



Agrometeorologija
Biljka i zemljište

Osnovne fizičke osobine zemljišta

- Zemljište služi kao izvor hranjivih materija i vode koji su neophodan uslov za život biljaka
- Svojim fizičkim, hemijskim i biološkim karakteristikama ono neposredno utiče na produktivnost biljne proizvodnje
- Od posebnog značaja za poljoprivrednu proizvodnju je klima zemljišta, koja se može u znatnoj mjeri poboljšati za razliku od klime atmosfere



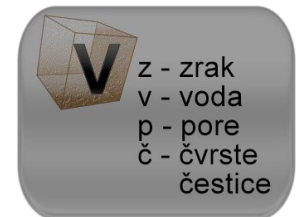
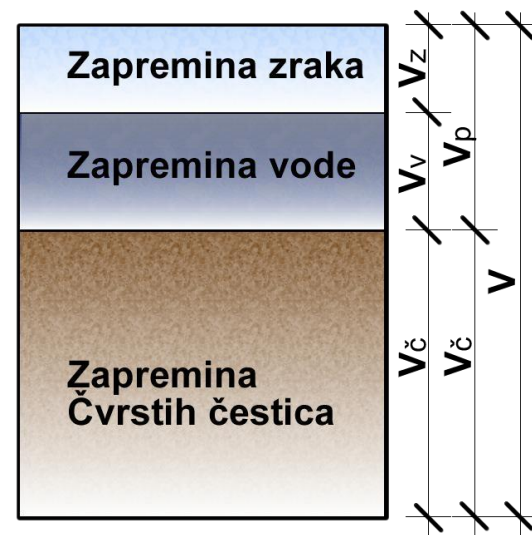
- Pod fizičkim osobinama zemljišta podrazumjevaju se one osobine koje se odnose na njegov prirodni sastav
- Najvažnije su sljedeće prirodne osobine: zapreminska težina, poroznost, mehanički sastav, struktura, kao i vazdušni, toplotni i vodni režim zemljišta



- **Zapreminska težina** zemljišta je težina 1 cm^3 apsolutno suvog zemljišta u prirodnom neporemećenom stanju i izražava je u g/cm^3
- To je broj koji pokazuje koliko je puta 1 g/cm^3 zemljišta teži od iste zapremine vode
- Kreće se od 0,1-2 i najmanja je u površinskom sloju zbog prisustva humusa i veće rastresitosti
- Ova vrijednost služi za izračunavanje ukupne poroznosti, količine vode i organske materije.

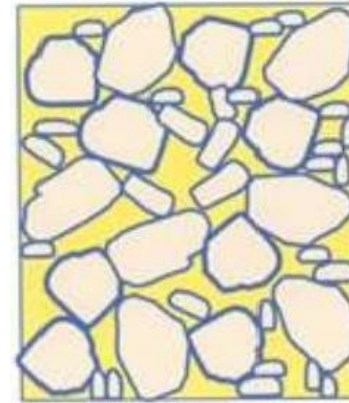


- **Poroznost zemljišta**
predstavlja zapreminu svih šupljina u jedinici zapremine zemljišta
- Prema ukupnoj zapremini pora (P) zemljišta dijelimo na:
 - Vrlo porozna ($P > 60\%$)
 - Porozna ($P = 45-60\%$)
 - Slabo porozna ($P = 30-45\%$)
 - Vrlo slabo porozna ($P < 30\%$)

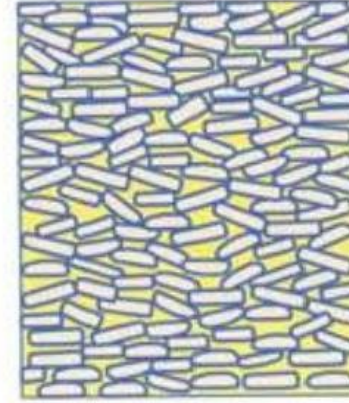


- **Pore** čiji je prečnik manji od 1 mm nazivaju se **kapilarne**, a ako je veći od 1 mm **nekapilarne** i plodno tlo treba da sadrži i jedne i druge (optimalno u odnosu 1:1)
- Npr. pijesak ima krupnije pore pa brže upija vodu ali je ne može zadržati, za razliku od gline koja sporo upija vodu ali je čvršće drži u sebi

Prikaz pora (žuta boja) u zemljištima različitih struktura.



