lokalizacji. Zobrazowano i opisano montaż kolektorów słonecznych na pości dachowej oraz w pości dachu budynku. Przedstawiono typowe rozwiązania techniczne zabudowy instalacji z układami solarnymi. Zwrócono uwagę na błędy popełniane na etapie projektowania instalacji solarnej związane z niedoszacowaniem i przewymiarowaniem układu solarnego. Poruszono też temat zabezpieczenia instalacji ciepłej wody przed poparzeniem ludzi. Oszacowano okres zwrotu inwestycji w przypadku rezygnacji z konwencjonalnych źródeł ciepła i zastąpienie ich instalacją solarną.

**Rozdział III** został poświęcony pompom ciepła. Omówiono w nim budowę pompy ciepła wraz z opisem zasady jej działania. Scharakteryzowano podstawowe rodzaje pomp ciepła mające zastosowanie w technice grzewczej. Poruszono kwestię ich efektywności energetycznej. Ukazano zalety i wady instalacji z pompami ciepła oraz zasygnalizowano problemy mogące wystąpić w pracy układów grzewczych. Odniesiono się też do źródeł ciepła funkcjonujących z instalacjami z pompami ciepła.

Mgr Zygmunt Katolik jest specjalistą w zakresie ciepłownictwa, działalności inwestycyjno-remontowej, systemu dystrybucji i przesyłu, odnawialnych źródeł energii. Jest autorem i współautorem ponad 50 publikacji na temat zagadnień ciepłowniczych, 5 książek oraz uczestnikiem wystąpień na sympozjach i seminariach branżowych.

Niniejsza książka zawiera 132 rysunki, 26 fotografii oraz 16 tabel, a także słownik pojęć. **Dotatkowo udostępniamy Państwu w formie pliku pdf następujące ujednolicone akty prawne: ustawę o efektywności energetycznej oraz ustawę o odnawialnych źródłach energii\***. W publikacji wykorzystano dostępne materiały źródłowe stanowiące opracowania poświęcone tematyce odnawialnych źródeł energii oraz informacje publikowane w źródłach internetowych.

Publikacja jest skierowana przede wszystkim do studentów szkół wyższych o kierunku energetycznym, uczestników studiów podyplomowych o specjalności energetyka – odnawialne źródła energii, do uczniów techników energetycznych, osób przygotowujących się do zainstalowania systemów wykorzystujących energię z odnawialnych źródeł w budynkach, do osób zajmujących się na co dzień tematyką odnawialnych źródeł energii oraz wszystkich Czytelników, którzy chcieliby zgłębić wiedzę w zakresie metod oraz technologii produkcji energii elektrycznej i cieplnej na podstawie odnawialnych źródeł energii.

Więcej informacji o książkach Oficyny Wydawniczej POLCEN: [www.polcen.com.pl](http://www.polcen.com.pl).

Życzymy pozytywnej lektury.

Redakcja POLCEN

\* Link do aktów prawnych: <https://www.polcen.com.pl/news/1656/wykorzystanie-energii-slonecznej-oze>.





## OD AUTORA

W ostatnich latach uwaga ludzi coraz bardziej koncentruje się na energetyce, szczególnie zaś na odnawialnych źródłach energii, biorących udział w procesach jej wytwarzania. Za przyczynę tego zjawiska uznaje się stały rozwój cywilizacyjny i gospodarczy krajów w różnych dziedzinach, który wzbudza rosnący popyt na energię, a także powoduje zauważalny wzrost zanieczyszczenia środowiska naturalnego, skutkujący jego postępującą degradacją oraz zmianami klimatycznymi na Ziemi.

Odnawialne źródła energii nie zmniejszają zasobów naturalnych ani w żaden sposób nie pogarszają stanu jakościowego środowiska przyrodniczego. Zwiększają natomiast bezpieczeństwo energetyczne krajów i przyczyniają się do tworzenia nowych miejsc pracy. Promowanie odnawialnych źródeł energii pozwala na dywersyfikację źródeł dostaw oraz na tworzenie warunków do rozwoju energetyki rozproszonej, opartej na lokalnie dostępnych zasobach energetycznych.

