

**1.**  
**UVOD**

Ovo je prazna leva (parna) strana knjige

## 1.1. O „HIDRAULICI“ I „HIDROMETRIJI“

### HIDRAULIČKI RAČUNI I HIDROMETRIJSKA MERENJA DVA SU IZRAŽAVANJA SUŠTINSKI ISTE STVARI.

Po pozivu Jugoslovenskog društva za Hidrologiju održao sam 6 sati predavanja na Seminaru iz Hidrometrije, održanom od 5. do 10. novembra 1973. godine, u Solarisu kod Šibenika. Bilo je najavljeno da će se u predavanjima dati "Hidraulika površinskih i podzemnih voda", i to za 6 časova. Tako neodređen zadatak nije moguće obaviti jer se Hidraulika ne može predavati na Seminaru, može ponešto iz nje, pa sam predložio da se predavanja ograniče na temu "Određivanje proticaja merenjem jedne ili dve visine". Taj naslov nosi i ovaj napisani rad, jer je u pisani oblik preneto ono što je činilo bit predavanja: osnovne ideje, pristup problematici, metodika tumačenja i izvlačenje praktičnih zaključaka. Razume se da je pisanje pružilo priliku da se sve zamisli uobliče, da se izrečeno u predavanjima dotera i znatno dopuni i da se primeri i crteži obrade na način da budu dobra ilustracija pisanom radu.

\* \* \* \* \*

Merenje nivoa, brzina, proticaja i ostalih veličina u vodnim tokovima spada u Hidrometriju i ona se kod nas, gotovo redovno, razmatra odvojeno od Hidraulike. Smatra se da se u Hidraulici nešto računa, njen zadatak su hidraulički računi ili - kako se obično kaže - proračuni, i eventualno modelska istraživanja, dok se određivanje elemenata vodnog bilansa vrši u okviru hidroloških analiza, često bez ikakvih hidrauličkih razmatranja. Treba nastojati da se takva shvatanja konačno i svuda napuste, jer se ne može smišljeno meriti bez hidrauličkih saznanja, niti se može dobro obaviti hidraulička računanja bez njihove provere hidrometrijom.

Hidrauličke analize rečnih tokova ne mogu se smišljeno ni obaviti bez prethodnih obimnih merenja u prirodi, kojima se ustanovljavaju zakonitosti koje vladaju, a one tek postaju potrebna osnova za hidrauličke račune, u kojima se uslovljavaju promene koje nameću novi projekti. Drugim rečima, ne može se pretpostavljati stanje u prirodi, njega treba odrediti, i za stanje onakvo kakvo je izmereno, treba napraviti model (matematički, fizički, ili bilo kakav) po kome se može računati buduće stanje koje se predviđa projektom. Proširenje sagrađenih hidrotehničkih objekata, ili građenje sličnih, pouzdanije bi bilo računati prema merenjima na postojećem objektu, nego prema pretpostavkama u čije se ostvarenje može sumnjati. Na sagrađenim objektima u eksploataciji moralo bi se takođe meriti, ne samo da bi se znalo kako se objekat koristi, nego i da se steknu proverena iskustva o hidrauličkim računanjima.

Sa druge strane, hidrometrijska merenja, morala bi se protumačiti sa hidrauličkog stanovišta, ne bi se smelo pustiti u obradu (čak ponegde i ponekad i veoma savršenu statističku obradu) ono što je očigledno pogrešno, jer je suprotno opšte važećim zakonima kretanja vode. Izvesno, ali nedovoljno znanje Hidraulike, udruženo sa željom da se ono što nepotrebno iskoristi može dovesti do nevolja. Mogu se merenja sa nedovoljnim brojem podataka dopunjavati hidrauličkim analizama, ili se izvesna merenja obavljena pod nepovoljnim okolnostima mogu proglasiti sumnjivim i onda doterivati i prepravljati, zahvaljujući nekakvim hidrauličkim računima. Jasno je da bi korišćenje hidrauličke analize na ovaj način u Hidrometriji bilo pogrešno i veoma štetno. Ako bi približavanje Hidraulike i Hidrometrije do toga dovodilo, bolje je da se Hidraulika onda uopšte ne koristi. Korišćenje Hidraulike ne sme da poremeti osnovno pravilo svih merenja: kao rezultati merenja mogu se isključivo prikazati podaci koji su mereni. Oni moraju da se prikažu tačno kako su dobijeni, uz navođenje načina merenja.

