

VODA U TLU

prof. dr. sc. Vesna Vukadinović

1

Hidropedologija (hidrologija tla i biljke) - znanost koja se bavi pojavama i kretanjem vode na njezinom putu.

Voda je "*medij života*" i njena količina u tlu je izuzetno važna svim živim bićima. Biljkama je izvor hraniva u pristupačnim oblicima, jer najveći dio usvajaju upravo iz tla korijenskim sustavom, iako je mogu usvajati listom i svim drugim organima (ako nisu prekriveni debelom kutikulom ili korom).

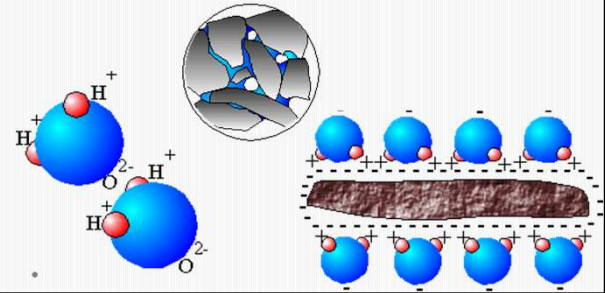
2

Uloga vode u tlu:

- ✦ sudjeluje u fizikalno-kemijskim procesima trošenja minerala i sintezi sekundarnih minerala,
- ✦ u sintezi i mineralizaciji OT,
- ✦ pH-vrijednost i redoks potencijal ovise o količini vlage u tlu,
- ✦ termoregulator (utječe na temperaturni režim tla),
- ✦ eluvijacija ⇒ iluvijacija,
- ✦ hidrogenizacija, zamočvarivanje, anaerobioza,
- ✦ salinizacija i alkalizacija tla.

3

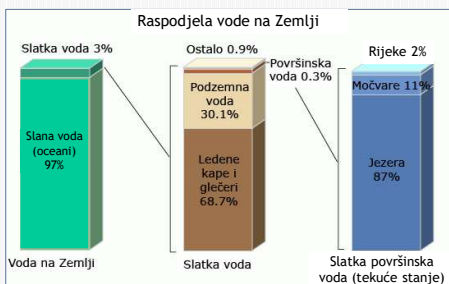
Sile kohezije vežu molekule vode (H^+ mostovi i *Van der Waals-Londonove sile*), dok je za njihovo vezivanje uz čestice tla i formiranje dvostrukog sloja odgovorna adhezija.



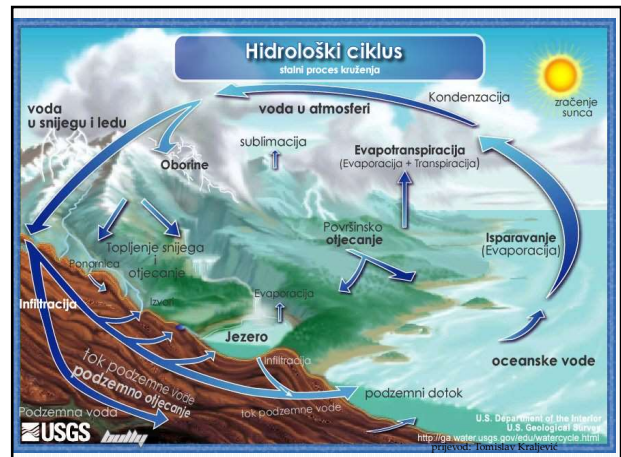
4

KRUŽENJE VODE U PRIRODI

Vodni režim tla, prema Rodeu, predstavlja sveukupne pojave premještanja vode u tlu, promjene zaliha vode po dubini profila i razmjenu vode između tla i drugih prirodnih tijela.



5



6

NAČINI VLAŽENJA TLA

Automorfni

Rendzina



Lesivirano tlo



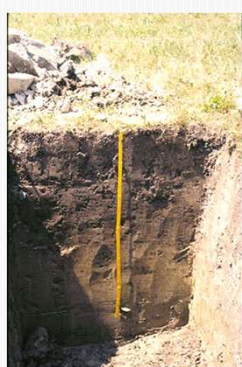
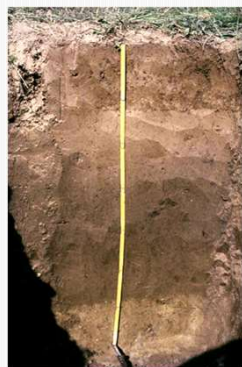
7