Pore u peskovitom zemljištu

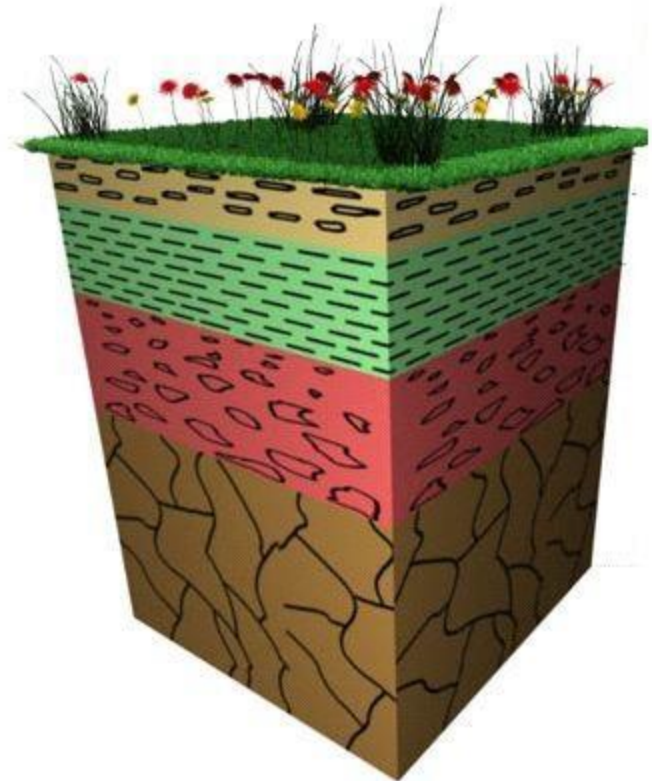


Pore u glinovitom zemljištu

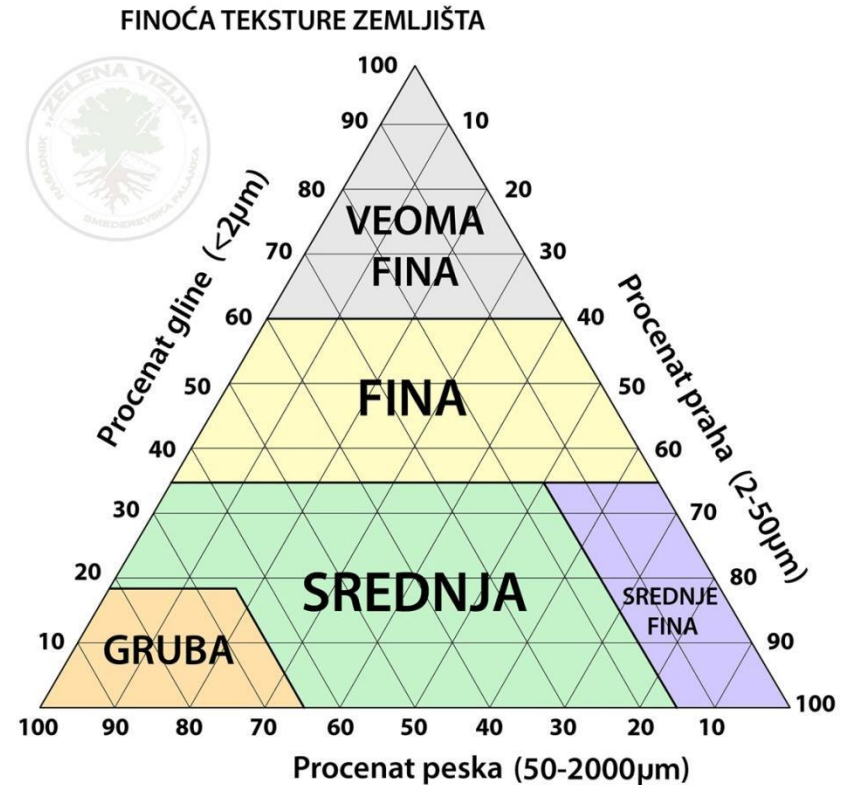
- **Mehanički sastav zemljišta** je smjesa zemljišnih čestica različite veličine
- Podjela čestica po veličini je:
 - Kamen (> od 2 cm)
 - Šljunak (2 cm do 2 mm)
 - Krupan pijesak (2 mm do 0,2 mm)
 - Sitan pijesak (0,2 do 0,002 mm)
 - Prah (0,002 do 0,0002 mm)
 - Glina (čestice manje od 0,0002 mm)



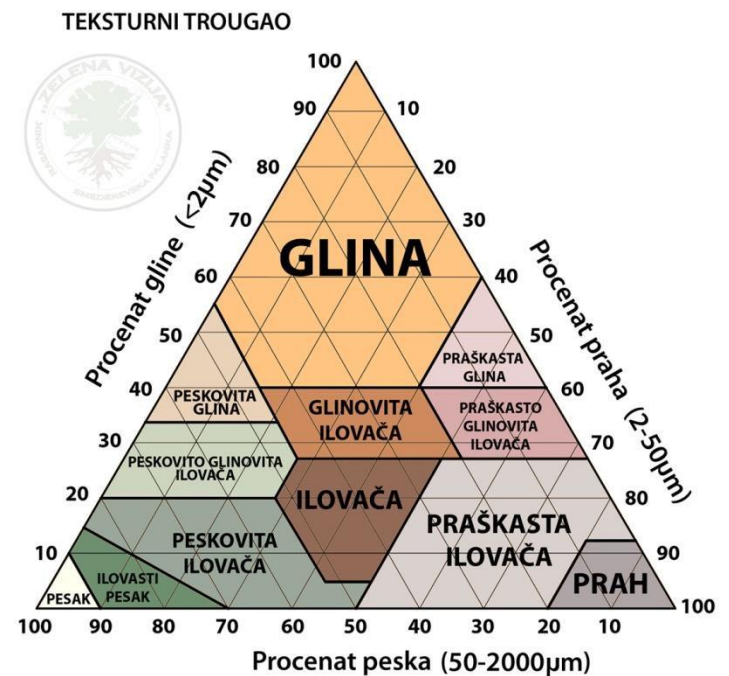
- Prisustvo kamena i šljunka u zemljištu smanjuju njegovu plodnost
- Ako preovlađuju krupne frakcije, kamen i šljunak onda su to **skeletna zemljišta**
- Glavni sastojci poljoprivrednih zemljišta su pijesak, prah i glina



- Pijesak nema sposobnost zadržavanja vode, ima veliku propusnost, čestice nisu povezane i nemaju sposobnost lijepljenja
- Takva zemljišta su rastresita, nevezana, brzo se zagrijavaju i hlade a po hranjivim sastojcima su siromašna



- Prah ima dobar vodni kapacitet, ne tako veliku propusnost, slabo je plastičan, slabo bubri, slabo se lijepi i u suvom stanju je vezan
- Glina može da primi veliku količinu vode pri čemu bubri, uvećava se nekoliko puta, plastična je i lijepljiva
- U suvom stanju se skuplja, stvrdnjava i ispuca



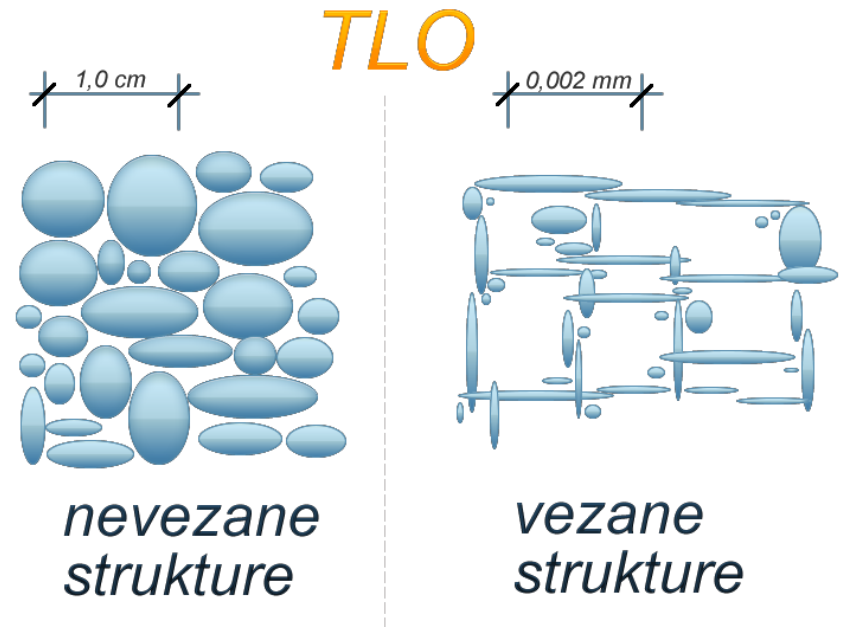
- **Ilovače** su najbolja zemljišta jer imaju povoljan odnos pijeska i gline
- **Pjeskuše** su zemljišta kod kojih preovlađuje pijesak
- Ako preovlađuje glina onda su to **glinuše**

KLASIFIKACIJA ZEMLJIŠTA PO MEHANIČKOM SASTAVU
(Scheffer i Schachtshabel, 1956)

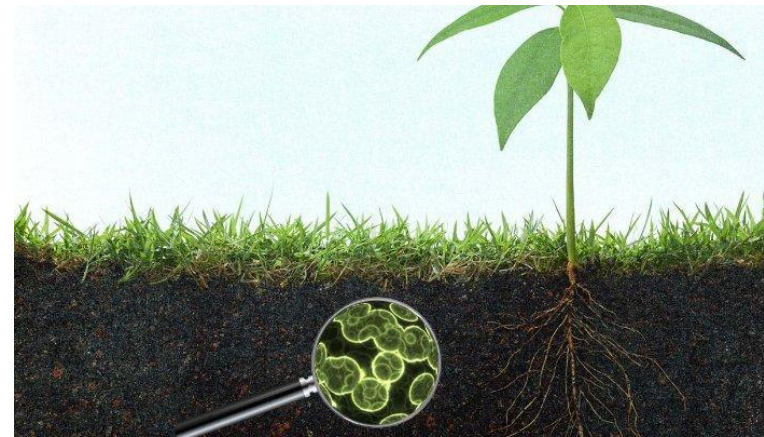
Tab. 22

Teksturna oznaka	Glina < 0,002 mm	Prah 0,02 do 0,002 mm	Glina i prah < 0,02 mm	Pesak ukupno 0,02 do 2 mm	Sitan pesak 0,2 mm 0,02 mm	Krupan pesak 0,2 do 2 mm
Količina pojedinih kategorija čestica u %						
Ilovičasti krupni pesak			<15	>85		>45
Ilovičasti sitni pesak			<15	>85	>40	
Krupnopeskovita ilovača	<15		15-35	65-85		>45
Sitnopeskovita ilovača	<15		15-35	65-85	>40	
Ilovača		<45	>35	<65		
Praškasta ilovača		>45				
Peskovito glinasta ilovača		<20	<45	>55		
Glinasta ilovača	15-25	<45	>35	<65		
Praškastoglinasta ilovača		>45	>60	<40		
Peskovita glina		<20	<45	>55		
Ilovičasta glina	25-45	<45	>45	<55		
Praškasta glina		>45	>70	<30		
Teška glina	>45					

