

## SPIS TREŚCI

Przedmowa do wydania III .....	8
Wykaz oznaczeń .....	10
<b>1. ENERGETYKA SŁONECZNA DAWNIEJ I DZISIAJ .....</b>	<b>13</b>
<b>2. ENERGIA I ROZWÓJ CYWILIZACJI .....</b>	<b>17</b>
2.1. Ewolucja zapotrzebowania na energię .....	17
2.2. Główne źródła energii na Ziemi .....	24
<b>3. SŁOŃCE I PROMIENIOWANIE SŁONECZNE .....</b>	<b>27</b>
3.1. Słońce .....	27
3.2. Stała słoneczna .....	29
3.3. Składniki bilansu energetycznego Ziemi .....	31
3.4. Rozkład widmowy promieniowania słonecznego .....	34
3.5. Masa optyczna atmosfery i modyfikacja widma słonecznego przy przejściu przez atmosferę .....	35
3.6. Promieniowanie słoneczne na poziomie Ziemi .....	37
3.7. Czas słoneczny, miejscowy i strefowy. Równanie czasu .....	38
3.8. Kierunek bezpośredniego promieniowania słonecznego względem powierzchni Ziemi i obiektów na niej leżących .....	41
3.9. Godzina wschodu Słońca i długość dnia .....	44
3.10. Azymut Słoneczny .....	46
3.11. Wykresy pozycji Słońca .....	47
Przykłady liczbowe .....	48
<b>4. SZACOWANIE NASŁONECZNIENIA DYFUZYJNEGO ORAZ GODZINNEGO NA PODSTAWIE ŚREDNIEGO CAŁKOWITEGO NASŁONECZNIENIA DZIENNEGO .....</b>	<b>54</b>
4.1. Współczynnik przejrzystości atmosfery .....	54
4.2. Udział promieniowania dyfuzyjnego w promieniowaniu całkowitym .....	57
4.3. Szacowanie nasłonecznienia godzinnego na podstawie wartości średnich dziennych .....	58
Przykład liczbowy .....	59
<b>5. POTENCJAŁ PROMIENIOWANIA SŁONECZNEGO W POLSCE .....</b>	<b>61</b>
<b>6. SZACOWANIE ENERGII PROMIENIOWANIA SŁONECZNEGO DOCIERAJĄCEGO DO POWIERZCHNI DOWOLNIE USYTUOWANEJ .....</b>	<b>68</b>
6.1. Podstawowe zależności .....	68
6.2. Średni dzienny współczynnik korekcyjny promieniowania bezpośredniego .....	72
6.3. Pochylenie optymalne odbiornika promieniowania słonecznego .....	72
Przykład liczbowy .....	75

