

SVEUČILIŠTE U RIJECI - GRAĐEVINSKI FAKULTET

Boško Pribičević i Damir Medak

GEODEZIJA U GRAĐEVINARSTVU



V.B.Z. d.o.o., Zagreb, 2003.

BIBLIOTEKA UDŽBENICI

Urednik:

Prof. dr. sc. Ivica Kožar

Nakladnik:

V.B.Z. d.o.o. Zagreb

Za nakladnika:

Boško Zatezalo

Recenzenti:

Prof. dr. sc. Krsto Šimičić, Zagreb

Prof. dr. sc. Florjan Vodopivec, Ljubljana

Prof. dr. sc. Dražan Domandžić, Rijeka

Lektor:

Nenad Rizvanović

Korektor:

Milica Vujnović

Priprema za tisak:

Almin Đapo i Ivan Medved

Naklada:

1000 primjeraka

Tisak:

Grafički zavod Hrvatske d.o.o., Zagreb, 2003.

CIP - Katalogizacija u publikaciji Nacionalna i sveučilišna knjižnica - Zagreb

UDK 528:624>(075.8)

624:528>(075.8)

PRIBIČEVIĆ, Boško

Geodezija u građevinarstvu / Boško Pribičević i Damir Medak. - Zagreb : V.B.Z., 2003. - (Udžbenici Sveučilišta u Rijeci = Manualia Universitatis studiorum Fiuminensis)

Na vrhu nasl. str.: Sveučilište u Rijeci - Građevinski fakultet.

ISBN 953-201-293-1

1. Medak, Damir

I. Geodezija – Građevinska primjena – Udžbenik

II. Građevinarstvo – Geodetski radovi – Udžbenik

430725032

Boško Pribičević i Damir Medak

GEODEZIJA U GRAĐEVINARSTVU



V.B.Z. d.o.o., Zagreb, 2003.

Autori:

Doc. dr. sc. Boško Pribičević, dipl. inž. geod.
Zavod za geomatiku Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Doc. dr. sc. Damir Medak, dipl. inž. geod.
Zavod za geomatiku Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Objavljivanje ovog udžbenika financijski su pomogli: Ministarstvo znanosti i tehnologije Republike Hrvatske, Grad Zagreb - Gradski zavod za katastar i geodetske poslove, Hrvatska komora arhitekata i inženjera u graditeljstvu - Razred inženjera geodezije, Hrvatsko geodetsko društvo, Geodetski zavod d.d. Rijeka, Geodetski zavod Osijek, Geoprojekt d.d. Zagreb, Geowild d.o.o. Zagreb, Gisdata d.o.o. Zagreb, Geoservis d.o.o. Pula, Geodetski zavod Split, Zavod za fotogrametriju d.d. Zagreb, INA Industrija nafte - Naftaplin Zagreb.



Odlukom Povjerenstva za izdavačku djelatnost Sveučilišta u Rijeci ova se knjiga izdaje kao sveučilišni udžbenik pod brojem: Klasa: 602-09/03-01/19, ur.br.: 2170-57-05-03-3.



©Copyright

Boško Pribičević i Damir Medak, 2003.

©Copyright

Za hrvatsko izdanje V.B.Z. d.o.o., Zagreb, 2003.

Ova knjiga ili njezini dijelovi ne smiju se reproducirati u bilo kojem obliku bez pismenog odobrenja autora

Predgovor

Geodezija je nezamjenjiva pri projektiranju, gradnji i korištenju bilo kojeg građevinskog objekta. Zbog toga je svim inženjerima nužno poznavanje točnosti koju je moguće postići geodetskim mjerenjima. To znanje, kombinirano sa spoznajama o mogućnostima geodetskih instrumenata i metoda, omogućit će inženjeru uspješan završetak projekta na najekonomičniji način i u najkraćem mogućem roku. Razvoj informatike, elektronike i robotike omogućio je osuvremenjivanje ”klasične” geodezije novim primjenama. Tako su brojne novine još u razvojnoj fazi, upravo je brzina kojom danas tehnološke inovacije nalaze masovnu primjenu u praksi fascinantna.

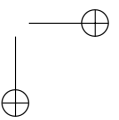
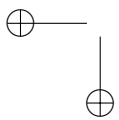
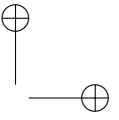
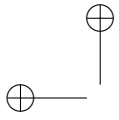
Ovaj udžbenik prvenstveno je namijenjen studentima građevinarstva, ali i studentima drugih fakulteta na kojima se sluša kolegij Geodezija. Osnovna ideja ove knjige je dati sažeti prikaz geodezije kao znanosti, teorijske osnove suvremenih geodetskih instrumenata i metoda s posebnim naglaskom na aspekte primjene u građevinarstvu. Svaki će inženjer građevinarstva u tekstu naći razumljiva objašnjenja osnova geodezije i uočiti važnost ove zanimljive struke u vlastitom radu, te će mu na temelju stečenih znanja biti lakše komunicirati s geodetima u interdisciplinarnom inženjerskom timu.

