

© **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

(księgarnia internetowa)

SPIS TREŚCI

Od Wydawcy.....	11
Od Autora	13
Wstęp.....	15

Rozdział 1. Słońce źródłem darmowej energii elektrycznej

1.1. System instalacji fotowoltaicznej i jego części składowe	17
1.2. Rodzaje ogniw fotowoltaicznych	19
1.2.1. Podział ogniw z uwagi na stopień uporządkowania struktury krystalicznej krzemu.....	20
1.2.2. Pierwsza generacja ogniw fotowoltaicznych.....	20
1.2.3. Druga generacja ogniw fotowoltaicznych	21
1.2.4. Ogniw trzeciej generacji	22
1.2.5. Ogniw perowskitowe	24
1.3. Jak powstaje energia elektryczna w ogniwie fotowoltaicznym.....	28
1.4. Wymiary paneli fotowoltaicznych	31
1.4.1. Waga paneli fotowoltaicznych.....	32
1.5. Od czego zależy efektywność instalacji fotowoltaicznej	34
1.5.1. Temperatura	35
1.5.2. Zacienienie.....	35
1.5.3. Nasłonecznienie.....	40
1.5.4. Warunki atmosferyczne	41
1.5.5. Miejsce montażu paneli fotowoltaicznych	41
1.5.6. Orientacja domu względem stron świata.....	45
1.5.7. Łatwość dostępu	46
1.5.8. Okablowanie i połączenia przewodów	46



SPIS TREŚCI

1.5.9. Niedopasowanie wydajności falownika	46
1.5.10. Wiek paneli fotowoltaicznych	47
1.5.11. Straty w systemie fotowoltaicznym.....	47
1.5.12. Sposoby łączenia paneli fotowoltaicznych.....	48
1.6. Moc nominalna paneli fotowoltaicznych i ich sprawność	53
1.6.1. Tolerancja mocy paneli fotowoltaicznych.....	56
1.7. Dobór wielkości instalacji fotowoltaicznej dla domu.....	58
1.7.1. Dobór liczby paneli fotowoltaicznych.....	59
1.8. Systemy instalacji fotowoltaicznych.....	60
1.8.1. System fotowoltaiczny wydzielony typu off-grid	60
1.8.2. System fotowoltaiczny dołączony do sieci typu on-grid.....	62
1.8.3. System fotowoltaiczny hybrydowy	64
1.9. Falowniki w instalacjach fotowoltaicznych w domach jednorodzinnych.....	65
1.10. Zabezpieczenie instalacji fotowoltaicznej	68
1.11. Panele fotowoltaiczne a zagrożenie pożarem	69
1.11.1. Przyczyny pożaru instalacji fotowoltaicznej	70
1.11.2. Przyczyny wystąpienia łuku elektrycznego w instalacji fotowoltaicznej.....	74
1.11.3. Jak uniknąć pożaru instalacji fotowoltaicznej	75
1.11.4. Działania prewencyjne.....	75
1.11.5. Postępowanie w przypadku pożaru instalacji fotowoltaicznej	78
1.12. Rozliczanie energii elektrycznej wytworzonej przez prosumentów	79
1.13. Instalacja fotowoltaiczna – korzyści dla użytkowników	80
1.13.1. Pierwszy przypadek – gospodarstwo domowe dwuosobowe.....	81
1.13.2. Drugi przypadek – gospodarstwo domowe czteroosobowe	84
1.13.3. Trzeci przypadek – zakład produkcyjny	88
1.14. Rachunek ekonomiczny	93
1.14.1. Rachunek okresu zwrotu nakładów	93





1.15. Fotowoltaika w obowiązującym systemie prawnym.....	98
1.15.1. Fotowoltaika w świetle nowych uwarunkowań prawnych w 2022 r.	99
1.15.2. Fotowoltaika w 2022 r. a rachunki za prąd.....	101
1.15.3. Czynniki decydujące o wprowadzeniu zmian do fotowoltaiki.....	103
1.16. Instalacja fotowoltaiczna a pozwolenie na budowę	104
1.17. Umowa z wykonawcą instalacji fotowoltaicznej	104
1.18. Zalety instalacji fotowoltaicznej	105
1.19. Wady instalacji fotowoltaicznej	106
1.20. Inne zastosowanie paneli słonecznych w życiu codziennym	107

