

2.

**O VEZAMA IZMEĐU
PROTICAJA I MERENIH
VISINSKIH RAZLIKA**

Ovo je prazna leva (parna) strana knjige

2.1. TOKOVI POD PRITISKOM

Na slici 1. prikazan je jedan sistem pod pritiskom i za njega se može napisati jednoznačna veza između proticaja (Q) i visinske razlike (Z)

$$Q = Q(Z) \quad (1)$$

Korišćenjem uobičajenih postupaka iz Hidraulike ova veza se može dovesti na sledeći oblik

$$\frac{Q}{A\sqrt{2gZ}} = C \quad (2)$$

A = karakterističan poprečni presek struje

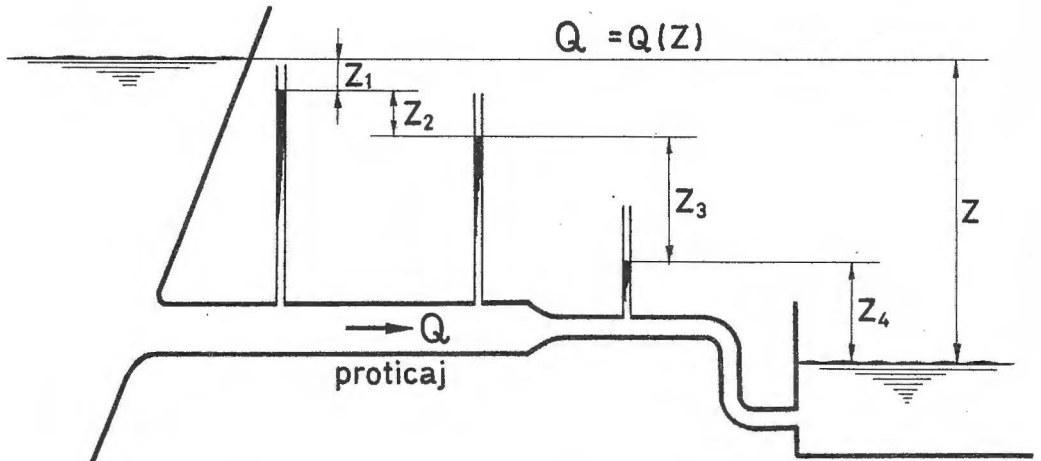
g = gravitaciono ubrzanje

C = bezdimenzionalna veličina, može se nazvati "koeficijent proticaja!"

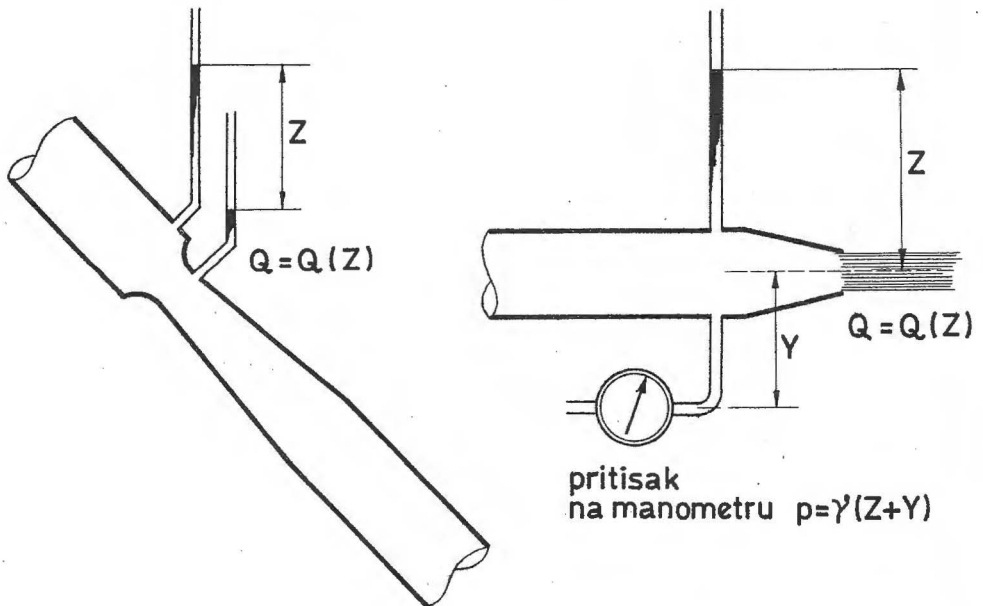
Hidraulički proračuni i projektovanja obavljaju se pretežno po obrascima koji za pojedinačni objekat napisanu vezu svode na:

