

Stanko Brčić

**TEHNIČKA
MEHANIKA
I**

AKADEMSKA MISAO
Beograd, 2012.

Stanko Brčić

TEHNIČKA MEHANIKA I

Recenzenti

Dr Dragoslav Šumarac

Dr Rastislav Mandić

Dr Đorđe Vuksanović

Odlukom Nastavno-naučnog veća Građevinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu od 07.05.2012. godine odobreno kao univerzitetski udžbenik.

Izdaje i štampa

AKADEMSKA MISAO, Beograd

Dizajn naslovne strane

Zorica Marković, akademski slikar

Tiraž

300 primeraka

ISBN 978-86-7466-418-6

PREDGOVOR

Tekst koji se prikazuje u ovoj knjizi predstavlja sadržaj predavanja u okviru predmeta *Tehnička mehanika 1* na Građevinskom fakultetu Univerziteta u Beogradu. Predmet Tehnička mehanika 1 je smešten u II semestar studija na Građevinskom fakultetu Univerziteta u Beogradu. Pre izmena u nastavnim programima i planovima od 2005. godine, koje su posledica tzv. Bolonjskog procesa, predmet Tehnička mehanika 1 je održavan sa nedeljnim fondom časova $3+4=7$ tokom 15 nedelja nastave. Posle izmena, fond časova je redukovana na 5 časova nedeljno, ali materija koja se izlaže nije proporcionalno smanjena, odn. nije redukovana uopšte u sadržaju predavanja, jedino je sada na raspolaganju manje vremena za predavanja i vežbanja, tako da se pojedinim oblastima neminovno posvećuje nešto manje pažnje (manje vremena \Rightarrow manje teorije i zadataka koji se objašnjavaju i sl.). Zato se preporučuje studentima više samostalnog rada, jer je važno da se svi elementi izlagane materije, koji su svi međusobno povezani, dovoljno dobro savladaju već na samom početku studiranja. To je posebno od značaja za uspešno studiranje na Građevinskom fakultetu, jer je materija koja je sadržana u predmetima Tehnička mehanika 1 i Otpornost materijala fundamentalna, odn. u osnovi je za sve druge relevantne predmete koji se izučavaju na građevinskim fakultetima.

Tehnička mehanika 1 je jedinstvena celina sa predmetom Tehnička mehanika 2, koji se predaje u III semestru na Građevinskom fakultetu Univerziteta u Beogradu. Oba predmeta su deo jedne celine, odn. predmeta Tehničke mehanike, koji je u nekom trenutku iz praktičnih razloga podeljen na dva odvojena

predmeta (sa ciljem da se “lakše polaže” manja celina). Materija koja je prikazana u ovom tekstu je zasnovana na konceptu predavanja koji je postavila Prof. dr Natalija Naerlović-Veljković, dipl. građ. inž., dugogodišnji profesor na Građevinskom fakultetu Univerziteta u Beogradu, odn. na njenim udžbenicima Naerlović-Veljković [8], Naerlović-Veljković [9], Naerlović-Veljković [10], Naerlović-Veljković [11], kojih odavno više nema u knjižarama. Pri tome je autor ovog teksta, od samog početka svog stručnog rada, bio prvo asistent na predmetima Tehničke mehanike kod Profesora dr. Natalije Naerlović-Veljković, a zatim i saradnik u držanju predavanja, tako da su mu svi aspekti nastave bliski. Autor duguje veliku zahvalnost Profesoru dr Nataliji Naerlović-Veljković na njenoj nesebičnoj i velikoj pomoći u naučnom i nastavničkom formiranju autora tokom dugog niza zajedničkog rada. Naravno, ima i drugih udžbenika i knjiga u kojima se posmatra materija Tehničke mehanike, kako naših, npr. Vujičić [13], Rusov [12], Mijalković [7], tako i stranih, npr. Bedford and Fowler [1], Meriam and Kraige [6], Beer and Russell [2], Beer and Russell [3], Hibbeler [4], Hibbeler [5] i dr.

