

Tema broj 1: Odakle potiče voda i kuda ide?

Šta je vodni (hidrološki) ciklus?

Šta je to vodni ciklus? Poznat još kao hidrološki ciklus, ciklus kruženja vode u prirodi predstavlja postojanje i kretanje vode na, u i iznad Zemlje. Voda na planeti je u stalnom kretanju i uvek u drugim vidovima, od tečnog stanja do vodene pare i leda i nazad. Ciklus kruženja vode u prirodi postoji milijardama godina i sav život na Zemlji zavisi upravo od njega; bez kruženja vode, naša planeta bi predstavljala prilično nepodesno mesto za život.

Ukratko o hidrološkom ciklusu

Hidrološki ciklus nema početnu tačku, ali najbolje je krenuti od okeana. Sunce, koje upravlja kruženjem vode u prirodi, zagreva vodu u okeanima. Jedan njen deo isparava i kao vodena para dospeva u vazduh. Evaporacija se odvija i u slatkovodnim jezerima i rekama. Sa kopna, u okviru evapotranspiracije, voda se oslobadja iz biljaka i zemljišta, i takodje u vidu vodene pare prelazi u vazduh. Mali deo vode u atmosferi potiče od sublimacije, gde se sneg i led direktno preobraćaju u vodenu paru, potpuno preskočivši fazu topljenja. Uzlazne vazdušne struje podižu paru u atmosferu, gde, usled niskih temperatura, dolazi do kondenzacije i nastanka oblaka.

Vazdušne struje nose oblake oko planete, pri čemu se delovi oblaka sudaraju, uvećavaju i tako nastaju padavine. Jedan deo padavina je u vidu snega i može se nakupljati u vidu ledenih kapa i glečera. Sneg se u toplijim regionima često otapa na proleće, a nastala voda je poznata kao snežni oticaj. Dok se veći deo padavina vraća ponovo u okeane, jedan deo dospeva u kopno, gde, usled gravitacije, teče po površini kao površinsko oticanje. Deo površinskog oticaja odlazi u reke i kreće se kao rečni tok prema okeanima, dok se jedan deo akumulira kao slatka voda u jezerima i rekama. Ne dospeva sav oticaj u površinska vodna tela - veći deo prodire u zemljište (infiltracija). Od toga, deo dospeva u duboke slojeve, obnavljajući akvifere (zasićene stene ispod površine terena), koji sadrže ogromne količine podzemnih voda u dugim vremenskim periodima.

Neke podzemne vode ostaju blizu površine terena i mogu se procedjivati nazad u površinska vodna tela (i okean) u vidu pražnjenja podzemnih voda, a neke nalaze otvore na površini terena i pojavljuju se u vidu slatkovodnih izvora. Vremenom, ova voda nastavlja da se kreće, pri čemu dospeva i do okeana, gde se ciklus kruženja "završava" ... i počinje.

Voda u okeanima

Sabirališta za najveću količinu vode na Zemlji su okeani. Procenjuje se da se, od 1 386 000 000 kubnih kilometara (321 000 000 kubnih milja) ukupne količine vode na planeti, oko 1 338 000 000 kubnih kilometara (332 500 000 kubnih milja) upravo nalazi u okeanima. To je oko 96.5 procenata. Takodje se procenjuje da okeani daju oko 90 procenata vode pri isparavanju (izazvano Sunčevom toplotom) za proces kruženja vode.

Tokom hladnijih klimatskih perioda, formira se više ledenih kapa i glečera, što umanjuje količinu vode u okeanima. Obrnuto je u toku toplih perioda. U toku poslednjeg ledenog doba, glečeri su prekrivali skoro trećinu kopna na Zemlji, a okeani su bili oko 122 metara (400 stopa)

ispod nivoa na kome su danas. Pre oko tri miliona godina, kada je Planeta postala toplija, okeani su se podigli za 50 metara (165 stopa).

Evaporacija

Evaporacija, suprotno kondenzaciji, predstavlja proces prelaska vode iz tečnog stanja u gasovito ili paru. Energija (toplota) se koristi za razbijanje veza koje drže molekule vode zajedno, što predstavlja objašnjenje zašto voda lako isparava na tački ključanja (1000 C, 2120 F), a sporije na nižim temperaturama. Evaporacijom se takodje otklanja toplota iz životne sredine, čime se objašnjava osećaj hladjenja kože kada se sa nje isparava voda.