- **Struktura zemljišta je povezanost zemljišnih čestica u agregate različitog oblika i veličine**
- Kao lijepak za slijepljivanje služe koloidi (čestice ispod 0,1 mikrona, ako ih nema onda su to pjeskuše ili ako ih ima suviše onda su to glinuše)



- Prema veličini, položaju i obliku agregata postoje: praškasta, sitnomrvičasta ili krupnomrvičasta, graškasta, sitnoorašasta ili krupnoorašasta, sitnogrudasta ili krupnogrudasta struktura
- **Najpovoljnija su zemljišta sa mrvičastom ili graškastom strukturom** veličine agregata od 1 do 10 mm



- strukturna zemljišta imaju dobro regulisan vazdušni, toplotni i vodni režim; lako se obrađuju a za vrijeme suša se ne isušuju brzo i ne stvrdnjavaju
- U njima je najpovoljniji odnos vode i vazduha; u kapilarnim porama je voda a u nekapilarnim vazduh
- Ovakva zemljišta su visokoproduktivna, imaju dosta hranjivih materija i vlage a postoje uslovi za rad mikroorganizama i za obrazovanje humusa

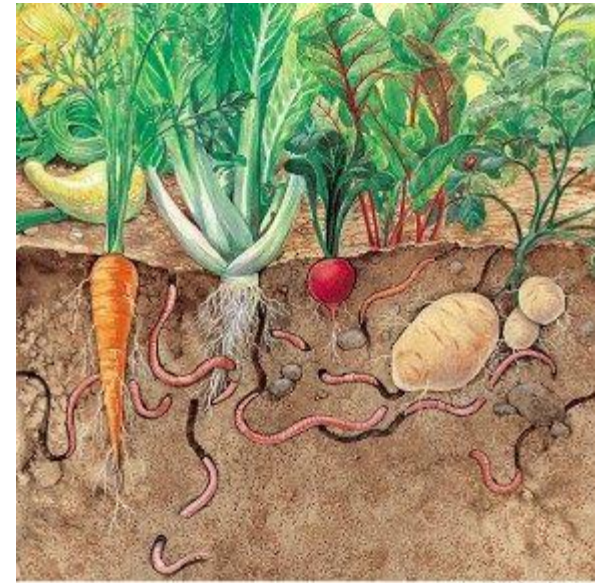


Hemijske osobine zemljišta

- Hemijske osobine zemljišta su rezultat određenog toka pedogenetskih procesa i stoga su usko povezane sa morfološkim, fizičkim i biološkim osobinama zemljišta
- Po hemijskom sastavu razlikujemo **dvije grupe sastojaka: organska i neorganska**



- **Organski dio** iznosi samo 1-3 % (ne preko 10%) i značajan je jer sadrži sastojke neophodne za plodnost zemljišta i ishranu biljaka
- Organske materije porijeklom od uginulih biljaka i životinja u širem smislu nazivaju se humusom
- Humus se stvara razlaganjem prvobitne organske materije mikrobiološkim putem i sintezom organskih materija, takođe radom mikroorganizama



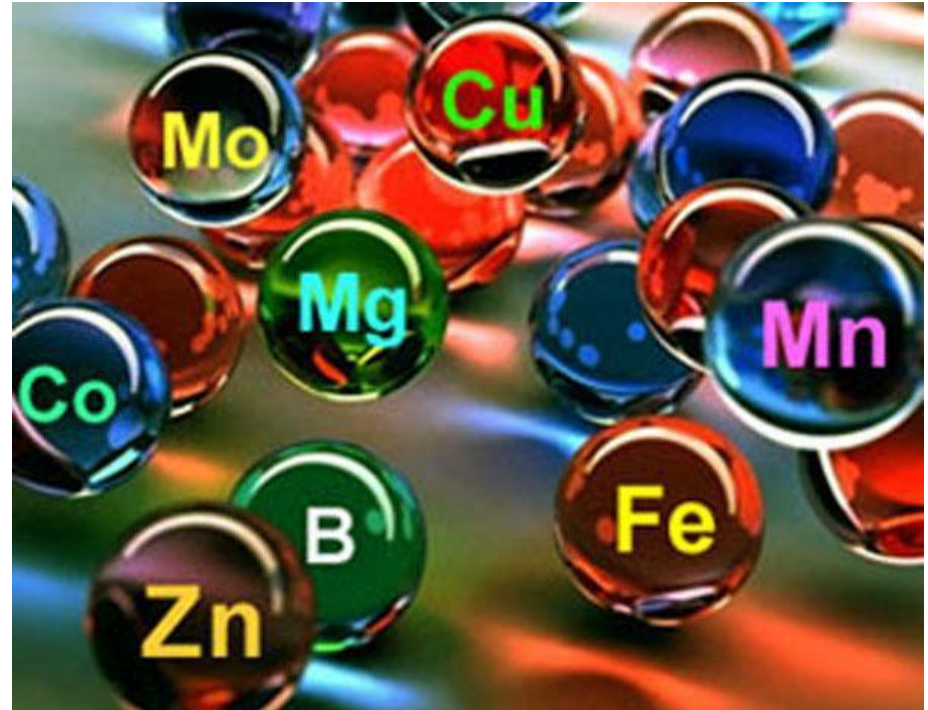
- Najpoznatiji oblici humusa su kiseli (štetan, ima ga u vlažnim zemljištima) i blagi ili zreli humus (u umjereno toplim uslovima, koristan)
- **Mineralni dio** zemljišta predstavlja glavni izvor hrane za biljke i čini oko 90% sastava zemljišta



- Hemijske elemente biljke uzimaju u obliku mineralnih soli, osim kiseonika i vodonika koje uzimaju u obliku vode
- Mogu biti neophodni (biljka bez njih ne može da živi) i korisni (povoljno djeluju na rast)



- Neophodni su: ugljenik, kiseonik, vodonik, azot, fosfor, kalijum, kalcijum, sumpor, gvožđe, magnezijum, bor, mangan, cink, bakar, molibden i kobalt
- Korisni elementi su: natrijum, hlor i silicijum



- Kako biljke stalno crpe iz zemljišta hranjive materije, to je potrebno da mu se one pridodaju prirodnim i vještačkim **đubrenjem**
- Prirodna (ili organska) đubriva sadrže sva biljna hranjiva koja nedostaju zemljištu (stajnjak, osoka i dr.) a vještačka (ili mineralna) sadrže samo jedan (eventualno dva ili tri hranjiva sastojka)



- Biljkama u ishrani najčešće nedostaju **azot** (utiče na stvaranje zelenih dijelova biljke i porast), **fosfor** (utiče na brže obrazovanje i sazrijevanje ploda) i **kalijum** (utiče na porast biljke i poboljšanje kvaliteta)
- Najvažniji je azot jer ulazi u građu bjelančevina, hlorofila, nukleinskih kiselina i dr.



