

# OBSAH

ÚVOD . . . . .	9
PŘEHLED HLAVNÍCH POUŽITÝCH SYMBOLŮ A JEDNOTEK . . . . .	11
1. GRAVIMETRICKÉ METODY . . . . .	15
1.1 Fyzikální základy gravimetrických metod . . . . .	15
1.1.1 Základní rovnice . . . . .	16
1.1.2 Tíhové pole Země . . . . .	17
1.2 Tíhové anomálie . . . . .	21
1.2.1 Fayeova anomálie či anomálie z volného vzduchu . . . . .	21
1.2.2 Bouguerovy anomálie . . . . .	21
1.2.3 Izostatické anomálie . . . . .	26
1.2.4 Geologický význam anomálií . . . . .	28
1.3 Hustoty hornin . . . . .	30
1.3.1 Základní definice . . . . .	30
1.3.2 Určování hustot z tíhových měření . . . . .	30
1.3.3 Stanovení hustotní charakteristiky . . . . .	32
1.3.4 Přirozené hustoty hornin . . . . .	32
1.4 Tíhová měření . . . . .	33
1.4.1 Absolutní tíhová měření . . . . .	34
1.4.2 Gravimetry . . . . .	36
1.4.3 Terénní měření a jeho zpracování . . . . .	42
1.5 Interpretace gravimetrických měření . . . . .	42
1.5.1 Interpretace pomocí modelů . . . . .	44
1.5.2 Tělesa nepravidelného tvaru . . . . .	49
1.5.3 Hustotní rozhraní . . . . .	52
1.5.4 Určení anomální hmoty . . . . .	53
1.5.5 Řešení přímé a obrácené úlohy na samočinném počítači . . . . .	53
1.6 Odvozená tíhová pole . . . . .	57
1.6.1 Regionální a reziduální anomálie . . . . .	58
1.6.2 Analytické pokračování anomálií . . . . .	60
1.6.3 Prvá a druhá derivace tíhového zrychlení . . . . .	61
1.6.4 Linsserova metoda pro sledování příkře upadajících hustotních rozhraní . . . . .	64
1.6.5 Některé vlastnosti odvozených polí . . . . .	65
1.7 Použití gravimetrických metod . . . . .	66
1.7.1 Použití gravimetrických metod pro účely geodetické . . . . .	66
1.7.2 Použití gravimetrických metod pro účely geologického průzkumu . . . . .	66
2. MAGNETOMETRICKÉ METODY . . . . .	72
2.1 Zemské magnetické pole . . . . .	74
2.1.1 Elementy zemského magnetického pole . . . . .	75
2.1.2 Světové magnetické mapy . . . . .	76
2.1.3 Sférická harmonická analýza . . . . .	76
2.1.4 Magnetické pole geocentrického koaxiálního dipólu . . . . .	78
2.1.5 Magnetické pole geocentrického odkloněného dipólu . . . . .	79
2.1.6 Nedipólové magnetické pole . . . . .	79
2.1.7 Krátkodobé variace geomagnetického pole . . . . .	80
2.1.8 Sekulární variace geomagnetického pole . . . . .	81
2.2 Magnetické vlastnosti hornin . . . . .	83
2.2.1 Celková magnetizace . . . . .	83

