

HIDROLOGIJA

Prema UNESCO-vu i WMO-vu Međunarodnom rječniku hidroloških pojmova hidrologija je definirana na dva načina:

1. **Hidrologija** je znanost koja se bavi vodama iznad, na i ispod Zemljine površine; pojavljivanjem, otjecanjem i raspodjelom vode u vremenu i prostoru; biološkim, kemijskim i fizikalnim svojstvima vode i djelovanjem vode na okoliš, uključujući i utjecaj na živa bića.
2. **Hidrologija** je znanost koja se bavi procesima upravljanja, mijenjanja i nadopunjavanja vodnih zaliha na Zemljinoj površini i tretira različite faze u hidrološkom ciklusu.

Ako se izuzmu biološke i kemijske osobine vode, može se postaviti definicija hidrologije u užem smislu: **hidrologija** je znanost koja proučava pojave vode na Zemlji i zakone njezina stalnoga kruženja.

Unutar toga, hidrološka razmatranja najčešće se odnose na površinsko otjecanje vode. Otjecanjem se naziva onaj dio oborina koji se pojavljuje kao dotok. Površinsko otjecanje definira se dovođenjem u vezu količina vode s promjenama razina vode (odnos protoka vode prema vodostaju).



Slap Krčića

Hidrologija se dijeli na pet osnovnih disciplina:

1. **Hidrometeorologija** je znanost o vodi u atmosferi. Ona povezuje probleme hidrologije i meteorologije u hidrološkom ciklusu, odnosno u kruženju vode u prirodi.
2. **Potamologija** je grana hidrologije koja proučava površinske tokove i njihove vodne režime. Ona uključuje hidrodinamiku te elemente ispiranja (erozije) i taloženja nanosa u vodotocima. U potamologiji se posebno ističu **hidrografija**,

koja opisuje površinske vodene tokove i **hidrometrija**, odnosno tehnika mjerenja površinskih i podzemnih voda.

3. **Limnologija** je znanost o jezerima i slatkim vodama stajaćicama. U izučavanje voda koje miruju uključeni su hidrološki fenomeni, a naročito su naglašene analize utjecaja na okoliš.
4. **Kriologija** proučava vodu u njezinim čvrstim oblicima, npr.: led, tuču, sinijeg i soliku.
5. **Hidrologija podzemnih voda** je grana hidrologije koja se bavi podzemnim vodama, njihovim pojavama i kretanjima u različitim uvjetima u litosferi. Ova se interdisciplinarna znanost sastoji pretežno od hidrologije i geologije, a bavi različitim pojavama i ponašanjem vode u podzemlju. Koriste se još i nazivi **hidrogeologija**, **geohidrologija** ili jednostavno **podzemne vode**, a rabe se ovisno o tome koji se vid proučavanja želi naglasiti. Kod nas se najčešće koristi naziv hidrogeologija.

Prema tome, hidrologija je znanost koja se bavi analizama i studijama brojnih utjecaja vode u vezi s njezinim gibanjem i djelovanjem na živu i mrtvu prirodu. Ona proučava režima vode u atmosferi, na površini i ispod površine Zemlje, bez obzira na agregatno stanje vode. U to su uključena motrenja i mjerenja pojedinih veličina u prirodi te razrade i analize tih podataka. Na temelju tih podataka i analiza izvode se mjerodavni zaključci o raspoloživim vodnim količinama i njihovoj raspodjeli u vremenu i prostoru.

Razlika između hidrologije i ostalih tehničkih disciplina je u tome što prirodne pojave koje proučava hidrologija ne podliježu tako strogim analizama, uobičajenim u inženjerskoj mehanici. U hidrologiji je područje razmišljanja vrlo široko, u hidrološkim se analizama rabe različite metode, a često se tek ocjenjuje realnost rezultata hidroloških izračuna.

Zbog složenosti hidroloških problema potreban je interdisciplinarni pristup njihovu izučavanju i rješavanju. Stoga velik doprinos hidrologiji daju sljedeće znanstvene discipline: matematika, vjerojatnost i statistika, geologija, hidrogeologija, geografija, fizika, kemija, biologija, mehanika fluida, meteorologija, pedologija s poljoprivredom, šumarstvo i informatika.