- Prema reakciji (odnosu vodonikovih i hidrokslinih jona) zemljišta mogu biti:
- Kisela < 7
- Neutralna $= 7$
- Bazična $\text{pH} > 7$
- Kisela reakcija djeluje negativno na zemljišta koja gube strukturu pa fizičke osobine postanu nepovoljne što utiče na smanjenje porasta vegetacije i pojavu erozije

pH ZEMLJIŠTA	POTREBNA KOLIČINA KREČA kg/ha
5.0	5000
5.5	4000
6.0	3000
6.5	2000
7.0	1500
7.2	1500
8.0	0.0

Biološke osobine zemljišta

- Biološke osobine zemljišta obuhvataju život svih živih bića u zemljištu, od sisara do mikroorganizama
- Uticaj većih životinja (krtice, miševi, crvi, gliste) u zemljištu je pozitivan jer vrše mehanički rad na usitnjavanju zemljišta i obogaćuju zemljište organskim sastojcima

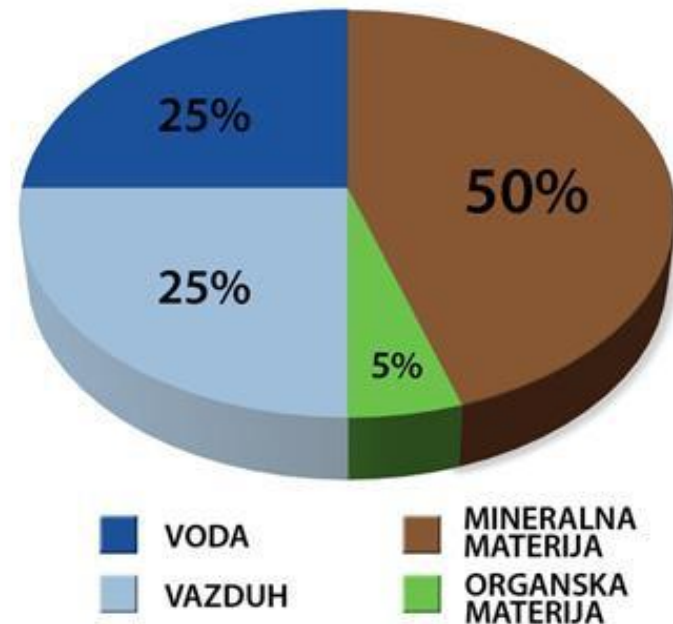


- Najveći značaj za poljoprivredu imaju mikroorganizmi jer doprinose plodnosti zemljišta: učestvuju u razaranju organske materije, u sintezi novih jedinjenja i svojom izumrlom masom obogaćuju zemljište
- Naročito su značajne bakterije kojih ima raznih vrsta (azotofiksatori, nitrifikatori i dr.)



Vazdušni režim zemljišta

- Tu se podrazumjeva sposobnost zemljišta da obnavlja zemljišni vazduh putem aeracije ili provjetravanja zemljišta
- Najpovoljniji uslovi za zemljište je da u 40 % pora bude vazduh a u 60 % voda (mrvičasta zemljišta)



Toplotni režim zemljišta

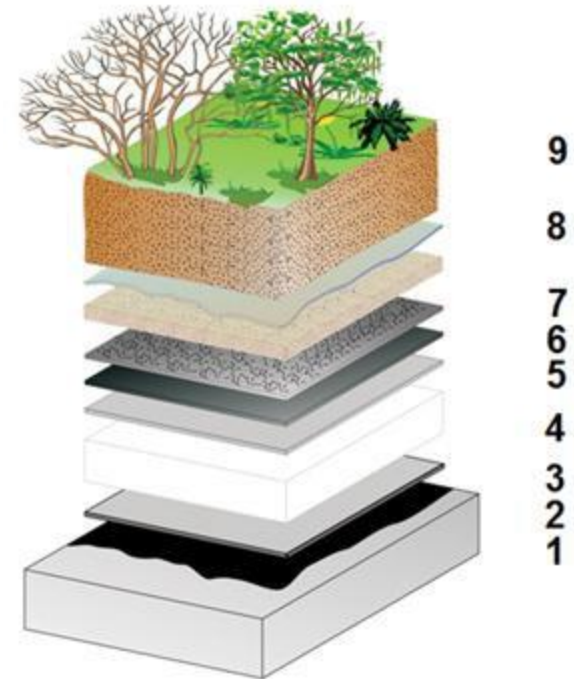
- Od toplotnog režima zemljišta veoma zavisi biljna proizvodnja jer temperatura zemljišta ne utiče samo na porast i razviće nadzemnih dijelova biljke već i na energiju klijanja i nicanja, kao i na rast i apsorpcionu moć korjenova



- Pored faktora geografskog položaja, za toplotu zemljišta su važni mnogi drugi faktori (fizičke osobine, vegetacija, ekspozicija i oblik terena...)
- Od fizičkih osobina najvažnije su **toplotni kapacitet** i **toplotna provodljivost zemljišta**



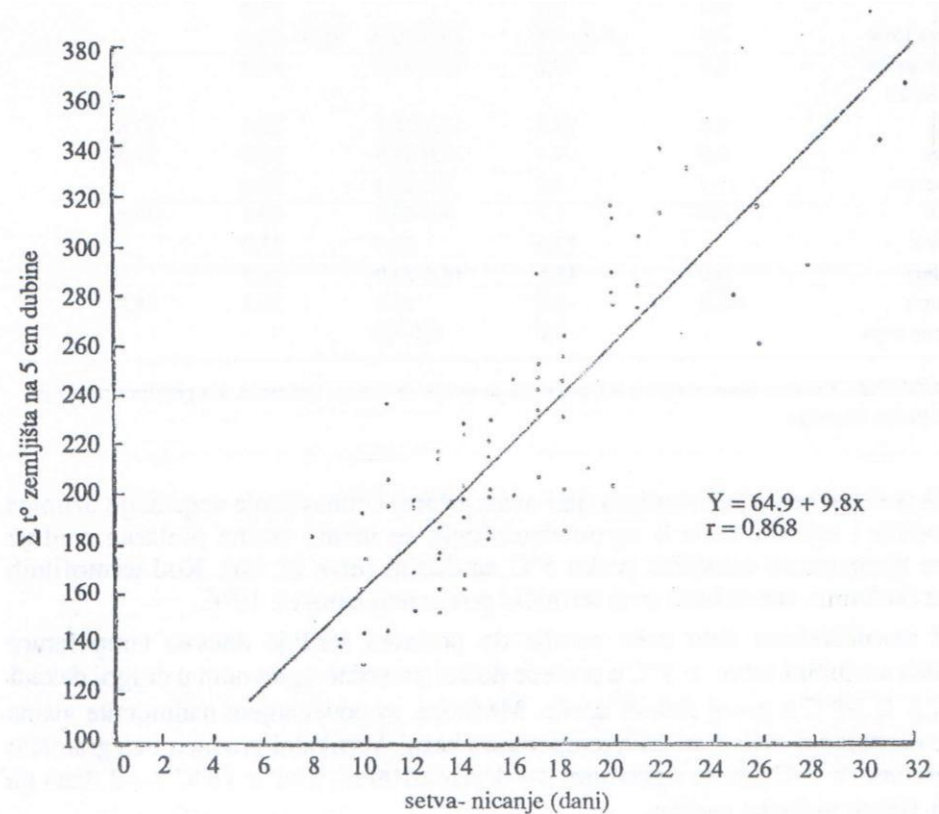
- **Toplotni kapacitet** je sposobnost zemljišta da primi određenu količinu toplote
- **Toplotna provodljivost** je sposobnost zemljišta da provodi toplotu od jače zagrijanih ka slabije zagrijanim slojevima