2.2.2	Magneticky významné horninotvorné minerály . . . . .	84
2.2.3	Magnetická susceptibilita a indukovaná magnetizace . . . . .	86
2.2.4	Přirozená remanentní magnetizace . . . . .	88
2.3	Přímá úloha magnetometrie . . . . .	90
2.3.1	Magnetická pole $Z_a$ , $H_a$ těles s vertikální magnetizací . . . . .	91
2.3.2	Magnetická pole $Z_a$ , $H_a$ těles s obecnou magnetizací . . . . .	93
2.3.3	Stanovení magnetického pole $\Delta T$ . . . . .	96
2.3.4	Magnetická pole $\Delta T$ těles s vertikální magnetizací . . . . .	97
2.3.5	Magnetická pole $\Delta T$ těles s obecnou magnetizací . . . . .	100
2.3.6	Poznámka o jiných metodách řešení přímé úlohy . . . . .	102
2.4	Zjišťování magnetických vlastností hornin . . . . .	103
2.4.1	Odběr vzorků . . . . .	103
2.4.2	Přístroje, měření . . . . .	103
2.4.3	Zpracování dat souboru horninových vzorků . . . . .	105
2.4.4	Paleomagnetická a archeomagnetická vyšetřování . . . . .	108
2.5	Přístroje pro magnetický průzkum . . . . .	111
2.5.1	Měření a určované veličiny . . . . .	111
2.5.2	Magnetometry s ferosoudou . . . . .	112
2.5.3	Protonový magnetometr . . . . .	114
2.5.4	Rubidiový magnetometr . . . . .	116
2.6	Metodika terénního měření a zpracování naměřených hodnot . . . . .	119
2.6.1	Aeromagnetická měření . . . . .	119
2.6.2	Pozemní magnetická měření . . . . .	121
2.7	Interpretace magnetických anomálií . . . . .	126
2.7.1	Metody založené na přímé analýze naměřených dat . . . . .	127
2.7.2	Metody založené na analýze odvozených dat . . . . .	134
2.7.3	Použití samočinných počítačů v magnetometrii . . . . .	141
2.8	Příklady použití magnetometrických metod . . . . .	141

### 3. RADIOMETRICKÉ METODY A METODY JADERNÉ GEOFYZIKY . . . 148

3.1	Radionuklidové metody v geologii . . . . .	148
3.2	Fyzikální základy radionuklidových metod . . . . .	150
3.2.1	Stavba hmoty a radioaktivita . . . . .	150
3.2.2	Jaderné záření . . . . .	154
3.2.3	Jednotky radioaktivity . . . . .	158
3.3	Měření jaderného záření . . . . .	158
3.3.1	Detektory . . . . .	158
3.3.2	Radiometrické přístroje . . . . .	161
3.3.3	Charakter pole jaderného záření, chyby a citlivost měření . . . . .	163
3.4	Radiometrické metody průzkumu . . . . .	167
3.4.1	Radioaktivita zemské kůry . . . . .	167
3.4.2	Radioaktivita hornin ČSSR . . . . .	170
3.4.3	Volba metod průzkumu . . . . .	173
3.4.4	Fyzikální základy metod gama . . . . .	173
3.4.5	Letecký průzkum gama . . . . .	185
3.4.6	Automobilový průzkum gama . . . . .	190
3.4.7	Pěší průzkum gama . . . . .	195
3.4.8	Hloubkový průzkum gama . . . . .	199
3.4.9	Interpretace výsledků průzkumu gama . . . . .	200
3.4.10	Radiometrické vzorkování . . . . .	204
3.4.11	Emanometrie . . . . .	205
3.4.12	Použití radiometrických metod při těžbě radioaktivních surovin . . . . .	210
3.4.13	Použití radiometrických metod při průzkumu neradioaktivních surovin . . . . .	210
3.5	Metody jaderné geofyziky . . . . .	212
3.5.1	Metoda gama—gama . . . . .	212
3.5.2	Rentgenfluorescenční metoda . . . . .	213
3.5.3	Metoda jaderné gama rezonance . . . . .	218
3.5.4	Gama—neutron metoda . . . . .	219
3.5.5	Neutron—neutron metoda . . . . .	220
3.5.6	Neutronová aktivační analýza . . . . .	222
3.6	Laboratorní metody . . . . .	223
3.6.1	Metody měření přirozené radioaktivity . . . . .	224
3.6.2	Metody jaderné fyziky . . . . .	227

