

Prof. Dr Dragutin MUŠKATIROVIC

UNUTRAŠNJI
PLOVNI PUTEVI
I PRISTANIŠTA



1993.

Saobraćajni fakultet
Univerziteta u Beogradu

SADRŽAJ

Strana

I. UNUTRAŠNJI VODNI SAOBRAĆAJ

I. 1. OPŠTE NAPOMENE I DEFINICIJE	1
I. 2. OSNOVNE KARAKTERISTIKE UNUTRAŠNJEG VODNOG SAOBRAĆAJA	1
I. 3. OSNOVNA PODELA UNUTRAŠNJIH VODNIH SAOBRAĆAJNICA	5
I. 4. OSNOVNE KARAKTERISTIKE PLOVIDBE NA UNUTRAŠNJIM PLOV- NIM putevima i karakteristike flote	8
I. 4. 1. Otpori kretanju plovila	8
I. 4.1.1. Opšte o otporima i silama otpora u mirnoj vodi	10
I. 4.1.2. Računski postupci za određivanje otpora pri kretanju plovila	13
I.4.2. Osnovne karakteristike najčešće primenjivanih tipova plovila i vidovi ekspllo- atacije	37

II. UNUTRAŠNJE VODNE SAOBRAĆAJNICE I OBJEKTI

II. 1. OSNOVNA PODELA UNUTRAŠNJIH VODNIH SAOBRAĆAJNICA	47
II. 2. PLOVNI KANALI	48
II. 2.1. Opšte napomene i podela plovnih kanala	48
II. 2.1.1. Podela plovnih kanala prema nameni	48
II. 2.1.2. Podela plovnih kanala prema eksploatacionim uslovima	50
II.2.1.3. Podela plovnih kanala prema plovidbenim uslovima	50
II. 2.1.4. Podela plovnih kanala prema hidrauličkim uslovima	51
II. 2.1.5. Podela plovnih kanala prema karakteristikama uzdužnog profila	51
II. 2.2. Hidraulički režim u plovnim kanalima	52
II. 2.3. Osnovni elementi u projektovanju plovnih kanala	53
II. 2.3.1. Trasa plovnog kanala	53
II. 2.3.2. Uzdužni profil plovnih kanala	66
II. 2.3.3. Poprečni presek plovnog kanala	67
II. 2.4. Snabdevanje plovnih kanala vodom	76
II. 2.4.1. Uzroci gubitaka vode iz plovnih kanala	77
II. 2.4.2. Mere za sprečavanje gubitaka vode iz plovnih kanala	82
II. 2.5. Objekti na plovnim kanalima	87
II. 2.5.1. Objekti za savladavanje denivelacije	87
II. 2.5.2. Plovidbeni tuneli	111
II. 2.5.3. Akvadukti – plovidbeni mostovi	114
II. 2.5.4. Mostovi preko plovnih kanala	115
II. 2.5.5. Tuneli ispod plovnih saobraćajnica	118
II. 2.5.6. Propusti	120
II. 2.5.7. Okretnice	121
II. 2.5.8. Mimoilaznice i ostala proširenja korita plovnog kanala	122

II. 2.5.9. Zaštitne obloge na plovnim kanalima	123
II.3. PRIRODNI TOKOVI KAO PLOVNI PUTEVI I MOGUĆNOSTI NJIHOVOG UREĐENJA ZA POTREBE PLOVIDBE	166
II. 3.1. Osnovne karakteristike režima prirodnih tokova sa stanovišta plovidbe	167
II. 3.1.1. Hidrološke karakteristike prirodnih tokova sa stanovišta plovidbe	168
II. 3.1.2. Meteorološke karakteristike i uticaj na plovidbu	172
II. 3.1.3. Hidrauličke karakteristike prirodnih plovnih tokova	176
II. 3.1.4. Morfološke karakteristike prirodnih plovnih tokova	177
II. 3.1.5. Analiza smetnji na prirodnom vodotoku i određivanje trajanja navigacionog perioda	183
II. 3.2. Mere uredenja rečnog korita za potrebe plovidbe	185
II. 3.2.1. Regulacija rečnog korita za potrebe plovidbe	185
II. 3.2.2. Kanalisanje reka	197
II. 3.2.3. Obezbeđenje plovidbenih uslova izmenom hidrološkog režima	210
II. 4. ODRŽAVANJE I OBELEŽAVANJE UNUTRAŠNJIH PLOVNIH puteVA	212
II. 4.1. Prepreke i smetnje u plovnom putu i način iznalaženja	213
II. 4.2. Tehnička sredstva za održavanje plovnih puteva	214
II. 4.3. Izvršenje radova na održavanju unutrašnjih plovnih puteva	221
II. 4.3.1. Prikupljanje podataka o karakteristikama režima plovnog puta	221
II. 4.3.2. Otkrivanje i otklanjanje smetnji u plovnom putu	223
II. 4.4. Obeležavanje unutrašnjih plovnih puteva	226
II SPISAK LITERATURE	232