$$C = \text{const} \quad (3)$$

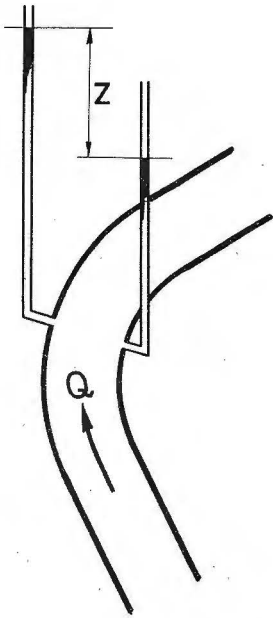
Njegova vrednost, tačna, a ne pretpostavljena, u računima, može se dobiti merenjima proticaja i visine (Z) na samom objektu. Tamo se može utvrditi i za koju oblast proticaja se može uzimati da (C) ima konstantnu vrednost, jer za veoma male proticaje to se ne ostvaruje, čak i tamo gde je $C = \text{const}$ za proticaje iznad izvesne vrednosti. Hidraulički računi obično se zasnivaju na konstantnosti koeficijenta (C) ali oni imaju karakter procene i iz njih se ne



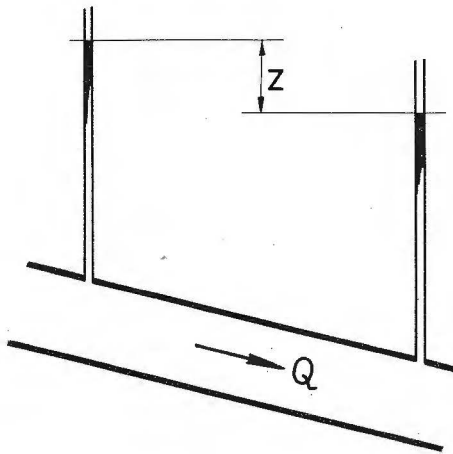
Sl. 1. U jednom sistemu pod pritiskom proticaj je jednoznačno vezan sa jednom visinskom razlikom. To može da bude bilo koja od prikazanih pijezometrijskih razlika Z_1 ili Z_2 ili Z_3 ili zbir jedne ili dve od njih - ili celokupna razlika (Z).



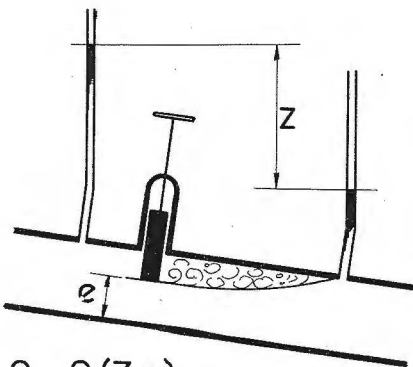
Sl. 2. i 3. Suženja u cevi. U oba slučaja merena visina je pijezometrijska razlika dobijena povećanjem brzine, jer se i osovina slobodnog mlaza (sl. 3.) može shvatiti kao pijezometrijska kota. U sl. 3. prikazano je i merenje manometrom umesto merenja pijezometrijske kote.



Sl. 4. Pijezometarska razlika (Z) između spoljne i unutrašnje strane krivine jednoznačno je vezana sa protokom (Q)



Sl. 5. Ovde se struja naglo ne menja da bi stvorila osetnu lokalnu pijezometarsku razliku (kao u prethodnim slučajevima). Razlika je posledica isključivo uticaja rapavosti i stoga je vezu moguće odrediti samo na samom objektu, a ona se promenom rapavosti vremenom može znatno promeniti.