- Dnevni i godišnji hod temperature zemljišta uglavnom je vezan za Sunčevo zračenje i Zemljino izračivanje
- Raspored temperature zemljišta je u toku dana i noći suprotan: danju je najtopliji površinski sloj dok noću temperatura raste sa dubinom
- Površinski sloj zemljišta ima najveće kolebanje temperature



- Porast i razviće biljaka mogući su samo u određenim granicama temperature, različitim za svaku biljnu vrstu i fazu razvitka
- Veoma važno je sjetvu započeti u dovoljno zagrijanom zemljištu jer samo tako će doći do pravovremenog klijanja i nicanja biljke



Sl. 22. Zavisnost trajanja perioda setva-nicanje suncokreta od sume temperature zemljišta na dubini 5 cm

- Zamrzavanje zemljišta nastaje nešto poslije početka zime ako nema sniježnog pokrivača
- Daljnji hod zamrzavanja zavisi od intenziteta i trajanja mraza i prisustva snijega
- Četiri stadijuma u zamrzavanju zemljišta su:
 - (1) prehladna voda,
 - (2) pojava kristalića leda,
 - (3) zamrzavanje vode,
 - (4) potpuno zamrzavanje zemljišta



- Za poljoprivredu zamrzavanje zemljišta ima pozitivne i negativne strane
- Pozitivne su dezinfekcija, to što obogaćuje zemljište vodom priticanjem iz dubljih slojeva i jer led sitni i mrvlji zemljište
- Negativne su što smrzavanje biljke može dovesti u stanje fiziološke suše i što može doći do istiskivanja čvora bokorenja na površinu



Vodni režim zemljišta

- Kako biljke uzimaju vodu i rastvorene hranjive materije isključivo iz zemljišta, to je vodni režim zemljišta od presudnog značaja za njihov razvoj
- Voda u rizosferi (zoni korjenova) vodi porijeklo od padavina ili od podzemnih voda (ako je njihov nivo dovoljno visok)
- Biljkama je voda stalno potrebna pa je uloga zemljišta i da je zadrži za šta je presudan vodni režim

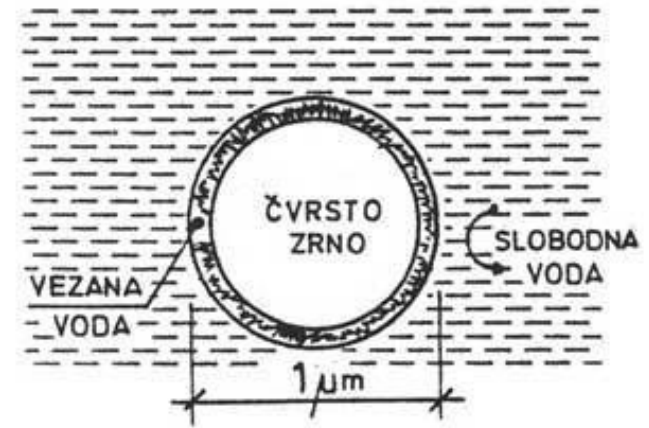


Oblici vode u zemljištu

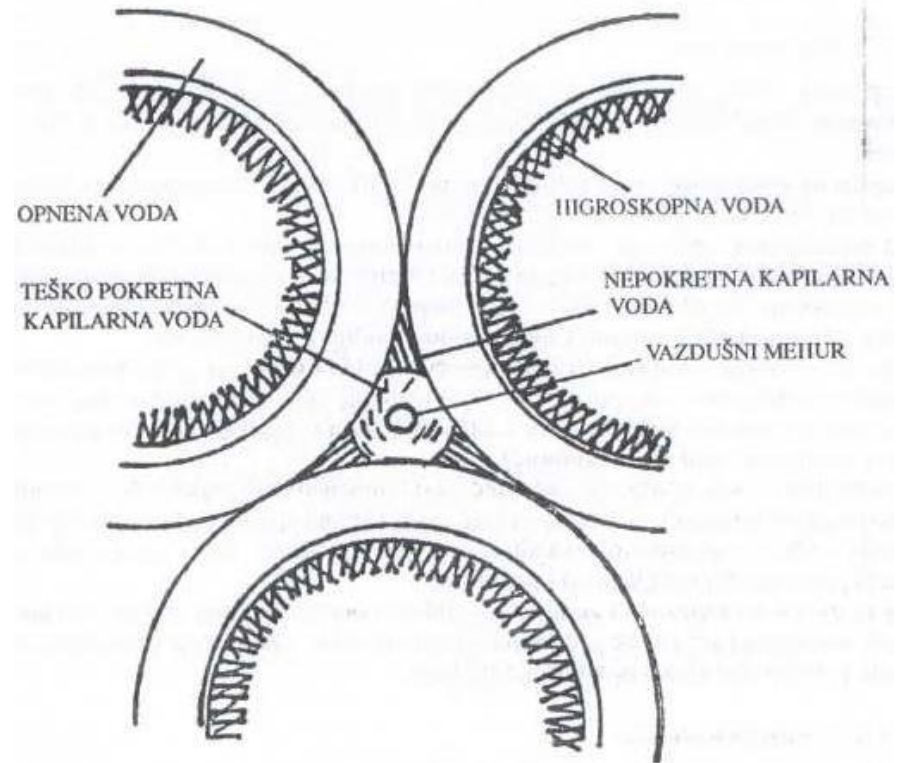
- Voda se u zemljištu nalazi u raznim oblicima i sva tri agregatna stanja
- Voda u zemljištu može biti:
 - Hemijski vezana voda
 - Fizički vezana voda
 - Kapilarna voda
 - Gravitaciona voda
 - Voda u obliku vodene pare
 - Voda u čvrstom stanju



- Hemijski vezana voda nalazi se u sastavu hidratnih minerala od kojih se sastoji čvrsta faza zemljišta
- Količina ove vode u zemljištu je neznatna: 5-12 %