<b>7. PŁASKIE KOLEKTORY ENERGII PROMIENIOWANIA SŁONECZNEGO . . . . .</b>	<b>77</b>
7.1. Płaskie kolektory cieczowe . . . . .	78
7.1.1. Absorbery kolektorów cieczowych . . . . .	80
7.1.2. Pokrycia selektywne absorberów . . . . .	81
7.1.3. Izolacja termiczna spodu i boków kolektorów . . . . .	83
7.1.4. Pokrycia przezroczyste kolektorów . . . . .	83
7.1.5. Obudowa zewnętrzna kolektorów . . . . .	85
7.2. Bilans energii kolektora płaskiego . . . . .	85
7.3. Transmisja promieniowania słonecznego przez osłony przezroczyste kolektora . . . . .	87
7.3.1. Transmisyjność wynikająca z wielokrotnych odbić na granicach osłony . . . . .	88
7.3.2. Transmisyjność wynikająca z pochłaniania objętościowego w szkłe . . . . .	90
7.3.3. Transmisyjność całkowita systemu pokryć oraz współczynniki absorpcji i odbicia osłon przezroczystych . . . . .	90
7.3.4. Współczynnik transmisyjno-absorpcyjny ( $\tau\alpha$ ) i promieniowanie pochłonięte przez absorber . . . . .	90
Przykład liczbowy . . . . .	93
7.4. Straty ciepła kolektora energii promieniowania słonecznego . . . . .	95
7.4.1. Straty przez powierzchnię frontową . . . . .	95
7.4.2. Straty przez dno i boki kolektora. Zastępczy współczynnik strat ciepła $U_L$ . . . . .	99
7.4.3. Wybrane działy wymiany ciepła wykorzystywane w obliczeniach cieplnych kolektorów płaskich . . . . .	99
Przykład liczbowy . . . . .	104
7.5. Rozkład temperatury w absorberze kolektora płaskiego . . . . .	107
7.5.1. Rozkład temperatury między kanałami przepływowymi kolektora. Efektywność absorbera . . . . .	108
7.5.2. Rozkład temperatury w kierunku przepływu czynnika . . . . .	112
7.5.3. Współczynnik odprowadzenia ciepła z kolektora i równanie Hottela-Whilliera-Blissa . . . . .	113
Przykłady liczbowe . . . . .	116
7.6. Płaskie powietrzne kolektory słoneczne . . . . .	122
7.6.1. Konstrukcje płaskich kolektorów powietrznych . . . . .	122
7.6.2. Efektywność absorbera w różnych rozwiązaniach kolektorów powietrznych . . . . .	123
7.6.3. Zależności kryterialne użyteczne przy obliczaniu wymiany ciepła w kolektorach powietrznych . . . . .	127
Przykłady liczbowe . . . . .	128
7.7. Charakterystyki sprawnościowe płaskich kolektorów energii promieniowania słonecznego . . . . .	135
7.7.1. Charakterystyki kolektora w funkcji różnicy temperatury czynnika na wlocie do kolektora i otoczenia . . . . .	136
7.7.2. Charakterystyki kolektora w funkcji inaczej zdefiniowanych różnic temperatury . . . . .	138
7.7.3. Charakterystyki kolektora w funkcji innych parametrów eksploatacyjnych . . . . .	140
7.8. Badania płaskich kolektorów słonecznych . . . . .	142
<b>8. KOLEKTORY SKUPIAJĄCE . . . . .</b>	<b>145</b>
8.1. Pojęcia podstawowe . . . . .	145
8.2. Najczęściej spotykane konfiguracje kolektorów skupiających . . . . .	146
8.3. Kolektory obrazowe . . . . .	149
8.3.1. Ograniczenie stopnia koncentracji kolektora skupiającego obrazowego z reflektorem parabolicznym . . . . .	149
8.3.2. Równanie Hottela-Whilliera-Blissa dla kolektorów skupiających obrazowych . . . . .	152
8.3.3. Sprawność optyczna kolektorów obrazowych . . . . .	155
8.3.4. Elementy wymiany ciepła pomocne przy określaniu współczynnika strat $U_g$ kolektorów skupiających . . . . .	158

Przykłady liczbowe . . . . .	159
8.4. Kolektory bezobrazowe typu CPC . . . . .	164
8.4.1. Budowa kolektorów CPC i ich geometryczne stopnie koncentracji . . . . .	164
8.4.2. Energia promieniowania słonecznego absorbowanego przez kolektory CPC . . . . .	168
Przykład liczbowy . . . . .	171
<b>9. MAGAZYNOWANIE ENERGII W INSTALACJACH SŁONECZNYCH . . . . .</b>	<b>174</b>
9.1. Wodne zbiorniki magazynujące i kształtowanie się w nich rozkładu temperatury . . . . .	176
9.2. Zbiornik akumulacyjny z pełnym mieszaniem . . . . .	184
9.3. Zbiornik akumulacyjny z zewnętrznym wymiennikiem ciepła . . . . .	185
9.4. Zbiornik akumulacyjny z rozwarstwieniem termicznym . . . . .	187
Przykłady liczbowe . . . . .	189
Dodatek. Tablice parametrów termofizycznych czynników najczęściej wykorzystywanych w kolektorach słonecznych . . . . .	193
Bibliografia . . . . .	195