Sl. 6. Kod zatvarača proticaj zavisi od razlike (Z) i stepena otvorenosti zatvarača (može se prikazati jednom visinom), jer se promenom položaja zatvarača menja objekat. Za određeni položaj zatvarača (jedan određeni objekat) veza je jednoznačna.

$$Q = Q(Z.e)$$

moгу veze između proticaja i visine koristiti ako prethodno nisu eksperimentalno proverene. Rezultati merenja se uvek mogu objasniti sa hidrauličkog stanovišta, što ne znači da ih treba na silu pokoriti nekim izabranim hidrauličkim obrascima, nego, na protiv, tu treba uvideti koje su računске pretpostavke ispravne a koje nisu.

Merodavna visina (Z) za vezu (1), odnosno (2), može da bude, u sistemu sa slike 1., razlika između bilo koje dve kote od upisanih kota na slici 1., tj. bilo koja piježometarska razlika. Radi merenja proticaja bolje je uzeti kratke deonice. Na slici 2. predstavljeno je suženje, na slici 3. je opet suženje, samo sa slobodnim isticanjem, na slici 4. piježometarska razlika između spoljne i unutrašnje strane krivine postaje visina koja se veže sa proticajem, a na slici 5. radi se o jednoj pravolinijskoj deonici bez promene proticajnog preseka, gde je otpor trenja jedini uzrok piježometarskoj razlici. Slika 6. prikazuje zatvarač u cevi, ovde je proticaj jednoznačno vezan sa razlikom (Z) samo za jedan položaj zatvarača, to se može smatrati kao jedan određen objekat. Pomeranjem zatvarača stvara se druga struja, ustvari drugi objekat, druge konture, pa se zavisnost

$$Q = Q(Z, e) \quad (4)$$

može shvatiti kao niz jednoznačnih zavisnosti (svaka za $e = \text{const}$).

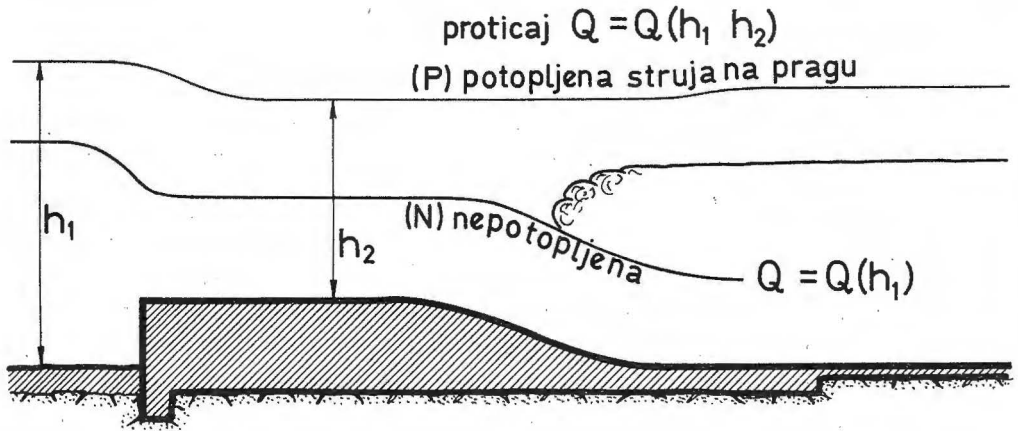
2.2. OTVORENI TOKOVI

Geo sistem otvorenog toka, pa čak i pojedine deonice, teško je podvrći jednoj opštoj vezi kakva je kod tokova pod pritiskom bila napisana izrazom (2). Ovo je potpuno razumljivo, jer kod otvorenog toka unapred su nepoznati poprečni

preseci struje (tok se obrazuje sam od sebe menjajući mero-davne uslove sa promenom proticaja), pa se tek posle dobro sprovedene hidrauličke analize, namenjene jednom određenom toku, stvara mogućnost za postavljanje načelnih mogućih veza između proticaja i dubina. Ovde se ne može dati jednoznačna veza između proticaja i jedne od visina kao opšte i uvek važeće pravilo čak i za kratke objekte sa izrazitom lokalnom visinskom razlikom u nivou, pogodnom za merenje. Međutim, može se podesiti da se jednoznačna veza ostvari. Ako se ne is-pune uslovi za obezbeđenje jednoznačne veze, moraju se meriti dve visine. Na slikama 7, 8 i 18. prikazani su uobičajeni objekti koji su podobni za merenje proticaja. Obezbeđenost jednoznačne veze je izraženo neuticanjem nizvodnih uslova na struju na mestu suženja (praga), ili kako se to kaže "nepotopljenost" (taj izraz treba tumačiti kao "nepotopljenost struje," jer se on samo kod preliva poklapa sa nepotopljenošću samog preliva).