Evaporacija iz okeana je glavni put prelaska vode u atmosferu. Na globalnom nivou, iznos vode koja isparava je skoro isti iznosu vode koja se u vidu padavina vraća na Zemlju. Samo oko 10 procenata vode koja ispari iz okeana usmeri se ka kopnu i oslobodi u formi padavina. Kada jednom ispari, molekul vode provede oko 10 dana u vazduhu.

Sublimacija

Za one koji su zainteresovani za Hidrološki ciklus (ciklus kruženja vode u prirodi), sublimacija se najčešće koristi za opisivanje procesa direktne promene snega i leda u vodenu paru, bez otapanja u vodu. Sublimacija je čest proces nestanka snega u određenim klimatskim zonama. Nije lako videti kako se odvija process sublimacije. Najbolji način za vizualizaciju sublimacije je da se ne upotrebi voda, već zamrznuti CO₂.

Sublimacija se javlja češće u određenim vremenskim uslovima, kao što je niska relativna vlažnost i suvi vetrovi. Javlja se češće na višim nadmorskim visinama, gde je vazdušni pritisak manji nego na nižim. Energija, u vidu jakog sunčevog zračenja, takodje je važan uslov. Kada bi trebalo da pokažem neko mesto na Zemlji gde se sublimacija javlja često, izabrao bih južnu stranu Mt. Everesta. Niske temperature, jaki vetrovi, intenzivna Sunčeva svetlost, veoma nizak vazdušni pritisak – to su faktori potrebni da dodje do sublimacije.

Evapotranspiracija

Iako neke definicije evapotranspiracije uključuju isparavanje iz površinskih vodnih tela, kao što su jezera, pa čak i okeani, na ovom Web sajtu, evapotranspiracija se definiše kao gubitak vode sa površine kopna (nivoa površinskih i podzemnih voda) u atmosferu i transpiracija podzemnih voda biljkama putem njihovih listova. Veći deo evapotranspiracije sastoji se od vode preuzete od biljaka. Transpiracija je proces prenosa vlage kroz biljku od korena do malih pora na

donjoj strani listova, gde se menja u paru i oslobadja u atmosferu. Transpiracija je, u suštini, isparavanje vode sa listova biljaka. Procenjuje se da se oko 10 procenata vlage u atmosferi oslobadja iz biljaka putem transpiracije.

Voda u atmosferi

Voda postoji u atmosferi u vidu pare, kao što su oblaci i vlažnost. Iako atmosfera ne može biti veliko sabiralište vode, to je izuzetan super-autoput za kretanje vode oko Planete. Procenjuje se da je zapremina vode u atmosferi u bilo kom trenutku oko 12 900 kubnih kilometara (3 100 kubnih milja) i kada bi se odjednom sručila na Zemlju u vidu kiše, prekrila bi površinu kopna samo do prvih 2.5 centimetara dubine, oko 1 inč.

Kondenzacija

Kondenzacija, suprotno evaporaciji, predstavlja proces prelaska vodene pare u vazduhu u tečno stanje. Kondenzacija je važna za hidrološki ciklus zato što je odgovorna za formiranje oblaka, a samim tim, i padavina. Čak i kada nema oblaka na kristalno čistom nebu, voda je ipak prisutna u formi vodene pare i kapljica koje su nevidljive golim okom. Oblaci se formiraju u atmosferi zato što se vazduh koji sadrži vodenu paru podiže, hladi i kondenzuje. Kondenzacija je takodje odgovorna za nastanak magle, za to što vam se naočari zamagle svaki put kad izađete iz hladne prostorije van, po vrelom, vlažnom danu, za vodu koja kaplje iz vaše čaše, kao i za vodu na unutrašnjosti vaših prozora u kući po hladnom danu.

Padavine

Padavine predstavljaju vodu koja se oslobadja iz oblaka u vidu kiše, ledene kiše, susnežice, snega ili grada i osnovni je vid povratka vode iz atmosfere na Zemlju. Oblaci sadrže vodenu paru i kapljice, koje su toliko male da dopiru kao padavine, ali su dovoljno velike da formiraju vidljive oblake. Da bi došlo do pojave padavina, prvo se tanke kapljice vode moraju kondenzovati na česticama prašine, soli ili dima. Zatim, kapi se sudaraju i uvećavaju dovoljno da mogu da padnu na Zemlju. Milioni kapljica je potrebno da se stvori samo jedna kap kiše. Svetski rekord za prosečnu godišnju količinu padavina pripada Mt. Waialeale (Havaji), gde u proseku iznosi oko 1140 centimetara (450 inča) godišnje. Suprotan slučaj predstavlja Arica (Čile), gde kiša nije padala čak 14 godina.

