

UNIVERZITET U PRIŠTINI

FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
KOSOVSKA MITROVICA

INŽENJERSTVO ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE I ZAŠTITE NA RADU

Zaštita, korišćenje i upravljanje vodnim resursima

Prof.dr. Gordana Milentijević

5. ULOGA HIDROLOGIJE I HIDRAULIKE U UPRAVLJANJU VODAMA

1. Hidrologija

Pod pojmom hidrologije podrazumevamo nauku koja proučava, vremensku i prostornu, raspodelu vode na zemlji, kretanja vode u prirodi, to jest komponente hidrološkog ciklusa.

Hidrologija je nauka o vodi, što se može zaključiti iz etimologija starogrčke reči hidro (voda) + logos (nauka) koja ukazuje na predmet izučavanja hidrologije.

Mada je uobičajeno da se ova disciplina vezuje za površinske vode, ona je skup širokog spektra naučnih oblasti, kao što su:

- Meteorologija i hidrometeorologija
- Okeanografija
- Hidrologija površinskih voda koja se deli na : potamologiju (reka) i limnologiju (jezera i veštačke akumulacije)
- Hidrogeologija
- Hidrometrija
- Primena raznih matematičkih i statističkih analiza, metoda i modela omogućavaju opisivanje i razumevanje procesa i pojava kojima se bavi hidrologija.

Kako hidrologija pruža fundamentalne podloge za rešavanje problema u sektoru voda, od onih za zaštitu od voda, vodosnabdevanja, iskorišćavanja vodnih snaga, i drugo, jasno je koliki je njen značaj, jer je voda oduvek bila osnov za nastanak i napredak svake civilizacije.

Hidrologija se u zavisnosti od metoda i svrhe izučavanja (Jevđević, 1956) može podeliti na:

- Opštu koja razmatra osnovna pitanja vodnih resursa i čini sastavni deo geofizike,
- Inženjersku koja se bavi proračunima vodnog režima, vodnog bilansa, i slično, radi izgradnje vodnih objekata i upravljanja vodama na određenom području,
- Regionalnu koja se bavi analizom i prikazom hidroloških karakteristika određenog područja, kao što je rečni sliv.

2. Hidraulika

Od postanka civilizacije, hiljadama godina unazad ljudi su imali potrebu da koriste vode i da preduzimaju mere koje će ih u manjoj ili većoj meri zaštititi od štetnog dejstva voda. Vremenom se razvio skup navika zasnovan na iskustvima i nizu nepisanih pravila koji su unapredile upravljanje vodama primenom različitih tipova vodnih objekata.

Kao posledica svega ovog, nastala je hidraulika, jedna od najstarijih naučnih disciplina koja proučava oblike i zakone mirovanja i kretanja tečnosti. Naziv hidraulike potiče od dve grčke reči:

Hidor (voda)+ aulos (cev).

Hidraulika je tehnička primenjena nauka koja proučava oblike i zakone mehaničkog kretanja i relativnog mirovanja tečnosti i gasova i zasnovana je na uprošćenim šemama koje su rezultat empirijskih istraživanja. U njoj se koriste srednje vrednosti (brzine, pritisci, itd.)

Hidraulika se može podeliti na sledeće oblasti:

- Hidrostatiku, izučava zakone mirovanja, odnosno ravnoteže tečnosti,
- Kinematiku, opisuje strujanje tečnosti, koristeći samo pojmove brzine i ubrzanja, ne ulazeći u analizu sila koje izazivaju strujanje, i
- Dinamiku, razmatra sile koje učestvuju u kretanju, daje vezu između sila i pritisaka i brzina i ubrzanja.

Na osnovu hidrauličkih proračuna vrše se dimenzionisanja vodnih objekata. Ulazni podatci su hidrološke podloge.

Iako su zakoni hidraulike primenjivani hiljadama godina pre nove ere, prilikom izgradnje zemljanih brana i sistema za navodnjavanje u Kini, Siriji, Egiptu, vodovodnih sistema koji su koristili stari Grci i Rimljani i drugo, prvu teoriju iz hidraulike postavio Arhimed (Arhimed iz Sirakuze, navodno jedan od trojice najgenijalnijih matematičara svih vremena, i najveći fizičar starog veka. Arhimedova teorema o uzgonu tečnosti na potopljeno telo izneta je 250. godine pre nove ere u traktatu "O telima koja plivaju" (M. Vuković i A. Soro, 1985).

Može se reći da nakon toga pa sve do XVI veka nije bilo značajnog naučnog razvoja hidraulike, usled opšteg zastoja u razvoju nauke u Srednjem veku. Početak razvoja naučne misli imao je za posledicu i razvoj hidraulike, čijem razvoju su doprineli i najveći umovi čovečanstva koja su:

- Leonardo Da Vinči ("O kretanju i merenju vode")
- Galileo Galilej - staklene sprave kao što su termometar za merenje širenja tečnosti, hidrostatičku vagu za određivanje gustine tela (na osnovu Arhimedovih zakona), itd.