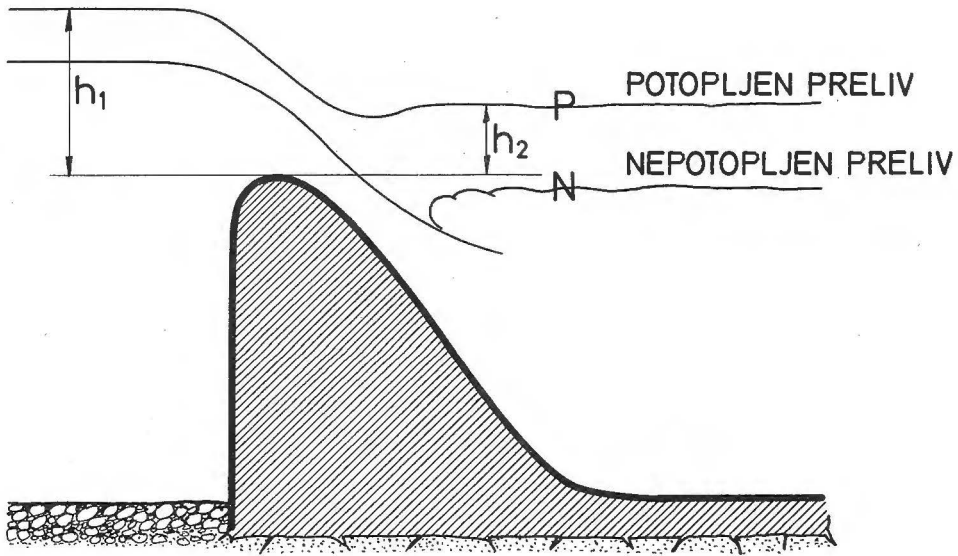
Merni objekti se ne mogu podizati tamo gde bi tečenje uzvodno od njega bilo burno (dubina manja od kritične), jer u takvim tokovima merni uređaj ne može da nametne obrazovanje dubine ispred njega prema vezi proticaj-visina, koju treba da da taj merni objekat. U slučajevima burnih tokova, treba prethodno smiriti vodu (preći iz burnog u mirno tečenje) pa je tek onda meriti.

Veza između proticaja i vodostaja - tzv. "linija proticaja" na kojoj se obično zasnivaju procene proticaja u hidrološkim računima, daje se obično kao jednoznačna veza, što bi svakako trebalo proveriti, tj. da li je ta veza zaista jednoznačna. Na slici 9. prikazan je slučaj gde nizvodni uslovi (Z_2) utiču na vezu između proticaja (Q) i dubine (Z_1). Jedino, ako su nizvodni uslovi u znatnoj dužini nepromenjeni kroz vreme, pa se struja na mestu merenja, za dati proticaj, uvek uspostavlja na istoj dubini, doći će do jednoznačne veze. Ako postoji neki nizvodni promenljiv uslov (ušće toka koji se meri, ili ušće pritoke u mereni tok, vodozahvat koji uzima vodu, uz makar malo akumulisanje i sl.), veza ne može da bude jednoznačna, jer nizvodni uslovi pored proticaja nameću dubinu na mernom mestu.

