

SADRŽAJ

PREDGOVOR	v
1. UVOD	1
1.1. Svrha i oblast hidrotehničkih melioracija	1
1.2. Ostali vidovi melioracija	10
1.3. Povezanost navodnjavanja i odvodnjavanja sa drugim naukama	11
1.4. Vodoprivredni problemi navodnjavanja i odvodnjavanja	12
1.4.1. Vodoprivredni problemi navodnjavanja	13
1.4.2. Vodoprivredni problemi odvodnjavanja	14
1.5. Mesto navodnjavanja i odvodnjavanja u vodoprivredi ..	15
2. IZ ISTORIJE NAVODNJAVA I ODVODNJAVA ..	23
2.1. Istorija navodnjavanja i odvodnjavanja u svetu	23
2.2. Istorija navodnjavanja i odvodnjavanja u našoj zemlji ..	29
3. POTREBNI USLOVI ZA RAD SISTEMA ZA NAVODNJAVA I ODVODNJAVA	35
4. STANJE I RAZVOJ NAVODNJAVA I ODVODNJAVA KOD NAS	43
4.1. Sadašnje stanje navodnjavanja	43
4.2. Sadašnje stanje odvodnjavanja	46
4.3. Perspektive razvoja navodnjavanja	46
5. EKOLOŠKI PROBLEMI NAVODNJAVA I ODVODNJAVA	51
5.1. Uvod	51
5.2. Uticaj sistema za navodnjavanje i odvodnjavanje na promene prirodne sredine	54
5.3. Mere za očuvanje prirodne sredine	65
6. PROJEKTOVANJE SISTEMA ZA NAVODNJAVA I ODVODNJAVA	73
6.1. Uvod	73
6.2. Podloge i istražni radovi (Prethodni radovi)	78
6.2.1. Prethodne informacije	79
6.2.2. Upoznavanje terena	80
6.2.3. Rekognosciranje terena	80
6.2.4. Geodetske podloge	81

6.2.5. Geotehničke podloge	82
6.2.6. Pedološke podloge	84
6.2.7. Hidrološke podloge	84
6.2.8. Klimatološke i hidrometeorološke podloge	87
6.2.8.1. Atmosferski pritisak	91
6.2.8.2. Padavine	91
6.2.8.3. Temperatura vazduha	94
6.2.8.4. Vlažnost vazduha	96
6.2.8.5. Vetar	97
6.2.8.6. Insolacija - trajanje dana	100
6.2.8.7. Oblačnost	102
6.2.9. Ekonomski podloge	102
6.2.10. Poljoprivredne podloge	103
6.2.11. Pravne podloge	104
6.3. Vrste projekta	105
6.3.1. Uvod	105
6.3.1.1. Projektni zadatak	107
6.3.1.2. Tehnički izveštaj	108
6.3.2. Generalni projekat	109
6.3.2.1. Sadržaj generalnog projekta	110
6.3.3. Idejni projekat	112
6.3.3.1. Sadržaj idejnog projekta	112
6.3.4. Glavni projekat	116
6.3.4.1. Sadržaj glavnog projekta	117
6.3.5. Izvođački projekat	119
6.3.6. Projekat izvedenog objekta (Arhivski projekat) ...	119
6.3.6.1. Sadržaj projekta izvedenog objekta	120
6.3.7. Gradenje	122
7. USLOVLJENOST NAVODNJAVA I ODVODNJAVA.....	123
7.1. Bilansna jednačina. Klasifikacija navodnjavanja i odvodnjavanja	123
7.2. Evapotranspiracija	129
7.2.1. Modifikovana metoda Blaney-Criddle	164
7.2.2. Modifikovana radijaciona metoda	169
7.2.3. Modifikovana metoda isparitelja	174
7.2.4. Modifikovana FAO Penmanova metoda	177
7.2.5. FAO Penman - Monteith metoda.....	178

