

INŽENJERSKA HIDROLOGIJA

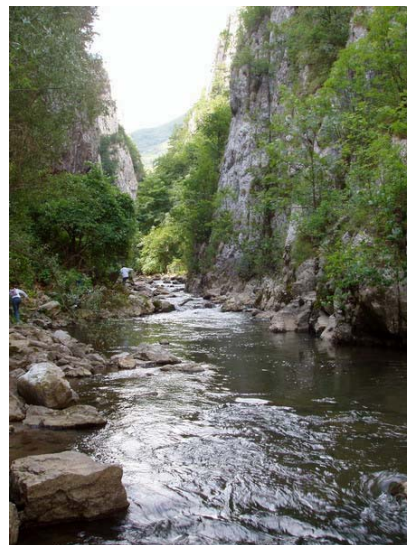


Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu :: Studijski program *Građevinarstvo*, Modul HVE

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)

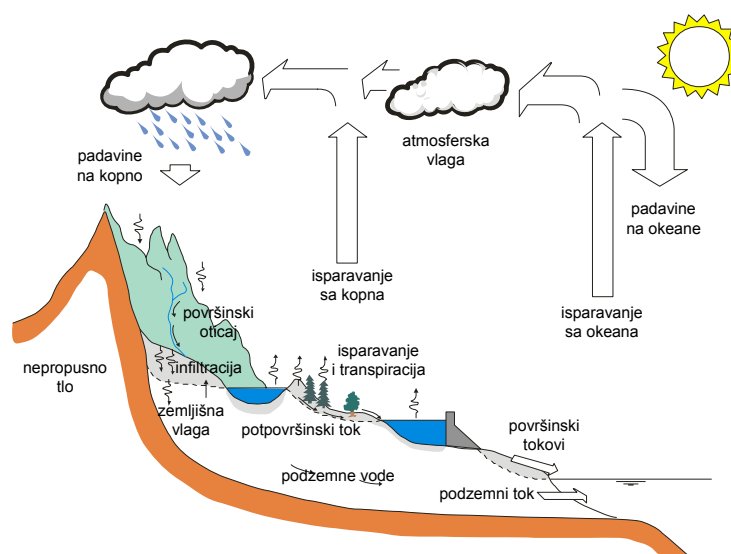


INŽENJERSKA HIDROLOGIJA

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



Hidrološki ciklus



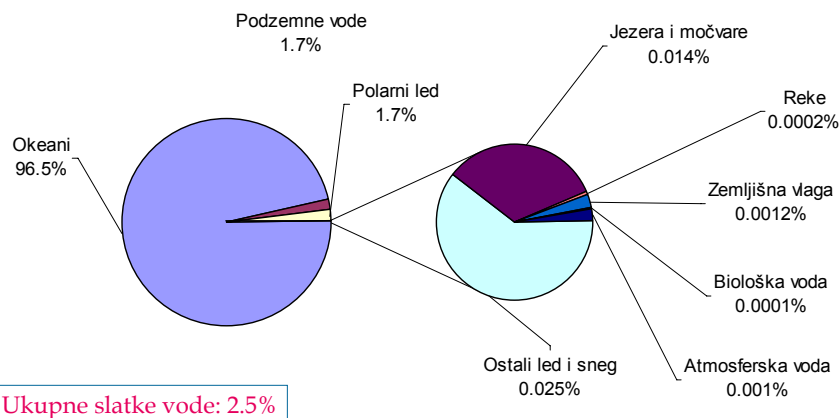
Hidrološki cikelus

- 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, hidrogeologija, ekologija...
- Delovi hidrološkog ciklusa značajni za hidrotehniku
 - prevashodno površinske i podzemne vode