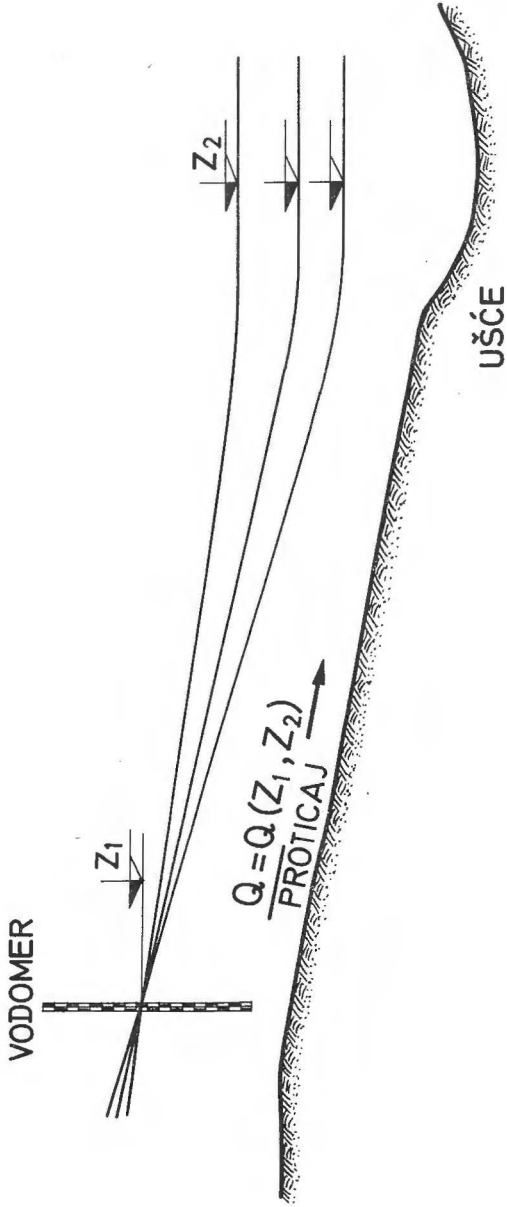


Sl. 7. Jednoznačnu vezu proticaja sa dubinom ispred praga uslovljava nepotopljenost struje na pragu – neuticanje donje vode na obrazovanje struje na pragu. Ako to nije obezbeđeno moraju se meriti dve dubine.

I kod suženja (sl. 24. 27.) jednoznačnost veze proticaj: dubina uslovljava obezbeđenu nepotopljenost struje u suženju



SL.8. Kod mernog preliva nepotopljenost (merenje samo visine h_1) ili potopljenosti (merenje dve dubine) mogu se shvatiti doslovno: donja voda ispod ili iznad prelivne ivice.



Sl. 9. Proticaj ne može da zavisi isključivo od vodostaja (Z_1), nego i od nivoa (Z_2) na ušću.