Može se dodati da se nedostatak pouzdanih mernih podataka ponekad "popravlja" statističkim analizama, iako statistika ispravno objašnjava samo na osnovu dobrih i dovoljnih

merenja. Zaključci o merenjima i sa hidrauličkog stanovišta mogu se takođe donositi samo tamo gde za to ima osnova u dobrim i dovoljnim merenjima. Ispravno je, izgleda, načelo: bolje je nemati nikakvih mernih podataka, nego se osloniti na nedovoljna i nepouzdana merenja i njima se prepustiti.

\* \* \*

U prethodnom tekstu reči "Hidrometrija" i "Hidraulika" treba shvatiti kako je to kod nas do sada uobičajeno, ali suština teksta govori da je Hidrometrija sastavni deo Hidraulike ili Hidromehanike (Hidraulika je praktična Hidromehanika), jer nema Hidraulike bez merenja, niti ima merenja nečega što nije hidromehanička veličina. Približavanje "Hidromehanike" i "Hidraulike", o čemu se govorilo, ustvari je želja za približavanjem shvatanja i ljudi, jer se u suštini to i ne može približiti pošto je to ista stvar.

Jugoslovensko društvo za Hidraulička istraživanja, na svom poslednjem Savetovanju (V. Savetovanje), 1970. godine, u Ohridu, u uvodnom referatu "Stanje u hidrauličkim istraživanjima" raspravlja o hidrometrijskim zadacima, upravo o nedovoljnom obavljanju te važne vodoprivredne delatnosti. U tome se, prema mišljenju hidrauličara, ogleda i nezadovoljavajuće stanje naše hidraulike. U pomenutom referatu doslovce je rečeno: "Mi vrlo često upotrebljavamo reč "vodoprivreda" i "vodni bilans", što bi ukazivalo da voda ima vrednost, jer se njom privređuje, ili se omogućava privređivanje, pa se rade i odgovarajući bilansi koji to iskazuju. Očigledno je da novac nigde ne otiče ili dotiče, a da se ne broji: to je preduslov finansijskog bilansa. Preduslov vodnog bilansa bilo bi utvrđivanje kuda i koliko vode odlazi ili dolazi, da se zna kako je oni koji je uzimaju koriste, da se pokaže da li objekat koji je napravljen ne gubi previše vode ili njene energije, da li je sva voda dovedena na polja zaista ta koja daje optimalni prinos, ili je nje previše, odnosno da li svi ti objekti rade uzorno i primerno. Kod nas su saznanja o tome nedovoljna, jer za opšte stanje nema niko posebnog interesa, pojedinačni interesenti se interesuju za sve one prikaze koji su im po volji, korisnici gotovih objekata, ako ima dovoljno vode, ne brinu da li se ona prosipa. Takvo stanje ne sme da pređe u naviku, jer se

približavamo vremenu kada će borba za vodu biti veća nego borba za ma koje drugo dobro, a to vreme čekamo potpuno nespremni i spokojni kao da je voda nešto čega uvek mora biti dovoljno, jer je, na kraju krajeva - voda. Možda takve pomisli izgledaju vrlo daleko kad se mi još uvek mirimo sa svim onim nepogodama koje nam donose vode (poplave, štete na objektima i dr.) kao sa nečim što se samo po sebi podrazumeva".

Jugoslovensko društvo za Hidrologiju takođe kreće putem jače saradnje sa hidrauličarima, a želja je da i ova predavanja posluže toj svrsi.

## 1.2. ODREĐIVANJE PROTICAJA IZ IZMERENE VISINSKE RAZLIKE PROIZILAZI IZ PRIRODNIH ZAKONITOSTI KOJE ČINE OSNOVU HIDRAULIČKIH PROUČAVANJA

Pretežni deo zadataka iz Hidraulike se može shvatiti kao određivanje veze između propusne moći i raspoložive visinske razlike. To se računa svuda, na svakom objektu, na svakom toku. Zašto se onda ne postavi zadatak provere pretpostavljene veze, to se samo po sebi nameće, ali se retko radi.

Pošto su visinske razlike i proticaji međusobno vezani, a to je baš suština Hidraulike, poznavanje visinske razlike znači i poznavanje proticaja. Iz toga sledi da je merenjem visine određen i proticaj, ako je poznata njihova međusobna veza. To je najstariji način merenja proticaja, ali još uvek nedovoljno zastupljen u našoj praksi.