Globalne količine voda

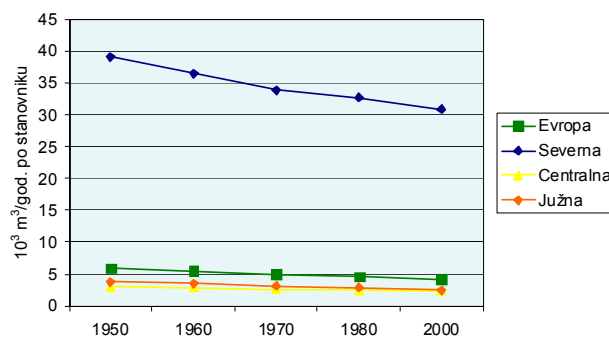
- Ukupna količina vode na Zemlji je približno konstantna i iznosi **1386 miliona km³** ili **1.36 milijardi milijardi m³**



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



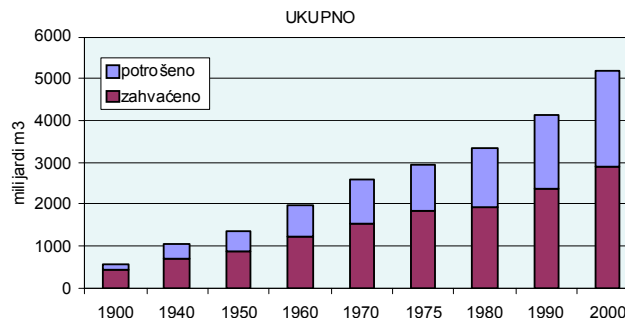
Dinamika korišćenja voda po aktivnostima

Table 1.2.3 Dynamics of Water Use in the World by Human Activity

Water users ^a	1900 (km ³ per year)	1940 (km ³ per year)	1950 (km ³ per year)	1960 (km ³ per year)	1970 (km ³ per year)	1975 (km ³ per year)	1980 (km ³ per year)	1980 (%)	1990 ^b (km ³ per year)	1990 ^b (%)	2000 ^b (km ³ per year)	2000 ^b (%)
Agriculture												
Withdrawal	525	893	1,130	1,550	1,850	2,050	2,290	69.0	2,680	64.9	3,250	62.6
Consumption	409	679	859	1,180	1,400	1,570	1,730	88.7	2,050	86.9	2,500	86.2
Industry												
Withdrawal	37.2	124	178	330	540	612	710	21.4	973	23.6	1,280	24.7
Consumption	3.5	9.7										
Municipal supply												
Withdrawal	16.1	36.3										
Consumption	4.0	9.0										
Reservoirs												
Withdrawal	0.3	3.7										
Consumption	0.3	3.7										
Total (rounded off)												
Withdrawal	579	1,060										
Consumption	417	701										

^a Total water withdrawal is shown in the figure.
^b Estimated.

Source: Shiklomanov (1993).



Uloga hidrologije u hidrotehnici i vodoprivredi

- KORISĆENJE VODA
- ZAŠTITA VODA
- ZAŠTITA OD VODA

Upravljanje vodama
ili
VODOPRIVREDA

- Objekti, radovi, mere za ispunjenje vodoprivrednih ciljeva

HIDROTEHNIKA

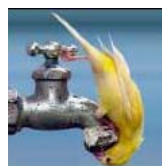


Uloga hidrologije u hidrotehnici i vodoprivredi

- KORISĆENJE 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



Predmet inženjerske hidrologije

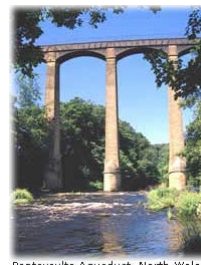
- Praktična primena hidrologije kao nauke u inženjerskim zadacima
- Procena količina i kvaliteta vode, njenog rasporeda i dinamike
- Osnova za planiranje i projektovanje hidrotehničkih objekata i vodoprivrednih sistema i upravljanje njima



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



Hayden-Rhodes Aqueduct, Arizona.
Bureau of Reclamation



Pontcysyllte Aqueduct, North Wales
Wrexham County Borough Council

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/zapremina
- ...



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 poznavanje 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

■ 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
 - konceptualni modeli (sistemski pristup): različit stepen pojednostavljenja
 - najjednostavniji: model crne kutije
 - statistički modeli (razmatranje verovatnoće pojave hidroloških veličina, korelacija i regresija)

$$\frac{1}{g} \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{v}{g} \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial h}{\partial x} + I_e - I_d = 0$$