7.2.6. Proračun parametara koji se koriste u Penman - Monteith metodi određivanja referentne evapotranspiracije	191
7.2.6.1. Proračun neto radijacije	191
7.2.6.2. Proračun topotnog fluksa podloge (zemljišta)	198
7.2.6.3. Vlažnost vazduha	200
7.2.6.4. Vetar	204
7.2.6.5. Atmosferski pritisak	205
7.2.6.6. Psihrometrijska konstanta	206
7.2.6.7. Latentna topota isparavanja	207
7.2.6.8. Izvod krive pritiska vodene pare	207
7.2.7. Zaključak	208
8. ZEMLJIŠTE	213
8.1. Uvod	213
8.2. Profili i horizonti zemljišta	214
8.3. Fizička svojstva zemljišta	217
8.4. Toplotna svojstva zemljišta	229
8.5. Vodna svojstva zemljišta	240
8.5.1. Uvod	240
8.5.2. Osnovni faktori formiranja vlažnosti i prevlačnosti zemljišta	242
8.5.3. Oblici vode u zemljištu	248
8.5.4. Vazduh u zemljištu	258
8.5.5. Optimalna vlažnost zemljišta	263
8.6. Hemija svojstva zemljišta	272
8.6.1. Hemijski sastav zemljišta	272
8.6.2. Rastvorljive soli	276
8.6.3. Humus	279
8.6.4. Gline	282
8.6.5. Koloidni rastvori u zemljištu	284
8.6.6. Peptizacija i koagulacija zemljišta	285
8.6.7. Reakcija zemljišta	287
8.7. Biološka aktivnost u zemljištu	289
8.7.1. Organizmi u zemljištu	289
8.7.2. Zemljišna fauna	290
8.7.3. Zemljišna flora	292
8.7.4. Rizosfera	295

9. SISTEMATIKA ZEMLJIŠTA	297
9.1. Klasifikacija zemljišta naše zemlje	297
9.1.1. Nerazvijena mineralna zemljišta sirozem	302
9.1.2. Razvijena zemljišta sa silaznim strujanjem vode ..	303
9.1.3. Razvijena zemljišta sa uzlaznim strujanjem vode	308
9.1.4. Barska zemljišta	312
9.1.5. Razvijena zemljišta sa nullim rezultantnim strujanjem vode	315
9.1.6. Zemljišta sa nestabilnim komponentama strujanja vode	317
10. KRETANJE VODE U NEZASIĆENIM SREDINAMA ZEMLJIŠTA.....	319
10.1. Osnovne karakteristike kretanja vode u zemljištu	319
10.2. Darsijev zakon	332
10.3. Uopšten Darsijev zakon	335
10.4. Darsijev zakon za nezasićene sredine	336
10.5. Jednačina kontinuiteta	339
10.6. Diferencijalna jednačina nestacionarnog kretanja vode u nezasićenim sredinama	340
10.7. Diferencijalna jednačina vertikalnog kretanja vode u nezasićenim sredinama	343
10.8. Modifikovana jednačina difuzije	345
10.9. Odnos između veličina k_s , w i H_k	347
10.10. Sheme vlaženja zemljišta	351
10.10.1. Upijanje pod konstantnom dubinom vode na zemljištu	351
10.10.1.1. Rešenje P.J.Polubarinove-Kočine ..	355
10.10.2. Upijanje pri postepenom dovođenju vode na zemljište	356
10.10.3. Upijanje pod promenljivom dubinom vode na zemljištu	359
10.10.4. Upijanje vode u dvoslojevito zemljište	360
SPISAK NAJAVAŽNIJIH OZNAKA	365
LITERATURA	371

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 istaci će se ono što je zajedničko za sve tri knjige.

Sve tri 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 svojih saradnika na ovim predmetima dr Dubravke Pokrajac, dr Miloša Stanića i dr Slaviše Trajkovića sa kojima je dugo radio i uspešno saradivao.

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 melioracije 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. 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 postojećoj literaturi i udžbenicima 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 čitaoци 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.

Navodnjavanje i odvodnjavanje imaju veliki značaj za ishranu stanovništva u savremenim uslovima ljudskog opstanka u prenaseljenim

krajevima Zemlje. Oni rešavaju privredne, socijalne, političke i druge probleme jedne zemlje. Međusobna zavisnost i povezanost ovih problema stvara navodnjavanje i odvodnjavanje u grupu humanitarnih nauka, ali sigurno da u okviru toga ova nauka ima svoju autonomiju.

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 navodnjavanja i odvodnjavanja. Ovo je urađeno na mnogim mestima i u posebnim poglavljima u sve tri knjige.

