

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie (P. Aleksandrowski)	1
1.1. Uwarunkowania formalne.....	2
1.2. Obszar badań.....	3
1.3. Wcześniejsze przedsięwzięcia jako punkt wyjścia do podjęcia opracowania.....	4
1.4. Cele, zakres i metody realizacji zadania.....	6
1.4.1. Cele.....	6
1.4.2. Zakres rzeczowy.....	7
1.4.3. Metodyka.....	9
Literatura.....	10
2. Badania sejsmiczne, elektrooporowe i elektromagnetyczne wraz z interpretacją geofizyczną i geologiczną (S. Ostrowski)	13
2.1. Metodyka badań geofizycznych wykonanych metodami sejsmicznymi, elektrooporową oraz elektromagnetyczną	13
2.1.1. Metody sejsmiczne	13
2.1.1.1. Metoda sejsmiki refleksyjnej	13
2.1.1.2. Sejsmiczna tomografia refrakcyjna	15
2.1.1.3. Przetwarzanie danych pomiarowych	15
2.1.1.4. Zakres prac interpretacyjnych	16
2.1.2. Metoda elektrooporowa	17
2.1.2.1. Zakres prac interpretacyjnych	18
2.1.3. Metoda elektromagnetyczna (VLF)	18
2.1.3.1. Zakres prac interpretacyjnych	20
2.2. Wyniki badań geofizycznych i ich interpretacja dla poszczególnych rejonów badawczych.....	20
2.2.1. Pławna.....	20
2.2.2. Złotoryja.....	21
2.2.3. Wojcieszycy.....	21
2.2.4. Wierzchosławice.....	24
2.2.5. Nagórniki.....	26
2.2.6. Niedamirów.....	27
2.2.7. Głuszycy.....	29
2.2.8. Książnica.....	32
2.2.9. Srebrna Góra.....	35
2.2.10. Kudowa.....	35
2.2.11. Brzozowie.....	36
2.2.12. Potworów.....	39
2.2.13. Ożary.....	40
2.2.14. Stara Łomnica.....	42
2.2.15. Bystrzyca Kłodzka.....	43
2.2.16. Spalona.....	45

2.2.17 Różanka.....	46
2.2.18 Goworów.....	48
2.2.19 Łądek Zdrój.....	50
2.2.20 Jelcz – Laskowice.....	53
2.2.21 Wilamowice Nyskie.....	54
2.2.22 Radoszowice.....	55
Literatura	56
3. Badania magnetotelluryczne wraz z interpretacją geofizyczną i geologiczną (<i>M. Sada, J. Figuła, PBG sp. z o.o., Kraków</i>).....	58
3.1 Wprowadzenie do wykonanych badań.....	58
3.2 Cel prac	58
3.3 Dotychczasowe badania geofizyczne	58
3.4 Lokalizacja obszaru prac.....	60
3.5 Zakres i metodyka prac	69
3.5.1 Zakres prac.....	69
3.5.2 Metodyka prac.....	70
3.6 Przetwarzanie i interpretacja danych magnetotellurycznych.....	73
3.6.1. Przetwarzanie danych magnetotellurycznych.....	73
3.6.2. Interpretacja danych magnetotellurycznych.....	74
3.7 Opracowanie i wyniki prac.....	75
3.7.1. Obszar Pławna	75
3.7.2. Obszar Złotoryja I.....	76
3.7.3. Obszar Złotoryja II.....	77
3.7.4. Obszar Niedamirów.....	79
3.7.5. Obszar Wierzchosławice.....	80
3.7.6. Obszar Nagórn timer.....	81
3.7.7. Obszar Głuszyc a.....	83
3.7.8. Obszar Srebrna Góra.....	84
3.7.9. Obszar Książnica	85
3.7.10. Obszar Kudawa.....	86
3.7.11 Obszar Stara Łomnica.....	88
3.7.12. Obszar Bystrzyca Kłodzka.....	89
3.8 Podsumowanie, wnioski, rekomendacje.....	90
4. Badania gamma-spektrometryczne wraz z interpretacją geofizyczną i geologiczną (<i>O. Rosowiecka, R. Nasilowski</i>)	94
4.1 Metodyka	94
4.2 Wyniki	99
4.2.1. Złotoryja	99
4.2.2. Wierzchosławice.....	102
4.2.3. Nagórn timer	105
4.2.4. Niedamirów.....	108