4.	GEOTERMICKÉ METODY . . . . .	232
4.1	Způsob přenosu tepla, tepelné vlastnosti hornin . . . . .	233
4.1.1	Přenos tepla způsobený tepelnou vodivostí hornin . . . . .	233
4.1.2	Přenos tepla konvekci . . . . .	236
4.2	Teplotní pole Země . . . . .	237
4.2.1	Pravděpodobný průběh teploty se vzrůstající hloubkou . . . . .	238
4.2.2	Mapy hustot tepelného toku . . . . .	239
4.3	Teplotní pole hornin při zemském povrchu . . . . .	241
4.3.1	Přístroje pro povrchová geotermická měření, metodika terénních prací . . . . .	242
4.3.2	Použití povrchových teplotních měření . . . . .	243
4.3.3	Letecká teplotní měření . . . . .	243
5.	GEOELEKTRICKÉ METODY . . . . .	247
5.1	Úvod . . . . .	247
5.1.1	Základní rozdělení geoelektrických metod . . . . .	247
5.1.2	Elektrické vlastnosti hornin . . . . .	248
5.2	Fyzikální základy stejnosměrných metod . . . . .	252
5.2.1	Potenciál elektrického pole . . . . .	253
5.2.2	Princip stejnosměrných metod . . . . .	260
5.3	Stejnosečné odporové metody . . . . .	262
5.3.1	Odporové profilování . . . . .	262
5.3.2	Vertikální elektrické sondování . . . . .	284
5.4	Potenciálové metody . . . . .	293
5.5	Elektrochemické metody . . . . .	300
5.5.1	Metoda spontánní polarizace . . . . .	300
5.5.2	Metoda vyzvané polarizace . . . . .	308
5.6	Fyzikální princip elektromagnetických metod . . . . .	317
5.6.1	Základní pojmy harmonického a přechodového elektromagnetického pole . . . . .	318
5.6.2	Zdroje a struktura elektromagnetického pole v geofyzikálním průzkumu . . . . .	320
5.6.3	Fyzikální model elektromagnetického průzkumu . . . . .	323
5.6.4	Elipsa polarizace . . . . .	326
5.6.5	Klasifikace elektromagnetických metod . . . . .	327
5.7	Elektromagnetické profilování . . . . .	328
5.7.1	Pojem anomálie v elektromagnetické prospekci . . . . .	329
5.7.2	Metody smyčky a kabelu . . . . .	329
5.7.3	Dipólové elektromagnetické profilování (DEMP) . . . . .	333
5.7.4	Pasivní elektromagnetické metody . . . . .	338
5.7.5	Metoda přechodových jevů . . . . .	342
5.7.6	Aeroelektromagnetické metody (AEM) . . . . .	346
5.7.7	Podzemní elektromagnetické metody . . . . .	348
5.8	Elektromagnetické sondování . . . . .	351
5.8.1	Frekvenční sondování . . . . .	352
5.8.2	Magnetotelurické metody . . . . .	353
5.9	Použití geoelektrických metod . . . . .	364
6.	SEISMICKÉ METODY . . . . .	365
6.1	Teoretické základy seismických metod . . . . .	365
6.1.1	Základy teorie elastických vln . . . . .	365
6.1.2	Šíření seismických vln v homogenním prostředí . . . . .	368
6.1.3	Šíření seismických vln v reálných prostředích . . . . .	372
6.1.4	Geologické základy seismického průzkumu . . . . .	375
6.1.5	Teorie hodochron seismických vln . . . . .	380
6.2	Seismické aparatury . . . . .	391
6.2.1	Seismický kanál . . . . .	392
6.2.2	Hlavní části seismických aparatur a principy jejich funkce . . . . .	395
6.2.3	Přehled typů seismických aparatur . . . . .	403
6.3	Metody seismického průzkumu . . . . .	405
6.3.1	Způsoby buzení a příjmu seismických vln . . . . .	405
6.3.2	Systémy měření v metodě odražených vln . . . . .	409
6.3.3	Systémy měření v metodě lomených vln . . . . .	412
6.3.4	Metody vrtné a důlní seismiky . . . . .	414