Aluvijalni oglejeni



8

Semiglejni



9

Pseudoglejni



10

Pseudoglej-glejni



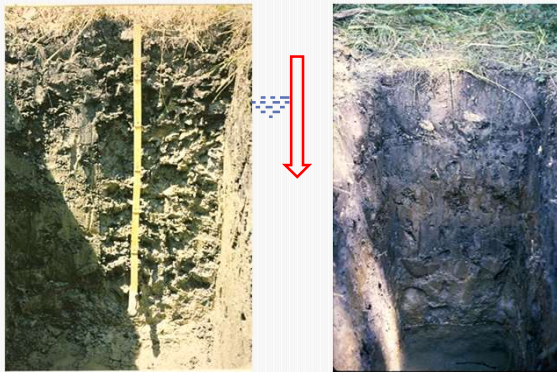
11

Hipoglejni



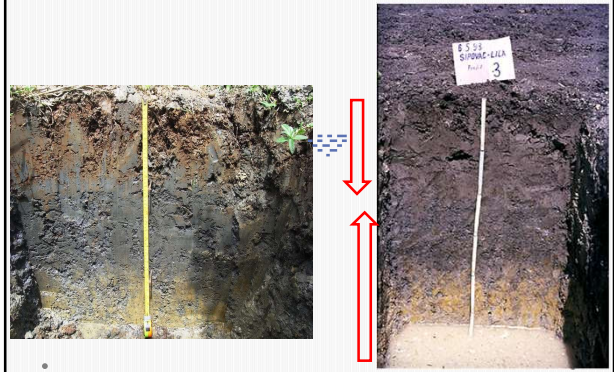
12

Epiglejni



13

Amfiglejni



14

VODNI REŽIM TLA

Vodni režim tla - podrazumijeva usvajanje, zadržavanje i kretanje vode kroz tlo.

Režim vlažnosti tla - jedan od elemenata vodnog režima tla, a predstavlja periodične promjene vlažnosti tla po dubini profila.

Bilanca vode u tlu - matematički (količinski) izraz vodnog režima tla.

15

$$O - PO = I = E + T + D \pm \Delta W,$$

gdje je:

O = oborine, PO = površinsko otjecanje, I = infiltracija, E = evaporacija, T = transpiracija, D = prirodna drenaža tla, ΔW = promjene količine vezane vode u tlu.

$$O + Pw = E + T + D + \Delta W_t,$$

gdje je Pw = podzemna voda.

16

Energetsko stanje - potencijal vode u tlu

Kao i sva prirodna tijela i voda ima određene oblike i količine energije. Potencijalna energija (E_p) ili potencijal je određuje pozicija, odnosno unutarnje stanje vode.

Mjeri se radom ili djelovanjem sile na nekom putu:

$$1 \text{ N} \times 1 \text{ m} = \text{kg m}^2 \text{ s}^{-2} \text{ (J = \u0107ul)}$$

Ukupni potencijal vode u tlu - Φ_t , je zbroj slijedećih potencijala:

$$\Phi_t = \Phi_M + \Phi_p + \Phi_g + \Phi_\Omega + \Phi_{\Pi}, \text{ gdje su}$$

Φ_M - potencijal čvrstih čestica; Φ_p - tlačni pozitivni ili negativni potencijal; Φ_g - gravitacijski potencijal; Φ_Ω - potencijal preopterećenosti zbog bubrenja koloida; Φ_{Π} - osmotski potencijal.

17

Potencijal u saturiranom tlu = $\Phi_p + \Phi_g$

Potencijal nesaturiranog tla = $\Phi_M + \Phi_g$

Potencijalna energija ili potencijal vode ($J = \text{kg m}^2 \text{ s}^{-2}$) može se kvantitativno izraziti **po jedinici mase (kg), ili volumena (m^3) ili težine (težina G = sila F), onda se mjeri jedinicom za silu = $\text{N} = \text{kgm s}^{-2}$.**

U praksi se češće izražava po jedinici volumena i težine.

Po jedinici volumena ima dimenzije kao tlak (**Pa, bar**).

Po jedinici težine ima dimenzije **hidrauličke visine (m ili cm)**.

Potencijalna energija vode nesaturiranog tla izražena po jedinici težine odnosno u izrazu negativnog tlaka - tenzije - podtlaka, može iznositi ponekad -100.000 cm stupca vode, pa je Schofield predložio pF jedinice.

pF je \log_{10} cm stupca vode negativnog tlaka - podtlaka, npr. za $\log_{10} 10$ je pF = 1, za $\log_{10} 1000$ je pF = 3.

