

INŽENJERSKA HIDROLOGIJA



Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu :: Studijski program *Građevinarstvo*, Modul HVE

Inženjerska hidrologija

- V semestar, 5 ESPB, nedeljni fond časova: 2 + 2
- Uslovni predmeti: Hidrologija (IV semestar)
- Nastavnici:
 - v. prof. dr Jasna Plavšić
 - doc. dr Dragutin Pavlović
- Asistenti:
 - Andrijana Todorović
- Raspored časova
 - ponedeljak 8-10 (111)
 - četvrtak 8-10 (111)

Inženjerska hidrologija

- Bodovanje
 - kolokvijumi 2 x 15 (prag znanja 50%)
 - elaborat (predaja vežbi na vreme i odbrana) 5+10
 - poseta RHMZ 5
 - ispit 50 (prag znanja 60%)
- Uslov za potpis i izlazak na ispit: odbranjen elaborat i dovoljno prisustvo na vežbama i predavanjima
 - Prisustvo: 75% predavanja i 90% vežbe
- Elaborat (10 zadataka):
 - zadaci se predaju u zatom roku
 - predaja zadatka na vreme 0,5 poena; kašnjenje -0,5 poena

Inženjerska hidrologija

- Literatura
 - S. Jovanović: Hidrologija (poglavlje II Tehničara 6), 1990.
 - J. Plavšić i Z. Radić: Inženjerska hidrologija – rešeni zadaci, 2015.
 - V. Vukmirović i D. Pavlović: Primenjena hidrologija - zbirka zadataka, 2005.
 - S. Jovanović: Parametarska hidrologija, 1975.
 - S. Jovanović i Z. M. Radić: Zadaci iz hidrologije, 1991.
- Web strana predmeta:
 - http://hikom.grf.bg.ac.rs/web_stranice/KatZaHidr/Predmeti/InzHidrol/InzHidrol.htm

HIDROLOGIJA

- Definicija:
 - geofizička nauka koja proučava vode na Zemlji, njihove osobine, prostorni i vremenski raspored i kretanje u prirodi
 - nauka o hidrološkom ciklusu (neprestanom kruženju vode na Zemlji)