Na prirodnim tokovima veoma su retki merni objekti: suženja, prelive, pragovi i sl., ma da su oni veoma pogodni kod manjih tokova, gde je određivanje proticaja iz merenja brzina hidrometrijskim krilom otežano, ili čak nemoguće, usled malenog preseka toka i najčešće nepravilnog strujanja, dok merenje jedne, ili najviše dve visine, određuje proticaj. <sup>6</sup>

Na jednom već sagrađenom hidrotehničkom objektu svi organi za zahvatanje vode, ispuštanje ili prelivanje, morali bi da budu i merni objekti. Tu se obično zna veza između neke merodavne visine (koja se lako meri) i proticaja, pa je lako odrediti proticaj. Ako se pomenuta veza ne zna, nije je teško utvrditi. Svaki objekat treba da služi za utvrđivanje vodnog bilansa. Kod nas se to, međutim, veoma malo radi, pa se čak i za vodotoke, gde su podignuti objekti, proticaji utvrđuju kao da tih objekata nema, ponegde se čak i ne utvrđuju više, jer su ranija vodomerna mesta iz prirodnog korita podizanjem objekta potopljena ili poremećena.

U projektovanju treba misliti da se proticaji kroz hidrotehničke sisteme moraju meriti pa treba podesiti gde će se to najpogodnije obaviti.

Svi tokovi, u prirodnim i oni kroz sagrađene objekte, stvaraju padove nivoa, ili se oni mogu izazvati - a sve su to moguća merna mesta, svuda će se meriti visinska razlika, a znati proticaj.

Nije merni objekat samo onaj precrtan iz knjiga i priručnika, koji se baš zove "merni", niti je to uređaj koji se kupuje pa ugrađuje. Merni objekat može da bude objekat sagrađen u druge svrhe, negde je priroda sama stvorila mesto sa naglim padom nivoa, ponegde treba prilagođavanja, a ponegde ga treba projektovati prema posebnim uslovima toka.

\* \* \*

Sada se kod nas govori o automatskom upravljanju vodo-privrednim sistemima, gde se sa objekata prenose obaveštenja o stanju, na osnovu čega centar upravlja. Među najmerodavnije informacije spadaju one o proticajima. Nepouzdana informacija ne samo da ne može da dovede do najbolje odluke, nego dovodi i do pogrešne. Bez tačnog uvida u stanje onoga čime se upravlja nema dobrog upravljanja ni ručnog, ni poluautomatskog, ni automatskog. Zabluda je da će dobar sistem upravljanja otkloniti nedostatke u određivanju hidromehaničkih veličina (nivoa, proticaja, brzina i sl.). Baš za upravljanje sistemom treba obezbediti jasan i pregledan način pružanja obaveštenja o proticaju, a za to je najpogodnije slanje

informacija o visinskoj razlici koja ujedno određuje i proticaj. Da bi se prešlo na upravljanje treba dobro ovladati određivanjem proticaja, a ne misliti da se to baš zbog upravljanja, može zaobići. Istorijski razvoj ne dozvoljava preskakanje i stoga je neodložno ovladavanje određivanjem proticaja na osnovu merenja visina na mestima koje nameće hidraulička analiza sistema. Hidraulički zakoni vladaju tokom, korišćenjem njih se može doći i do pouzdanih informacija o njemu, pa se tek onda može upravljati.

### 1.3. PROGRAM RAZMATRANJA — PODELA NA POGLAVLJA. O NAČINU IZLAGANJA.

Osnovne zakonitosti Hidraulike dozvoljavaju da se kaže:

U jednom određenom ustaljenom toku proticaj je funkcija ili samo od jedne visine (bolje rečeno: visinske razlike) ili od najviše dve visine.

Navedena veza može da se utvrdi u samom toku, ako se tokom utvrđivanja veze proticaj meri na drugi način. Može se odrediti i na nekom drugom mestu, koje je onda model, pa se veza prenese na objekat, a ovo zahteva razmatranje uslova sličnosti. Obrnutim rasuđivanjem dolazi se do rešenja o ugrađivanju, radi merenja proticaja, posebne građevine u tok, koja je tako oblikovana da se na njoj ostvaruje unapred poznata veza između proticaja i visine (odnosno visina) koje se mere.