18



19

HIDROPEDOLOŠKE KONSTANTE

- ⇒ **Maksimalni kapacitet tla za vodu (MKv)** - najveća količina vode koju tlo može primiti.
- ⇒ **Poljski kapacitet tla za vodu (PKv)** - gornja granica biljkama pristupačne vode u tlu. Količina vode koju tlo sadrži nakon što je prethodno bilo zasićeno do MKv. Idealna vlažnost tla, jer su kapilarne pore ispunjene vodom, a nekapilarne zrakom.
- negativni tlak = -100 do -500 cm stupca vode ili -0,1 do -0,5 bara ili $pF = 2,0 - 2,7$.

20

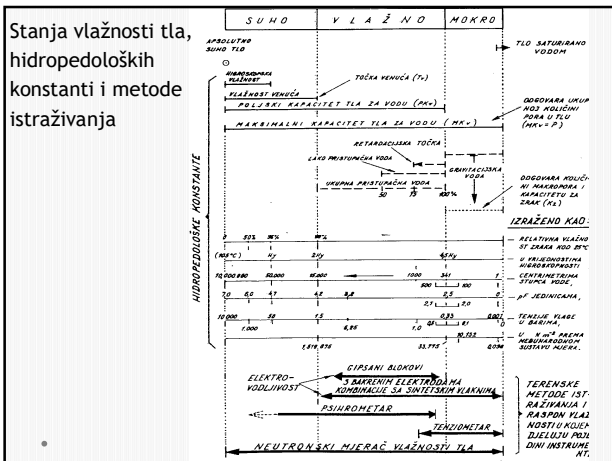
- ⇒ **Retencijski kapacitet tla za vodu (Kv)** - količina vode koju tlo sadrži nakon što je prethodno bilo maksimalno zasićeno vodom.
- ⇒ **Higroskopna vlaga tla (Hy)** - po Mitscherlichu je količina vode koju tlo može upiti iz zraka zasićenog vodenom parom do 96 %. Vlaga koju tlo sadrži u zračno suhom stanju.
- ⇒ **Ekvivalent vlažnosti ("moisture equivalent")** - prema Briggsu i McLaneu je ravnotežno stanje između tla i vode koje se dobije centrifugiranjem vlažnog uzorka tla silom koja odgovara tisuću puta sili teže. - 6,25 bara ili $pF 3,8$

21

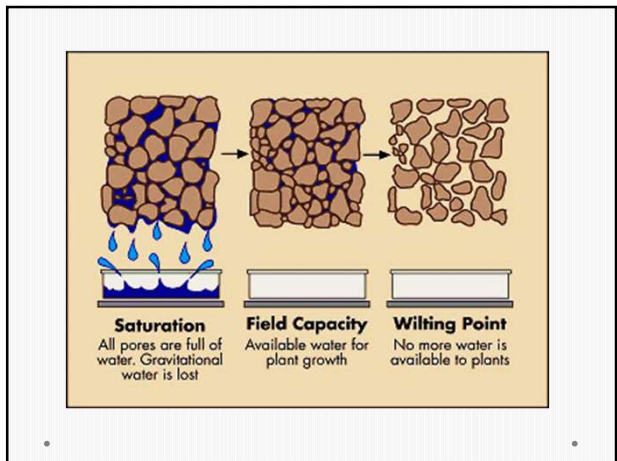
- ⇒ **Točka uvenuća (Tv)** - donja granica biljkama pristupačne vode u tlu. To je granica kod koje je podjednaka moć držanja vode od strane koloida tla i usisna snaga biljnog korijena.
- negativni tlak je u prosjeku -15.000 cm stupca vode ili -15 bara ili $pF = 4,2$.
- **permanentna točka uvenuća** - količina vlage u rasponu između točke uvenuća i permanentne točke uvenuća. Kod ove vlažnosti biljke se ne mogu oporaviti.
- ⇒ **Fiziološki aktivna voda u tlu (FAv)** - biljkama pristupačna voda u tlu.

FAv = PKv - Tv

22



23



24

Sadržaj vode kod pojedinih vodnih konstanti određuje se u laboratorijskim uvjetima pomoću pF aparature - tlačnog ekstraktora i tlačne membrane uz pozitivne tlakove zraka.

Niži negativni tlakovi se mogu postići i pomoću kutije s pijeskom ili kaolinom.