Aktualność problematyki odnawialnych źródeł energii, rosnąca ich rola oraz znaczenie w krajowej energetyce, a także coraz większe zainteresowanie ludzi pozyskiwaniem taniej, czystej energii stały się dla autora inspiracją do napisania książki poświęconej tej tematyce.

Podstawowym celem, jaki sobie postawił autor publikacji, było zaprezentowanie w dość przystępny sposób wiedzy technicznej dotyczącej innowacyjnych technologii produkcji darmowej energii na podstawie jednego z odnawialnych źródeł, jakie stanowi energia promieniowania słonecznego.

Przedstawione w książce zagadnienia wraz z analizami zostały opisane w trzech rozdziałach, z których każdy stanowi oddzielny zakres tematyczny. Ze względu na specyfikę zagadnień każdy z tych rozdziałów mógłby być przedmiotem osobnej książki.

Mam nadzieję, że niniejsza publikacja zyska uznanie i wzbudzi zainteresowanie Czytelników, a także przyczyni się do zrozumienia istoty oraz specyfiki zagadnień wytwarzania energii na podstawie odnawialnych źródeł, których poszczególne rozwiązania technologiczne zostały przedstawione w niniejszym opracowaniu.

Myślę też, że przekazana w książce wiedza ułatwi Czytelnikowi podjęcie w przyszłości własnej racjonalnej decyzji dotyczącej wyboru źródła energii dla swojego domu czy zakładu produkcyjnego.





## mgr ZYGMUNT KATOLIK

Urodzony 15 kwietnia 1951 r. we Włocławku, gdzie ukończył Studium Zawodowe Business College. Jest absolwentem Zachodniopomorskiej Szkoły Biznesu w Szczecinie w zakresie organizacji i zarządzania. Ukończył również Studia Uzupełniające Magisterskie na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu w zakresie zarządzania procesami inwestycyjnymi oraz Studium Podyplomowe Ciepłownictwo i Ogrzewnictwo z Auditingiem Energetycznym na Wydziale Inżynierii i Środowiska – Instytut Ogrzewania i Wentylacji Politechniki Warszawskiej w Warszawie.

Prowadził wykłady i szkolenia w Ośrodku Doskonalenia „CENTRO” we Włocławku, Ośrodku Doradztwa i Szkolenia BHP we Włocławku oraz w przedsiębiorstwie, w którym był zatrudniony dla kadry przedsiębiorstw energetycznych. Przez kilka lat pełnił obowiązki sekretarza powołanej przez Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki Komisji Kwalifikacyjnej Nr 560/123/04/99-B przy Miejskim Przedsiębiorstwie Energetyki Ciepłej we Włocławku ds. stwierdzenia wymagań kwalifikacyjnych osób zajmujących się eksploatacją i dozorem urządzeń, instalacji i sieci energetycznych. Jest wieloletnim członkiem Włocławskiego Towarzystwa Naukowego we Włocławku. W Miejskim Przedsiębiorstwie Energetyki Ciepłej Spółka z o.o. we Włocławku pracował od 1982 r. W 2004 r. został kierownikiem Działu Inwestycji w przedsiębiorstwie, by w kolejnych latach pracy awansować na Kierownika Działu Inwestycji i Rozwoju. W 2011 r. został powołany przez Zarząd Spółki na Prokurenta. Funkcję tę sprawował do chwili odwołania w 2017 r. W okresie zatrudnienia w przedsiębiorstwie zajmował się szeroko pojętymi zagadnieniami związanymi z ciepłownictwem, działalnością inwestycyjno-remontową w spółce oraz wytyczaniem kierunków rozwoju przedsiębiorstwa i ciepłownictwa w mieście.