4.2.5. Głuszyca	111
4.2.6. Książnica.....	114
4.2.7. Brzozowie.....	118
4.2.8. Srebrna Góra.....	121
4.2.9. Potworów.....	124
4.2.10. Stara Łomnica.....	126
4.2.11. Bystrzyca Kłodzka.....	129
4.2.12. Spalona, profile I-X.....	133
4.2.13. Różanka-Międzylesie.....	145
4.3. Stężenie radonu (²²² Rn) w powietrzu glebowym.....	149
4.3.1. Głuszyca.....	149
4.3.2. Książnica.....	152
4.4. Podsumowanie i wnioski	154
4.5. Literatura	155
4.6. Katalog danych spektrometrycznych	159
5. Badania geologiczno-strukturalne powierzchniowych wystąpień kruchych stref tektonicznych.....	186
5.1. Szczegółowe kartowanie strukturalne w wybranych kamieniołomach w celu opracowania modelu budowy i struktury wewnętrznej typowych dla sudeckich stref kruchych nieciągłości tektonicznych (M. Olkiewicz, Ł. Jasiński, M. Dąbrowski)	186
5.1.1. Wstęp	186
5.1.2. Metodyka kartowania sieci spękań.....	187
5.1.3. Metodyka analizy sieci spękań	188
5.1.4. Wybrane lokalizacje badań	190
5.1.5. Wykonane profile	196
5.1.6. Analiza wyników	193
5.1.7. Podsumowanie.....	243
5.1.7.1 Wnioski i uwagi metodologiczne.....	244
5.1.7.2 Wnioski i uwagi natury geologicznej.....	245
5.1.8 Sugestie odnośnie dalszych działań na rzecz rozpoznania stref tektonicznych mogących potencjalnie stanowić źródła wód termalnych	251
5.2. Wyniki kartowania strukturalnego w skali średniej (1: 5000): uskok południowy rowu Wlenia – przykład odsłoniętej na powierzchni terenu dużej, odmłodzonej struktury nieciągłej, perspektywicznej dla występowania wód termalnych głębokiego krążenia (A. Kowalski).....	254
Literatura	258
6. Analiza archiwalnych danych głębokiej sejsmiki poszukiwawczej na obszarze synklinoriów sudeckich (A. Gluszyński, Ł. Smajdor)	259
6.1. Uwagi wstępne, metodyka, zakres prac	259
6.1.1. Synklinorium północnosudeckie	260
6.1.2. Synklinorium śródsudeckie	263
6.1.3. Podsumowanie	264
6.2. Wyniki	265

6.2.1. Synklinorium północnosudeckie	265
6.2.1. Synklinorium śródsudeckie	266
6.3. Podsumowanie	267
Literatura	268
7. Profilowanie temperatury i wybranych parametrów fizykochemicznych wód podziemnych w studniach wierconych i piezometrach <i>(M. Kłonowski)</i>	270
7.1 Wstęp.....	270
7.2 Materiały i metody.....	271
7.2.1 Przygotowanie do prac terenowych.....	271
7.2.2 Charakterystyka sprzętu pomiarowego.....	271
7.2.3 Przyjęta metodyka pomiarów parametrów cieplnych.....	273
7.2.4 Metodyka obliczeń parametrów geotermicznych.....	276
7.3 Rezultaty badań i dyskusja wyników.....	277
7.3.1 Identyfikacja strefy sezonowych zmian temperatury podpowierzchniowej i położenie punktu inwersji termogramu.....	278
7.3.2 Analiza termogramów i krzywych profilowania EC, pH i O ₂	279
7.3.3 Analiza obliczonych średnich wartości gradientu geotermicznego, strumienia ciepłego Ziemi oraz temperatur na danych głębokościach.....	280
7.3.4 Analiza warunków występowania wód podziemnych o podwyższonej temperaturze w kontekście regionalnym.....	280
7.4 Wnioski i podsumowanie.....	282
Literatura.....	283
8. Parametry termiczne skał sudeckich – ciepło radiogeniczne <i>(Łukasz Jasiński, Marcin Olkowicz, Maciej Trzeciak, Marcin Dąbrowski)</i>	286
8.1. Wstęp teoretyczny i przegląd literatury	286
8.1.1. Wstęp	286
8.1.2. Naturalna promieniotwórczość skał	288
8.1.2.1. Kompilacja Vilà i in. (2010)	290
8.1.2.2. Kompilacja Artemiewej i in. (2017)	291
8.1.2.3. Kompilacja Hasteroka i Webb (2017)	291
8.1.2.4. Kompilacja Hasteroka i in. (2018)	292
8.1.3. Zależność generowanego ciepła od głębokości	293
8.1.4. Pośrednie metody oznaczania ciepła radiogenicznego	294
8.1.5. Stan rozpoznania generowanego ciepła radiogenicznego na wybranych obszarach świata	296
8.1.5.1. Batolit Sierra Nevada, USA.....	297
8.1.5.2. Norwegia	298
8.1.5.3. Finlandia	299
8.1.5.4. Australia	300
8.1.5.5. Południowo-zachodnia Anglia	301
8.1.5.6. Zachodnia część Masywu Czeskiego.....	302
8.1.5.6. Otwór KTB, Niemcy.....	303
8.1.6. Podsumowanie	304