25

Sadržaj vode u tlu ovisno o teksturi

Tekstura	% vode u apsolutno suhom tlu			
	Hy	Tv	PKv	FAv
Fini pijesak	3,41	3,7	7,6	2,9
Pjeskovita ilovača	6,93	7,2	15,5	8,3
Praškasta ilovača	10,40	12,7	24,0	11,3
Glinasta ilovača	16,10	20,6	30,4	9,8

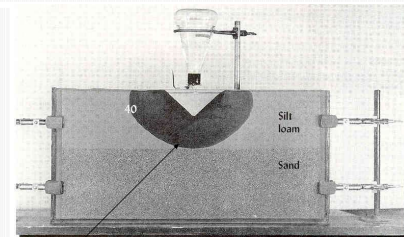
26

Kretanje vode u tlu

Infiltracija - upijanje ili ulaženje vode u poroznu masu tla. U užem smislu to je ulazak vode na granici iz atmosferskog zraka na stranu tla (dok stalno pritječu nove količine vode).

Redistribucija vlage - unutrašnja preraspodjela vode infiltrirane u tlo.

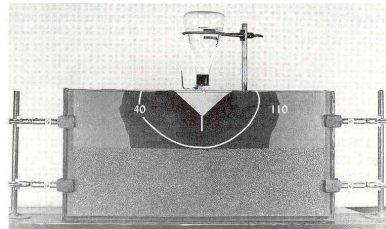
Filtracija - procjeđivanje vode kroz poroznu masu tla (sila gravitacije).



- Voda se kreće kroz nesaturirano tlo
- Gravitacija je beznačajna, sile matriks potencijala između mokrog i suhog tla

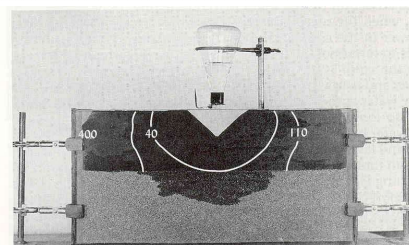
27

28



- 110 min: nema procjeđivanja vode u sloj grube teksture
- Voda prelazi u pijesak samo ako ukupni se potencijal dovoljno podigao.

29



- Nakon 400 min $y = -1$ kPa

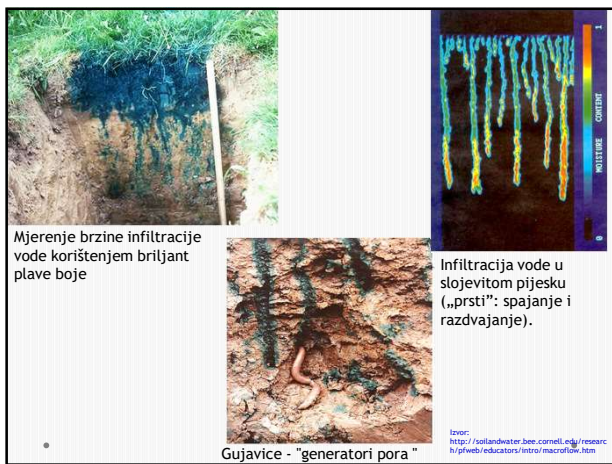
30



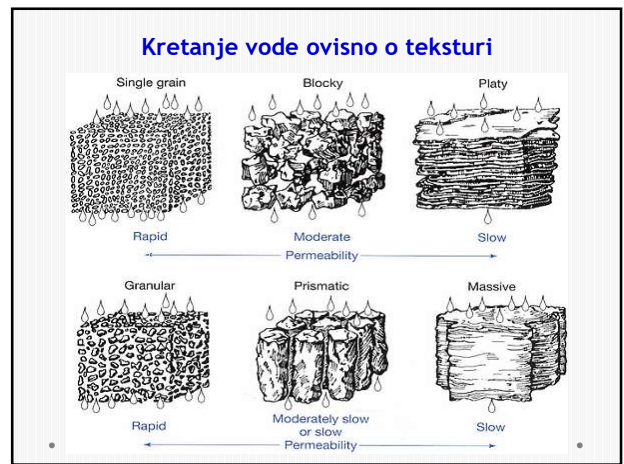
31



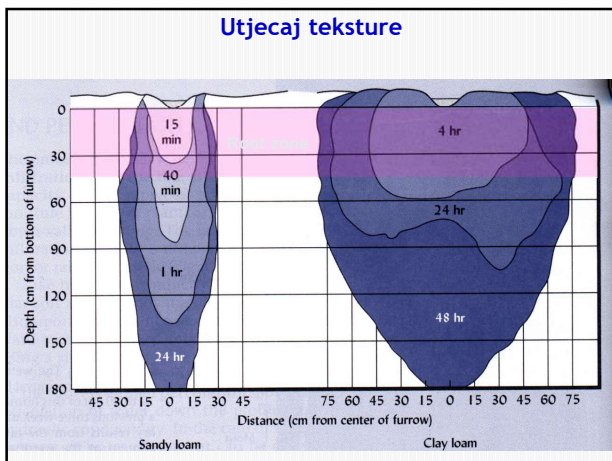
32



33



34



35

Descendentno kretanje - gravitacijsko cijeđenje vode prvenstveno kroz široke nekapilarne pore. Propusnost tla se izražava **koeficijentom propusnosti ili hidrauličke vodljivosti tla (k)**

$$Q = k \times a \times t \times i$$

Q = količina vode, cm
 k = koeficijent hidrauličke vodljivosti tla, cm/s
 a = površina poprečnog presjeka tla, cm
 t = vrijeme protjecanja vode, s
 i = hidrostatski pad (h/l)