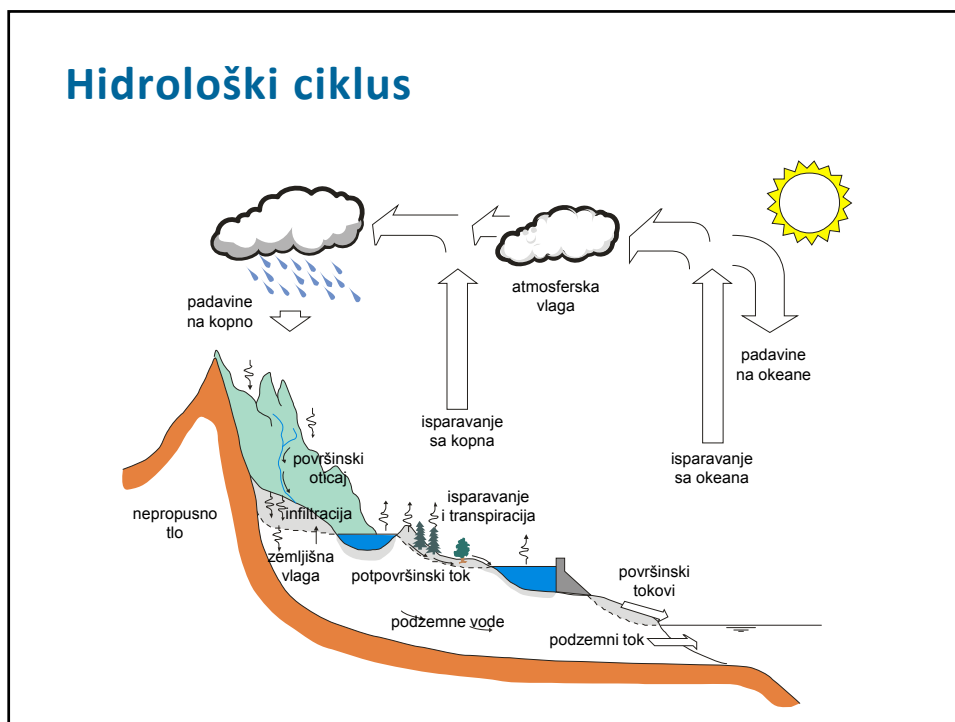


INŽENJERSKA HIDROLOGIJA

- Praktična primena hidrologije kao nauke u rešavanju inženjerskih zadataka, posebno u hidrotehnici i vodoprivredi



Hidrološki ciklus



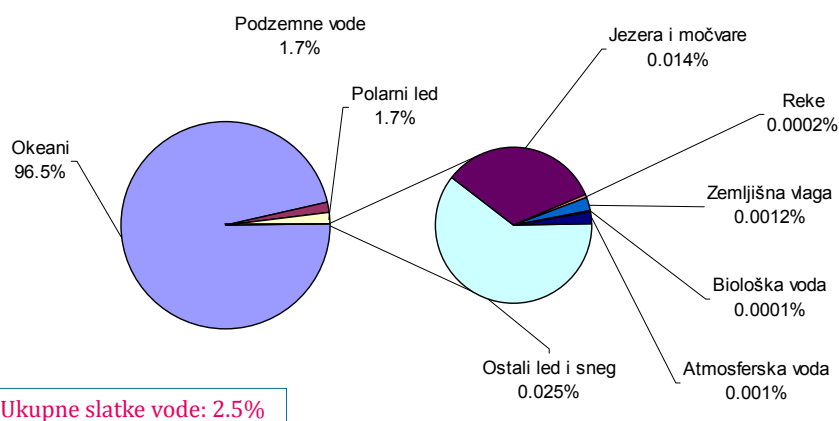
Hidrološki ciklus

- Nauke koje se bave delovima hidrološkog ciklusa
 - hidrologija u praksi: obično se bavi slatkim vodama
 - okeanografija: vode u morima i okeanima
 - meteorologija: voda u atmosferi
 - hidrogeologija: voda u litosferi (podzemne vode)
 - klimatologija, geografija, ekologija...
- Delovi hidrološkog ciklusa značajni za hidrotehniku
 - prevashodno površinske i podzemne vode



Globalne količine voda

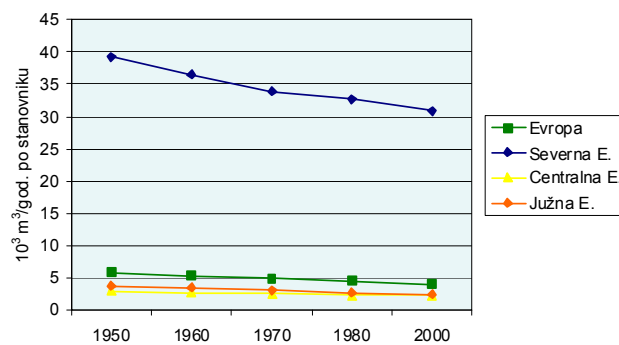
- Ukupna količina vode na Zemlji je približno konstantna i iznosi 1386 miliona km^3 ili 1.36 milijardi milijardi m^3



Raspoložive vode u različitim delovima sveta

Table 1.2.2 Dynamics of Actual Water Availability in Different Regions of the World

Continent and region	Area (10^6 km^2)	Actual water availability (10^3 m^3 per year per capita)				
		1950	1960	1970	1980	2000
<i>Europe</i>	10.28	5.9	5.4	4.9	4.6	4.1
North	1.32	39.2	36.5	33.9	32.7	30.9
Central	1.86	3.0	2.8	2.6	2.4	2.3
South	1.76	3.8	3.5	3.1	2.8	2.5
European USSR (North)	1.82	33.8	29.2	26.3	24.1	20.9
European USSR (South)	3.52	4.4	4	3.6	3.2	2.4
<i>North America</i>	24.16	37.2	30.2	25.2	21.3	17.5
Canada and Alaska	13.67	384	294	246	219	189
United States	7.83	10.6	8.8	7.6	6.8	5.6
Central America	2.67	22.7	17.2	12.5	9.4	7.1