Knjiga nije opterećena numeričkim primjerima i zadacima. Smatramo da je u današnje vrijeme za tu svrhu primjerenije koristiti se novim medijima, te su kao popratni materijal i izvor dodatnih informacija o knjizi pripremljene posebne stranice na Internetu na sljedećoj adresi:

<http://www.geof.hr/~dmedak/hr/gug/index.htm>.

S obzirom na to da nam je ovaj udžbenik prvijenac, svjesni smo da on ima nedostataka pa će nam svaka dobronamjerna kritika biti od velike koristi. Koristimo se ovom prilikom da zahvalimo recenzentima prof. dr. sc. Florjanu Vodopivecu, prof. dr. sc. Dražanu Domandžiću i prof. dr. sc. Krsti Šimičiću na stručnom i pažljivom pregledu rukopisa. Njihovi savjeti i sugestije značajno su unaprijedili ovo djelo. Također zahvaljujemo našim suradnicima Alminu Đapi, dipl. inž. geod. i Ivanu Medvedu, dipl. inž. geod., na uloženom trudu i vještini pri unosu i obradi teksta i slika.

Autori



Sadržaj

I	Osnove geodezije	1
1	Uvod	3
1.1	Strukovna djelatnost geodezije	4
1.2	Podjela geodezije	5
1.2.1	Praktična geodezija	5
1.2.2	Inženjerska geodezija	5
1.2.3	Katastar	6
1.2.4	Fotogrametrija i daljinska istraživanja	6
1.2.5	Geoinformacijski sustavi - GIS	7
1.2.6	Kartografija	7
1.2.7	Viša geodezija i fizikalna geodezija	7
1.2.8	Satelitska geodezija	8
1.2.9	Pomorska geodezija	8
1.2.10	Geodetska astronomija	9
1.3	Osnovna načela geodezije	9
1.3.1	Načelo hijerarhije i susjedstva	9
1.3.2	Načelo kontrole	9
1.3.3	Načelo ekonomičnosti	10
1.4	Povijest i budućnost geodezije	10
1.4.1	Sferni model	10
1.4.2	Elipsoidni model	12
1.4.3	Geoid	13
1.4.4	Trodimenzionalna geodezija	14
1.4.5	Budućnost geodezije	14
1.5	Geodezija u građevinarstvu	15
2	Geodetska mjerenja i instrumenti	17
2.1	Linearna mjerenja	18

2.1.1	Jedinice za duljinu	18
2.1.2	Jedinice za površinu	19
2.1.3	Mjerilo plana i karte	19
2.1.4	Mehaničko mjerenje duljina	21
2.1.5	Optičko mjerenje duljina	21
2.1.6	Elektroničko mjerenje duljina	21
2.1.7	Elektrooptički daljinomjeri	23
2.1.8	Ručni laserski daljinomjer DISTO	24
2.2	Kutna mjerenja	25
2.2.1	Jedinice za kutove	25
2.2.2	Mjerenje kutova	26
2.2.3	Teodoliti	27
2.2.4	Jednostavni instrumenti za mjerenje i iskolčenje kutova	33
2.3	Određivanje visina	36
2.3.1	Mjerenje visinskih razlika	36
2.3.2	Geometrijski nivelman	36
2.3.3	Hidrostatski nivelman	41
2.3.4	Trigonometrijski nivelman	41
2.3.5	Barometrijski nivelman	44
2.4	Tahimetri - univerzalni geodetski instrumenti	45
3	Točnost mjerenja i račun izjednačenja	47
3.1	Uzroci pogrešaka i odstupanja	47
3.2	Vjerojatnost pogrešaka	48
3.3	Račun izjednačenja	51
3.3.1	Prirast pogrešaka	52
3.3.2	Točnost mjerenja i tolerancije	54
4	Koordinatni sustavi, koordinate	57
4.1	Pojam koordinata i njihova upotreba	57
4.1.1	Koordinatni sustavi u ravnini	57
4.1.2	Koordinatni sustavi na kugli i elipsoidu	59
4.2	Zemljini elipsoidi	61
4.2.1	Besselov elipsoid	62
4.2.2	Opći Zemljin elipsoid	62
4.2.3	Svjetski geodetski sustav WGS84	64
4.2.4	Drugi koordinatni sustavi	64
4.3	Geodetske projekcije	65
4.3.1	Gauss-Krügerova projekcija	65