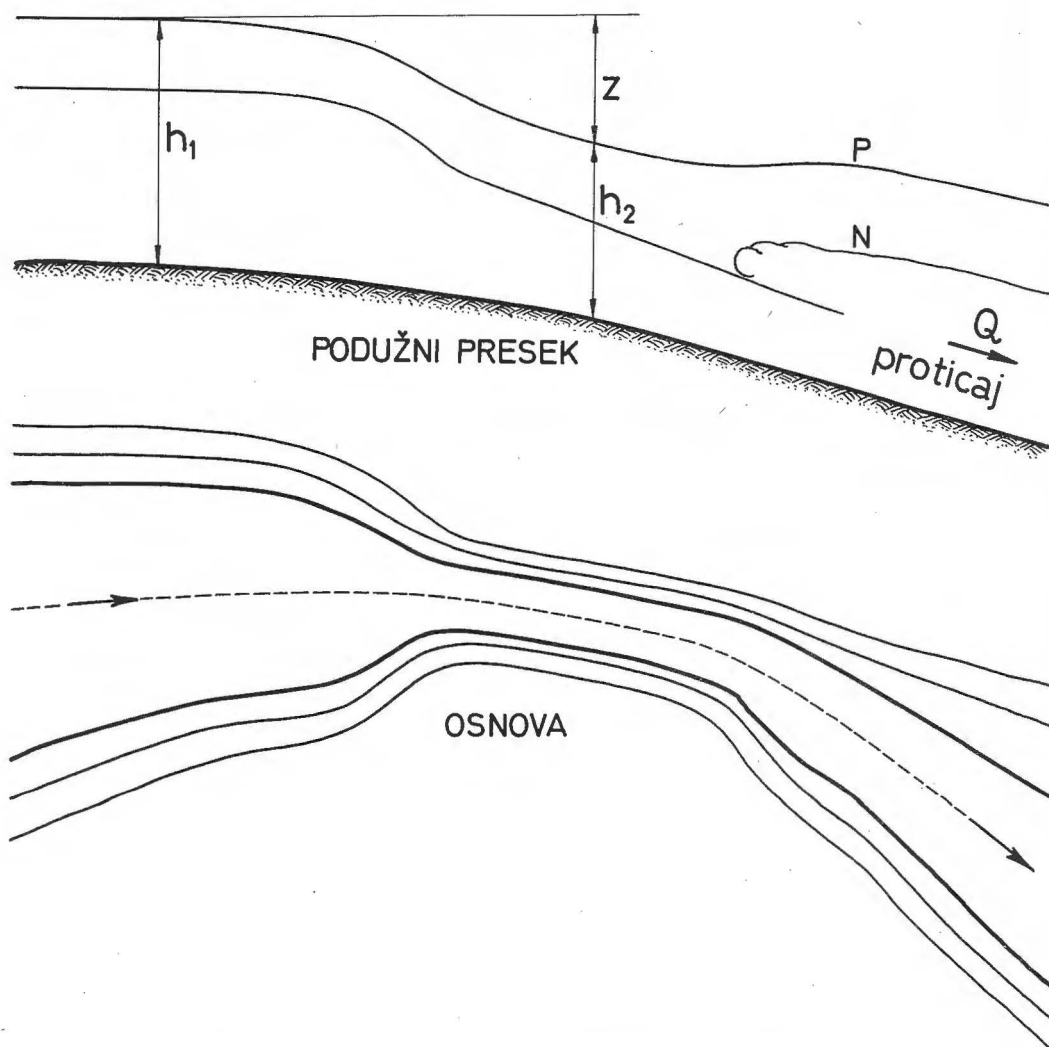
Na slici 10. prikazano je prirodno stanje (klisura u reci) koja može da posluži kao merni objekat, jer se mogu meriti najviše dve visine, a možda čak i jedna. Denivelacija je jako izražena (pogotovo za većih voda) što pogoduje merenju. Veza sa proticajem može se lako odrediti hidrauličkim modelom, o čemu će biti reći kasnije - pod 3.2. Nagle razlike u nivou, slapovi ili kaskade, mogu takođe, eventualno uz manju građevinsku adaptaciju, postati merni objekti, gde se merenjem jedne visine registruje ujedno i proticaj. Kao merni objekat može da posluži i most, ako stvara znatniju denivelaciju (ako nezanemarljivo zakrćuje poprečni presek toka) - slika 11. Uostalom, baš ona mesta gde je određivanje veze između vodostaja i proticaja merenjem proticaja hidrometrijskim krilom nemoguće, pošto strujanje usled nagle promene preseka nije ni približno pravolinijsko i paralelno, kakvo se za primenu krila uslovljava, baš usled nagle promene nivoa su veoma pogodna za određivanje proticaja iz denivelacije.

