
Sadržaj

Predgovor

I DEO

1.	Istorijski razvoj puteva	1
2	Klasifikacija puteva	2
2.1	Geopolitički kriterijum	3
2.2	Tehnički kriterijum	4
3	Projektni parametri	5
3.1	Projektovani saobraćaj	5
3.2	Projektna brzina	5
3.3	Vozila	6
3.3.1	Projektno-merodavno vozilo	7
3.3.2	Projektno vozilo i uslovi manevrisanja	8
3.3.3	Kretanje vozila	18
3.3.3.1	Osnovni projektni parametri vezani za kretanje vozila	35
4.	Elementi poprečnog profila	46
4.1	Normalni poprečni profil	59
5.	Elementi osovine puta	63
5.1	Vertikalna osovina	63
5.1.1	Teren	63
5.1.2	Maksimalni nagibi	63
5.1.2.1	Kritična dužina nagiba	64
5.1.3	Daljina preglednosti	65
5.1.4	Vertikalne krivine	67
5.1.4.1	Konveksne vertikalne krivine	69
5.1.4.2	Konkavne vertikalne krivine	72
5.2	Horizontalna osovina	75
5.2.1	Pravci	76
5.2.2	Kružne krivine	79
5.2.2.1	Složene krivine	82
5.2.2.2	Minimalni radijus	87
5.2.3	Prelazne krivine	91
5.2.3.1	Dužina prelazne krivine	98
5.2.3.2	Primena prelazne krivine	102
5.2.3.4	Proračun geometrijskih elemenata krivine	105
5.2.3.5	Klotoidni lenjiri	109
5.2.4	Vitoperenje kolovoza	112

5.2.5	Oblikovanje proširenja kolovoza u krivini	119
5.3	Medusobni odnos horizontalne i vertikalne osovine	120
6.	Određivanje položaja puta	125
6.1	Principi određivanja položaja puta	125
6.2	Postupak određivanja položaja puta	127
6.3	Faze izrade projekta puta	129
6.4	Tehnike trasiranja	136
6.4.1	Pomoćna sredstva za trasiranje	136
6.4.1.1	Postupak trasiranja na topografskoj karti	137
6.4.1.2	Numerički model terena	146
6.4.1.3	Primena računara u projektovanju puteva	147
7.	Raskrsnice	173
7.1	Površinske raskrsnice	173
7.1.1	Projektni elementi	178
7.2	Denivelisane raskrsnice	199
7.2.1	Određivanje tipa raskrsnice	202
7.2.2	Projektni elementi	203
7.2.3	Projektovanje denivelisanih raskrsnica	213
8.	Kapacitet i nivo usluge	221
8.1	Karakteristike saobraćaja	221
8.1.1	Obim i protok saobraćaja	221
8.1.2	Brzina	223
8.1.2.1	Postupak proračuna profila brzina	229
8.1.3	Odnos brzine, protoka i gustine pri neprekidnom toku	234
8.2	Kapacitet i nivo usluge	236
8.2.1	Faktori koji utiču na kapacitet i nivo usluge	238
8.2.2	Primena	239
8.2.3	Proračun kapaciteta i nivoa usluge na autoputevima	239

II DEO

9.	Uvod	248
10.	Istorijski razvoj	249
11.	Osnovni tipovi kolovoznih konstrukcija	250
11.1	Tipovi savremenih fleksibilnih kolovoznih konstrukcija	251
11.1.1	Posteljica	253
11.1.2	Donja podloga	254
11.1.3	Gornja podloga	254
11.1.3.1	Stabilizacija materijala	255