Matematičkim se izrazima određuju odnosi između dviju i više veličina, a pojedina bitna svojstva u vezi s otjecanjem (primjerice: ovisnost protoka o vodostaju – protočna krivulja, ovisnost specifičnih dotoka o veličini sliva – krivulja specifičnih dotoka) opisuje se parametrima. Osim u određivanju odnosa među hidrološkim parametrima, matematički postupci sadržani su u svim hidrološkim izračunima, opisima hidroloških procesa i simulacijama na modelima. Primjenom vjerojatnosti i statistike na nizove hidroloških podataka, izvode se statističke analize i zaključci o vjerojatnosti pojavljivanja budućih hidroloških događaja.

Budući da su oborine najvažniji faktor koji uzrokuje otjecanje, meteorologija je nezaobilazna znanstvena disciplina u hidrološkim analizama. Pedologija, poljoprivreda i šumarstvo prvenstveno su važni zbog uvjeta otjecanja vode i stvaranja nanosa. Za određivanje baza hidroloških podataka te uporabe odgovarajućih hidroloških programa i matematičkih modela za simulacije otjecanja neophodna je primjena informatike.

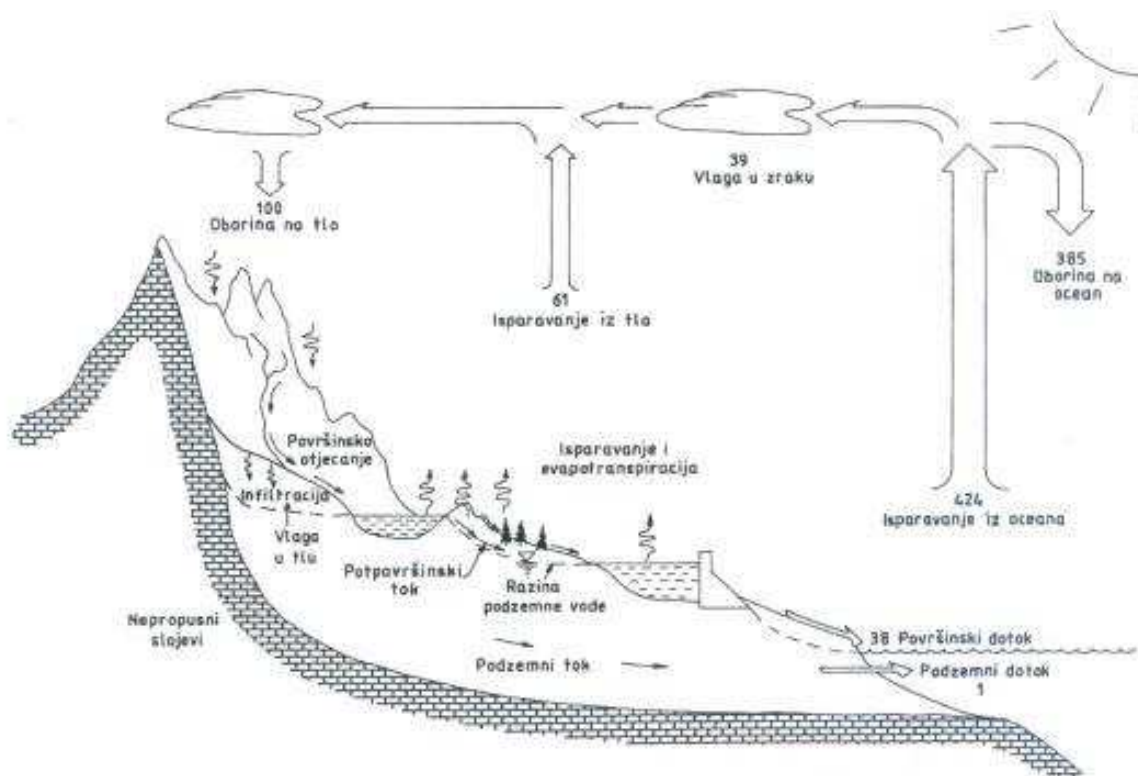
Poznavanje geološke građe slivnoga područja predstavlja preduvjet za donošenje zaključaka o uvjetima otjecanja vode, dok je hidrogeologija neizostavna u proučavanju

podzemne komponente otjecanja kod kruženja vode u prirodi. Zemljopisne su osobine općenito značajne u opisivanju slivnoga područja i određivanju mreže vodotoka (hidrografska mreža). Na osnovi topografske sličnosti, a uzimajući u razmatranje i ostale značajke bitne za otjecanje vode – prvenstveno geološke i klimatološke – moguće je izvoditi zaključke o sličnosti različitih slivnih područja u pogledu otjecanja vode. Na taj se način može ocijeniti ima li smisla hidrološke zakonitosti izvedene za sliv o kojemu postoji više podataka primijeniti na područja o kojima je prikupljeno malo hidroloških podataka ili ih uopće nema.