Uloga hidrologije u hidrotehnici i vodoprivredi

- KORIŠĆENJE VODA
- ZAŠTITA VODA
- ZAŠTITA OD VODA

Upravljanje vodama
ili
VODOPRIVREDA

- Objekti, radovi, mere za ispunjenje vodoprivrednih ciljeva

HIDROTEHNIKA



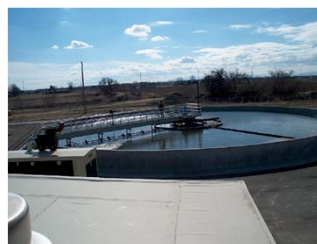
Uloga hidrologije u hidrotehnici i vodoprivredi

- KORIŠĆENJE VODA – Potrebe za vodom
 - za piće i pripremu hrane
 - za proizvodnju hrane
 - za održavanje higijene
 - za proizvodnju električne energije
 - za plovidbu
 - za rekreaciju...
- Problem **raspoloživosti** voda



Uloga hidrologije u hidrotehnici i vodoprivredi

- ZAŠTITA VODA – Kvalitet voda
 - kontrola zagađenja
 - prečišćavanje voda
 - kontrola malih voda
 - ...
- Problem **upotrebljivosti** voda

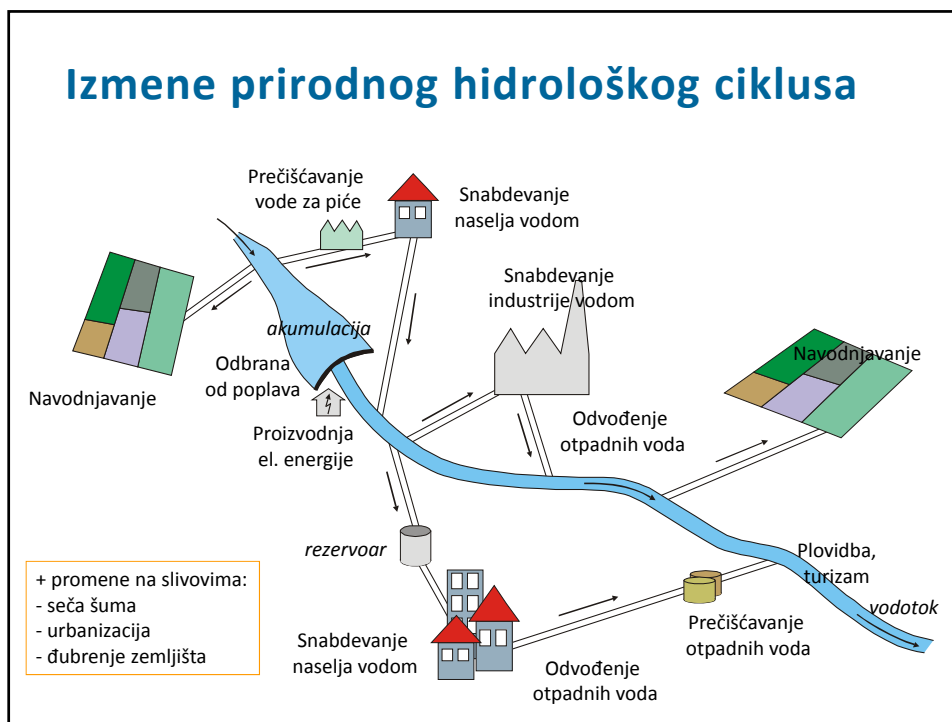


Uloga hidrologije u hidrotehnici i vodoprivredi

- ZAŠTITA OD VODA – Štetna delovanja vode
 - poplave
 - odvodnjavanje
 - erozija
 - ...
- Problem **smanjenja rizika** od štetnog dejstva voda