U ovoj knjizi *Elementi navodnjavanja i odvodnjavanja* obrađeni su glavni problemi koji su zajednički za navodnjavanje i odvodnjavanje i međusobno su povezani. Svi ovi problemi su prožeti pitanjem navodnjavanja i odvodnjavanja i toliko su sa njima srasli da se tokom bilo kakvog rada u ovoj oblasti uvek samo nameću.

Navodnjavanje i odvodnjavanje su povezani sa mnogim elementima prirodnih i veštačkih sistema, koji se dinamički razvijaju u saglasnosti sa određenim prirodnim uslovima i zakonima. Kod razmatranja svih ovih uzajamno povezanih funkcionalnih elemenata u sistemu voda-zemljište-bijlja, lako se može videti da se, ne obraćajući pažnju na njihove postojeće razlike, nalaze u tesnom prirodnom i proizvodnom jedinstvu. To jedinstvo određuje njihovo uzajamno dejstvo i nemogućnost bilo kakve izmene karaktera jednih bez narušavanja uticaja drugih. U jednoj knjizi, ovakvog obima, nije moguće obuhvatiti sve te mnogobrojne razne međusobne odnose u sistemu voda-zemljište-bijlja.

Navodnjavanje i odvodnjavanje utiču na prirodnu sredinu, pa iz tih razloga jedno poglavje obrađuje samo ovu problematiku. U knjizi je posvećena naročita pažnja očuvanju zemljišta, životne sredine i okoline u celini. Značaj takvog prilaza ekološkim problemima naročito je aktuelno u današnje vreme, kada se pod uticajem navodnjavanja i odvodnjavanja dešava velika transformacija hidrološkog režima zemljišta, ne samo na poljoprivrednim površinama unutar sistema, već i na susednim. U knjizi je potpunije analizirano ekološko stanje i analizirani su konkretni zemljišno-hidrološki uslovi u sistemima za navodnjavanje i

odvodnjavanje i uticaj ovih sistema na promene prirodne stedine i mere za njeno očuvanje.

Pedologija, koja spada u poljoprivrednu nauku, obrađena je u ovoj knjizi sa gledišta navodnjavanja i odvodnjavanja, a manje sa stanovišta poljoprivrede. Pedološke klasifikacije zemljišta, koje se nalaze u raznim literaturama, prilagođene su najširim potrebama pedoloških proučavanja zemljišta, pa posebno ne vode računa o potrebama hidrotehničkih melioracija. Uticaj vode na zemljište u mnogim klasifikacijama i njihov međusobni odnos nedovoljno se proučavaju kada je u pitanju navodnjavanje i odvodnjavanje. U konkretnom slučaju, kada se radi o građevinskim inženjerima, zemljište bi trebalo klasifikovati prema potrebama hidrotehničkih melioracija. Međutim, takve klasifikacije nisu dovoljno razvijene. Imajući u vidu hidrograđevinske potrebe navodnjavanja i odvodnjavanja, u knjizi se ističe uticaj dinamike vodnog režima, jer je strujanje vode u zemljištu važan faktor koji bitno utiče na procese u zemljištu pa, i na razvoj i osobine zemljišta. U knjizi je prikazana klasifikacija zemljišta koja je u upotrebi u našoj zemlji i autor je nastojao da istakne uticaj navodnjavanja i odvodnjavanja na razna zemljišta i na procese u njemu.

Autor je zahvalan recenzentima ove knjige dr Dragutinu Muškatiroviću, dipl. grad. inž. redovnom profesoru Građevinskog fakulteta u Beogradu, docentima dr Milošu Staniću, dipl. grad. inž. i dr Slaviši Trajkoviću, dipl. grad. inž. na uloženom trudu, velikom zalaganju pri pregledu knjige i na veoma korisnim savetima. Takođe, autor se najtoplje zahvaljuje dr Rastislavu Korunoviću, dipl. polj. inž., vanrednom profesoru Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu, koji je pročitao i pregledao poglavlja 8 i 9, i dr Ružici Širičević, dipl. polj. inž., vanrednom profesoru Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu, koja je pročitala neke delove ove knjige. Autor im je zahvalan na pažljivom čitanju rukopisa delova ove knjige i na korisnim sugestijama.

Autor