Fizika pak, a posebice mehanika fluida, odnosno hidraulika, bitne su zbog proučavanja temeljnih zakonitosti otjecanja vode i nanosa u vodotocima, dok je u proučavanju kakvoće vode osobito značajan doprinos kemije.

Hidrološki ciklus je kruženje vode kroz atmosferu i na Zemljinoj površini. To je slijed prelaženja vode iz atmosfere na Zemlju i njeno vraćanje u atmosferu; isparavanje iz oceana, mora, jezera i rijeka te s kopna, pri čemu dolazi do izražaja isparavanje vode iz biljaka. U oblacima dolazi do kondenzacije pa se stvaraju oborine koje padaju natrag u oceane i na kopno. U oceanima, morima, jezerima, vodenim tokovima i na kopnu voda se potom akumulira, te opet isparava.

Hidrološki ciklus zbiva se u Zemljinu sustavu: u atmosferi, hidrosferi (na površini) i litosferi (tvrdi sastav Zemlje ispod hidrosfere). Voda prodire u Zemlju prosječno do 1 km (u kršu i do 2-3 km), a u atmosferu do 15 km, pa se čitav proces zbiva u amplitudi od oko 16 km.

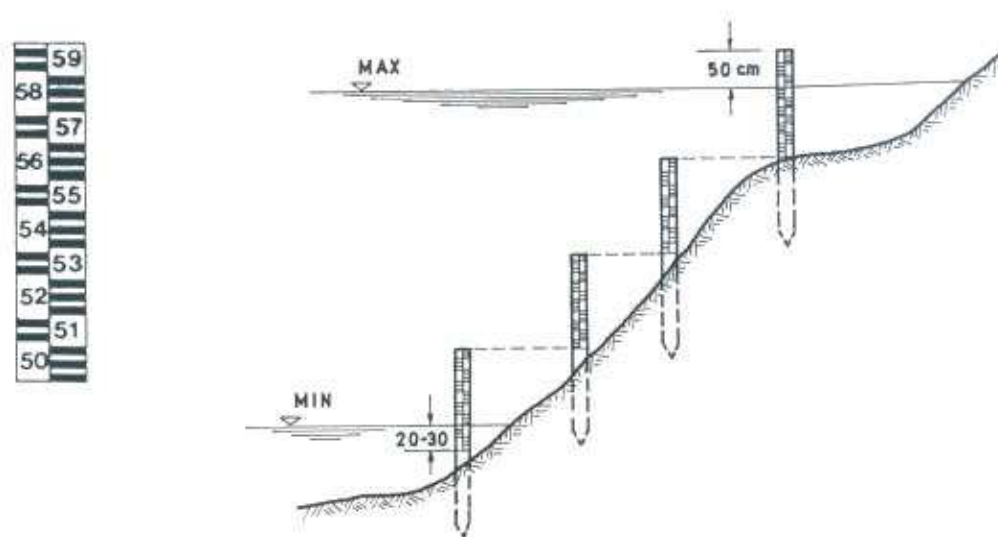


Hidrološki ciklus (V. T. Chow i dr. 1988.)

Na slici je prikazano kruženje vode u prirodi. Hidrološki ciklus je važan za razumijevanje vodne bilance, odnosno vodnoga bilansa. **Vodna bilanca** je pregled raspoložive vode temeljen na načelu da tijekom određena vremenskog intervala ukupni višak

ili manjak vode u danome slivnom području ili vodnom objektu mora biti jednak zbroju ukupnoga gubitka ili viška vode i neto promjeni zalihe vode u slivu ili vodnom objektu.

U novije vrijeme, praktički od 1951. do danas u svijetu je prikupljeno obilje opaženih i izmjerenih meteoroloških i hidroloških veličina koje predstavljaju sigurnu osnovu za izvođenje općenitih zaključaka. U pojedinim nerazvijenim područjima još uvijek se ne provodi dovoljno pouzdanih hidroloških istraživačkih radova, pa zbog toga nije moguće do kraja izbjeći ni iskustveni pristup ni racionalizaciju. Ipak, takvih je područja sve manje, a naglim razvojem hidrometrijskih instrumenata te metoda i načina mjerenja došlo se do vrlo velika broja osnovnih hidroloških podataka. U novije vrijeme te se podatke sustavno pohranjuje u baze podataka, a daljnja primjena elektroničkih računala očituje se u sve većem razvoju i primjeni različitih matematičkih modela za simulacije otjecanja.



