

Čedo Maksimović

# MERENJA U HIDROTEHNICI



*Peritus tractanda virgula furcata  
ad inquirendas venas.*

Prof. dr Čedo Maksimović  
**MERENJA U HIDROTEHNICI**

Recenzenti:

Prof. dr Vojislav Vukmirović

Prof. dr Božidar Batinić

Prof. dr Milivoje Simić

Odobreno za štampu na osnovu odluke Veća katedara za osnovne i primenjene hidrotehničke discipline Gradjevinskog fakulteta na sednici od 7. aprila 1993. godine.

Izdavanje ove knjige finansijski su pomogli IRTCUD (UNESCO International Research and Training Centre on Urban Drainage) i Savezni hidrometeorološki zavod iz Beograda.

Izdavač:

Gradjevinski fakultet Univerziteta u Beogradu  
Beograd, Bulevar revolucije 73/1

Glavni i odgovorni urednik: Prof. dr Života Perišić

Tehnički urednik i kompjuterski slog i crteži: Vladimir Janković

CIP - Каталогизација у публикацији  
Народна библиотека Србије, Београд

627.13(075.8)

**МАКСИМОВИЋ, ЧЕДО**

Merenja u hidrotehnici / Čedo Maksimović, – Beograd: Gradjevinski fakultet Univerziteta: 1993 (Beograd: Tehnološko-metalurški fakultet). – 164 str.: graf. prikazi ; 24 cm

Tiraž 200. – Bibliografija: 57 - 58; 161 - 164

ISBN 86-80049-09-3

556.5.08:532.57(075.8)

а) Хидротехника – Мерења б) Хидрометрија  
15137804

Štampa:

Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd

Tiraž:

200 primeraka

ISBN 86-80049-09-3

# Sadržaj

|       |                                                                             |    |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| I     | Osnove dinamičkih merenja                                                   | 1  |
| 1     | Uvod                                                                        | 3  |
| 2     | Zašto meriti u hidrotehnici                                                 | 7  |
| 3     | Oblasti primene merenja i realizatori merenja                               | 13 |
| 4     | Osnovni pojmovi o dinamičkim merenjima                                      | 17 |
| 4.1   | Klasifikacija podataka dobijenih merenjem                                   | 17 |
| 4.2   | Determinističke veličine i njihovo predstavljanje                           | 19 |
| 4.3   | Stohastičke veličine, njihova analiza i predstavljanje rezultata            | 27 |
| 4.3.1 | Osnovna podela                                                              | 27 |
| 4.3.2 | Odredjivanje ustaljenosti i ergodičnosti na osnovu statističkih pokazatelja | 28 |
| 4.3.3 | Ostali statistički pokazatelji i funkcije                                   | 31 |
|       | Zbirne osobine slučajnih veličina                                           | 37 |
| 5.1   | Uvod                                                                        | 37 |
| 5.2   | Funkcije koje definišu zbirne osobine                                       | 39 |
| 5.2.1 | Funkcija zbirne gustine verovatnoće                                         | 39 |
| 5.2.2 | Funkcija zbirne raspodele verovatnoće                                       | 39 |
| 5.2.3 | Kros korelaciona funkcija                                                   | 42 |
| 5.2.4 | Kros spektralna funkcija                                                    | 43 |
| 5.2.5 | Funkcija koherencije                                                        | 44 |

|                                                                                            |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>6 Dinamičke karakteristike mehaničkih, električnih i hidrauličkih sistema</b>           | <b>45</b> |
| 6.1 Uvod                                                                                   | 45        |
| 6.2 Osnovne funkcije kojima se opisuje dinamičko ponašanje sistema                         | 46        |
| 6.2.1 Težinska funkcija                                                                    | 46        |
| 6.2.2 Transfer funkcija $h(\tau)$                                                          | 47        |
| 6.2.3 Funkcija frekventnog odziva                                                          | 47        |
| 6.2.4 Dirac-ova delta funkcija                                                             | 48        |
| 6.2.5 Definicija decibela                                                                  | 49        |
| 6.3 Primeri analize dinamičkih karakteristika                                              | 49        |
| 6.3.1 Mehanički sistem                                                                     | 49        |
| 6.3.2 Hidraulički sistem                                                                   | 55        |
| <b>BIBLIOGRAFIJA ZA I DEO</b>                                                              | <b>57</b> |
| <b>II Merenja u sistemima sa slobodnom površinom vode</b>                                  | <b>59</b> |
| <b>1 Poreklo i bilans voda u urbanim sredinama</b>                                         | <b>61</b> |
| 1.1 Poreklo voda                                                                           | 61        |
| 1.2 Bilans voda                                                                            | 63        |
| 1.3 Pogodnost merenja                                                                      | 66        |
| <b>2 Potrebe za merenjem u zavisnosti od korišćenja podataka</b>                           | <b>73</b> |
| 2.1 Istorijski pregled                                                                     | 73        |
| 2.2 Nova uloga sistema za odvodjenje površinskih voda                                      | 75        |
| 2.3 Cilj određuje vrstu podataka                                                           | 78        |
| <b>3 Hidraulički uslovi i načini merenja protoka u kolektorima sa slobodnim površinama</b> | <b>81</b> |
| 3.1 Vrste mernih stanica                                                                   | 81        |
| 3.2 Faktori koji utiču na izbor metode merenja i lokacije za mernu stanicu                 | 85        |
| 3.3 Hidraulički i konstrukcijski zahtevi                                                   | 87        |

|          |                                                                             |            |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.4      | Principi merenja protoka i veze izmedju protoka i dubine                    | 92         |
| 3.4.1    | Grupe merenja . . . . .                                                     | 92         |
| 3.4.2    | Merač sa normalnom dubinom – prednosti i nedostaci . . . . .                | 95         |
| 3.4.3    | Prelivi i merni kanali – nepotopljeno tečenje . . .                         | 99         |
| 3.4.4    | Potopljeno prelivanje . . . . .                                             | 115        |
| 3.4.5    | Metode sa integrisanjem polja brzina . . . . .                              | 119        |
| <b>4</b> | <b>Uslovi koji odredjuju tačnost merenja i analize grešaka</b>              | <b>125</b> |
| 4.1      | Greške izazvane hidrauličkim uslovima . . . . .                             | 126        |
| 4.2      | Analiza grešaka u merenju skatergrafom (Scattergraph)                       | 132        |
| 4.3      | Ostali izvori grešaka . . . . .                                             | 135        |
| 4.4      | Kvantifikacija grešaka . . . . .                                            | 138        |
| <b>5</b> | <b>Neki tipovi senzora, elektronskih instrumenata i akvizicija podataka</b> | <b>147</b> |
| 5.1      | Integralno merenje protoka . . . . .                                        | 147        |
| 5.2      | Merenje brzine u tački i duž linije . . . . .                               | 150        |
| 5.3      | Merenje dubine za odredjivanje protoka . . . . .                            | 153        |
| 5.4      | Akvizicija podataka . . . . .                                               | 156        |
|          | <b>BIBLIOGRAFIJA ZA II DEO</b>                                              | <b>161</b> |