III. BRODSKE PREVODNICE

III. 1. OPŠTE O BRODSKIM PREVODNICAMA	233
III. 1.1. Istorijat razvoja brodskih prevodnica	233
III. 1.2. Domen primene brodskih prevodnica	234
III. 1.3. Osnovni elementi brodskih prevodnica	234
III. 1.4. Osnovni tipovi brodskih prevodnica	235
III. 1.5. Određivanje osnovnih dimenzija brodskih prevodnica	240
III. 1.6. Određivanje karakterističnih nivoa za potrebe projektovanja brodskih prevodnica	243
III. 2. HIDRAULIČKI SISTEMI ZA PUNJENJE I PRAŽNjenje BRODSKIH PREVODNICA	245
III. 2.1. Osnovni kriterijumi pri izboru hidrauličkog sistema za punjenje-pražnjenje brodskih prevodnica	245
III. 2.1.1. Hidrodinamičke sile kao kriterijum u izboru hidrauličkog sistema za punjenje i pražnjenje brodskih prevodnica	246
III. 2.1.2. Ostali kriterijumi u izboru hidrauličkog sistema za punjenje i pražnjenje brodskih prevodnica	250
III. 2.2. Podela i karakteristike hidrauličkog sistema za punjenje-pražnjenje brodskih prevodnica	252
III. 2.2.1. Čeoni sistemi punjenja i pražnjenja komora brodskih prevodnica	252
III. 2.2.2. Podeoni hidraulički sistemi	257
III. 2.3. Domen primene različitih hidrauličkih sistema za punjenje i pražnjenje brodskih prevodnica	266

III. 2.4. Način zahvatanja vode za potrebe punjenja i načini ispuštanja pri pražnjenju prevodnica	267
III. 2.5. Gubici vode pri prevodenju	268
III. 3. HIDRAULIČKI PRORAČUN BRODSKIH PREVODNICA	271
III. 3.1. Uvodne napomene	271
III. 3.2. Osnovne jednačine punjenja-pražnjenja brodskih prevodnica	272
III. 3.3. Zakoni otvaranja-zatvaranja zatvarača na sistemima za punjenje-pražnjenje brodskih prevodnica	278
III. 3.4. Punjenje-pražnjenje komore brodske prevodnice sa čela kroz stalno potopljene otvore	291
III. 3.5. Punjenje komore brodske prevodnice sa čela kroz privremeno nepotopljene, a potom potopljene otvore	299
III. 3.6. Hidraulički proračun punjenja brodskih prevodnica kroz podeoni sistem	302
III. 3.7. Hidraulički proračun basena za uštedu vode	313
III. 3.8. Hidraulički proračun pražnjenja brodskih prevodnica	316
III. 3.9. Analiza posledica punjenja-pražnjenja brodskih prevodnica	317
III. 3.9.1. Sile koje deluju na plovila u toku prevodenja	317
III. 3.10. Odredivanje graničnih parametara režima punjenja-pražnjenja komore brodske prevodnice	324
III. 3.10.1. Odredivanje graničnih vrednosti brzine ravnomernog dizanja zatvarača i trajanja otvaranja zatvarača prema Mihajlovu (Mihajlov-1966)	325
III. 3.10.2. Odredivanje graničnih uslova punjenja-pražnjenja komore brodske prevodnice prema Partenskom (Partensky-1987)	326
III. 3.11. Približno odredivanje osnovnih dimenzija komore za rasipanje viška energije kod prevodnica sa koncentrisanim načinom punjenja	329
III. 3.12. Osnovni principi proučavanja hidrauličkih karakteristika brodskih prevodnica na fizičkim modelima	330
III. 3.12.1. Osnove teorije hidrauličke sličnosti u proučavanju brodskih prevodnica pomoću fizičkih modela	331
III. 3.12.2. Osnovni principi merenja i merni uređaji	332
III. 4. KONSTRUKTIVNI ELEMENTI BRODSKIH PREVODNICA	332
III. 4.1. Konstrukcija gornje i donje glave brodskih prevodnica	332
III. 4.1.1. Gornje glave prevodnica	333
III. 4.1.2. Donje glave prevodnica	336
III. 4.1.3. Osnovne konstruktivno-statičke karakteristike glava brodskih prevodnica	336
III. 4.2. Konstrukcija komore brodske prevodnice	337
III. 4.2.1. Češće primenjivani tipovi konstrukcija komora prevodnica fundiranih na slabo nosivom tlu	338
III. 4.2.2. Konstrukcija komora prevodnica fundiranih na steni	343
III. 5. OPREMA BRODSKIH PREVODNICA	345
III. 5.1. Hidromehanička oprema	345
III. 5.1.1. Kapije brodskih prevodnica	345
III. 5.1.2. Zatvarači	374
III. 5.1.3. Uredaji za vezivanje plovila	376
III. 5.1.4. Remontna i sigurnosna hidromehanička oprema	378
III. 5.2. Elektromehanička oprema	381
III. 5.2.1. Mehanizmi za otvaranje-zatvaranje kapija	381
III. 5.2.2. Mehanizmi za otvaranje-zatvaranje zatvarača na uređajima za punjenje i pražnjenje komora prevodnice	384