Vodokaz

Unutar hidrologije razvijaju se pojedina usmjerenja, a osnovna je podjela na parametarsku i stohastičku hidrologiju. Njihove definicije proizlaze iz samih naziva.

Pod pojmom parametarska hidrologija (može se još reći i: određena, iskustvena, deterministička, analitička ili dinamička hidrologija) podrazumijeva se način analize hidroloških procesa u kojemu se upotrebljava deterministički pristup istraživanjima hidroloških sustava uz korištenje različitih parametara.

Primjenom stohastičke hidrologije (sinonimi su: vjerojatnosna i statistička hidrologija ili hidrologija slučajnih procesa), hidrološki procesi i pojave opisuju se i analiziraju metodama teorije vjerojatnosti i matematičke statistike.

S obzirom na bitna svojstva pojedinih područja koja se razmatraju razvile su se posebne grane hidrologije, primjerice **hidrologija krša**, **gradska (urbana) hidrologija** i **hidrologija akumulacija**, te u novije vrijeme **ekohidrologija**.

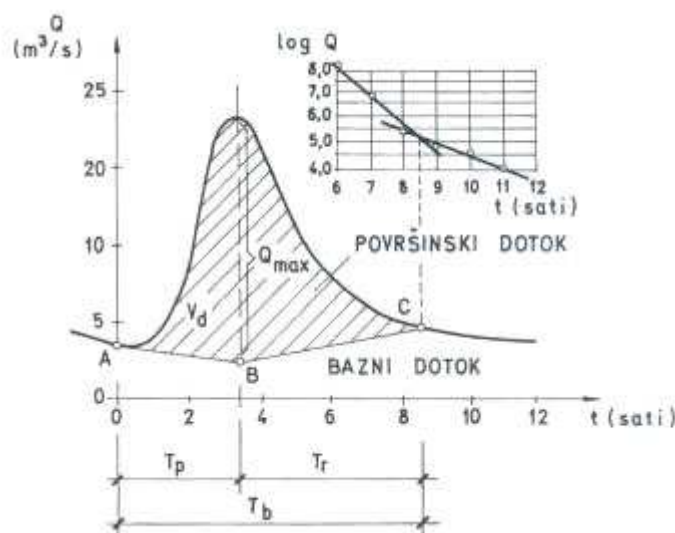
Hidrologija krša je grana hidrologije koja se bavi hidrologijom u krškim naslagama i slojevima s velikim podzemnim prolazima, koji omogućuju tečenje znatnih količina vode podzemljem.

Gradska (urbana) hidrologija je grana hidrologije koja se bavi otjecanjem s naseljenih i gradskih područja, čiji se znatan dio sastoji iz međusobno bliskih nepristupačnih površina i uređenoga zemljišta pod vegetacijom.

Hidrologija akumulacija je grana hidrologije koja se bavi radom akumulacijskih jezera i njihovim utjecajem na vodni režim.

Ekohidrologija (ekološka hidrologija) izučava kako hidrološki fenomeni utječu na ekološke procese.

Za izučavanje i rješavanje hidroloških problema danas je dostupna vrlo opsežna literatura. Za izračune i analize koriste se programi za elektronička računala i različiti matematički modeli. Uz sve ove mogućnosti i pogodnosti postoji još jedan, i to najvažniji element, a to je iskustvo obrađivača. Ono je prvenstveno potrebno pri odabiru odgovarajućih pristupa izračunima i analizama, a potom kod prihvaćanja rezultata i ocjene njihove realnosti. Tretiranje bitnih fizičkih značajki – a one su na svakome slivu drugačije – na ispravan način, daje hidrološke parametre koji predstavljaju dovoljno pouzdanu podlogu za njihovo daljnje korištenje u hidrotehnici.



Hidrogram

Iskustvo se u hidrologiji stječe radom na različitim hidrološkim problemima, shvaćanjem hidroloških fenomena i povezivanjem glavnih značajki otjecanja s odgovarajućim matematičkim metodama. Nije dovoljno samo poznavati hidrološke metode i postupke koji se preporučaju u literaturi – neophodno je znati ih ispravno primijeniti. Jedino se tako mogu dovoljno pouzdano odrediti zakonitosti po kojima se ponašaju pojedini slivovi za vrijeme odvijanja procesa otjecanja na njima.