6.3.5	Hlubinné seismické sondování . . . . .	415
6.3.6	Seismoelektrická metoda . . . . .	415
6.3.7	Seismické terénní práce . . . . .	415
6.4	Zpracování seismických materiálů . . . . .	417
6.4.1	Zpracování seismických záznamů . . . . .	417
6.4.2	Určování seismických rychlostí . . . . .	422
6.4.3	Konstrukce seismických rozhraní „klasičtými“ metodami . . . . .	426
6.4.4	Zpracování seismických materiálů ve vyhodnocovacích střediscích . . . . .	431
6.4.5	Další zpracování seismických materiálů . . . . .	443
6.5	Použití seismických metod . . . . .	445
7.	<b>GEOFYZIKÁLNÍ MĚŘENÍ VE VRTECH . . . . .</b>	<b>447</b>
7.1	Vliv vrtu na měřené veličiny . . . . .	448
7.2	Karotážní soupravy . . . . .	449
7.3	Elektrické karotážní metody . . . . .	451
7.3.1	Metoda vlastních potenciálů SP . . . . .	451
7.3.2	Metoda elektrodoových potenciálů EP . . . . .	455
7.3.3	Proudová karotáž KK . . . . .	456
7.3.4	Odporová karotáž . . . . .	457
7.3.5	Karotáž metodou vyzvaných potenciálů VP . . . . .	472
7.3.6	Indukční karotáž IL . . . . .	475
7.3.7	Dielektrická karotáž DK . . . . .	480
7.4	Metody jaderné karotáže . . . . .	481
7.4.1	Gama karotáž GK . . . . .	484
7.4.2	Spektrální gama karotáž SGK . . . . .	485
7.4.3	Gama—gama karotáž G GK . . . . .	487
7.4.4	Rentgenfluoresenční karotáž R FK . . . . .	488
7.4.5	Gama—neutron karotáž G NK . . . . .	489
7.4.6	Neutron—neutron karotáž N NK . . . . .	490
7.4.7	Neutron—gama karotáž N GK . . . . .	491
7.4.8	Impulsní neutronová karotáž I NK . . . . .	492
7.4.9	Aktivační karotáž N AA . . . . .	493
7.5	Ostatní karotážní metody . . . . .	495
7.5.1	Magnetická karotáž M K . . . . .	495
7.5.2	Akustická (ultrazvuková) karotáž A K . . . . .	497
7.5.3	Jaderně magnetická karotáž J M K . . . . .	502
7.6	Metody zjišťující geometrické parametry . . . . .	503
7.6.1	Kavernometrie K M . . . . .	504
7.6.2	Inklinometrie I M . . . . .	506
7.6.3	Stratimetrie S M . . . . .	509
7.7	Měření fyzikálních vlastností kapalin ve vrtu . . . . .	511
7.7.1	Termometrie T M . . . . .	512
7.7.2	Rezistivimetrie R M . . . . .	519
7.7.3	Fotometrie F M . . . . .	522
7.7.4	Radiometrie s použitím otevřených radioaktivních zářičů O R Z . . . . .	524
7.7.5	Vrtné průtokoměry . . . . .	528
7.7.6	Měření hustoty kapaliny . . . . .	532
7.7.7	Měření podílu ropa—voda . . . . .	534
7.8	Racionální komplex karotážních metod . . . . .	534
8.	<b>KOMPLEXNÍ POUŽITÍ GEOFYZIKÁLNÍCH METOD . . . . .</b>	<b>543</b>
8.1	Zásady komplexního geofyzikálního výzkumu . . . . .	543
8.2	Geofyzikální výzkum zemské kůry . . . . .	545
8.3	Použití geofyzikálních metod při průzkumu na ropa, zemní plyn a uhlí . . . . .	553
8.4	Použití geofyzikálních metod při vyhledávání rudních a nerudních ložisek . . . . .	560
8.5	Použití geofyzikálních metod při hydrogeologickém a inženýrsko-geologickém průzkumu . . . . .	573
8.5.1	Použití geofyziky v hydrogeologii . . . . .	573
8.5.2	Použití geofyziky v inženýrské geologii . . . . .	577
	LITERATURA . . . . .	582
	REJSTRÍK . . . . .	587