	Strana
III. 5.2.3. Ostala elektromehanička oprema brodskih prevodnica	385
III. 6. PRILAZNI KANALI	386
III. 6.1. Dispozicija prilaznih kanala	386
III. 6.2. Osnovne dimenzije prilaznih kanala	387
III. 6.2.1. Dimenzije i dispozicija prilaznih kanala prema sovjetskoj literaturi	388
III. 6.2.2. Osnovne dimenzije prilaznih kanala prema standardima zapadno-evropske mreže unutrašnjih plovnih puteva	392
III. 6.3. Konstrukcija usmeravajućih građevina i pretpristana	395
III. 7. PROPUSNA MOĆ BRODSKIH PREVODNICA	397
III. 7.1. Određivanje trajanja operacije prevodenja plovila-sastava	397
III. 7.2. Određivanje propusne moći brodskih prevodnica	400
III. SPISAK LITERATURE	402

IV. REČNA PRISTANIŠTA

IV. 1. OPŠTE O PRISTANIŠTIMA	403
IV. 1.1. Podela pristaništa na unutrašnjim plovnim putevima	404
IV. 1.1.1. Podela pristaništa prema nameni	404
IV. 1.1.2. Podela pristaništa prema vrsti plovnog puta na kome se nalaze	405
IV. 1.1.3. Podela pristaništa prema dispoziciji na plovnom putu	405
IV. 1.1.4. Podela pristaništa prema prometu	406
IV. 1.2. Osnovni elementi pristaništa	408
IV. 2. PRIRODNI REŽIM I UTICAJ NA IZBOR LOKACIJE PRISTANIŠTA	408
IV. 2.1. Topografske i morfološke karakteristike lokacije	409
IV. 2.2. Geološko-geomehaničke karakteristike lokacije	409
IV. 2.3. Meteorološke karakteristike lokacije	409
IV. 2.4. Hidrološko-hidrauličke karakteristike lokacije	410
IV. 3. TRANSPORTNO-EKONOMSKE KARAKTERISTIKE PRISTANIŠTA	411
IV. 3.1. Vrste robe, način transporta, robni promet	411
IV. 3.2. Gravitaciono područje pristaništa	414
IV. 3.3. Propusna sposobnost pristaništa	414
IV. 4. OSNOVE METODA DIMENZIONISANJA ELEMENATA PRISTANIŠTA-SLOŽENOGL TRANSPORTNO-SAOBRAĆAJNOG ČVORA	415
IV. 4.1. Uvodne napomene i objašnjenje osnovnih pojmove	415
IV. 4.1.1. Sistemi masovnog opsluživanja sa čekanjem	420
IV. 4.1.2. Sistemi masovnog opsluživanja sa čekanjem i potpunom uzajamnom pomoći među kanalima	424
IV. 4.1.3. Sistemi masovnog opsluživanja sa čekanjem i prioritetom u opsluživanju	427
IV. 4.1.4. Sistemi masovnog opsluživanja sa čekanjem, konačnim brojem mesta na sidrištu i ograničenim vremenom boravka na sidrištu i na pretovarnim mestima	428
IV. 4.1.5. Sistem masovnog opsluživanja sa čekanjem, konačnim brojem mesta na sidrištu, ograničenim vremenom boravka plovila na sidrištu i neograničenim vremenom boravka na pretovarnom mestu	430
IV. 5. MEHANIZACIJA PRETOVARNIH OPERACIJA U PRISTANIŠTU	432
IV. 5.1. Osnovni tipovi pretovarnih uređaja i određivanje njihovog kapaciteta	433
IV. 5.1.1. Pretovarni uređaji sa prekidnim dejstvom	433