Izmene prirodnog hidrološkog ciklusa



Izmene prirodnog hidrološkog ciklusa

Proces	Ljudske intervencije	Posledica
Isparavanje	Navodnjavanje Promena vegetacionog pokrivača Urbanizacija	Povećano isparavanje Promena transpiracije i intercepcije Smanjeno isparavanje
Zalihe voda	Promena namene površina Eksploatacija podzemnih voda Odvodnjavanje Izgradnja akumulacija	Promena infiltracije Iscrpljivanje podzemnih voda Snižavanje nivoa podzemnih voda Povećanje zaliha voda
Oticaj	Promena namene površina Odvodnjavanje Prebacivanje voda u druge slivove Zahvatanje voda	Promena količine površinskog oticaja Brži oticaj Izmena protoka na rečnim profilima Nepovratna potrošnja dela rečnih i podzemnih voda

Predmet i zadaci inženjerske hidrologije

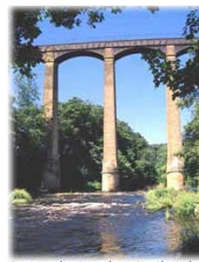
- Praktična primena hidrologije kao nauke u inženjerskim zadacima
- Procena količina i kvaliteta vode, njenog rasporeda i dinamike
- Osnova za planiranje i projektovanje hidrotehničkih objekata i vodoprivrednih sistema i upravljanje njima



Itaipu Dam, Paraguay/Brazil. The world's largest hydroelectric facility. Credit: Raipu Binazonal



Hayden-Rhodes Aqueduct, Arizona. Bureau of Reclamation



Pontcysyllte Aqueduct, North Wales. Wrexham County Borough Council

Predmet i zadaci inženjerske hidrologije

- Inženjerska hidrologija utvrđuje:
 - za hidrocentrale: raspoložive količine vode u reci
 - za navodnjavanje: potrebe biljaka za vodom, analiza kiša, analiza podzemnih voda, raspoložive količine vode za zahvatanje (određivanje MANJKA vode)
 - za odvodnjavanje: ... (određivanje VIŠKA vode)
 - za zaštitu od velikih voda (poplava) i malih voda (suša): analiza verovatnoće pojave ekstremnih protoka/zapremine
 - ...



University of Arizona. Credit: John C. Paumbo



Hammock at Lake Lanier near Atlanta

Predmet i zadaci inženjerske hidrologije

- Odgovori na pitanja kao što su:
 - Koliki protok velike vode se može očekivati na prelivu brane, ispod mosta, kroz propust, u sistemu kišne kanalizacije?
 - Kolika treba da bude zapremina akumulacije da bi se obezbedilo navodnjavanje ili snabdevanje naselja vodom tokom sušnih perioda?
 - Kakvi su efekti uređenja vodotoka (nasipa, akumulacija...) na velike vode jedne reke?



Metode i postupci u hidrologiji za utvrđivanje količina, rasporeda i dinamike voda

- OSMATRANJA I MERENJA HIDROLOŠKIH PROCESA
 - najdirektniji način za dobijanje potrebnih informacija o režimu voda
 - što više, to bolje!
 - potrebna kontinualna merenja i što gušće po prostoru (ideal koji se retko dostiže)



Metode i postupci u hidrologiji za utvrđivanje količina, rasporeda i dinamike voda

■ MODELIRANJE

- proračuni veličina koje se ne mere na osnovu izmerenih veličina
- vrste modela/proračuna:
 - modeli fizičkih procesa (hidrodinamički zakoni i sl.): neophodan veliki stepen uprošćenja zbog složenosti procesa $\frac{1}{g} \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{v}{g} \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial h}{\partial x} + I_e - I_d = 0$
 - konceptualni modeli (sistemski pristup): različit stepen pojednostavljenja
 - najjednostavniji: model crne kutije
 - statistički modeli (razmatranje verovatnoće pojave hidroloških veličina, korelacija i regresija)