Tekst ovih izlaganja je zasnovan na udžbeniku “Mehanika I” autora Prof. dr Natalije Naerlović-Veljković, ali je takođe, nadamo se, obogaćen i iskustvima autora stečenim tokom dugogodišnjeg držanja predavanja i vežbanja iz ovog predmeta. Sadržaj prikazane materije u potpunosti odgovara ranijem i sadašnjem programu predmeta Tehnička mehanika 1 na Građevinskom fakultetu Univerziteta u Beogradu. Nadamo se da će predloženi tekst da bude od koristi pre svega studentima Građevinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, ali i studentima drugih građevinskih fakulteta. Autor se posebno zahvaljuje svom višegodišnjem kolegi i saradniku, mr. Stanku Ćoriću, asistentu na predmetima Tehničke mehanike, na veoma pažljivom čitanju teksta ove knjige, davanju sugestija o tekstu i na uočavanju brojnih štamparskih grešaka.

Knjiga se sastoji iz 7 delova, koji su podeljeni u 37 odgovarajućih poglavlja. Ti delovi su: Aksiomi mehanike, Analiza sila, Statički određeni linijski nosači, Virtuelna pomeranja, Analiza lančanice, Trenje i preturanje, kao i Dodatak: Vektorska algebra i Primeri sa ispita.

Autor izražava posebnu zahvalnost recenzentima dr Rastislavu Mandiću, dr Dragoslavu Šumarcu i dr. Djordju Vuksanoviću, profesorima Građevinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, na pažljivom čitanju rukopisa i na davanju veoma korisnih sugestija. Imajući u vidu da prva dva recenzenta upravo predaju, paralelno sa autorom, baš predmete Tehnička mehanika 1 i 2, a da treći recenzent predaje Statiku konstrukcija, koja može da se shvati kao nastavak Tehničke mehanike 1, ali bez pretpostavke o krutom telu, komentari, primedbe i sugestije recenzentata su posebno dragoceni. Na tome se, kao i na višedecenijskom

druženju, najsrdačnije zahvaljujem. Knjiga je napisana korišćenjem L^AT_EX-a, a ne MS Word-a, na insistiranje autora, pa je to jedini razlog zbog čega nismo sva trojica kolega na istom predmetu istovremeno i autori ove knjige. Najzad, kao i u svakom iole obimnijem tekstu, neminovne su izvesne štamparske, dakle formalne, ali moguće i suštinske greške koje nisu uočene. Svako ukazivanje na uočene greške autor će sa zadovoljstvom da prihvati i koriguje u eventualnom narednom izdanju.

Beograd, 21. mart 2012

Stanko Brčić

SADRŽAJ

Predgovor	iii
I Aksiomi mehanike	1
1 Uvodni pojmovi	3
1.1 Osnovne definicije i pojmovi	4
1.1.1 Predmet izučavanja mehanike	4
1.1.2 Osnovni pojmovi mehanike	4
1.2 Klasifikacija mehanike	6
1.3 Njutnovi aksiomi mehanike	10
1.3.1 A1: Aksiom inercije	11
1.3.2 A2: Aksiom o kretanju tela	12
1.3.3 A3: Aksiom akcije i reakcije	13
1.3.4 A4: Aksiom o nezavisnosti dejstava (aksiom o paralelo- gramu sila)	13
1.3.5 Napomene o masi tela	14

2	Osnovni pojmovi o silama	19
2.1	Pojam sile u mehanici	20
2.2	Koncentrisane, linijske,	21
2.3	Sistem sila	22
2.4	Spoljašnje i unutrašnje sile	22
2.5	Rezultanta sistema sila	23
2.6	Slaganje i razlaganje sila	23
2.7	Ravnotežni sistem sila	24
2.8	Osnovni ravnotežni sistem	24
2.9	Analitički prikaz sile	24
3	Sloboda kretanja i veze	29
3.1	Broj stepeni slobode	29
3.1.1	Materijalna tačka	31
3.1.2	Sistem materijalnih tačaka	33
3.1.3	Slobodno kruto telo	35
3.2	Osnovni tipovi veza	39
3.2.1	Osnovni tipovi veza u prostoru	39
3.2.2	Osnovni tipovi veza u ravni	42
4	Aksiomi statike	47
4.1	Aksiom o vezama	48
4.1.1	Aktivne i reaktivne sile	48
4.1.2	Aksiom o vezama	48
4.2	Reakcije veza u ravni	49
4.2.1	Pokretan oslonac	49
4.2.2	Nepokretan oslonac	50
4.2.3	Uklještenje u ravni	51
4.3	Reakcije veza u prostoru	53
4.3.1	Cilindrični oslonac	53
4.3.2	Sferni oslonac	53
4.3.3	Uklještenje u prostoru	54
4.4	Aksiomi statike	56
4.4.1	A1: Aksiom inercije	56
4.4.2	A2: Osnovni ravnotežni sistem sila	57
4.4.3	A3: Dodavanje ili uklanjanje ravnotežnog sistema sila	57
4.4.4	A4: Paralelogram sila	57
4.4.5	A5: Aksiom o akciji i reakciji	58
4.4.6	A6: Aksiom o vezama	58