Akumuliranje vode u vidu leda i snega

Jedan deo vode na Zemlji blokiran je već relativno dug vremenski period u ledenim kapama i glečerima. Najveći deo ledene mase, skoro 90 procenata, nalazi se na Antarktiku, dok ledena kapa Grenlanda sadrži samo 10 procenata ukupne globalne ledene mase na Planeti. Ledene kape i glečeri dolaze i odlaze s vremena na vreme, zato što se klima menja, kao što su se i u prošlosti menjivali topli i hladni periodi.

Led glečera pokriva 10-11 procenata kopna. Kada bi se danas otopili svi glečeri, nivo mora bi porastao za 70 metara (230 stopa), a u toku poslednjeg ledenog doba, nivo mora bio je oko 122 metara (400 stopa) niži nego danas, dok su glečeri prekrivali skoro jednu trećinu kopna.

Led glečera pokriva 10-11 procenata kopna. Kada bi se danas otopili svi glečeri, nivo mora bi porastao za 70 metara (230 stopa), a u toku poslednjeg ledenog doba, nivo mora bio je oko 122 metara (400 stopa) niži nego danas, dok su glečeri prekrivali skoro jednu trećinu kopna.

Širom sveta, oticanje vode usled topljenja snega predstavlja glavni deo globalnog kretanja vode. U hladnijim klimatskim zonama, veći deo prolećnog oticaja vode i toka reka potiče od otapanja snega i leda. Pored poplava, brzo otapanje snega može izazvati i pojavu klizišta i odrona. Oticanje varira u zavisnosti od godišnjeg doba, kao i u toku godine. Ako u nekoj oblasti jedne godine ima malo snežnih padavina u toku zime, nedostatak vode akumulirane na taj način može umanjiti količinu vode potrebne do kraja godine. Ovo može uticati na količinu vode u nizvodnim rezervoarima, što može dalje uticati na količinu vode potrebne za navodnjavanje i vodosnabdevanje naselja.

Površinski oticaj

Površinski oticaj predstavlja tečenje padavina po kopnu. Kao i kod drugih vidova hidrološkog ciklusa, interakcija između padavina i površinskog oticaja varira, u zavisnosti od vremena i geografije. Samo oko trećina padavina otiče u rečne tokove i vraća se u okeane.

Protok reke

Protok reke označava količinu vode koja protiče rekom. Reke su od neprocenjive važnosti, ne samo za ljude, već i za biljke, životinje, kao i život uopšte. Reke ne predstavljaju samo pogodno mesto gde se ljudi zabavljaju (kao i njihovi psi), već oni koriste rečnu vodu za vodosnabdevanje i navodnjavanje, za proizvodnju električne energije, za odnošenje otpada (na sreću, iako ne uvek, tretiranog otpada), za transport robe i za proizvodnju hrane. Reke su čak značajne zato što doprinose da podzemni akviferi budu puni vode, filtracijom vode kroz svoja korita.

Kada govorimo o rekama, važno je da razmišljamo o rečnom slivu. Šta je slivno područje? Ako sada stojite na zemljištu, samo pogledajte na dole. Stojite, kao i svako drugi, na slivnom području. Slivno područje je oblast gde se sva voda koja padne ili otiče kreće ka jednoj tački (reci). Glavni uticaj na slivno područje vrše padavine izlučene u slivnom području, a veličina reke zavisi od veličine njenog slivnog područja.

Sakupljanje slatkih voda

Jedan deo hidrološkog ciklusa koji svakodnevno možemo videti predstavlja slatka voda koja postoji na Zemlji, u vidu bara, jezera, akumulacija (veštačkih jezera), močvara i reka. Površinska voda nije samo od primarnog značaja za sve forme života na Zemlji, već, putem infiltracije, ona omogućava da podzemni akviferi budu puni vode. Slatke vode predstavljaju samo tri procenta od ukupne količine vode na Zemlji, a slatkovodna jezera i močvare iznose samo 0.29 procenata slatkih voda na Planeti. Reke imaju samo oko 0.006 procenata ukupnih slatkovodnih rezervi. Možete videti da život na Zemlji opstaje zahvaljujući "kapi u moru" ukupne količine vode na Zemlji!