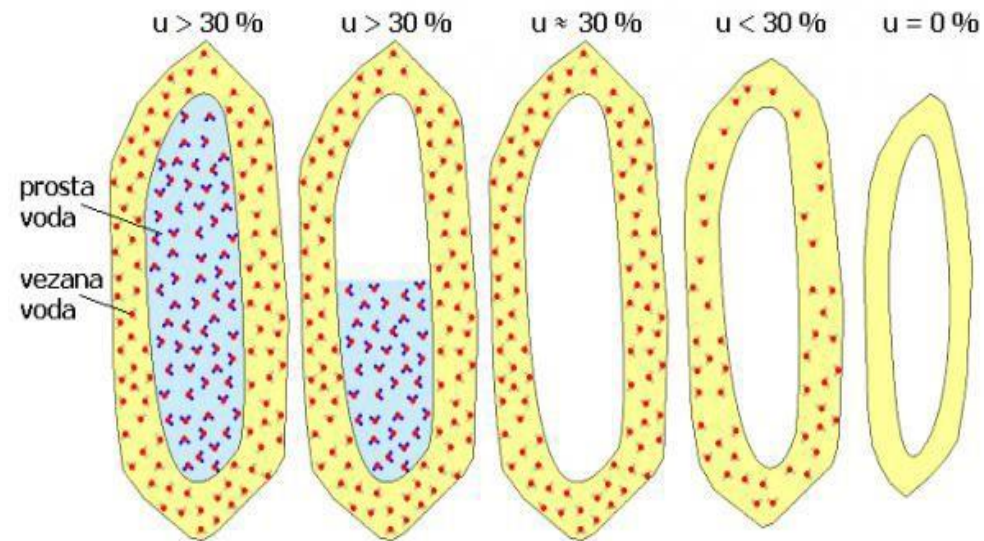
- Fizički vezana voda nalazi se u zemljištu u sva tri agregatna stanja
- Zemljište ima tu osobinu da može vezati određenu količinu vode
- Zemljišne čestice privlače izvjesnu količinu molekula vode na svoju površinu
- Fizički vezana voda dijeli se na higroskopsku i opnenu



Sl. 26. Oblici vode u zemljištu (Stojičević, 1961)

- Osobina zemljišta da veže vodu za sebe naziva se higroskopsnost

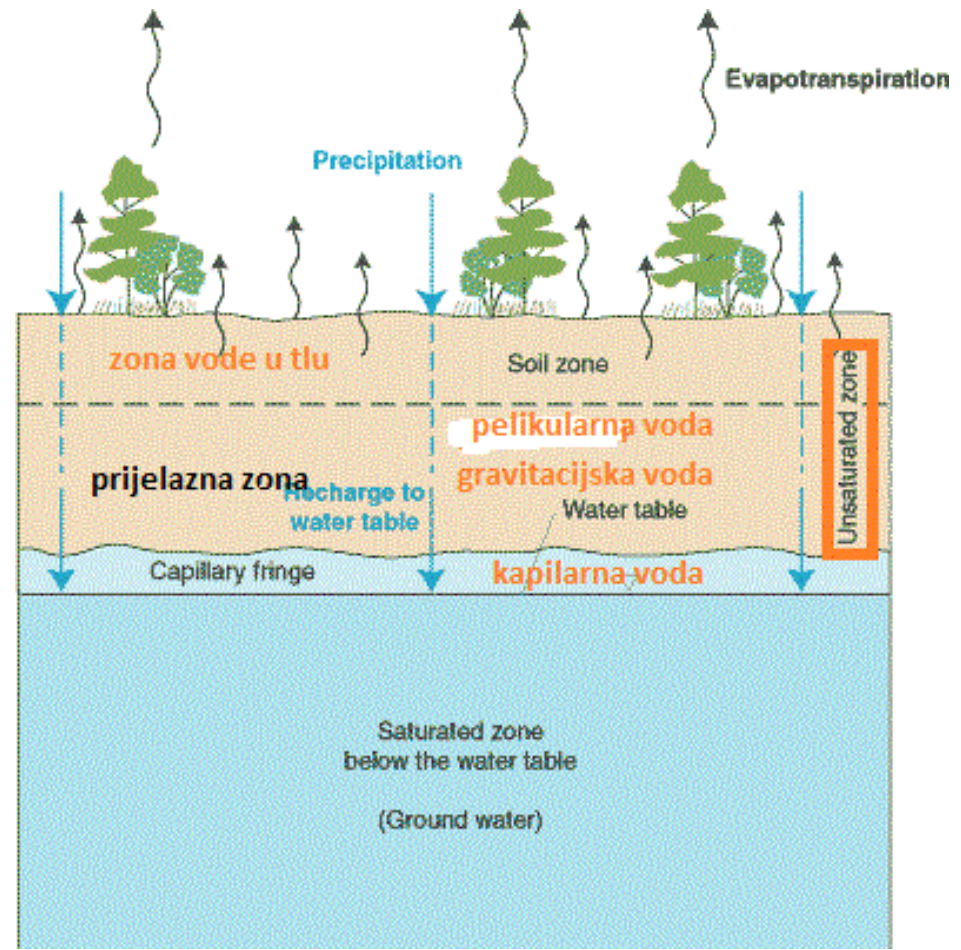
- Higroskopska voda čvrsto je vezana za čestice zemljišta jakim molekularnim silama zbog čega nije pokretna, ne može da rastvara soli i smrzava se na znatno nižoj temp. od 0 °C
- Ovaj oblik vode biljke ne mogu da koriste



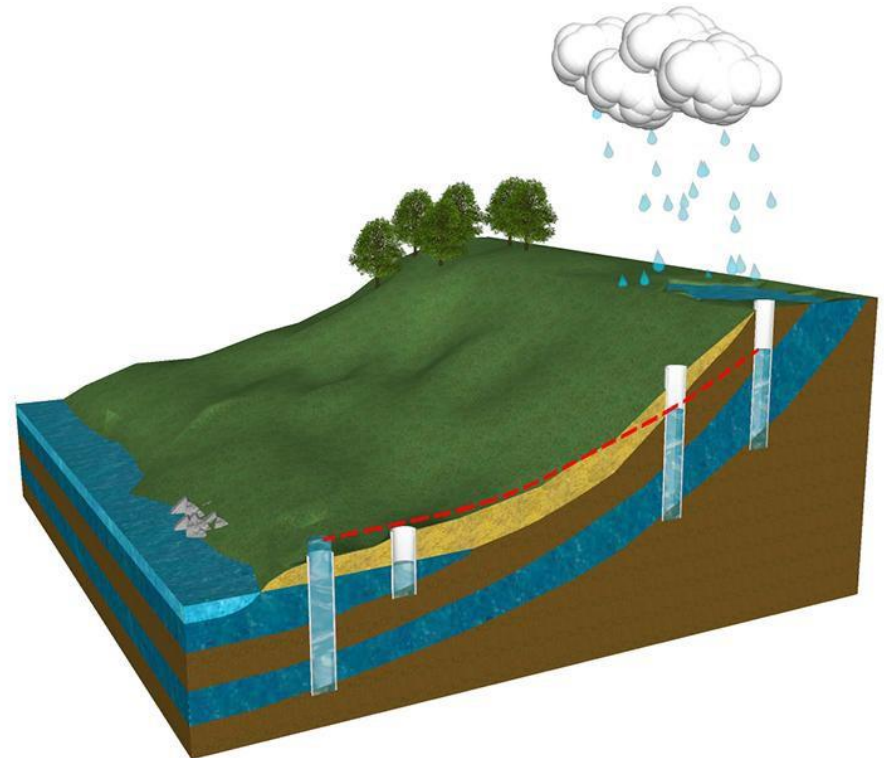
- Ako zemljište dođe u dodir sa vodom u tečnom stanju, molekularne sile zemljišnih čestica privući će izvjesnu količinu koja će se nalaziti iznad higroskopske vode u obliku opne koja se zato naziva opnena
- Ovaj oblik vode samo djelimično je pristupačan biljkama
- Količina opnene vode kod pješčanih zemljišta iznosi 2 % od ukupne težine, kod ilovača 15-17 %, kod glinuša 25-30 %