11.1.4	Vezni sloj	257
11.1.5	Zastor	258
12.	Osobine materijala u fleksibilnim kolovoznim konstrukcijama	259
12.1	Osobine materijala u posteljici	259
12.1.1	Klasifikacija tla	259
12.1.2	Opiti čvrstoće tla	259
12.1.3	Dozvoljeni naponi i deformacije	266
12.2	Osobine vezanih materijala	269
12.2.1	Veziva	270
12.2.1.1	Katran	270
12.2.1.2	Bitumen	270
12.2.1.3	Jezerski asfalt	270
12.2.1.4	Prirodni stenski asfalt	271
12.2.1.5	Razredeni bitumen	271
12.2.1.6	Bitumenska emulzija	272
12.2.2	Viskozitet veziva	272
12.2.3	Krutost bitumena	278
12.2.4	Vrste agregata	279
12.2.4.1	Projektovanje mineralne mešavine	281
12.2.5	Projektovanje mešavine bitumena i agregata	283
12.2.5.1	Metoda Maršal	285
12.2.5.2	Metoda Hvima	289
12.2.5.3	Metoda Habard - Filda	291
12.2.5.4	Krutost bitumenom obogaćenog agregata	292
12.2.5.5	Trajne deformacije	299
12.3	Materijali koji se koriste za fleksibilne kolovozne konstrukcije	302
12.4	Osobine materijala u podlozi	305
12.4.1	Donja podloga	305
12.4.2	Gornja podloga	308
12.5	Osobine materijala u zastoru	312
12.5.1	Dopuštena dilatacija	312
12.5.2	Zamor materijala	313
12.5.3	Poasonovi koeficijenti	316
13.	Klima i prirodna sredina	317
13.1	Prodiranje temperature kroz kolovoznu konstrukciju	317
13.1.1	Prodiranje mraza kroz kolovoznu konstrukciju	323
14.	Ugibi kolovozne konstrukcije	329
14.1	Uredaji za merenje ugiba	329

14.1.1	Benkelmenova greda	329
14.1.2	Merač puta	331
14.1.3	Ugibomer sa padajućim teretom	332
14.1.4	Senzorski ugibomer	335
14.2	Uticađ načina delovanja opterećenja na ugib kolovoza	335
14.3	Određivanje modula materijala iz ugiba	337
14.4	Korekcija izmerenih ugiba	340
14.5	Karakteristični ugib	342
14.6	Potreban broj ugiba da bi se dobila realna predstava o stanju konstrukcije	343
15.	Dimenzioniranje	345
15.1	Empirijske metode	345
15.2	Analitičke metode	345
15.3	Faktori koji utiču na dimenzioniranje	346
15.4	Metode dimenzioniranja	348
15.4.1	Metoda američkog udruženja za javne puteve i transport-AASHTO	350
15.4.2	Metoda instituta za asfalt	377
15.4.3	Metoda Šela	403
15.4.4	Metoda po JUS-u U.C4.012	432
16.	Optimizacije kolovoznih konstrukcija	450
17.	Građenje fleksibilnih kolovoznih konstrukcija	457

III DEO

18.	Uvod	460
19	Istorijski razvoj	461
19.1	Istorijat betonskih kolovoznih konstrukcija	461
20	Tipovi savremenih betonskih kolovoznih konstrukcija	463
20.1	Posteljica	463
20.2	Donja podloga	463
20.3	Betonska ploča	465
20.4	Tipovi kolovoznih konstrukcija	466
21.	Teorijski pristup dimenzioniranju betonskih kolovoznih konstrukcija	467
21.1	Opšte	467
21.2	Osobine betona	468
21.3	Osobine materijala u podlozi(ispod betonske ploče)	475
21.3.1	Nosivost podloge	475
21.3.1.1	Modul elastičnosti tla(posteljice)	475