Pomysłodawca oraz współautor zrealizowanej inwestycji polegającej na dostawie ciepła do szkół w rejonie ulic: Łokietka-Bulwary we Włocławku. Jest również pomysłodawcą i współautorem koncepcji uciepłowienia terenów Starego Miasta we Włocławku objętych Programem Rewitalizacji. Współautor zrealizowanego przez przedsiębiorstwo projektu „Likwidacja niskich emisji w rejonie Starówki Miasta Włocławek” współfinansowanego ze środków unijnych w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego województwa kujawsko-pomorskiego na lata 2007–2013.

Jest autorem i współautorem ponad 50 publikacji na temat zagadnień ciepłowniczych w ogólnopolskich czasopismach branżowych, takich jak: „Energetyka Ciepła i Zawodowa”, „Nowoczesne Ciepłownictwo”, „Pompy-Pompownie”, „INSTAL”, „Budownictwo i Prawo”. Współautor pięciu książek oraz uczestnik wystąpień na sympozjach i seminariach branżowych. Posiada ponad 44-letnie doświadczenie i praktykę zawodową. Od 2018 r. przebywa na emeryturze, zajmując się pisaniem publikacji o tematyce ciepłowniczej.



# WSTĘP

Energia w różnej postaci od zarania dziejów towarzyszyła ludzkości. Wpływała w znacznej mierze na losy i standard życia ludzi. Była niezbędna do codziennej egzystencji. Ułatwiała przyrządzanie posiłków, pozwalała przeżyć ludziom w ciężkich, skrajnie trudnych warunkach. Wraz z rozwojem cywilizacji, postępem technicznym oraz rosnącymi potrzebami społeczeństwa zapotrzebowanie na energię szybko rosło, a jej rola nabierała coraz większego znaczenia.

W dzisiejszych czasach produkcja energii stanowi jedno z najważniejszych globalnych wyzwań. Energia to istotny czynnik zapewniający rozwój i prawidłowe funkcjonowanie gospodarki oraz różnych gałęzi przemysłu w krajach współczesnego świata. Staje się ona głównym motorem napędowym rozwoju cywilizacji, otwiera drogę do wzrostu dobrobytu i lepszego komfortu życia społeczeństwa.

Należy jednak zdawać sobie też sprawę, że produkcja ciepła i energii elektrycznej w skali przemysłowej w procesach spalania paliw kopalnych nie jest obojętna dla środowiska naturalnego oraz ludzi i zwierząt. Rosnące w szybkim tempie zapotrzebowanie na energię w skali globalnej wymusiło wzrost popytu na paliwa konwencjonalne do jej wytwarzania, doprowadzając do znacznego ograniczenia ich zasobów na świecie oraz degradacji środowiska naturalnego, czyniąc w nim wiele szkód w zależności od rodzaju działalności gospodarczej prowadzonej przez ludzi.

Zły stan środowiska naturalnego wyzwala jednocześnie mobilizację społeczeństwa do działań w jego ochronie i nabiera priorytetowego znaczenia w wielu krajach. Oszczędne gospodarowanie energią w różnej formie staje się jednym z istotnych czynników w wytyczaniu drogi prowadzącej do przeciwdziałania zjawiskom niekorzystnie wpływającym na zmiany klimatyczne oraz poprawiającym bezpieczeństwo energetyczne państw w skali globalnej. Ochrona środowiska naturalnego wymaga obecnie wdrażania innych bezpieczniejszych rozwiązań technicznych i technologicznych w produkcji energii, współpracujących w ścisłej harmonii z naturą.

Doskonałe alternatywne dziś rozwiązanie w energetyce dla paliw konwencjonalnych stanowią odnawialne źródła energii (OZE). Ich zasoby są niewyczerpane i co najważniejsze są to źródła energii w pełni ekologiczne, mające zazwyczaj charakter lokalny. Ich wykorzystywanie do produkcji energii jest przyjazne dla środowiska. OZE – to źródła energii bezpieczne dla ludzi, darmowe i łatwo dostępne lub za niewielki koszt (np. w przypadku biomasy). Ich rosnący udział w produkcji energii poprawia jakość otaczającego klimatu, środowiska naturalnego, a co najważniejsze i zdrowie ludzi.