8.2. Metodyka i walidacja pomiarów spektrometrycznych	305
8.2.1. Rodzaje detektorów gamma i ich główne parametry.....	305
8.2.2. Budowa i zasada działania scyntylicyjnego spektrometru gamma.....	306
8.2.3. Parametry detektorów gamma użytych do badań polowych.....	309
8.2.3.1. Porównanie widm promieniowania.....	310
8.2.3.2. Ocena błędu pomiaru.....	313
8.2.4. Metodyka pomiarów i obliczania ciepła radiogenicznego.....	315
8.2.4.1. Obliczanie ciepła radiogenicznego.....	317
8.2.5. Korelacje zawartości potasu, uranu, toru oraz wartości ciepła radiogenicznego pomędzy spektrometrami polowymi GSII/1, RS 230, GT-40 oraz laboratoryjnymi analizami chemicznymi.....	318
8.2.6. Analiza wyników zebranych w raporcie końcowym do projektu Hot Dry Rocks (HDR)	329
8.3. Pomiar ciepła radiogenicznego skał bloku przedsudeckiego.....	336
8.4. Kompilacja danych literaturowych, archiwalnych i pomiarów własnych.....	336
8.4.1. Badania wykorzystujące tradycyjne metody analizy ilościowej.....	337
8.4.2. Badania oparte na wynikach laboratoryjnych analiz chemicznych składu skał wykonane metodą XRF lub ICP-ES/MS.....	337
8.4.3. Badania promieniotwórczości naturalnej skał.....	339
8.4.4. Metodyka przygotowania kompilacji.....	340
8.4.5. Interpretacja map.....	343
8.4.6. Wnioski.....	347
Literatura	347
9. Parametry termiczne skał sudeckich – przewodność cieplna <i>(Marcin Dąbrowski, Łukasz Jasiński)</i>	357
9.1. Wstęp teoretyczny i przegląd literatury.....	357
9.1.1. Przewodność cieplna i prawo Fouriera.....	357
9.1.2. Przewodność cieplna minerałów.....	358
9.1.2.1. Kwarc (niskotemperaturowa odmiana kwarcu λ)	359
9.1.2.2. Skalenie.....	362
9.1.2.3. Łyszczyki (miki)	365
9.1.2.4. Pozostałe minerały skałotwórcze i akcesoryczne.....	366
9.1.3. Przewodność cieplna skał.....	370
9.1.3.1. Anizotropia przewodności cieplnej skał.....	371
9.1.3.2. Wpływ porowatości na przewodność cieplną skał.....	372
9.1.3.3. Zależność temperaturowa przewodności cieplnej skał.....	374
9.1.3.4. Wpływ ciśnienia na przewodność cieplną skał.....	377
9.1.3.5. Przewodność cieplna granitoidów.....	379
9.1.4. Modele przewodności cieplnej skał.....	386
9.1.4.1. Modele empiryczne.....	388
9.1.4.2. Modele teoretyczne.....	390