	Strana
IV. 5.1.2. Pretovarni uređaji sa neprekidnim dejstvom	453
IV. 5.2. Izbor optimalne šeme pretovarne mehanizacije u rečnom pristaništu	461
IV. 5.3. Određivanje broja pretovarnih uređaja u rečnom pristaništu	464
IV. 6. DIMENZIONISANJE OSNOVNIH ELEMENATA PRISTANIŠTA	465
IV. 6.1. Akvatorija pristaništa	466
IV. 6.2. Teritorija pristaništa	468
IV. 6.2.1. Dužina operativne obale	469
IV. 6.2.2. Skladišta u pristaništu	469
IV. 6.2.3. Osnovne dimenzije teritorije rečnog pristaništa	474
IV. 6.3. Suvozemni saobraćaj u pristaništu	476
IV. 6.4. Hidrotehnički objekti u pristaništu	477
IV. 6.4.1. Osnovna podela	477
IV. 6.4.2. Izbor optimalnog tipa kejskog zida	478
IV. 6.4.3. Konstruktivne karakteristike kejskog zida	478
IV. 6.4.4. Oprema kejskih zidova	483
IV. 7. OSTALA OPREMA REČNIH PRISTANIŠTA	485
IV. 8. NEKE KARAKTERISTIKE SPECIJALIZOVANIH REČNIH PRISTANIŠTA	486
IV. 8.1. Pristaništa za generalne terete	486
IV. 8.2. Pristaništa za rasute terete	488
IV. 8.3. Pristaništa za tečne terete	490
IV. 8.4. Pristaništa za zrnaste terete-žitarice	494
IV. SPISAK LITERATURE	497

V. MREŽA UNUTRAŠNJIH PLOVNIH PUTEVA JUGOSLAVIJE

V. 1. OPIS POSTOJEĆE MREŽE UNUTRAŠNJIH PLOVNIH PUTEVA NA TERITORIJI JUGOSLAVIJE	498
V. 1.1. Dispozicija hidrografske mreže	498
V. 1.2. Karakteristike režima prirodnih vodotoka koji se koriste ili mogu biti korišćeni kao plovni putevi	500
V. 1.3. Opis ostalih karakteristika postojećih prirodnih i veštačkih plovnih puteva	502
V. 1.3.1. Prirodni vodotoci	502
V. 1.3.2. Mreža veštačkih plovnih puteva	512
V. 2. POTREBE I MOGUĆNOSTI UREĐENJA POSTOJEĆE MREŽE UNUTRAŠNJIH PLOVNIH PUTEVA	518
V. 2.1. Prirodni vodotoci	519
V. 2.2. Veštački plovni putevi	522
V. 3. MOGUĆNOSTI DOPUNE I PROŠIRENJA JUGOSLOVENSKE MREŽE UNUTRAŠNJIH VODNIH SAOBRAĆAJNICA	523
V. 3.1. Potrebe za dopunom postojeće mreže vodnih saobraćajnica	523
V. 3.1.1. Dopuna mreže plovnih kanala u okviru HS DTD	523
V. 3.1.2. Kanal Vukovar-Šamac	523
V. 3.1.3. Plovni kanal Zagreb-kanalizana Sava	524
V. 3.2. Proširenje postojeće mreže vodnih saobraćajnica	525

V. 4. MOGUĆNOSTI POVEZIVANJA JUGOSLOVENSKE UNUTRAŠNJE PLOVNE MREŽE SA EVROPSKIM I SVETSKIM VODNIM SAOBRACAJNICAMA	526
V. 4.1. Dunav – veza jugoslovenske unutrašnje plovne mreže sa evropskom mrežom plovnih puteva, Atlantikom, Severnim, Baltičkim i Crnim morem	527
V. 4.2. Povezivanje mreže unutrašnjih vodnih saobraćajnica sa Jadranskim i Egejskim morem	531
V. 5. PRISTANIŠTA NA MREŽI UNUTRAŠNJIH PLOVNIH PUTEVA NA TERITORIJI JUGOSLAVIJE	532
V. SPISAK LITERATURE	537