W ostatnich latach technologie produkcji z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii stają się coraz bardziej popularne w wielu krajach, również i w Polsce. Państwa, korporacje, firmy oraz liczne prywatne osoby wykorzystują je w coraz większym stopniu, aby czerpać korzyści z zasobów czystej, zielonej energii.

W niniejszej książce w poszczególnych rozdziałach przedstawiono zagadnienia odnoszące się do innowacyjnych technologii wytwarzania ciepła i energii elektrycznej na podstawie odnawialnych źródeł energii, do których zostały zastosowane: panele fotowoltaiczne, kolektory słoneczne oraz pompy ciepła.



## Znowelizowane WARUNKI TECHNICZNE jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie

**Autorzy:** mgr inż. arch. Władysław Korzeniewski,  
Rafał Korzeniewski

**Weryfikacja:** inż. Leszek Piekarczyk

**Nadzór naukowy:** prof. dr hab. inż. Leonard Runkiewicz

Format: B5, str. 588, wyd. 14. z 2021 r.

stan prawny na dzień: **1 stycznia 2021 r.**

**Książka rekomendowana przez  
Polską Izbę Inżynierów Budownictwa.**

Poradnik ten jest jedyną tego typu publikacją na rynku wydawnictw specjalistycznych opracowaną przez znanego i cenionego architekta Władysława Korzeniewskiego.

Jego niewątpliwą zaletą jest komentarz opisowo-graficzny wkomponowany w treść ujednoliconych przepisów *rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie* uwzględniający znowelizowane przepisy (**zmiany zaznaczono pogrubioną czcionką**), które weszły w życie z dniem **19 września 2020 r.** (Dz.U. z 2020 r. poz. 1608) i **25 grudnia 2020 r.** (Dz.U. z 2020 r. poz. 2351).

Zgodnie z ostatnią nowelizacją (Dz.U. z 2020 r. poz. 2351) wprowadzone przepisy pozwalają na uniknięcie sytuacji, w której inwestor, składając wniosek do dnia 30 grudnia 2020 r., jest zmuszony dostosować wniosek do nowych przepisów, które zaczęły obowiązywać od dnia 31 grudnia 2020 r.

Według nowelizacji (Dz.U. z 2020 r. poz. 1608) instalacje ogrzewcze powinny być zaopatrzone w urządzenia, które automatycznie regulują temperaturę oddzielnie w poszczególnych pomieszczeniach. Zgodnie ze zmianą rozporządzenia również instalacje klimatyzacji powinny być zaopatrzone w urządzenia, które automatycznie regulują temperaturę oddzielnie w poszczególnych pomieszczeniach. Autorzy szczegółowo omawiają ww. zmiany (Dział IV).

**Od 1 stycznia 2021 r. zaczynają również obowiązywać zmiany wprowadzone poprzednią nowelizacją (Dz.U. z 2017 r. poz. 2285) dotyczące oszczędności energii i izolacyjności cieplnej.**

Nowością w wyd. 14. książki jest **rozdział „Odstępstwa od przepisów techniczno-budowlanych”** autorstwa dr. inż. Jerzego Dylewskiego.