- Isak Njutn – hipoteza o unutrašnjem trenju u tečnosti, pojam o viskozitetu tečnosti.
- Daniel Bernuli – u radu ("Hidrodinamika", 1738. godina) predstavljena je osnova teorije hidrodinamike koja polazeći od principa održanja energije uspostavlja opštu vezu između položaja, pritiska i brzine strujanja tečnosti koja je definisana Bernulijevom jednačinom čime su postavljeni temelji savremene hidraulike.
- Leonard Ojler u raspravi "opšti principi kretanja tečnosti" (1775), uz pomoć diferencijalnih jednačina opisuje ponašanje idealne tečnosti u stanju mirovanja i kretanja.

Zahvaljujući velikom broju naučnika koji su se bavili hidraulikom: Darsi, Šezi, Bazen, Rejnolds, Žukovski, Bahmečev i drugi, hidraulika je od metoda saznavanja pomoću iskustava postala nauka koja koristi savremene metode matematičke i eksperimentalne analize.

BERNULIJEVA JEDNAČINA ima veoma široku primenu u hidraulici i mehanici fluida. Razlikujemo 2 osnovna tipa Bernulijeve jednačine:

Bernulijeva jednačina za idealnu tečnost – ukupna energija u svim presecima posmatrane strujnice (zbir energije hidrostatičkog pritiska, energije položaja i kinetičke energije) predstavlja konstantnu veličinu.

$$\frac{p_1}{\rho g} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{p}{\rho g} + z_2 + \frac{v^2}{2g} = \text{Const}$$

$\frac{p}{\rho g}$ - visina hidrostatičkog pritiska, odnosno energija hidrostatičkog pritiska jedinice težine tečnosti

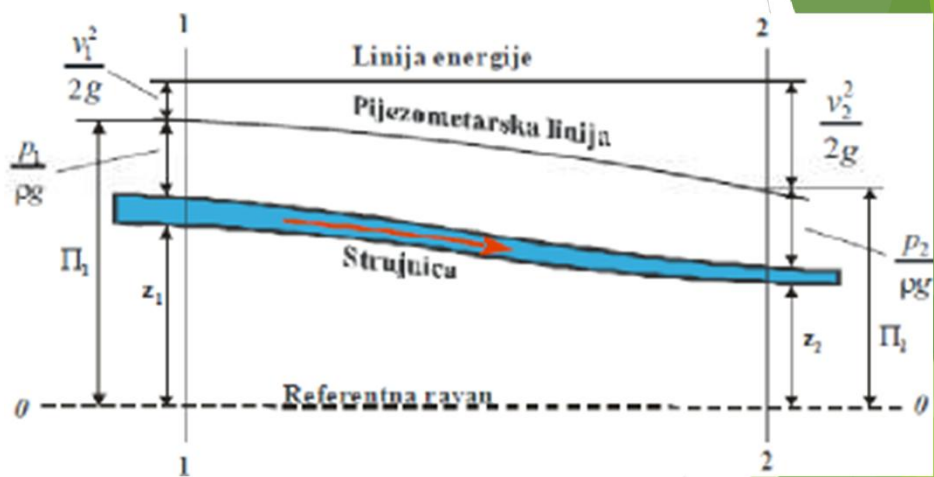
$\Pi = \frac{p}{\rho g} + z$ - pijezometarska visina (potencijalna energija jedinice težine tečnosti)

Z – energija položaja jedinice težine tečnosti (visina položaja)

v^2

$2g$ - kinetička energija jedinice tečnosti (brzinska visina)

$$\Pi_1 + \frac{v_1^2}{2g} = \Pi_2 + \frac{v_2^2}{2g} = \text{Const}$$



Slika 3.12 Pijezometarska linija i linija energije za strujnicu idealne tečnosti

Bernulijeva jednačina za realnu tečnost ima oblik

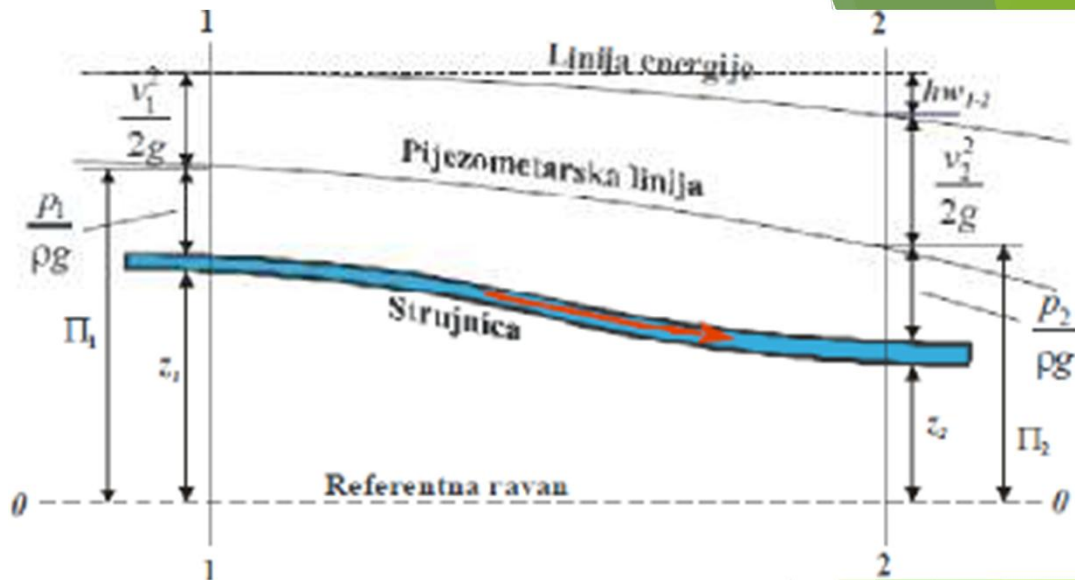
$$\frac{p_1}{\rho g} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{p}{\rho g} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g} + h_w \quad 1-2$$