Infiltracija

Tok koji nestaje u jami i dospeva direktno u podzemne vode Infiltracija predstavlja prodiranje vode sa površine terena u dubinu. Bilo gde na svetu, deo vode koji padne u vidu kiše, infiltrira se u podzemne slojeve ili stene. Koliko će se infiltrirati, zavisi od većeg broja faktora. Deo infiltrirane vode zadržaće se u površinskom sloju zemlje, gde može gde može da se prazni u rečni tok prodiranjem kroz obalu. Zatim, deo vode može prodrati i dublje, prihranjujući podzemne akvifere. Ako su akviferi plitki ili dovoljno porozni da omoguće da se voda lako probija kroz njih, ljudi buše bunare u njima i koriste vodu za svoje potrebe.

Velike količine vode se akumuliraju u zemljištu. Voda se ovde još uvek kreće, verovatno vrlo sporo, i ona je još uvek deo hidrološkog ciklusa. Veći deo vode u zemljištu potiče od padavina koje prodiru u dubinu sa površine terena. Gornji sloj zemljišta je nezasićena zona, gde je voda prisutna u količinama koje se menjaju sa vremenom, ali zemljište ostaje nezasićeno. Ispod ovog sloja, nalazi se zasićena zona, gde su sve pore, pukotine i prostori između čestica stena zasićene vodom. Izraz podzemne vode koristi se za opisivanje ove zone. Ogromne količine podzemnih voda akumulirane su u akviferima i život ljudi širom sveta zavisi upravo od podzemnih voda.

Pražnjenje podzemnih voda

Intenzivno isticanje podzemnih voda u oblasti Idaho (SAD). Pražnjenje podzemnih voda predstavlja izbijanje vode na površinu zemlje. Ne prihranjuju akvifere samo padavine koje prodiru u zemljište (usled gravitacije) – jedan deo nailazi na voodootporne slojeve i slojeve velike gustine i počinje da se kreće u horizontalnom smeru. Deo ove vode će oticati na površinu terena u rečna korita, kao tekući izvori, i u okean. Voda koja se kreće ispod površine terena zavisi od permeabiliteta (koliko je lako ili teško da se voda kreće kroz njih) i poroznosti (veličina otvorenih pora u materijalu) podzemne stene. Ako stena omogućava da se voda nesmetano probija kroz nju, onda se podzemne vode mogu kretati veoma daleko danima.

Izvor je vodno telo nastalo kada strana brda, dno doline ili drugo geografsko mesto seče tok vodnog tela podzemnih voda na ili ispod nivoa podzemnih voda, gde je podpovršinski materijal zasićen vodom. Izvor je rezultat popunjavanja akvifera do tačke kada voda ističe na površinu terena. Mnogi termalni izvori se javljaju u oblastima recentne vulkanske aktivnosti, kada se voda zagreva na kontaktu sa vrelim stenama na velikoj dubini. Vreli izvori mogu nastati kada voda duboko u unutrašnjosti Zemlje nadje putanju ka površini.

Globalna raspodela voda

Za detaljno objašnjenje gde se sve nalazi voda na Zemlji, pogledajte mapu i tabelu sa podacima. Za sada, znate da hidrološki ciklus opisuje kretanje vode na Planeti, tako da sliku i tabelu treba da shvatite kao vodu u jednoj tački u jednom trenutku. Ako uporedite sa situacijom od pre nekoliko hiljada ili miliona godina, podaci će biti drugačiji.

Treba imati u vidu da od ukupne količine vode na Zemlji, a to je oko 1 386 miliona kubnih kilometara (332.5 miliona kubnih milja), preko 96 procenata predstavlja slana voda. A od ukupne količine slatke vode, preko 68 procenata je zarobljeno u ledu i glečerima. Preostalih 30 procenata slatkih voda nalazi se u zemljištu. Površinski slatkovodni izvori, kao što su reke i jezera, iznose samo oko 93 100 kubnih kilometara (22 300 kubnih milja), što je oko 1/150. deo jednog procenta ukupne količine vode na Planeti. Konačno, reke i jezera su izvori najvećeg dela vode za svakodnevnu ljudsku upotrebu.