

Predgovor autora

Skoro svako geodetsko merenje suštinski zavisi od Zemljinog polja teže. Stoga istraživanje fizičkih svojstava polja teže i njihove geodetske primene, što je predmet fizičke geodezije, čini osnovni deo geodetskog obrazovanja.

Za deset godina koliko je prošlo od izlaska *The Earth and Its Gravity Field* Hajskenena i Vening Majnesa, geodezija je mnogo napredovala. Uključenje teorijskih i praktičnih rezultata tog progressa u novo izdanje te knjige postalo je praktično nemoguće. Bilo je neophodno napisati potpuno nov udžbenik, različit i po obimu i po tretmanu. Ogroman porast dostupnih informacija zahtevao je strogo ograničavanje na geodetske aspekte, a teorijski napredak dao je značaj matematičkim metodama. Rezultat je ova knjiga, sa ambicijom da bude teorijska u smislu u kojem se ta reč koristi u frazi "teorijska fizika".

Ovaj udžbenik namenjen je studentima, i podrazumeva predznanja iz matematike i fizike, koja se zahtevaju na geodetskim odsecima američkih i evropskih univerziteta. Neophodne osnove teorije potencijala predstavljene su u uvodnom poglavlju.

Poglavlja od 1 do 5 pokrivaju materiju za osnovni kurs fizičke geodezije. Poglavlja od 6 do 8 nude niz specijalizovanih i naprednijih tema, u kojima su istraživanja još uvek intenzivna. (Ova poglavlja su verovatno subjektivnija od ostalih). Čitalac, koji njih savlada može otpočeti sopstvena istraživanja. Zbog kompletnosti dodali smo i poglavlje o kosmičkim metodama koje se može uključiti u osnovni kurs.

Učinili smo veliki napor da knjiga bude celovita. Detaljna izvođenja data su onde gde je to bilo neophodno. Naš pristup je intuitivan. Osećali smo da su verbalna objašnjenja principa važnija od formalne matematičke strogosti, iako je nismo ignorisali.

Naš opšti stav je konzervativan. Ne verujemo da je koncept geoida postao suvišan. To naravno ne znači da nismo svesni ogromnog značaja savremenog teorijskog razvoja vezanog za Molodenskog, kojeg smo prodiskutovali u poglavlju 8.

Namerno smo izostavili opažačke tehnike kao što su one koje se koriste kod merenja teže i astronomskih određivanja, smatrajući da im nema mesta u jednoj teorijski orijentisanoj prezentaciji.

Bibliografija radova citiranih u tekstu, od kojih mnogi mogu poslužiti za dalja istraživanja, data je na kraju svakog poglavlja. Citiranje u tekstu vršeno je autorovim imenom i godinom objavljivanja, npr. Kellog (1929).

Nismo pokušavali da postavljamo pitanja prioriteta. Imena pridružena formulama treba pre svega smatrati pogodnim referencama. Slično tome, data je najpristupačnija i najrazumljivija publikacija autora po određenoj temi, a ne prva.

Većina naših istraživanja koja se mogu naći u knjizi izvršena je na The Ohio State University. Želimo da izrazimo zahvalnost Dr. Walter D Lambert za pažljivi pregled dela rukopisa, i korekturu engleskog jezika.

Decembar 1966

WEIKKO A. HEISKANEN

HELMUT MORITZ

1*Osnovi teorije potencijala*

1-1.	Uvod. Privlačenje i potencijal	1
1-2.	Potencijal čvrstog tela	4
1-3.	Potencijal materijalne površi	6
1-4.	Potencijal dvostrukog sloja	7
1-5.	Gausove i Grinove integralne formule	10
1-6.	Primene Grinovih integralnih formula	14
1-7.	Harmonijske funkcije. Stouksova teorema i Dirihleov princip	17
1-8.	Laplasova jednačina u sfernim koordinatama	20
1-9.	Sferni harmonici	23
1-10.	Površinski sferni harmonici	24
1-11.	Ležandrove funkcije	25
1-12.	Ležandrove funkcije druge vrste	31
1-13.	Teorema razvoja i ortogonalne veze	33
1-14.	Potpuno normalizovani sferni harmonici	35
1-15.	Razvoj recipročne dužine u zonske harmonike. Formula dekompozicije	37
1-16.	Rešenje Dirihleovog problema pomoću sfernih harmonika. Poissonov integral	39
1-17.	Ostali problemi graničnih vrednosti	41
1-18.	Radijalni izvod harmonijske funkcije	43
1-19.	Laplasova jednačina u elipsoidnim koordinatama	46
1-20.	Elipsoidni harmonici	48
	<i>Literatura</i>	52