- **Kapilarna voda** se nalazi u kapilarnim porama zemljišta gdje se drži kapilarnim silama i za biljke je to najkorisniji oblik
- U zemljištu se, u zavisnosti od njegove vlažnosti, može pojaviti kao: nepokretna, teško pokretna i lako pokretna



- **Gravitaciona voda** se nalazi u krupnim porama zemljišta koje nije u stanju da je zadrži te ona pod uticajem gravitacije otiče u dublje slojeve
- Ova voda je pristupačna biljkama samo kratko vrijeme tako da biljke ne mogu direktno da je koriste



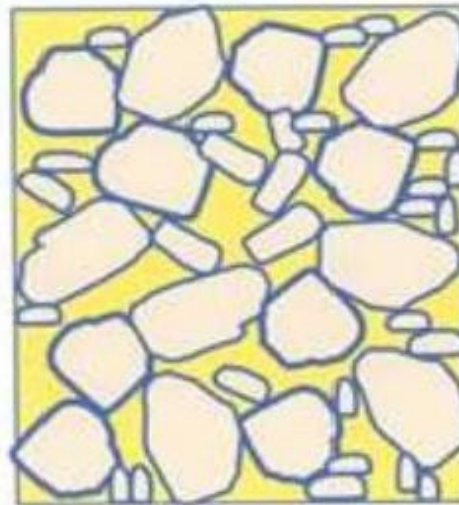
- **Voda u obliku vodene pare** nalazi u porama zemljišta ukoliko one nisu ispunjene vodom
- **Voda u čvrstom stanju** se javlja u zemljištu pri temperaturama ispod 0 °C kada prelazi u led povećavajući zapreminu
- Najlakše se zaleđuje gravitaciona, potom kapilarna a mnogo teže opnena



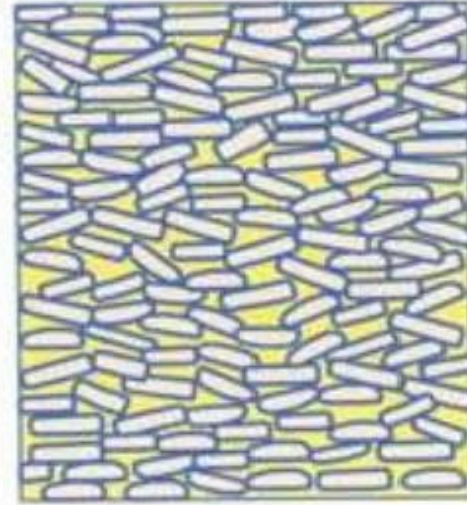
Vlažnost zemljišta

- Pod vlažnosti zemljišta se podrazumjeva ukupna količina vode koju zemljište sadrži u određenom trenutku vremena
- To je promjenjiva veličina koja zavisi od prihoda i rashoda vode u zemljištu kao i od fizičkih osobina zemljišta i reljefa

Prikaz pora (žuta boja) u zemljištima različitih struktura.



Pore u peskovitom zemljištu

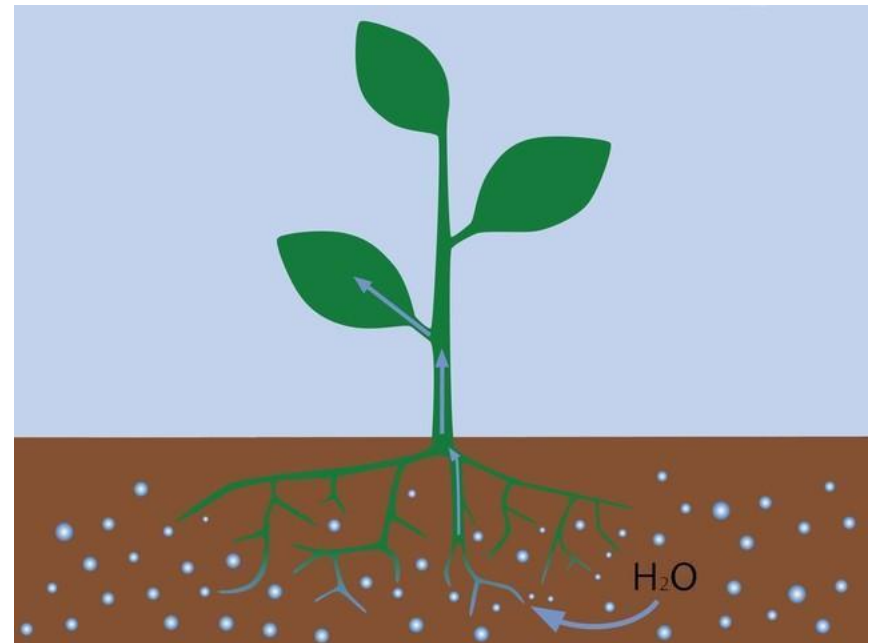


Pore u glinovitom zemljištu

- Prihod i rashod vode u zemljištu u tijesnoj su vezi sa sposobnošću kretanja vode u zemljištu
- Što je vlažnost zemljišta veća to je njena sposobnost kretanja veća
- Voda u tečnom stanju može da se kreće descedentno (naniže), ascedentno (naviše) i lateralno (bočno kretanje)



- Sila kojom se voda drži u zemljištu izražava se kao kapilarni potencijal i odgovara sili koja jedinicu mase vode oduzima od jedinice mase zemljišta pri danoj vlažnosti
- Kapilarni potencijal raste sa opadanjem vlažnosti zemljišta



Vodne konstante zemljišta

- Pri promjeni vlažnosti zemljišta postoje granične vrijednosti koje se nazivaju konstante
- U osnovne vodne i agrohidrološke konstante zemljišta, značajne za utvrđivanje fiziološki aktivne vlage u zemljištu, spadaju:
 - **Puni vodni kapacitet**
 - **Kapilarni vodni kapacitet**
 - **Poljski vodni kapacitet**
 - **Vlažnost uvenuća**

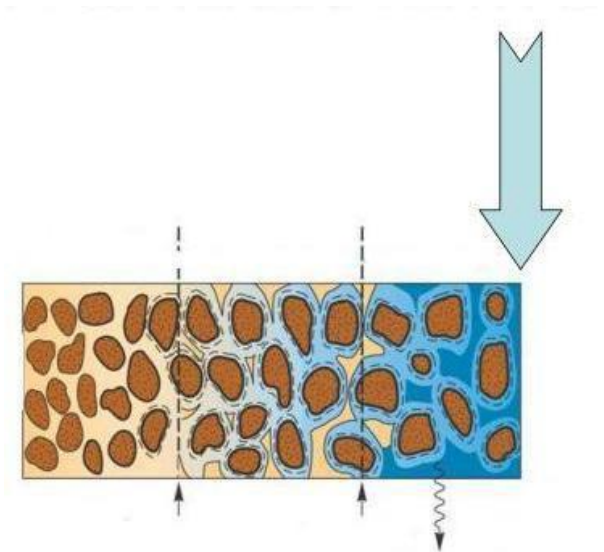


- Puni vodni kapacitet je maksimalna količina vode koju zemljište može da primi (sve pore popunjene vodom – vazduh istisnut)
- Ovo stanje nastaje u proljeće nakon otapanja snijega, poslije jakih kiša ili pri podizanju nivoa podzemne vode do površine zemljišta
- Za biljke je to nepovoljno jer je za njihov razvoj potreban i vazduh
- Izražava se u procentima od težine apsolutno suvog zemljišta po formuli: $P=p/b$