### Dlaczego warto mieć ten poradnik?

Poradnik zawiera **opisowo-graficzny komentarz ilustrowany ok. 200 rysunkami.**

**Rozporządzenie**, które jest przedmiotem komentarza, zawiera:

- **ponad 300 paragrafów,**
- **45 tabel,**
- **3 załączniki** (w tym wykaz ok. 235 Polskich Norm i 9 Eurokodów),
- **4 aneksy dodane przez autorów, rozszerzające komentarz także o przepisy spoza rozporządzenia, których treść jest z przepisami rozporządzenia powiązana,**
- **Wykaz aktów prawnych regulujących proces budowlany.**

### ZAMÓWIENIA:

Aneta Radziszewska  
POLCEN Sp. z o.o. ul. Nowogrodzka 31, 00-511 Warszawa  
tel. 601 885 039  
mail: [wydawnictwo@polcen.com.pl](mailto:wydawnictwo@polcen.com.pl) [www.polcen.com.pl](http://www.polcen.com.pl)





# ROZDZIAŁ 1

## Słońce źródłem darmowej energii elektrycznej

W dzisiejszych czasach rachunki za energię elektryczną stanowią bardzo istotny wydatek w budżetach gospodarstw domowych oraz zakładów produkcyjnych. Wysokie koszty produkcji energii elektrycznej oraz perspektywa rosnących cen prądu stają się impulsem do poszukiwania różnych sposobów przynoszących w efekcie obniżenie rachunków. Alternatywą jest tu budowa własnej elektrowni, umożliwiająca uniezależnienie się od tradycyjnych dostawców prądu działających na krajowym rynku energii elektrycznej. Doskonałe rozwiązanie w tym zakresie stanowi technologia fotowoltaiczna polegająca na pozyskiwaniu energii elektrycznej z promieniowania słonecznego<sup>1\*</sup>. Ma ona szerokie zastosowanie zarówno w małych, jak i dużych instalacjach elektrycznych. Zapewnia w pełni czystą, ekologiczną produkcję prądu na własny użytek, w ilościach według uznania i zapotrzebowania. Jest to dobry pomysł nie tylko na obniżenie rachunków za energię elektryczną, ale także na ograniczenie zanieczyszczenia środowiska naturalnego i świadome korzystanie z zasobów naturalnych. Prąd płynący ze słońca to uniwersalna forma zasilania wszelkich urządzeń elektrycznych znajdujących się w zakładach pracy i gospodarstwach domowych.

### 1.1. System instalacji fotowoltaicznej i jego części składowe

Podstawowym zadaniem instalacji fotowoltaicznej – niezależnie od jej wielkości i miejsca montażu – jest przekształcenie energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną i dostarczenie jej do wykorzystania w domowej instalacji lub w innych obiektach. Proces konwersji energii dokonuje się w ogniwach fotowoltaicznych, które są częścią paneli fotowoltaicznych.

System fotowoltaiczny to nie tylko zestaw paneli słonecznych zamontowanych na dachu, ścianie budynku czy na gruncie w jego otoczeniu. Oprócz paneli słonecznych zawiera on jeszcze szereg innych istotnych urządzeń, które decydują o poprawnej pracy całego układu fotowoltaicznego, poziomie kosztów zamierzenia inwestycyjnego, opłacalności przedsięwzięcia i efektach osiągniętych z pracy instalacji. W zestawie **podstawowych komponentów fotowoltaicznych** przeważnie znajdują się:

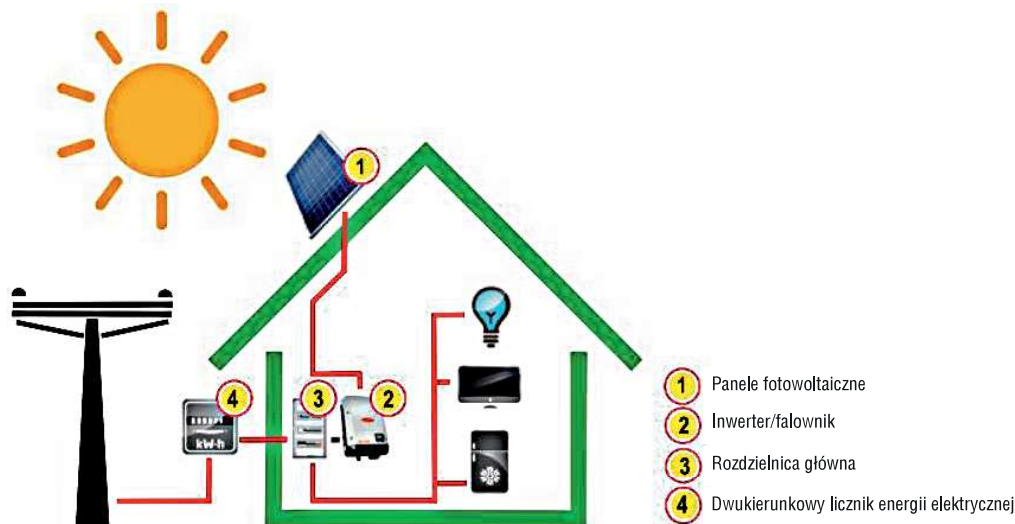
- inwerter DC/AC (falownik),
- rozdzielnica główna,
- dwukierunkowy licznik energii elektrycznej,
- przewody solarne,
- system montażowy.

\* Przypisy znajdują się na końcu rozdziału (str. 111).



## ROZDZIAŁ 1

Rys. 1.1. Podstawowe elementy składowe instalacji fotowoltaicznej



Źródło: PYTANIA I ODPOWIEDZI. Jak działa instalacja fotowoltaiczna?, <http://www.green-synergy.pl/pl/akt-1,51,PYTANIA-I-ODPOWIEDZI.html>.

W systemach fotowoltaicznych poszczególne komponenty spełniają przypisane im określone zadania. Podstawowym elementem każdej instalacji fotowoltaicznej (rys. 1.1) są ogniwa słoneczne. Dla umożliwienia wytworzenia większej ilości energii elektrycznej są one łączone w moduły fotowoltaiczne. Zespół modułów zasilający jeden falownik (2) tworzy tzw. panel fotowoltaiczny (1). Spośród wszystkich elementów składowych instalacji stanowią one najbardziej widoczną jej część. Zadaniem falownika (2) w instalacji fotowoltaicznej jest przetworzenie napięcia stałego generowanego przez panele (moduły) fotowoltaiczne na napięcie przemiennego o pożądanych parametrach. Falownik (2) dokonuje kontroli pracy instalacji fotowoltaicznej. W systemie ciągłym na bieżąco czuwa i dopasowuje wytworzony prąd do parametrów panujących w domowej sieci elektrycznej. Jego praca może ulec zatrzymaniu w momencie wykrycia jakiegokolwiek nieprawidłowości lub w przypadku zaistnienia awarii. Bez tego urządzenia układ fotowoltaiczny nie mógłby zasilać domowego sprzętu elektrycznego. Urządzenie to jest również odpowiedzialne za zbieranie danych o produkcji energii elektrycznej z paneli fotowoltaicznych. Podłączone do sieci Ethernet pozwala analizować produkcję, pogodę, parametry sieci elektrycznej oraz ewentualne alarmy generowane przez falownik. Informacje te mogą być przydatne do analizy pracy systemu fotowoltaicznego. Energia elektryczna z falownika (2) jest przekazywana do sieci wewnętrznej budynku za pośrednictwem rozdzielnic głównej (3). Dwukierunkowy licznik energii elektrycznej (4) w instalacji fotowoltaicznej stanowi urządzenie pomiarowe. Dokonuje pomiaru przepływu dwukierunkowego prądu, zliczając energię elektryczną wyprodukowaną przez instalację fotowoltaiczną przekazaną do sieci oraz energię pobraną z sieci energetycznej.