Rozdział 2. Energia słoneczna źródłem ciepła dla domu

2.1. Instalacja solarna i rodzaje kolektorów słonecznych	115
2.1.1. Kolektory słoneczne – powietrzne	116
2.1.2. Kolektor cieczowy płaski	117
2.1.3. Kolektory cieczowe próżniowe	118
2.1.4. Kolektory słoneczne skupiające	119
2.2. Miejsca montażu instalacji solarnej	120
2.2.1. Montaż kolektorów słonecznych nad połacią dachu	122
2.2.2. Montaż kolektorów słonecznych w połaci dachu.....	123
2.3. Podgrzewacze ciepłej wody w instalacjach solarnych	126
2.3.1. Podgrzewacz monowalentny	126
2.3.2. Podgrzewacz biwalentny	127
2.3.3. Podgrzewacz multiwalentny	128
2.4. Warianty instalacji solarnej	128
2.4.1. Instalacja z podgrzewaczem wody z jedną wężownicą.....	129
2.4.2. Instalacja z zasobnikiem biwalentnym	130
2.4.3. Instalacja z zasobnikiem monowalentnym i wymiennikiem ciepła.....	131
2.4.4. Instalacja do ogrzewania wody basenowej.....	132



SPIS TREŚCI

2.5. Układy kolektorów słonecznych w instalacjach solarnych	134
2.5.1. Kolektor solarny z wymiennikiem harfowym	134
2.5.2. Kolektor solarny z wymiennikiem harfowym dzielonym	135
2.5.3. Kolektor solarny z wymiennikiem meandrycznym.....	136
2.5.4. Kolektor z wymiennikiem meandrycznym odwróconym	137
2.5.5. Układ szeregowy kolektorów słonecznych	138
2.5.6. Układ równoległy kolektorów słonecznych	140
2.5.7. Połączenie równoległe większej liczby kolektorów słonecznych ...	142
2.5.8. Połączenie równoległe kolektorów słonecznych o różnych powierzchniach.....	143
2.5.9. Układ szeregowo-równoległy kolektorów słonecznych.....	144
2.5.10. Niestandardowe układy połączeń kolektorów słonecznych	146
2.6. Wielkość układu solarnego.....	148
2.6.1. Niedoścadowanie układu solarnego.....	149
2.6.2. Przewymiarowanie układu solarnego.....	149
2.7. Dobór kolektorów słonecznych do systemu solarnego.....	150
2.7.1. Ustalenie wielkości kolektora słonecznego.....	152
2.7.2. Wyznaczenie wymaganej wielkości powierzchni absorbera oraz liczby kolektorów.....	153
2.7.3. Wyznaczenie pojemności zasobnika ciepłej wody	157
2.8. Zabezpieczenie instalacji ciepłej wody przed poparzeniem.....	157
2.9. Błędy podczas montażu i uruchamiania instalacji solarnej.....	159
2.10. Opłacalność instalacji solarnej a alternatywne rozwiązania	164
2.10.1. Teoretyczny zwrot nakładów inwestycyjnych instalacji solarnej...	166
2.10.2. Instalacja solarna a konwencjonalne źródła energii	166
2.11. Zalety i wady instalacji solarnej	170

**Rozdział 3. Pompy ciepła**

3.1. Budowa pompy ciepła.....	175
3.2. Zasada działania pompy ciepła.....	176
3.3. Rodzaje pomp ciepła.....	179
3.3.1. Układy pracy pomp ciepła.....	181
3.4. Efektywność pomp ciepła	182
3.5. Dolne źródło ciepła.....	184
3.5.1. Powietrze	187
3.5.2. Grunt.....	189
3.5.3. Woda gruntowa.....	197
3.5.4. Wody powierzchniowe	198
3.5.5. Ciepło ze ścieków.....	199
3.6. Górne źródło ciepła.....	202
3.6.1. Ciepła woda użytkowa.....	202
3.6.2. Ogrzewanie podłogowe	204
3.6.3. Ogrzewanie ścienne.....	206
3.6.4. Ogrzewanie sufitowe	207
3.6.5. Klimakonwektor	208
3.6.6. Grzejniki niskotemperaturowe	209
3.7. Problemy w pracy systemu grzewczego z pompą ciepła	210
3.7.1. Błędy na etapie projektowania systemu	211
3.7.2. Błędy montażowe	213
3.7.3. Błędy eksploatacyjne.....	216
3.8. Zalety instalacji z pompami ciepła	217
3.9. Wady instalacji z pompami ciepła	218
3.10. Koszty ogrzewania budynków pompą ciepła na tle innych metod ogrzewania	219
3.10.1. Roczne zapotrzebowanie energetyczne budynku	219
3.10.2. Koszty ogrzewania budynków różnymi metodami	220



SPIS TREŚCI

Zakończenie	229
Bibliografia	231
Słownik pojęć.....	239
Wykaz rysunków, fotografii i tabel	261
 Reklamy książek	
<i>Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.....</i>	16
<i>Nowoczesne budynki energoefektywne</i>	174
<i>Kompendium podstaw budownictwa energoefektywnego.....</i>	228