p = opšta poroznost zemljišta u zapreminskim procentima

b = zapreminska težina zemljišta u gr/cm^3

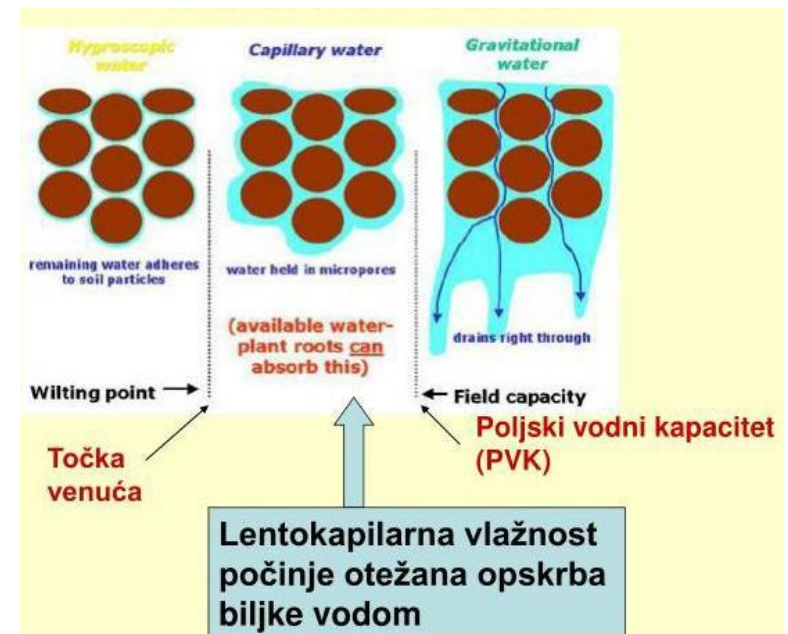
- Kapilarni vodni kapacitet je najveća količina vode koju zemljište može da primi u svojim kapilarima molekularnom adhezijom, hidratacionim i kapilarnim silama i površinskim naponom
- Pri ovoj vlažnosti zemljište sadrži sve vode osim gravitacione
- Izražava se u procentima od težine suvog zemljišta ili u procentu od zapremine zemljišta



- Kapilarni vodni kapacitet zavisi od mehaničkog sastava i strukture zemljišta, količine humusa, dubine obrade i dr... (i određuje se u laboratoriji)
- Zemljišta se mogu klasifikovati:
 - Sa vrlo malim kapacitetom (do 25%)
 - Sa malim kapacitetom (25-35 %)
 - Sa srednjim kapacitetom (35-45 %)
 - Sa velikim kapacitetom (45-60 %)
 - Sa vrlo velikim kapacitetom (preko 60 %)



- Poljski vodni kapacitet je količina vode u zemljištu koja se zadrži poslije ocjeđivanja gravitacione vode i prestanka descedentnog kretanja vode
- To je najveća količina vode koju određeni sloj zemljišta može da zadrži pod uslovom da je nivo podzemne vode dovoljno dubok da ne postoji kapilarno vlaženje



- Takođe zavisi od mehaničkog sastava i strukture zemljišta kao i od količine humusa
- Pjeskovita zemljišta imaju mali poljski kapacitet (4- 10% težine) a ilovače i glinovita zemljišta veći (30- 40 % težine)

POLJSKI VODNI KAPACITET NEKIH TIPOVA ZEMLJIŠTA IZRAŽEN U TEŽINSKIM %
(Vučić, 1976)

Tab. 34.

Tip zemljišta	D u b i n a (cm)			
	0—20	20—40	40—60	60—80
Smonica	40,2	39,4	36,7	36,2
Gajnjača	24,3	23,8	23,2	22,7
Karbonatni černoziem terasa	29,8	25,7	26,2	24,8
Livadski černoziem	31,5	26,7	26,6	25,8
Pesak	6,1	5,8	7,2	5,8

- Vlažnost (koeficijent) uvenuća je ona vlažnost pri kojoj biljke počinju da venu. Većina biljaka na istom zemljištu počinje da vene pri istoj vlažnosti
- Vlažnost uvenuća se ne prikazuje u odnosu na biljne vrste već za različite vrste zemljišta
- Povećava se ukoliko zemljište sadrži više sitnijih čestica i bogatije je humusom (pijesak 1,5%, glinovita zemljišta 4-12% a teška glinovita zemljišta preko 20%)

VLAŽNOST UVENUĆA ZA RAZLIČITE VRSTE ZEMLJIŠTA
(Verigo i Razumova, 1963)

Tab. 35

Vrsta zemljišta	Koeficijent uvenuća u % od apsolutno suvog zemljišta
Peskovita zemljišta	0,5 — 1,5
Pesak	1,5 — 4,0
Glinovita zemljišta	
laka	3,5 — 7,0
srednja	5,0 — 7,0
teška	8,0 — 12,0
Teško glinovita	12,0 — 20,0

Produktivna vlaga u zemljištu

- Produktivna ili fiziološka vlaga u zemljištu je ona količina vode koju biljke mogu da koriste
- To je vlažnost između poljskog vodnog kapaciteta i vlažnosti uvenuća
- Povećava se sa povećanjem vlažnosti zemljišta od donje do gornje granice i izražava se u mm

POKAZATELJI KRITIČNE KOLIČINE ZALIHA PRODUKTIVNE VLAGE ZEMLJIŠTA U RAZNIM PERIODIMA RAZVIČA BILJAKA

Tab. 36.

Oštećenje biljaka	Vlažnost zemljišta (mm) u sloju	
	0 — 20 cm	0 — 100 cm
Opadanje turgora	20	100
Uvrtanje listova	10	80 — 90
Znatno opadanje turgora	10 — 15	70 — 80
Žućenje lišća	10	50
Sušenje lišća	0 — 5	50
Vrlo jako opadanje turgora	0	35

- Da bi se izračunala produktivna vlaga u zemljištu potrebno je raspolagati podacima o vlažnosti zemljišta na različitim dubinama, vlažnosti uvenuća i zapreminskoj težini odgovarajućeg sloja
- U agrometeorologiji vlažnost zemljišta se određuje gravimetrijskom metodom jednom dekadno pod ozimom pšenicom i kukuruzom za sloj: 0-5, 5-10, 10-20, 20-30, ..., 90-100 cm.



Mjerenje vlažnosti zemljišta

- Metode mjerenja vlažnosti zemljišta mogu se podijeliti u dvije grupe: direktne i indirektne
- Direktnom metodom se neposredno mjeri količina vode u zemljištu a indirektne metode određuju vlažnost zemljišta na osnovu promjene određenih fizičkih osobina zemljišta koje zavise od njegove vlažnosti



- U najpoznatije metode spadaju: gravimetrijska (direktna, tačna i najčešće korišćena), elektrometrijska, termička, metoda tenziometara, radioaktivna i dr.
- Niz metoda koriste razliku u težini, električnu ili toplotnu provodljivost i toplotni kapacitet zemljišta, brzinu neutrona, kapilarni potencijal i dr.