Izloženo nameće sledeća razmišljanja:

I. Da li će se meriti samo jedna visina, ili treba meriti dve, prvo je pitanje koje se nameće. Ono ustvari znači raspravljanje uslova koji obezbeđuju jednoznačnost veze proticaja i jedne visine, a posve je razumljivo da treba nastojati da se obezbedi jednoznačna veza.

Nadalje, prilikom izbora treba imati u vidu različite merne objekte, njihove karakteristike, sa naročitim osvrtom na to gde se meri. Pri ovome se ne misli samo na posebne



uobičajene merne objekte, nego i na traženje pogodnih mernih objekata u toku, a koji nisu namenjeni merenju, ili nisu isključivo to.

II. Obezbeđenje uslova za ostvarenje date hidrauličke veze nameće pitanje sličnosti između modela (to je sve ono gde se ta veza utvrđuje) i objekta (na koji se rezultati prenose). Pod pojmom sličnosti treba shvatiti mogućnost prenošenja sa modela na objekat, pa obezbeđenje toga prenošenja znači ostvarenu sličnost. Treba naglasiti da pod pojmom "model" treba shvatiti i uzimanje gotovih rešenja iz literature, jer su i ona već negde ispitana, pa treba utvrditi da li je to, i pod kojim uslovima, prenosivo na objekat. Pod pojmom "merni objekat" ne treba shvatiti samo objekat koji se posebno radi merenja projektuje, nego i neki gotov objekat ako mu se naknadno daje svrha mernog objekta.

Pitanje sličnosti ne dolazi u razmatranje samo ako se veza između proticaja i visine utvrđuje neposredno na samom objektu i sa istim fluidom koji će se meriti.

III. Svako merno mesto uzrokuje izvestan gubitak visine. Kod sistema pod pritiskom to se odražava u promeni u energetskej odnosno pijezometarskej liniji, a kod otvorenih tokova to je još uočljivije - podiže se nivo, tok se pred mernim mestom (koje je prag, suženje, preliv) usporava. Ili, ako se to želi izbeći (na primer u nekom kanalu, gde se želi da dubina ispred mernog mesta bude ista kao iza njega), mora se spustiti dno za gubitak na mernom mestu, a to se mora unapred predvideti - prilikom projektovanja.

Radi se o dve stvari, o neminovnom gubitku na mernom mestu, a kod otvorenih tokova o ispravnom visinskom smeštaju mernog mesta i toka ispred i iza njega.

IV. Svako merenje, pa i merenje proticaja, dovodi do nepogodnosti jednog istog mernog uređaja za merenje i malih i velikih količina. Ako se zahteva da se mere i najveći i najmanji proticaji, a odnos između njih je veliki, dolazi do izvesnih teškoća oko podešavanja mernog uređaja.

\* \* \*

Svaka od navedenih tema (I do IV) biće razmatrana u jednom od poglavlja - kojih će takođe biti četiri (2 do 5).

Razmatraće se osnovna suštinska pitanja mernih objekata, da se stekne uvid u pristup problematici, u način razmišljanja i zaključivanja, u stvaranje mogućnosti za rešavanje zadataka, a to je ono što se može primeniti svuda i svagda, i što se može dalje razvijati. Primeri koji će se navoditi nisu dati kao neposredne preporuke za primenu, oni se daju kao pogodni da se određena opšta pitanja rasprave.

Suprotan stav od ovoga bio bi navođenje velikog broja uobičajenih mernih objekata (prepisano i precrtano iz različitih izvora), bez razjašnjavanja načela na kojima sve to počiva. Takav način, a on se često primenjuje, ne stvara mogućnost da se obavi pravilan izbor u datom pojedinačnom slučaju, jer se ustvari ne razume ono što treba izabrati.

Način izlaganja biće podešen da i oni koji su ovom problematikom ovladali nađu ponešto rečeno na poseban način, ili drugačije od uobičajenog protumačeno, i da se usput sa prijetnošću podsete nečeg već naučenog, sa željom da ne stavljaju zamerke zbog iznošenja i nekih osnovnih saznanja, namenjenih pak onima koji iz ovoga mogu nešto da nauče ili barem da steknu želju da ovu oblast počnu ozbiljno razmatrati. Želja je bila da svakom čitaocu bude ovo barem od izvesne koristi.