4.5	Teorema o pomeranju sile	58
II	Analiza sila	61
5	Sile sa zajedničkom tačkom	63
5.1	Definicija sistema	64
5.2	Stav o silama	65
5.3	Slaganje sila u rezultantu	67
5.3.1	Aksiom o paralelogramu i trougao sila	67
5.3.2	Grafičko slaganje sila u ravni	69
5.3.3	Analitičko slaganje sila u ravni i prostoru	71
5.4	Razlaganje sile na komponente	74
5.4.1	Razlaganje u ravni	74
5.4.2	Razlaganje u prostoru	77
5.5	Ravnoteža sila	79
5.5.1	Grafički uslov ravnoteže sila u ravni	80
5.5.2	Jednačine ravnoteže u ravni i prostoru	80
5.5.3	Grafički uslovi ravnoteže tri sile u ravni	87
6	Dve paralelne sile	91
6.1	Sile sa istim smerovima	92
6.1.1	Slaganje dve sile u rezultantu	92
6.1.2	Razlaganje sile na dve paralelne komponente istih smerova	96
6.2	Sile sa suprotnim smerovima	99
6.2.1	Slaganje dve sile u rezultantu	99
6.2.2	Razlaganje sile na dve paralelne komponente	102
7	Spreg sila	105
7.1	Definicija sprega sila	106
7.1.1	Elementi sprega	106
7.1.2	Vektorski prikaz sprega	107
7.2	Transformacije spregova	108
7.2.1	Transformacije u ravni	108
7.2.2	Transformacije u prostoru	110
7.3	Sabiranje spregova	113
7.3.1	Sabiranje spregova u ravni	113
7.3.2	Sabiranje spregova u prostoru	115
7.4	Ravnoteža spregova	118

7.4.1	Ravnoteža spregova u ravni	119
7.4.2	Ravnoteža spregova u prostoru	120
8	Redukcija sile na tačku	123
8.1	Teorema o redukciji	123
8.2	Promena redukcionog sprega	126
8.3	Koordinatni oblik	127
9	Momenat sile za osu	131
9.1	Definicija momenta sile za osu	131
9.2	Stavovi o momentu sile za osu	133
9.2.1	Stav 1	133
9.2.2	Stav 2	134
9.3	Koordinatni oblik momenta za osu	136
10	Proizvoljan sistem sila	139
10.1	Redukcija sistema na tačku	140
10.2	Glavni vektori	143
10.3	Promena glavnog vektora	144
10.4	Statičke invarijante sistema sila	148
10.5	Dinama i centralna osa	149
10.6	Jednačina centralne ose	150
10.6.1	Hamiltonov centar	151
10.6.2	Alternativni oblik jednačine centralne ose	153
10.7	Uslovi za egzistenciju rezultante	155
10.8	Napadna linija rezultante	158
10.9	Varinjonova teorema	159
10.10	Rezime o redukciji	161
10.10.1	Potrebni i dovoljni uslovi za dinamiku	162
10.10.2	Potrebni i dovoljni uslovi za rezultantu	162
10.10.3	Potrebni i dovoljni uslovi za spreg sila	164
10.10.4	Potrebni i dovoljni uslovi za ravnotežu	165
10.10.5	Tabelarni prikaz rezimea o redukciji	166
10.11	Krst sila i druge mogućnosti	166
10.11.1	Krst sila	167
10.11.2	Transformacija na tri sile	171
10.11.3	Transformacija na šest sila - tetraedarske koordinate	172
10.11.4	Napomene o transformisanju sistema sila	173
10.12	Uslovi ravnoteže	174