9.1.5. Przykłady zastosowań modeli teoretycznych.....	396
9.1.6. Podsumowanie.....	398
9.2. Metodyka i walidacja pomiarów przewodności cieplnej.....	400
9.2.1. Skaner optyczny.....	400
9.2.2. Fox50-90.....	402
9.2.2.1. Zasada pomiaru współczynnika przewodnictwa cieplnego.....	402
9.2.2.2. Opis aparatury.....	403
9.2.2.3. Metoda pojedynczej grubości.....	405
9.2.2.4. Informacje uzupełniające.....	406
9.2.3. Metodyka przygotowania próbek do pomiaru współczynnika przewodnictwa cieplnego.....	407
9.2.4. Korelacje pomiędzy wynikami na mokro i na sucho dla skanera optycznego.....	409
9.2.5. Współczynnik przewodnictwa cieplnego w zależności od temperatury (aparat Fox50-190)	410
9.3. Pomiarów przewodności cieplnej skał sudeckich.....	411
9.4. Kompilacja danych literaturowych, archiwalnych i pomiarów własnych.....	412
9.5. Analiza przewodności cieplnej granitoidów sudeckich.....	415
9.5.1. Wstępna analiza danych.....	416
9.5.2. Empiryczny model zależności przewodności cieplnej od chemizmu skały.....	430
9.5.3. Empiryczny model zależności przewodności cieplnej od składu mineralnego skały.....	441
9.5.4. Modele fizyczne przewodności cieplnej granitoidów sudeckich.....	445
9.5.5. Temperaturowa zależność przewodności cieplnej granitoidów sudeckich.....	450
9.5.6. Podsumowanie.....	454
9.5.7. Dyskusja i rekomendacje.....	456
Literatura	458
10. Modelowanie numeryczne stanu termicznego litosfery na obszarze SW Polski <i>(M. Dąbrowski)</i>	465
10.1 Gradient termiczny.....	467
10.2 Powierzchniowa gęstość strumienia cieplnego.....	472
10.3 Ciepło radiogeniczne.....	473
10.4 Temperaturowa zależność przewodności cieplnej.....	478
10.5 Podsumowanie.....	483
Literatura	496
11. Charakterystyka strukturalna i hydrogeologiczna poszczególnych rejonów badań <i>(P. Aleksandrowski, J. Krawczyk, L. Chudzik)</i>	487
11.1. Rejon badawczy Pławna.....	487
11.2. Rejon badawczy Złotoryja.....	488
11.3. Rejon badawczy Wojcieszycy.....	490
11.4. Rejon badawczy Wierzchosławice.....	491
11.5. Rejon badawczy Nagórniki.....	493

11.6. Rejon badawczy Niedamirów.....	494
11.7. Rejon badawczy Czernica- Goczałków.....	495
11.8. Rejon badawczy Strzelin – Górka Sobocka.....	497
11.9. Rejon badawczy Książnica.....	498
11.10. Rejon badawczy Głuszycza.....	500
11.11. Rejon badawczy Srebrna Góra.....	502
11.12. Rejon badawczy Potworów.....	504
11.13. Rejon badawczy Ożary.....	505
11.14. Rejon badawczy Kudowa.....	506
11.15. Rejon badawczy Brzozowie.....	508
11.16. Rejon badawczy Stara Łomnica.....	509
11.17. Rejon badawczy Bystrzyca Kłodzka.....	511
11.18. Rejon badawczy Spalona.....	514
11.19. Rejon badawczy Różanka.....	515
11.20. Rejon badawczy Goworów.....	517
11.21. Rejon badawczy Łądek Zdrój.....	520
11.22. Rejon badawczy Jelcz-Laskowice.....	522
11.23. Rejon badawczy Radoszowice.....	524
11.24. Rejon badawczy Wilamowice Nyskie.....	525
12. Podsumowanie – wnioski i kierunki dalszych badań (Zespół)	535
13. Zarys koncepcji „Atlasu geotermalnego Sudetów i ich przedpola” badań.....	544
SPIS Ilustracji, Załączników i Tabel.....	549