SADRŽAJ

ix

4.3.2	UTM	69
5	Geodetske mreže	71
5.1	Državna mreža geodetskih točaka	71
5.1.1	Položajna temeljna geodetska mreža	72
5.1.2	Visinska temeljna geodetska mreža	74
5.2	Nivelman	75
5.2.1	Podjela nivelmanskih mreža	75
5.2.2	Nivelman visoke točnosti	77
5.3	Poligonska mreža	78
5.3.1	Podjela poligonske mreže	80
5.3.2	Računanje poligonskog vlaka	80
5.3.3	Postavljanje poligonske mreže	83
5.3.4	Mjerenje kutova	84
5.3.5	Mjerenje duljina u poligonskom vlaku	85
6	Geodetska izmjera zemljišta	87
6.1	Metode izmjere zemljišta	87
6.2	Ortogonalna metoda	88
6.3	Polarna metoda	90
6.4	Fotogrametrijska metoda	91
6.4.1	Aerofotogrametrija	93
6.4.2	Fotokarta	95
6.5	Detaljno snimanje za visinski prikaz terena	97
6.6	Izrada planova i karata	97
6.7	Propisi o geodetskoj izmjeri zemljišta	98
7	Satelitsko pozicioniranje	99
7.1	Segmenti GPS-a	100
7.2	Osnovna načela satelitskog pozicioniranja	102
7.3	Terenski GPS-postupci	107
7.4	Izvori pogrešaka	111
7.5	Transformacije između globalnoga i lokalnoga koordinatnog sustava	112
8	Geodetske evidencije, karte i planovi	115
8.1	Sadržaj i svrha katastra zemljišta	116
8.2	Zemljišna knjiga	117
8.3	Karte i planovi	119
8.3.1	Planovi krupnog mjerila	120

8.3.2	Karte	121
8.3.3	Sadržaj planova i karata	123
9	Geoinformacijski sustavi	125
9.1	Računalni sustavi u geodeziji	125
9.2	Digitalni modeli reljefa	126
9.3	Zemljišni informacijski sustavi	127
9.4	Geopodaci	129
9.5	Topologija	131
9.6	Analiza prostornih podataka	132
9.7	Primjene GIS-a	133
10	Komora i ovlaštene inženjeri	135
10.1	Uvodno o Komori	135
10.2	Povijesni pregled djelovanja Komore	136
10.3	Osnivanje Komore	137
10.4	Uvjeti za članstvo u Komori	138
10.5	Stručna djelatnost	140
10.6	Organizacija rada Komore	142
10.7	Obavezno osiguranje od odgovornosti	143
II	Primjena geodezije u građevinarstvu	145
11	Geodetski radovi u fazi projektiranja i građenja	147
11.1	Principi iskolčenja u građevinarstvu	148
11.1.1	Osnovni elementi iskolčenja	150
11.1.2	Iskolčenje horizontalnog kuta	151
11.1.3	Iskolčenje dužine	152
11.1.4	Vertikalno iskolčenje - prijenos visine	153
11.1.5	Visinsko iskolčenje horizontalnog pravca	155
11.2	Postupci iskolčenja u građevinarstvu	156
11.2.1	Pojam točke	156
11.2.2	Uobičajene geodetske oznake za kontrolu građenja	157
11.2.3	Postupak iskolčenja gradilišta	158
11.2.4	Nanosna skela za iskolčenje	159
11.2.5	Iskolčenje polarnom metodom	160
11.2.6	Laseri u građevinarstvu	161

12 Geodetski radovi u pojedinim granama građevinarstva	165
12.1 Prometnice	166
12.2 Tuneli	168
12.3 Mostovi	173
12.4 Hidrotehnički objekti	175
12.5 Dalekovodi	178
12.6 Zgrade	180
13 Geodetski radovi pri projektiranju i trasiranju prometnica	185
13.1 Trasanje prometnice	187
13.2 Elementi kružne krivine	190
13.3 Metode iskolčenja kružne krivine	192
13.4 Elementi prijelazne krivine	193
13.5 Iskolčenje klotoide	197
13.6 Oblici primjene klotoida	197
14 Određivanje površina i zemljanih masa	199
14.1 Određivanje površina	199
14.1.1 Određivanje površina iz neposrednih mjerenja	199
14.1.2 Računanje površina iz koordinata	200
14.1.3 Grafičko određivanje površina	201
14.2 Računanje masa	202
14.2.1 Metoda poprečnih profila	203
14.2.2 Metoda prizmi	205
15 Mjerenje pomaka i deformacija građevinskih objekata	207
15.1 Uzroci pomaka i deformacija	208
15.2 Svrha mjerenja pomaka i deformacija	209
15.3 Projekt opažanja građevine	210
15.4 Metode mjerenja pomaka i deformacija	211
Prilozi	213