10.13 Alternativni uslovi ravnoteže	175
10.13.1 Prvi alternativni oblik uslova ravnoteže	176
10.13.2 Drugi alternativni oblik uslova ravnoteže	179
10.13.3 Uslovi ravnoteže izraženi preko tetraedarskih koordinata	181
10.13.4 Momenti oko ivica tetraedra	181
10.13.5 Rekapitulacija uslova ravnoteže sistema sila	182
11 Sile u ravni	185
11.1 Transformisanje sila u ravni	185
11.2 Jednačina napadne linije rezultante	187
11.3 Ravnoteža sistema sila u ravni	189
11.3.1 Osnovni oblik uslova ravnoteže	189
11.3.2 Alternativni oblici uslova ravnoteže	189
12 Sile sa paralelnim linijama	191
12.1 Definicija i redukcija	192
12.2 Transformacija sistema	194
12.3 Napadna linija rezultante	195
12.4 Središte paralelnih sila	196
12.5 Uslovi ravnoteže	198
13 Težina i težište tela	201
13.1 Zakon gravitacije	202
13.2 Gustina mase i specifična težina	204
13.3 Težina tela i masa tela	205
13.4 Težište tela i centar mase tela	206
13.5 Simetrija i superpozicija	207
13.5.1 Momenti prvog reda	207
13.5.2 Simetrija	208
13.5.3 Superpozicija	208
13.6 Težište površi i linije	210
13.6.1 Težište ploče	210
13.6.2 Težište ljsuke	212
13.6.3 Težište štapa	213
13.7 Težište ravne površine	214
13.7.1 Statički momenat površine	215
13.7.2 Princip superpozicije	215
13.7.3 Težišta površina pravilnog oblika	216
13.8 Primeri određivanja težišta	221

13.8.1	Telo pravilnog oblika - kupa	221
13.8.2	Površina u ravni pravilnog oblika - polukrug	223
13.8.3	Težište poligonalnog štapa u ravni	224
13.8.4	Površina u ravni složenog oblika	225
14	Grafička analiza sila u ravni	229
14.1	Opšte napomene	230
14.2	Ravnoteža tri sile u ravni	230
14.3	Ravnoteža četiri sile	232
14.4	Proizvoljan sistem sila	236
14.4.1	Verižni poligon - rezultanta	237
14.4.2	Verižni poligon - spreg	241
14.4.3	Verižni poligon - ravnoteža	243
14.4.4	Rekapitulacija o verižnom poligonu	243
14.5	Sile sa paralelnim linijama	245
14.5.1	Momenat sile za tačku	245
14.5.2	Rezultanta sistema sila sa paralelnim napadnim linijama	247
14.6	Težište površine	248
14.6.1	Računsko određivanje težišta	250
14.6.2	Grafičko određivanje težišta	251
III	Statički određeni linijski nosači	255
15	Definicija nosača	257
15.1	Uvod	258
15.2	Klasifikacija nosača uopšte	259
15.2.1	Geometrijski oblik nosača	259
15.2.2	Priroda opterećenja koje deluje	261
15.3	Definicija linijskih nosača i neki pojmovi	262
15.3.1	Nepokretan sistem i osa nosača	262
15.3.2	Štapovi i čvorovi	263
15.3.3	Poligonalni štapovi	264
15.4	Klasifikacija linijskih nosača	264
15.4.1	Prostorni položaj	265
15.4.2	Oblik ose nosača	265
15.4.3	Sastav nosača	265
15.4.4	Broj stepeni slobode kretanja	266
15.4.5	Konstrukcija nosača	267

16 Reakcije kod prostih nosača	269
16.1 Reakcije veza	269
16.2 Nosači u ravni	271
16.2.1 Osnovni tipovi prostih nosača u ravni	271
16.2.2 Primer određivanja reakcija veza za prost nosač u ravni	273
16.3 Nosači u prostoru	274
17 Rešetkasti nosači	279
17.1 Prost štap i rešetka	280
17.2 Rešetke u ravni	280
17.3 Proračun rešetki	284
17.4 Određivanje sila u štapovima	286
17.5 Metoda preseka rešetke	288
17.5.1 Metoda Ritera	288
17.5.2 Metoda Kulmana	291
17.6 Primer Metode preseka	294
17.6.1 Riterov postupak	297
17.6.2 Kulmanov postupak	297
17.7 Primer Metode isecanja čvorova	299
17.7.1 Analitički pristup	300
17.7.2 Metoda Kremone	306
17.7.3 Napomena o grafičkim postupcima	313
18 Složeni nosači	315
18.1 Definicija	316
18.2 Spoljašnje i unutrašnje veze	316
18.3 Jedno ekvivalentno telo	317
18.4 Manje unutrašnjih veza	319
18.4.1 Nosači sistema luk na tri zgloba	321
18.4.2 Nosači sistema Gerberova greda	322
18.5 Statički neodređeni nosači	324
18.5.1 Broj statičke neodređenosti nosača	325
18.5.2 Primeri nekih statički neodređenih nosača	326
19 Reakcije složenih nosača	329
19.1 Totalna dekompozicija	331
19.1.1 Primeri određivanja reakcija veza kod složenih nosača	332
19.2 Delimična dekompozicija	335
19.2.1 Primer određivanja reakcija veza kod luka na tri zgloba	337

