

Spis treści

Od autora.	7
Wykaz wybranych oznaczeń, wielkości i ich jednostek.	11

I. ENERGIA GEOTERMALNA

1. Wstęp	15
1.1. Zasoby geotermalne	16
1.2. Źródła energii geotermalnej	16
1.3. Gejzery jako źródła energii geotermalnej	17
1.4. Gorące suche skały – źródło energii geotermalnej	17
1.5. Parametry termodynamiczne wód geotermalnych	17
1.6. Sposoby wykorzystania energii geotermalnej	20
1.7. Dobrodziejstwa płynące z wykorzystania energii geotermalnej	21
1.8. Zagrożenia wynikające z wykorzystania energii geotermalnej	21
2. Przykłady wykorzystania energii geotermalnej	21
2.1. Bezpośrednie zastosowania energii geotermalnej	23
2.2. Bezpośrednie sposoby wykorzystania energii geotermalnej w Polsce	25
3. Elektrociepłownie geotermalne	26
3.1. Wykorzystanie energii geotermalnej w elektrociepłowniach	26
4. Wielkość i rozmieszczenie w Polsce zasobów wód geotermalnych	29
4.1. Prowincje i okręgi posiadające wody geotermalne	29
4.2. Charakterystyka złóż geotermalnych w Polsce	30
5. Przykładowe instalacje geotermalne w Polsce	32
5.1. Funkcjonujące ciepłownie geotermalne	32
5.2. Zakład w Mszczonowie	32
5.3. Ciepłownia w Pyrzycach	33
5.4. Geotermia na Podhalu	36
5.5. Pierwszy zakład geotermalny w Polsce	36
5.6. Schemat zagospodarowania wód geotermalnych w Bańskiej Niżnej	38
5.7. Kaskadowy system wykorzystania energii geotermalnej	39
5.8. Geotermia Uniejów	39
5.9. System wykorzystania niskotemperaturowej wody geotermalnej do celów ciepłowniczych i konsumpcyjnych w mieście Słomniki	40
5.10. Ciepłownia geotermalna w Stargardzie Szczecińskim	42
5.11. Geotermia w Toruniu	42
5.12. Plan wykorzystania energii geotermalnej w Polsce do roku 2030.	45
6. Wnioski	45
7. Energia cieplna płytkich złóż geotermalnych	50
7.1. Właściwości gruntu	50

II. POMPY CIEPŁA

1. Pompy ciepła.	55
1.1. Informacje ogólne dotyczące pomp ciepła.	57
1.2. Budowa oraz zasada działania pompy ciepła.	58
1.3. Ogólne warunki instalacji.	59
1.4. System grzewczy z pompą ciepła.	60
2. Instalacje dolnego źródła ciepła WQA.	61
2.1. Systemy powietrzne (powietrze/woda)	61
2.1.1. Rodzaje powietrznych pomp ciepła	64
2.2. Systemy gruntowe poziome (solanka/woda)	70
2.3. Wymienniki gruntowe pionowe	78
2.4. Wody gruntowe	80
2.5. Wody geotermalne	81
3. Górne źródło ciepła WNA.	81
4. Wybrane przykłady urządzeń do instalacji pomp ciepła.	82
4.1. Dolne źródło ciepła – grunt, instalacja solanka – woda	82
4.2. Gruntowe pompy ciepła, instalacja woda – woda	84
4.3. Pompa ciepła z bezpośrednim odparowaniem czynnika	85
4.4. Pompy ciepła na powietrze wentylacyjne	88
4.5. Ciepło ze ścieków jako odnawialne źródło energii – technologia przyszłości	92
5. Aspekty ekonomiczne zastosowania pomp ciepła i porównanie ich z innymi instalacjami grzewczymi.	94
6. Sezonowy współczynnik efektywności SPF.	96
7. Wysokotemperaturowa pompa ciepła – na propan	96
8. Absorpcyjne pompy ciepła	97
8.1. Zasada działania.	97
8.2. Współpraca pompy ciepła z instalacją solarną, chłodzenie przez grzanie.	99
8.3. Najnowsze rozwiązania techniczne w budowie pomp ciepła	99
8.3.1. Termoakustyczna pompa ciepła.	99
8.3.2. Sterowanie pracą pompy ciepła przez sztuczną inteligencję	101
8.3.3. Pompy ciepła zasilane energią słoneczną	102
9. Wady i zalety pomp ciepła	102
10. Instalacje nawiewno-wywiewne z rekuperatorem w budynkach mieszkalnych	104
10.1. Instalacje nawiewno-wywiewne, informacje ogólne	104
10.2. Budowa oraz zasada działania instalacji nawiewno-wywiewnej.	105
10.3. Koncepcja samowystarczalnego budynku niskoenergetycznego zasilanego z OZE	109
10.3.1. Przepisy unijne i krajowe w tym zakresie.	109
10.3.2. Standard WT 2021.	110
10.3.3. Ogrzewanie w standardzie WT 2021	112