2

Polje teže Zemlje

2-1.	Teža	53
2-2.	Nivoske površi i vertikale	55
2-3.	Krivina nivoskih površi i vertikala	58
2-4.	Prirodne koordinate	63
2-5.	Potencijal Zemlje u sfernim harmonicima	66
2-6.	Harmonici nižeg stepena	70
2-7.	Polje teže nivoskog elipsoida	74
2-8.	Normalna teža	78
2-9.	Razvoj normalnog potencijala u sferne harmonike	82
2-10.	Razvoj u red normalnog polja teže	86
2-11.	Numeričke vrednosti. Međunarodni elipsoid	92
2-12.	Druga normalna polja teže i referentne površi	94
2-13.	Anomalijsko polje teže. Geoidne undulacije i vertikalni otkloni	96
2-14.	Sferna aproksimacija. Razvoj poremećajnog potencijala u sferne harmonike	101
2-15.	Anomalije teže izvan Zemlje	104
2-16.	Stouksova formula	107
2-17.	Eksplisitni oblik Stouksovog integrala. Razvoj Stouksove funkcije u sferne harmonike	110
2-18.	Upštenje za proizvoljni referentni elipsoid	113
2-19.	Upštenje Stouksove formule za N	116
2-20.	Određivanje fizičkih konstanti Zemlje	124
2-21.	Srednji Zemljin elipsoid	127
2-22.	Vertikalni otkloni. Vening Majnesova formula	130
2-23.	Vertikalni gradijent teže. Redukcija slobodnog vazduha na nivo mora	133
2-24.	Praktično računanje integralnih formula	136
	<i>Literatura</i>	144

3

Gravimetrijske metode

3-1.	Redukcija teže	146
3-2.	Pomoćne formule	147
3-3.	Bugecova redukcija	151
3-4.	Izostazija	154
3-5.	Izostatička redukcija	158
3-6.	Indirektni efekat	163
3-7.	Ostale redukcije teže	165

3-8.	Sferni efekti	169
3-9.	Praktično određivanje geoida	174
	<i>Literatura</i>	181

4

Visine iznad nivoa mora

4-1.	Geometrijski nivelman	183
4-2.	Geopotencijalni brojevi i dinamičke visine	185
4-3.	Poenkare i Prej redukcija teže	187
4-4.	Ortometrijske visine	189
4-5.	Normalne visine	194
4-6.	Upoređenje različitih visinskih sistema	196
4-7.	Trigonometrijske visine	198
	<i>Literatura</i>	202

5

Astrogeodetske metode

5-1.	Uvod	203
5-2.	Projekcije na elipsoid	205
5-3.	Helmertova projekcija. Geodetske i pravougle koordinate	206
5-4.	Redukcija astronomskih opažanja na elipsoid	210
5-5.	Redukcija horizontalnih i vertikalnih uglova i dužina	215
5-6.	Redukcija astronomskih koordinata za krivinu vertikale	219
5-7.	Astrogeodetsko određivanje geoida	224
5-8.	Interpolacija vertikalnih otklona. Astrogravimetrijski nivelman	228
5-9.	Koordinatne transformacije i datumske translacije	232
5-10.	Određivanje veličine Zemlje	238
5-11.	Najbolji elipsoidi i srednji Zemljin elipsoid	243
5-12.	Trodimenzionalna geodezija	246
	<i>Literatura</i>	254

6

Polje teže izvan Zemlje

6-1.	Uvod	256
6-2.	Normalna teža - zatvorena formula	257
6-3.	Normalna teža - razvoj u red	259
6-4.	Poremećaj teže - direktni metod	263

6-5.	Poremećaj teže - metod sloja	266
6-6.	Poremećaj teže - produženje naviše	269
6-7.	Dodatna razmatranja	272
6-8.	Anomalija teže izvan Zemlje	277
	<i>Literatura</i>	282

7

Statističke metode u fizičkoj geodeziji

7-1.	Uvod	284
7-2.	Kovarijaciona funkcija	285
7-3.	Razvoj kovarijacione funkcije u sferne harmonike	288
7-4.	Uticao udaljenih zona na Stouksovu i Vening Majnesovuformulu	293
7-5.	Interpolacija i ekstrapolacija anomalija teže	298
7-6.	Tačnost predikcionih metoda. MNK predikcija	301
7-7.	Prenos grešaka. Tačnost sfernih harmonika	306
7-8.	Tačnost geoidnih undulacija sračunatih iz anomalija teže	310
7-9.	Tačnost srednjih anomalija	312
7-10.	Korelacija sa visinom	318
	<i>Literatura</i>	322

8

Moderne metode određivanja figure Zemlje

8-1.	Uvod	324
8-2.	Redukcija teže i geoid	325
8-3.	Problem Molodenskog	328
8-4.	Linearne integralne jednačine	331
8-5.	Primena Grinovih identiteta	334
8-6.	Integralna jednačina za površinski sloj	338
8-7.	Rešenje integralne jednačine	342
8-8.	Geometrijska interpretacija	346
8-9.	Vertikalni otkloni	352
8-10.	Produženje naniže na nivo mora	357
8-11.	Redukcija teže u modernoj teoriji	362
8-12.	Određivanje geoida iz površinskih anomalija	366
8-13.	Pregled	368
	<i>Literatura</i>	371

9

Kosmičke metode

9-1.	Uvod. Metode opažanja	373
9-2.	Određivanje veličine Zemlje iz opažanja Meseca	374
9-3.	Dinamički efekti Zemljine spljoštenosti	378
9-4.	Određivanje spljoštenosti iz precesije. Hidrostaticka ravnoteža	382
9-5.	Orbite veštačkih satelita	384
9-6.	Određivanje zonskih harmonika	387
9-7.	Pravougle koordinate satelita i njihovi poremećaji	393
9-8.	Određivanje tesimalnih harmonika i položaja stanice	396
	<i>Literatura</i>	401