19.2.2	Primer određivanja reakcija veza kod složenijeg nosača u ravni	340
20	Raspodeljeno opterećenje	347
20.1	Linijski raspodeljeno opterećenje	348
20.2	Rezultanta opterećenja	349
20.3	Linijsko opterećenje u ravni	351
20.4	Primeri rezultante	353
20.4.1	Ravnomerno opterećenje	353
20.4.2	Trougaono opterećenje	354
20.4.3	Trapezno opterećenje	355
20.5	Opterećenje pod uglom	356
20.6	Opterećenje po projekciji ose	358
20.7	Raspodeljeni spregovi	360
21	Sile u preseku	361
21.1	Prostorni linijski nosač	362
21.2	Prirodni koordinatni sistem	363
21.3	Razdvajanje prostog nosača	364
21.4	Uslovi ravnoteže sila	366
21.5	Redukcija sila	367
21.6	Definicija sila u preseku	369
21.7	Konvencija o pozitivnim znacima	371
21.8	Prostorni poligonalan nosač	373
22	Linijski nosači u ravni	377
22.1	Sile u preseku - pravolinijska osa	377
22.2	Sile u preseku - krivolinijska osa	383
23	Diferencijalne veze	387
23.1	Promena sila u preseku	387
23.2	Prostorni nosači krivolinijske ose	390
23.3	Prostorni nosači poligonalne ose	393
23.4	Nosači u ravni	395
24	Dijagrami sila u preseku	399
24.1	Opšte napomene	400
24.1.1	Nosači u ravni	400
24.1.2	Prostorni nosači	402

24.2	Nosači u ravni	403
24.2.1	Analitički izrazi za sile u preseku	404
24.2.2	Konstrukcija parabolične raspodele momenata savijanja	408
24.2.3	Primeri određivanja dijagrama sila u preseku	411
24.3	Nosači u prostoru	417
IV	Virtuelna pomeranja	425
25	Variranje položaja	427
25.1	Definicija virtuelnih pomeranja	427
25.2	Virtuelna pomeranja tačke	429
25.2.1	Slobodna materijalna tačka u prostoru	429
25.2.2	Materijalna tačka u ravni	429
25.2.3	Materijalna tačka na površi	430
25.3	Virtuelna pomeranja sistema	432
26	Virtuelna pomeranja krutog tela	435
26.1	Variranje položaja	435
26.2	Virtuelna translacija	438
26.3	Virtuelna rotacija	440
26.4	Virtuelna pomeranja	447
26.5	Teorema o projekcijama	449
27	Virtuelna pomeranja ploče u ravni	453
27.1	Pomeranja u ravni	453
27.2	Šalova teorema	457
27.3	Teorema o tri centra	461
28	Kritična konfiguracija sistema	465
28.1	Raspored veza	466
28.2	Jednačine veza	467
28.3	Konfiguracija veza	468
28.4	Primeri analize	469
28.4.1	Prosta greda	469
28.4.2	Luk na tri zgloba	471
28.4.3	Primer sistema od tri ploče	474
28.4.4	Primer tela u prostoru	476
28.4.5	Napomene o kritičnoj konfiguraciji	478