III. ENERGIA WIATRU

1. Wstęp	115
2. Wiatr i jego zasoby energetyczne	116
2.1. Wpływ czynników środowiskowych	117
2.2. Róża wiatrów	118
2.3. Zasoby na lądzie.	119
2.4. Szorstkość terenu	121
3. Podstawa działania elektrowni wiatrowej.	123
3.1. Podstawowe informacje o krzywej mocy.	123
3.2. Parametry pracy siłowni wiatrowych.	124
3.3. Silniki wiatrowe	125
3.4. Lokalne oddziaływanie energetyki wiatrowej	128
4. Budowa elektrowni wiatrowej	129
4.1. Metody regulacji mocy oddawanej przez elektrownie wiatrowe.	131
4.1.1. Koncepcje pracy siłowni wiatrowej	131
4.1.2. Regulacja ustawienia elektrowni w kierunku wiatru (Yaw Control)	132
4.1.3. Regulacja kąta ustawienia łopatek (Active Pitch Regulation)	132
4.1.4. Regulacja przez zmianę prędkości obrotowej generatora.	132
4.1.5. Regulacja przez zmianę obciążenia (Load Control)	133
4.1.6. Regulacja przez „przeciągnięcie” (Stall Regulation)	133
4.1.7. Regulacja lotkami łopatek wirnika (Aileron Control)	133
4.2. Generatory	133
4.3. Krótka charakterystyka nowych konstrukcji elektrowni wiatrowych	135
5. Zainstalowana moc i sposób montażu elektrowni wiatrowych	137
5.1. Wielkość mocy i energii, zainstalowanej w elektrowniach wiatrowych w UE.	138
5.2. Sposób montażu konstrukcji elektrowni wiatrowych	140
6. Struktura kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych w przypadku energetyki wiatrowej 200-500 kW	142
7. Rozmieszczenie elektrowni pracujących w Polsce.	143
7.1. Przeznaczenie pojedynczej elektrowni wiatrowej	144
7.1.1. Elektrownia wiatrowa V80	144
8. Optymalizacja warunków pracy silnika wiatrowego	145
9. Systemy sterowania w elektrowni wiatrowej	146
9.1. Sterowniki	146
9.2. Zdalne sterowanie	149
9.3. Sterowanie w małych elektrowniach wiatrowych	150
10. Małe elektrownie wiatrowe – charakterystyka	150
10.1. Elektrownia wiatrowa „Zefir-6” 5 kW	151
10.2. Turbina wiatrowa o mocy 1,5 kW	152
11. Wybrane wyniki badań, elektrowni wiatrowej ECO-H-1,5 kW	153
12. Mikroelektrownie wiatrowe z pionową osią obrotu	156
13. Wybrane wyniki badań, małej elektrowni wiatrowej	160
14. Programy do symulacji pracy elektrowni wiatrowych	162
15. Perspektywy rozwoju energetyki wiatrowej na Morzu Bałtyckim	162
16. Podsumowanie	167
17. Wpływ pracy turbin wiatrowych na środowisko	168
17.1. Zderzenia ptaków z turbinami wiatrowymi	168
17.2. Projekt „Las Energii”	173

17.3. Uwagi ekologów do programu „Las Energii” – Stowarzyszenie Pracownia na rzecz Wszystkich Istot	177
17.4. Pilotażowy projekt LP kontrolowany przez NIK	179
17.5. Pożary gondoli elektrowni wiatrowej	179
17.6. Pożary elektrowni wiatrowych w Polsce	182
17.7. Złamanie i zniszczenie konstrukcji nośnej elektrowni wiatrowej	183
Literatura – Geotermia	187
Literatura – Pompy ciepła	188
Literatura – Wiatr	190