Počeci hidrologije sežu daleko u prošlost – još u drevne visoke civilizacije. Napredak u hidrološkim istraživanjima ovisio je, a ovisi i danas, prvenstveno o potrebama ljudi za korištenjem voda i zaštitom od voda. Kao posebna grana hidrotehnike, hidrologija se vremenom razvijala usporedo s drugim znanostima, koristeći po potrebi i njihova dostignuća. Neki od najvećih ljudskih umova (primjerice: Anaksagora, Kritija, Aristotel, Leonardo da

Vinci) dali su značajne doprinose hidrologiji i utjecali na razvoj hidroloških istraživanja i zaključivanja.

U sklopu Međunarodne geodetske i geofizičke unije – International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG) – 1922. je osnovano Međunarodno znanstveno hidrološko društvo pod nazivom Section of Scientific Hydrology, koje je kasnije preimenovano u International Association of Scientific Hydrology (IASH).

U isto se vrijeme osnivaju i druga važna udruženja unutar kojih je hidrologija izravno uključena. To su, primjerice – Međunarodno oceanografsko društvo – International Association of Physical Oceanography – osnovano 1919. godine i Međunarodno udruženje za velike brane – International Congress on Large Dams (ICOLD) – osnovano 1928. godine.

Hidrologija se kao izdvojena znanstvena grana u punom smislu počinje razvijati usporedo s osnivanjem posebnih hidrometeoroloških službi (ili odvojenih hidroloških i meteoroloških službi), instituta i zavoda, te uvođenjem hidrologije kao predmeta na sveučilištima početkom 20. stoljeća.

Za Hrvatsku kao dunavsku zemlju važno je osnivanje Međunarodne dunavske komisije 1919. godine, a 1948. godine je konvencijom regulirana plovidba po Dunavu.

Rezultati hidroloških obrada i analiza trebaju sadržavati što pouzdanije informacije o vodnom režimu, po mogućnosti temeljene na podacima dobivenima motrenjem i mjerenjem. Najčešće su to podaci o srednjim, velikim i malim vodama, zaključci o prenosu i količinama riječnoga nanosa i morfološkim promjenama korita, te podaci o temperaturi vode i pojavama leda u vodotocima.

Zadaća hidrologije najčešće je da odredi što pouzdanije temeljne podloge za ostale grane hidrotehnike. U nekim znanostima, hidrologija kao važna pomoćna disciplina može u velikoj mjeri pridonijeti objašnjavanju prirodnih pojava vezanih uz otjecanje vode i pomoći u izvođenju pouzdanih zaključaka.

Otjecanje vode nije konstantno po količini – čak ni u kratkim vremenskim razdobljima – a nagle i snažne promjene su česte. Maksimalni protoci pojedinih rijeka mogu biti nekoliko desetaka puta, pa sve do nekoliko tisuća puta veći od minimalnih. Odnos između maksimalnoga i minimalnoga godišnjeg protoka može biti bitno različit u pojedinim godinama. Obično se prosjeci malo mijenjaju, no srednji protoci u nekim različitim vremenskim razdobljima (primjerice: 5, 10, 20, 30 godina) mogu se međusobno značajno razlikovati.

Prema tome, za pouzdano utvrđivanje dugogodišnjega vodnog režima nekog vodotoka, pri rješavanju inženjerskih hidrotehničkih – i ne samo hidrotehničkih problema – potrebno je poznavati kronologiju protjecanja za odgovarajuće razdoblje ili biti upućen u odnose između poznatih podataka o oborinama i protjecanja vode u rijeci, kako bi to protjecanje moglo biti određeno sa zadovoljavajućom točnošću.

U sadašnjemu razdoblju razvoja hidrologije – koje se zbog mogućnosti obrada velika broja prikupljenih podataka naziva razdobljem teoretizacije – može, zbog neznanja ili površna poznavanja hidrologije kao primijenjene znanosti, doći do krupnih tehničkih propusta, ukoliko se smatra nepotrebnim iskoristiti sve raspoložive hidrološke podatke. Ne smije se zaboraviti ili zanemariti činjenica da veličine mjerodavnih hidroloških parametara nisu konstantne, nego variraju oko prosječnih vrijednosti. Te se prosječne vrijednosti s vremenom mogu značajno promijeniti. Razlozi za promjene mogu biti dulji nizovi prikupljenih podataka