Kako je

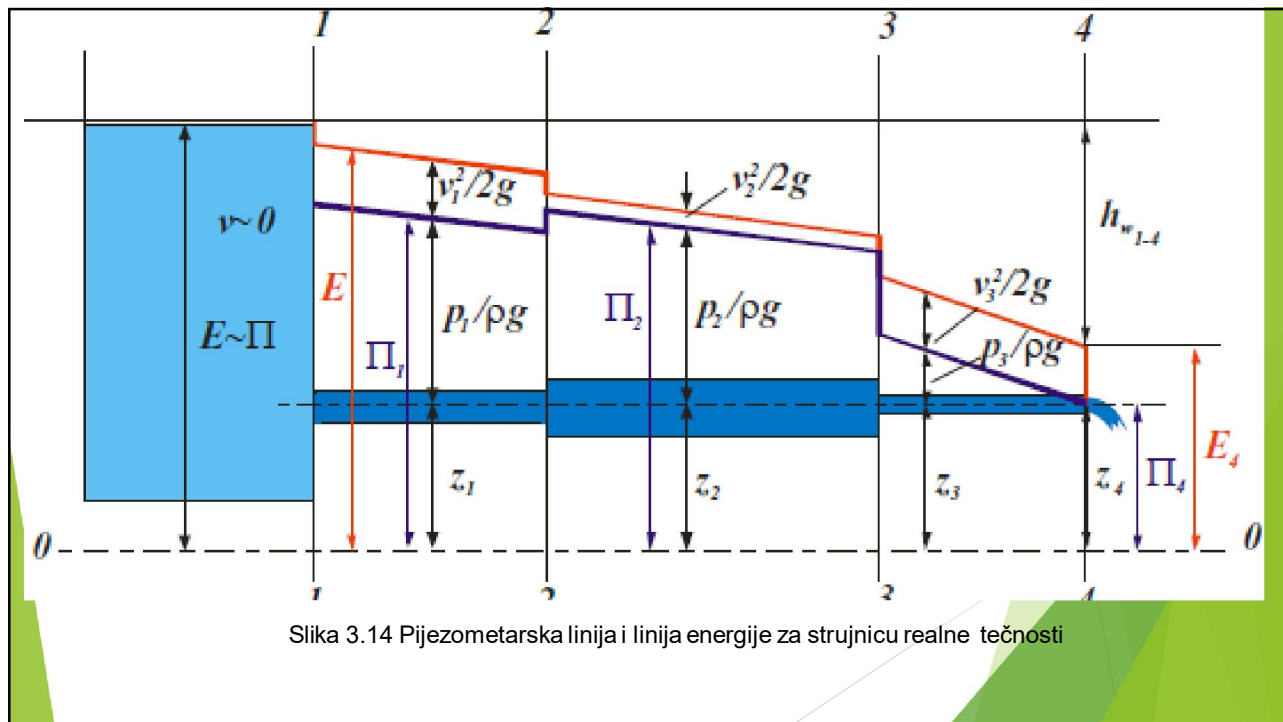
$$\Pi = \frac{p}{\rho g} + z,$$

Sledi,

$$\Pi_1 + \frac{v_1^2}{2g} = \Pi_2 + \frac{v_2^2}{2g} + h_w \quad 1-2$$



Slika 3.13 Pijezometarska linija i linija energije za strujnicu realne tečnosti



U slučaju jednolikog pada linije energije, gubitak energije h_w , izražen po jedinici dužine strujnog toka, naziva se hidrauličkim padom (pad linije energije).

$$J_E = \frac{E_1 - E_2}{l} = \frac{\Delta E_{1-2}}{l} = \frac{h_{w1-2}}{l}$$

U slučaju neujednačenog pada linije energije može se govoriti o hidrauličkom padu u posmatranom preseku toka

$$J_E = \frac{dE}{dl} = \frac{dh_w}{dl}$$

Kada su brzine duž toka konstantne ($v_1 = v_2 = \text{Const}$), usled ravnomernog strujanja, hidraulički pad i pad pijezometarske linije su identični.

$$J_E = J_\Pi = \frac{\Pi_1 - \Pi_2}{l} = \frac{\Pi_1 - \Pi_2}{l} = \frac{h_{w1-2}}{l}$$

A gubitak energije u tom slučaju odgovara razlici potencijalne energije u dva preseka:

$$E_1 - E_2 = \Pi_1 - \Pi_2 = h_{w1-2}$$