

SADRŽAJ

PREDGOVOR	v
1. ZNAČAJ I UTICAJ ODVODNJAVANJA	1
1. 1. Uvod	1
1. 2. Dozvoljeno trajanje plavljenja	7
2. TIPOVI PREVLAŽIVANJA ZEMLJIŠTA	9
3. NORMA ODVODNJAVANJA	13
4. ELEMENTI SISTEMA ZA ODVODNJAVANJE	23
5. METODE I NAČINI ODVODNJAVANJA	29
6. SABIRNO - REGULACIONA MREŽA	33
6. 1. Podela i svojstva	33
6. 2. Odvodnjavanje zemljišta otvorenim kanalima	38
6. 3. Odvodnjavanje zemljišta podzemnom drenažom	44
6.3.1. Podela	44
6.3.2. Horizontalna cevna drenaža	47
6.3.2.1. Drenaža od keramičkih cevi	49
6.3.2.2. Drenaža od plastičnih cevi	49
6.3.2.3. Mogućnost primene drenaže od keramičkih i plastičnih cevi	53
6.3.2.4. Ostali oblici horizontalne drenaže	63
6.3.2.5. Osnovni parametri horizontalne cevne drenaže...	66
6.4. Verikalna drenaža	72
6.4.1. Ostali oblici vertikalne drenaže	84
6.5. Biološka drenaža	88
6.6. Održavanje i čišćenje mreže	90
7. PRORAČUN HORIZONTALNE CEVNE DRENAŽE	99
7.1. Uvod	99
7.2. Proračun sistematske drenaže u uslovima stacionarnog režima filtracije	105
7.2.1. Proračun drenaže u jednoslojevitoj sredini	111
7.2.2. Proračun drenaže u dvoslojevitoj sredini	115
7.3. Proračun sistematske drenaže metodom filtracionih otpora	123
7.3.1. Uvod	123
7.3.2. Stacionarni režim	125
7.3.2.1. Jednoslojevita sredina	128
7.3.2.2. Dvoslojevita sredina	134
7.4. Proračun sistematske drenaže u uslovima nestacionarnog režima filtracije	138
7.4.1. Uvod	138
7.4.2. Proračun drenaže u jednoslojevitoj sredini	139

7.4.3. Proračun sistematske drenaže u uslovima nestacionarnog režima primenom metode filtracionih otpora	142
7.4.3.1. Jednoslojevita sredina	142
7.4.3.2. Dvoslojevita sredina	144
7.4.4. Proračun sistematske drenaže sa uzimanjem u obzir odvodnjavajućeg dejstva provodne mreže	147
7.4.4.1. Uvod	147
7.4.4.2. Proračun razmaka drenova u uslovima kada podzemna voda nije pod pritiskom	147
7.4.4.3. Proračun razmaka između drenova pri prihranjivanju infiltracionom i podzemnom vodom pod pritiskom sa uzimanjem u obzir odvodnjavajućeg dejstva provodne mreže	151
7.5. Mogućnost praktične primene različitih metoda proračuna parametara horizontalnih drenažnih sistema	160
8. PRORAČUN VERTIKALNE DRENAŽE.....	165
8.1. Uvod	165
8.2. Proračun vertikalne drenaže u uslovima stacionarne filtracije	167
8.2.1. Izolovan bunar	167
8.2.1.1. Savršen bunar u slobodnoj izdani (vodonosni sloj nije pod pritiskom)	167
8.2.1.2. Savršen upijajući bunar	171
8.2.1.3. Savršen bunar u vodonosnom sloju pod pritiskom	172
8.2.1.4. Neavršen bunar u vodonosnom sloju bez pritiska	173
8.2.1.5. Neavršen bunar u vodonosnom sloju pod pritiskom	174
8.2.2. Sistematska drenaža	176
8.2.2.1. Jednoslojevita sredina	176
8.2.2.2. Dvoslojevita sredina	178
8.3. Proračun vertikalne drenaže u uslovima nestacionarnog režima filtracije	182
8.3.1. Izolovan bunar	182
8.3.2. Sistematska (površinska) drenaža	189
9. ZAŠTITNI FILTRI	193
9.1. Uzroci zamuljivanja	193
9.2. Sprečavanje zamuljivanja drenova jedinjenjima železa	201
9.3. Uticaj filtra na dotok vode u drenove	204
9.4. Oblici filtracionih deformacija zemljišta	209
9.5. Filtracione deformacije nevezanih zemljišta	215