29 Princip virtuelnih pomeranja	481
29.1 Virtuelni rad sile	482
29.1.1 Materijalna tačka	482
29.1.2 Sistem materijalnih tačaka	484
29.1.3 Kruto telo	486
29.2 Idealne veze	488
29.3 Princip virtuelnih radova	490
29.4 Opšta jednačina statike	493
29.5 Primeri primene	495
29.5.1 Primeri primene Opšte jednačine statike	498
V Analiza lančanicе	503
30 Osnovni pojmovi o lančanicі	505
30.1 Definicija lančanicе	505
30.2 Oblici lančanicе	508
30.3 Sila u lančanicі	510
31 Jednačina ravnoteže	513
31.1 Ravnoteža lančanicе	514
31.2 Integralni oblik	517
31.3 Skalarni oblici	517
31.3.1 Prirodni koordinatni sistem	518
31.3.2 Dekartov koordinatni sistem	520
32 Posebni oblici opterećenja	523
32.1 Opterećenje stalnog pravca	523
32.2 Centralne sile	526
32.3 Kružna lančanicа	528
33 Gravitaciono opterećena lančanicа	531
33.1 Sopstvena težina	532
33.2 Jednačina ravnoteže	534
33.3 Hiperboličke relacije	535
33.4 Neodređenost rešenja	540
33.5 Dužina luka	542
33.6 Reakcije veza	543
33.7 Paraboličke relacije	545

33.8	Rešenje jednačine	547
33.9	Dužina luka	548
33.10	Reakcije veza	549
33.11	Primer	550
VI	Trenje i preturanje	555
34	Kulonov zakon trenja	557
34.1	Trenje klizanja	557
34.1.1	Napomene o trenju klizanja	560
34.1.2	Koeficijenti trenja klizanja	562
34.1.3	Slobodno telo na strmoj ravni	563
34.1.4	Ugao trenja i konus trenja	566
34.2	Kotrljanje bez klizanja	571
34.3	Ojlerova formula	574
35	Klizanje i preturanje tela	579
35.1	Koeficijenti sigurnosti	580
35.1.1	Klizanje tela po podlozi	580
35.1.2	Preturanje tela	582
35.2	Primeri analize	584
35.2.1	Analiza preturanja betonskog bloka	584
35.2.2	Analiza lančanice i mogućeg klizanja i preturanja	587
VII	Dodatak: vektorska algebra i primeri sa ispita	591
A	Rekapitulacija vektorske algebre	593
A.1	Uvodni pojmovi	594
A.1.1	Geometrijska definicija vektora	594
A.1.2	Analitička definicija vektora	597
A.2	Osnovne operacije	597
A.2.1	Sabiranje dva vektora	597
A.2.2	Nula vektor, suprotni vektori i jedinični vektor	598
A.2.3	Množenje vektora skalarom	600
A.3	Dekartove koordinate	601
A.4	Projekcije vektora	603
A.4.1	Projekcija tačke na osu	603

A.4.2	Projekcija vektora na osu	603
A.5	Skalarni proizvod	605
A.5.1	Definicija skalarnog proizvoda dva vektora	605
A.5.2	Ugao između dva vektora	606
A.5.3	Uslov ortogonalnosti dva vektora	607
A.5.4	Intenzitet vektora	607
A.5.5	Skalarni proizvod u Dekartovim koordinatama	607
A.6	Vektorski proizvod	610
A.6.1	Definicija vektorskog proizvoda dva vektora	610
A.6.2	Neke osobine vektorskog proizvoda	610
A.6.3	Uslov kolinearnosti dva vektora	612
A.6.4	Vektorski proizvod u koordinatnom obliku	612
A.6.5	Jednačina prave kroz datu tačku	613
A.7	Mešoviti proizvod	614
A.7.1	Definicija mešovitog proizvoda tri vektora	614
A.7.2	Neke osobine mešovitog proizvoda	615
A.7.3	Uslov komplanarnosti tri vektora	616
A.7.4	Permutacija redosleda vektora u mešovitom proizvodu	616
A.7.5	Koordinatni oblik mešovitog proizvoda	617
A.8	Dvostruki proizvod	618
A.8.1	Definicija dvostrukog vektorskog proizvoda tri vektora	618
A.8.2	Određivanje dvostrukog vektorskog proizvoda	618
B	Primeri sa drugog dela ispita	621
B.1	Uvodne napomene	622
B.2	Januar 2008	623
B.2.1	Ispitna pitanja, drugi deo ispita	623
B.2.2	Rešenja zadataka	623
B.3	Januar 2009	632
B.3.1	Ispitna pitanja, drugi deo ispita	632
B.3.2	Rešenja zadataka	634
B.4	Juni 2011	644
B.4.1	Ispitna pitanja, drugi deo ispita	644
B.4.2	Rešenja zadataka	645