* * *

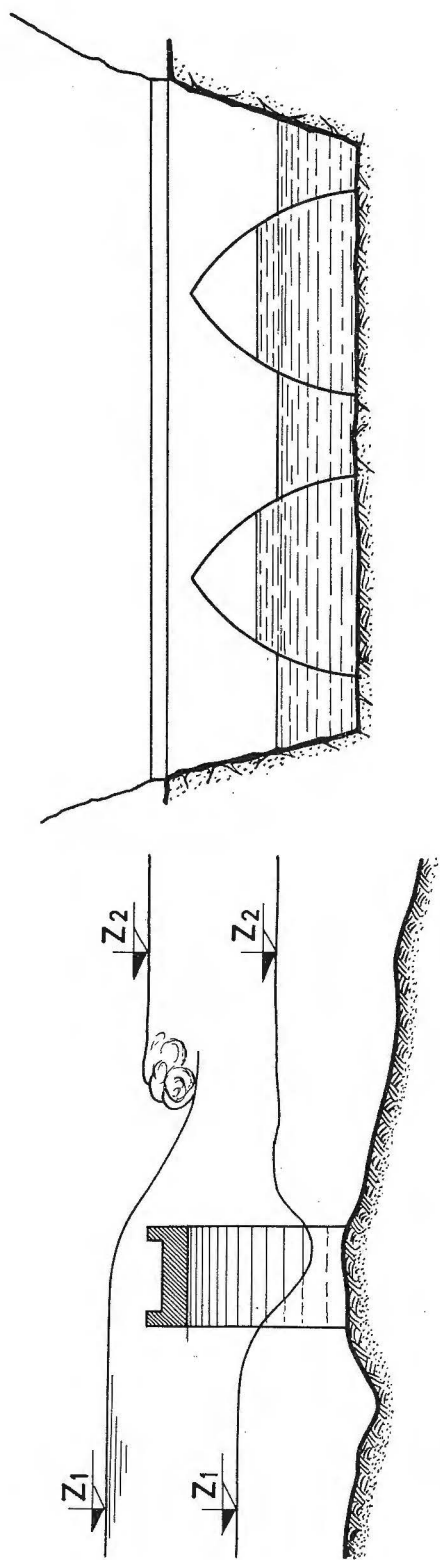
Treba dobro odabrati mesta za merne objekte, jer ima pogodnijih i nepodnijih. Ponegde se postojeći objekat može veoma lako prilagoditi da služi i merenju, a kod novih projekata najsmišljenije je projektovati merne objekte - postaviti u zadatak: voda se mora preneti, ali se usput mora i meriti ono što se prenosi. Slika 12. prikazuje ustavu sa isticanjem odozdo, koja na prvi pogled izgleda kao pogodna za merni objekat - ona to baš nije, jer za potopljeno isticanje treba meriti tri visine: uzvodnu i nizvodnu kotu i otvor. Pomeranjem ustave menja se i kontura hidrauličkog objekta, pa to unosi još jednu mernu veličinu - analogno sa zatvaračem - slika 6. Ovde se umesto (4) može napisati

$$Q = Q(h_1, h_2, e) \quad (5)$$

Nadalje, merenje nizvodnog nivoa je veoma otežano jer je tu voda izrazito nemirna. Ako se na istom kanalu može negde napraviti nepotopljeno suženje - meriće se samo jedna dubina, i to smirena.

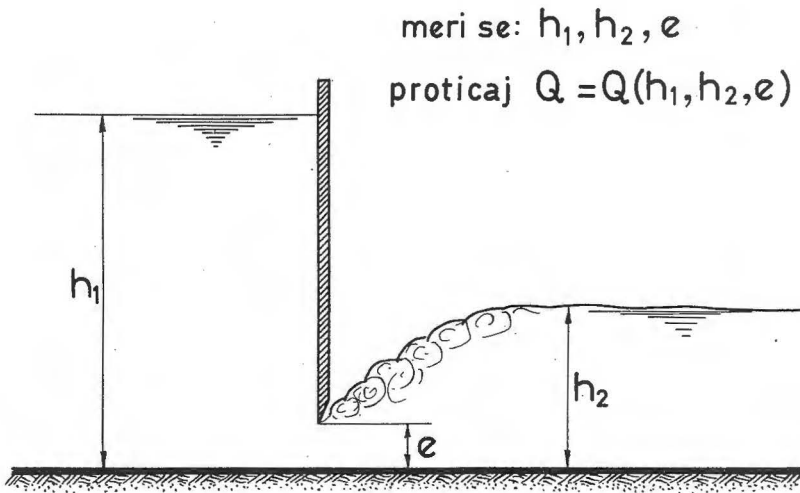


Sl. 10. Prirodno suženje (klisura) stvara znatnu i lako merljivu denivelaciju (Z) koja uz dubinu (h_1) određuje proticaj. Može se dogoditi da je suženje nepotopljeno (N) i da je dovoljno meriti samo dubinu (h_1). Vezu između dubine i proticaja daje hidraulički model.



Sl. 11. Most (ili bilo kakva zapreka koja stvara osetnu denivelaciju) može da posluži kao merni objekat, pogotovo za određivanje velikih voda. Veza proticaj i vodostaj ispred i iza mosta dobija se modelom.

(Primeri sa sl. 11. i 10. korišćeni su u našoj praksi — navedeno u narednom poglavlju — pod 32.)



Sl. 12. Ustava sa potopljenim isticanjem odozdo nije pogodan merni objekat, jer treba meriti tri veličine, a uz to donji nivo veoma je teško odrediti.