9.5.1. Sufozija	216
9.5.2. Kontaktna fluidizacija	223
9.5.3. Kontaktna erozija	227
9.6. Filtracione deformacije vezanih zemljišta	229
9.6.1. Karakteristike vezanih zemljišta	229
9.6.2. Odslojavanje	229
9.7. Mogućnost izgradnje drenaže bez filtra	235
9.8. Mogućnost samočišćenja drenaže od mehaničkog nanosa	238
9.9. Projektovanje filatra – zatvorene horizontalne cevne drenaže ..	240
9.10. Filter bunara vertikalne drenaže	245
10. ODVODNA I ZAŠTITNA MREŽA SISTEMA ZA ODVODNJAVAњE	259
10.1. Odvodna mreža	259
10.1.1. Uvod	259
10.1.2. Glavni odvodnik	261
10.1.3. Otvorena odvodna mreža	262
10.1.4. Zatvorena odvodna mreža	268
10.2. Zaštitna mreža	276
10.3. Vodoprijemnik	280
10.4. Proračun merodavnih protoka za dimenzionisanje mreže	282
11. ODVODNJAVAњE NISKIH I ZATVORENIH TERENA POMOĆU PUMPI	299
12. REGULISANJE VLAŽNOSTI NEKIH KARAKTERISTIČNIH ZEMLJIŠTA	311
12.1. Odvodnjavanje tresetnih zemljišta	311
12.2. Odvodnjavanje teških zemljišta	312
13. ODVODNJAVAњE GRAĐEVINSKIH OBJEKATA	327
13.1. Odvodnjavanje sportskih terena i stadiona	327
13.2. Odvodnjavanje sportskih aerodroma	334
13.3. Odvodnjavanje sportskih terena za golf	335
13.4. Odvodnjavanje zgrada i industrijskih objekata	336
13.4.1. Vakuumna drenaža	340
13.4.2. Proračun lokalne drenaže	342
13.5. Odvodnjavanje puteva	346
13.6. Odvodnjavanje gradilišta pri iskopu temeljnih jama. Snižavanje nivoa podzemne vode pri građenju	347
13.7. Proračun sniženja nivoa podzemne vode temeljne jame grupom bunara u stacionarnom režimu	358
13.7.1. Osnovne jednačine	358
13.7.2. Proračun sniženja nivoa podzemne vode bunarima prstenaste drenaže u vodonosnom sloju bez pritiska	365
13.7.2.1. Savršen bunar	365

13.7.2.2. Nesavršen bunar.....	367
13.7.3. Proračun sniženja nivoa podzemne vode bunarima prstenaste drenaže u vodonosnom sloju pod pritiskom....	368
13.7.3.1. Savršen bunar.....	368
13.7.3.2. Nesavršen bunar.....	369
13.8. Proračun sniženja nivoa podzemne vode temeljne jame grupom bunara u nestacionarnom režimu.....	371
13.9. Proračun sniženja nivoa podzemne vode iglofiltrima.....	372
SPISAK NAJAVAŽNIJIH OZNAKA	373
LITERATURA	377

PREDGOVOR

Autor je napisao tri posebne knjige iz oblasti navodnjavanja i odvodnjavanja, koje imaju mnoge svoje specifičnosti. One izlaze iz štampe u isto vreme. Te knjige su: Elementi navodnjavanja i odvodnjavanja, Navodnjavanje i Odvodnjavanje. U prvom delu ovog predgovora istaći će se ono što je zajedničko za sve tri knjige.

Knjige su napisane na osnovu dugogodišnje prakse autora u oblasti građenja, projektovanja i istraživanja u ovim naučnim disciplinama, kao i na osnovu dugogodišnjih predavanja iz ovih ili sličnih naučnih oblasti na Građevinskim fakultetima u Beogradu, Nišu, Banjoj Luci, kao i na Poljoprivrednom fakultetu u Zemunu. Takođe, pri pisanju ovih knjiga autor je koristio i istraživanja drugih istraživača.