21.3.1.2	Modul elastičnosti slojeva u podlozi	478
21.3.2	Poasonovi koeficijenti	483
22.	Proračun napona usled saobraćajnog opterećenja	485
22.1	Proračun saobraćajnog opterećenja	485
22.2	Metoda Vestergarda	489
22.3	Metoda Piketa i Reja	491
22.4	Metoda A.Š.O	494
22.5	Metoda udruženja za portland cement	513
22.6	Engleska metoda	517
22.6.1	Saobraćajno opterećenje	517
22.6.2	Projektni vek kolovoza	518
22.6.3	Dimenzioniranje	519
22.6.3.1	Posteljica	519
22.6.3.2	Donja podloga	519
22.6.3.3	Betonska ploča	519
22.7	Metoda konačnih elemenata	521
22.8	Metoda Šela- program BISAR	523
23.	Proračun napona usled promene temperature	528
23.1	Temperature u betonskim kolovozima	528
23.2	Naponi pri savijanju	532
23.3	Naponi pri trenju	534
23.3.1	Širenje ploča	534
23.3.2	Skupljanje ploča	536
23.4	Pritajeni naponi	537
23.5	Promena temperature i termičke pukotine u svežem betonskom kolovozu	537
24	Kombinacija različitih uticaja i zamor materijala	541
24.1	Kombinacija različitih uticaja	541
24.2	Zamor materijala	545
25.	Razdelnice(spojnice) u klasičnim betonskim kolovoznim konstrukcijama	553
25.1	Poprečne razdelnice	553
25.2	Podužne razdelnice	558
25.3	Veličina ploče i raspored razdelnica	558
25.4	Žljebovi i njihova ispuna	559
25.5	Kose i na nepravilno postavljenom razmaku razdelnice	559
26	Neprekidno(kontinuirano)armirani betonski kolovozi	560
27.	Armirani betonski kolovozi	579

28.	Betonski kolovozi armirani vlaknima	582
29.	Projektovanje i ispitivanje cementno betonskih mešavina	585
30.	Ugrađivanje i negovanje	595

IV DEO

31.	Elementi odvodnjavanja puteva	598
31.1	Određivanje merodavnog protoka	602
31.1.1	Analiza kiša za potrebe proračuna oticaja	602
31.1.2	Metode analize i proračun oticaja	605
31.1.2.1	Sintetički hidrogram oticaja u obliku trougla	605
31.1.2.2	Racionalna metoda	611
31.1.2.3	Poboljšana Racionalna metoda	613
31.2	Propuštanje-proticanje vodotoka kroz trup puta	615
31.2.1	Podloge za hidrološko-hidrauličku analizu	618
31.2.2	Položaj propusta u situaciji	619
31.2.3	Hidraulički proračun propusta	621
31.2.3.1	Oblici tečenja u propustu	624
31.2.3.2	Dimenzioniranje propusta	626
	1. Dimenzioniranje "kratkog" propusta	626
	2. Dimenzioniranje "dugačkog" propusta	628
31.2.4	Mostovsko suženje vodotoka	630
31.2.4.1	Propusna moć mostovskog suženja	631
31.3.	Oticaj - tečenje na putu	635
31.3.1	Parametri tečenja i elementi kanalisanja vode na putu	636
31.3.2	Kanalisanje i odvođenje vode sa puta	640
31.3.2.1	Kanalisanje otvorenim kanalima	641
31.3.2.2	Kanalisanje cevnom kanalizacijom	642
31.3.3	Primer kanalisanja vode sa puta	651
31.4	Odvodnjavanje podpovršinskih voda- principi dreniranja puta	655
31.4.1	"Vrste" vode u kolovoznoj konstrukciji	655
31.4.2	Principi i kriterijumi dreniranja	657

Predgovor

Ogromnu materiju sažeti u jednu knjigu ograničenog obima i sadržaja predstavlja težak i nezahvalan posao. Težak, jer je naporno čitave knjige, časopise i naučno istraživačke projekte sintetizovati na par strana, a da sve to ima smisla sa predhodnim izlaganjima. Nezahvalan, jer između obima materijala treba na osnovu subjektivnog stava izabrati one "prave" i dati im veći značaj, što samo po sebi kod određenog broja čitalaca radja otpor i nedoumice.

U svakom slučaju hteo sam da napravim što bolju i aktuelniju knjigu namenjenu prvenstveno studentima konstruktivnog, hidro i geodetskog odseka na Građevinskom fakultetu u Beogradu.

Zahvaljujem kolegama Mag. Jovanu Despotoviću koji je napisao poglavlje "Elementi odvodnjavanja puteva", recenzentima Prof. Živoradu Djukiću i Prof. dr. Miodragu Obradoviću, saradnicima na tehničkoj obradi Dušanu Sakulskom, dipl. ing. i Sladjani Đurašković.

Beograd, Maj 1988

Autor.