# ROZDZIAŁ 2

## Energia słoneczna

### źródłem ciepła dla domu

Rosnące ceny paliw powodują wzrost kosztów produkcji ciepła, co sprawia, że ludzie wciąż poszukują nowych sposobów na ograniczenie wydatków w budżetach gospodarstw domowych, przedsiębiorstw i instytucji. Do jednych z takich rozwiązań niewątpliwie należy technika solarna, dla której źródło darmowego ciepła stanowi energia promieniowania słonecznego. Jest to dla paliw konwencjonalnych alternatywne źródło odnawialnej energii, przyjazne środowisku naturalnemu. Kolektory słoneczne z racji swoich niezaprzeczalnych zalet mają dość dobrze ugruntowaną pozycję na krajowym rynku ciepła. W polskich warunkach klimatycznych jest to dobry sposób na obniżenie rachunków za ciepło nie tylko w gospodarstwach domowych, ale także w obiektach różnych instytucji.

#### 2.1. Instalacja solarna i rodzaje kolektorów słonecznych

Celem instalacji solarnej jest przekształcenie energii promieniowania słonecznego w ciepło i dostarczenie tej energii do wykorzystania w domowej instalacji. Podstawowym elementem każdej instalacji solarnej są kolektory słoneczne. Ich działanie polega na zamianie energii promieniowania słonecznego na ciepło, które jest wykorzystywane do podgrzewania czynnika roboczego. W instalacjach solarnych jako czynnik roboczy przeważnie wykorzystuje się ciecz w postaci glikolu, wody lub gaz, jakim jest powietrze.

Na rynku solarnym funkcjonuje wiele odmian kolektorów słonecznych różniących się między sobą budową i przeznaczeniem. Podziału kolektorów można dokonywać z uwagi na wiele kryteriów. I tak ze względu na zastosowaną konstrukcję wyróżnia się **kolektory płaskie** i **kolektory skupiające**. W budownictwie najczęściej wykorzystywane są kolektory płaskie, które, uwzględniając zastosowany czynnik roboczy, można podzielić na: kolektory płaskie powietrzne, kolektory płaskie cieczowe oraz kolektory próżniowo-rurowe. Podział ten przedstawiono na rysunku 2.1.



## ROZDZIAŁ 2

Rys. 2.1. Podział kolektorów słonecznych płaskich

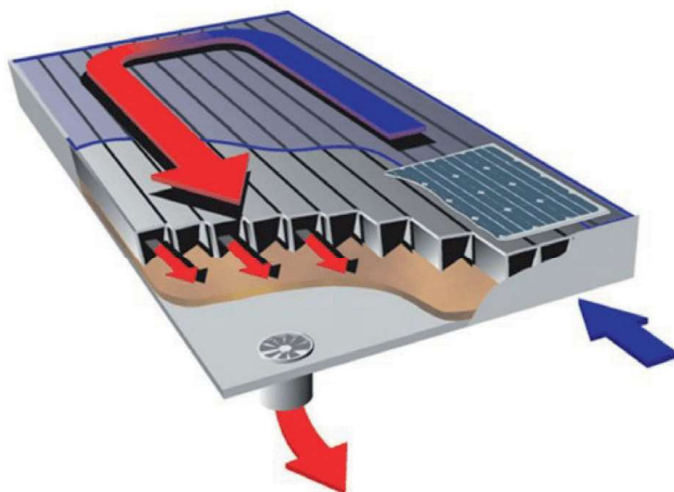


Źródło: J. Mazurkiewicz, *Odnawialne źródła energii. Kolektory słoneczne*; <https://powietrze.malopolska.pl/baza/kolektory-sloneczne/>.

### 2.1.1. Kolektory słoneczne – powietrzne

Działanie systemu z kolektorami powietrznymi polega na przepływie przez kolektor świeżego powietrza, które zostaje ogrzane energią promieniowania słonecznego, po czym jest kierowane odpowiednim kanałem do miejsca przeznaczenia.

Rys. 2.2. Budowa kolektora powietrznego



Źródło: J. Mazurkiewicz, *Odnawialne źródła energii. Kolektory słoneczne*; <https://powietrze.malopolska.pl/baza/kolektory-sloneczne/>.