Knjige su namenjene širokom krugu korisnika, a prvenstveno studentima građevinskih i poljoprivrednih fakulteta. One su tako napisane da imaju karakter monografskog dela sa koncepcijom da ih mogu koristiti studenti Hidrotehničkih odseka Građevinskih fakulteta Univerziteta u Beogradu i Nišu prema postojećim nastavnim programima koji su slični. Neki delovi knjiga će uspešno koristiti i studentima Opštег odseka Arhitektonsko-građevinskog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci, kao i studentima Poljoprivrednog fakulteta-Odseka za meloracije zemljišta Univerziteta u Beogradu, gde je autor više godina predavao sličnu problematiku, Projektovanje hidromelioracionih sistema, a koji će se tokom studija upoznati i sa ovom materijom. Takođe, knjige mogu koristiti i diplomirani građevinski i poljoprivredni inženjeri u hidrotehničkoj praksi projektovanja, građenja i održavanja sistema za

navodnjavanje i odvodnjavanje, kao i naučni radnici i ostali saradnici struke koji rešavaju složene probleme ovih naučnih disciplina.

Pored toga, autor je dao i svoje kritičko mišljenje o pojedinim metodama proračuna i svoju analizu o njihovoj valjanosti i praktičnoj primenljivosti, kao i svoje viđenje problema navodnjavanja i odvodnjavanja potkrepljeno mnogim dokumentima iz nauke i struke, literature, izvedenih projekata, naučno-istraživačkih projekata, studija i dr. U knjigama je povezana teorija i praksa. Autor je pokušao da raščisti neke terminološke nejasnoće koje su još prisutne u našoj tehničkoj literaturi u ovim oblastima.

Navodnjavanje i odvodnjavanje u poljoprivredi naslanjaju se, uglavnom, na dve veoma različite tehnike: na građevinsku, koja im pruža sredstva za ostvarenje i poljoprivrednu, koja ima za cilj poboljšanje poljoprivredne proizvodnje u zavisnosti od poljoprivrede.

U knjigama se razmatraju, prevashodno, hidrotehnički aspekti navodnjavanja i odvodnjavanja, dok se u oblast poljoprivrednog inženjerstva (kada je reč o odvodnjavanju poljoprivrednih zemljišta) ulazi samo u onom obimu koliko je to potrebno da se objasne fenomeni koji su bitni sa stanovišta hidrotehničke prakse navodnjavanja i odvodnjavanja, koji je nužan građevinskim inženjerima. Ne izučavaju se složeni biološki procesi, koji se proučavaju u biološkim i biotehničkim naukama.

Vodeći računa o literaturi i udžbenicima koji postoje na Građevinskom fakultetu u Beogradu za mnoge izučavane fundamentalne discipline, autor je nastojao da knjige što više skrati i da što više izbegne ponavljanja i tumačenja onih činjenica koje se mogu naći i na drugom mestu. Zato se veća težina stavlja na primenu već stečenih znanja iz drugih predmeta koji se izučavaju na građevinskom fakultetu. Međutim, zbog jedinstva teksta to se nije moglo potpuno ostvariti. Podrazumeva se da čitaoci poseduju solidna znanja iz fundamentalnih predmeta na građevinskom fakultetu, a pre svega iz mehanike fluida, hidraulike i hidrologije.

Knjige sadrže veliki broj podataka literature, tabela, dijagrama, shema, crteža. Ovo će pomoći studentima da lakše savladaju predviđeno gradivo, a takođe, i kod izrade diplomskih radova. Inženjerima u praksi pružiće veliki broj podataka za izradu projekata.

Autor je nastojao da obradi ovu složenu problematiku iz navodnjavanja i odvodnjavanja na osnovu najnovijih savremenih teorijskih i praktičnih istraživanja i dostignuća, značajnim za određivanje

potrebnih parametara kod izgradnje ovih sistema. Nastojalo se, da se sistematizuju savremene metode proračuna i prikazuju se analitičkim relacijama, tabelama, odgovarajućim slikama i dijagramima, tako da je omogućena njihova aplikacija kod projektovanja sistema za navodnjavanja i odvodnjavanja. Ovo je urađeno na mnogim mestima i u posebnim poglavljima u sve tri knjige.

Knjiga *Odvodnjavanje* bavi se problemima odvodnjavanja u hidrotehničkoj praksi građevinarstva.

Treba imati u vidu, kada se radi o odvodnjavanju, ne razmatra se samo odvodnjavanje poljoprivrednih zemljišta, već knjiga ima mnogo širi karakter. U knjizi se, pored odvodnjavanja poljoprivrednih zemljišta, razmatraju i proučavaju i problemi odvodnjavanja sportskih terena i stadiona, raznih vrsta zgrada i građevina, temeljnih jama pri izvođenju i građenju mnogih građevinskih objekata.

Odvodnjavanje je postiglo značajne rezultate privodeći obradi velike površine plodnog zemljišta za proizvodnju poljoprivrednih biljaka koje služe ishrani i tehničkoj preradi za podmirivanje potreba stalno rastućeg stanovništva na Zemlji. U knjizi su razmatrana mnoga važna pitanja u hidromelioracionim odnosima, kao što su: uzajamno dejstvo vode i zemljišta, hidrološki i hidraulički proračuni, načini i metode odvodnjavanja, razne vrste drenažnih materijala. Pre svega, treba istaći orijentaciju na veliku primenu drenaže od plastičnih cevi, koje su doatile veliku rasprostranjenost u mnogim zemljama Evrope.

U posebnom pogлављу obrađeni su filtri za zaštitu podzemne drenaže od zamuljivanja. Unesena su najnovija istraživanja i dostignuća poznatih svetskih istraživača postignuta u praksi građenja drenažnih sistema.

Takođe, kada se radi o odvodnjavanju poljoprivrednih zemljišta, u knjizi se ističe značaj primene agromelioracionih mera usmerenih na poboljšanje fizičkih svojstava zemljišta i na efekat povećanja efikasnosti smanjenja prevlaživanja zemljišta.

U ovoj knjizi *Odvodnjavanje*, prvi put u našoj literaturi, prikazana je metoda filtracionih otpora za proračun razmaka drenova, koja se danas u svetu veoma mnogo razvila i primenjuje se za rešavanje mnogih pojedinačnih zadataka geofiltracije. Klasične pojednostavljene metode proračuna razmaka drenova, koje su prisutne u projektima i u našoj zemlji, ne uzimaju u obzir uticaj filtracionih otpora pa se u proračune unose i određene greške. Na ovaj način pruža se čitaocima uvid u

savremena teorijska i praktična razmatranja i mogućnost primene savremenijih i tačnijih metoda filtracionih proračuna. Držeći se principa da se ne ulazi u teorijska razmatranja, ostavljajući to za obradu u predmetu hidraulika, ovde je prikazan samo način proračuna razmaka između drenova i obrađeni su samo parametri koji su za to potrebni.

U svojoj dugogodišnjoj praksi autor se susreao sa raznim problemima rešavanja odvodnjavanja raznih iskopa pri građenju brana i drugih velikih složenih građevinskih objekata. Današnji nivo razvoja tehnologije građenja zahteva savremena tehnička sredstva i metode za sniženje nivoa podzemne vode u cilju obezbeđenja sigurnog izvođenja građevinskih radova, a takođe i sniženja troškova na objektima u teškim hidrogeološkim sredinama.

Praksa građenja i korišćenja mnogih građevinskih objekata i hidrotehničkih konstrukcija pokazuje, da podzemne vode u mnogim služajevima izazivaju bitne komplikacije u procesu izvođenja građevinskih radova. Podzemne vode smanjuju stabilnost i izazivaju razne deformacije pa, prema tome, znatno snižavaju efikasnost izvođenja radova. U knjizi su obrađena ova odvodnjavanja, koja karakterišu širok krug mera, načina, mehanizama i radova na kaptiranju, crpljenju i odvođenju podzemnih voda. Ovo će pomoći i omogućiti normalne i bezopasne uslove rada. Dati su i odgovarajući filtracioni proračuni za ovakva odvodnjavanja kojima se određuju potrebni parametri odvodnjavane sredine.

Čitalac će u ovoj knjizi naći odgovor, praktično, na sva osnovna pitanja povezana sa praksom odvodnjavanja bilo kojih prevlaženih zemljišta.

Autor je zahvalan recenzentima ove knjige docentima dr Milošu Staniću, dipl. građ. inž. i dr Slaviši Trajkoviću, dipl. građ. inž. na uloženom trudu, velikom zalaganju pri pregledu i pažljivom čitanju rukopisa knjige i na veoma korisnim savetima i sugestijama.

Autor