Ascendentno kretanje vode - kretanje koje se odvija iz nižih u više horizonte objašnjava se teorijom kapilarne ili opnene vode ili razlikom potencijala na raznim mjestima unutar tla.

36

Lateralno kretanje vode u tlu - kretanje vode u bočnom i radijalnom smjeru, a objašnjava se kapilarnom teorijom, razlikom potencijala ili teorijom filmske vode i osmotskog tlaka.

Evaporacija (isparavanje) - direktni gubitak vode iz tla u atmosferu koje uzrokuje sunčeva energija.

Transpiracija - gubitak vode kroz biljne puči.

Transpiracijski koeficijent - utrošak vode za izgradnju 1 kg suhe organske tvari, npr. prosječni transpiracijski koeficijenti su za: kukuruz - 370, šećernu repu - 400, lucernu - 830, krumpir - 640, pšenicu - 510, zob - 600.

37

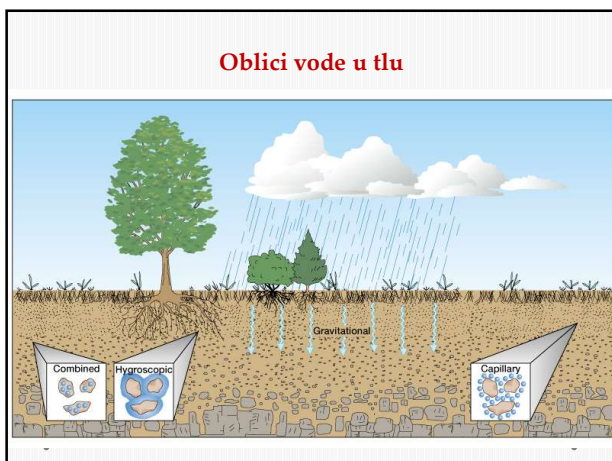
OBLICI VODE U TLU

Higroskopna voda - najtanji sloj nepokretnih i zgusnutih molekula vode na čestici tla koji se oslobađa tek zagrijavanjem na 105°C. To je vezana voda.

Kapilarna voda - ispunjava uske kapilarne pore, kapilarne fragmente na uglovima šupljina. Filmska voda (kao tanki film obavija čestice tla unutar nekapilarnih pora). Vezana voda.

Cijedna ili gravitacijska voda - procjeđuje se djelovanjem sile gravitacije kroz nekapilarne pore u descendentnom smjeru.

38



39

Podzemna voda - nakuplja se na nepropusnom sloju ili horizontu u svim porama.

- na dubini < 2 - 4 m od površine tla
- na dubini 1 - 2 m od površine tla
- unutar 1 m od površine tla

Zaustavna ili stagnirajuća voda - unutar 80 cm od površine, a potječe od poplava ili stagnira duži ili kraći period u tom dijelu profila.

Voda u obliku vodene pare - u zraku tla, tj. u porama koje nisu ispunjene tekućom vodom.

40



41

Odnos veličina pora i kapilariteta

- Visina se udvostručuje s povećanjem dimenzije pora.

$$h \text{ (cm)} = \frac{0.15}{r \text{ (cm)}}$$

Kapilaritet je veći u tlima finije teksture.

42

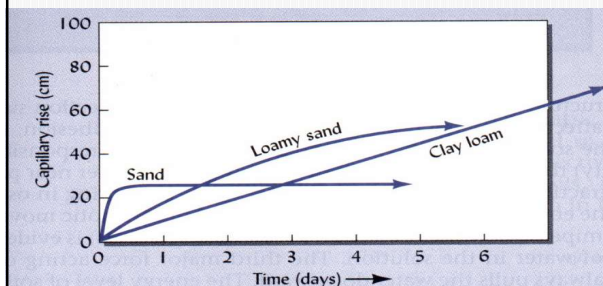
Utjecaj teksture na kapilarni uspon vode

Radius pora (cm)	Kapilarni uspon(cm)
0,015 (pijesak)	10
0,0015 (glina)	100

- Visina kapilarnog uspona je veća u tlima fine teksture.

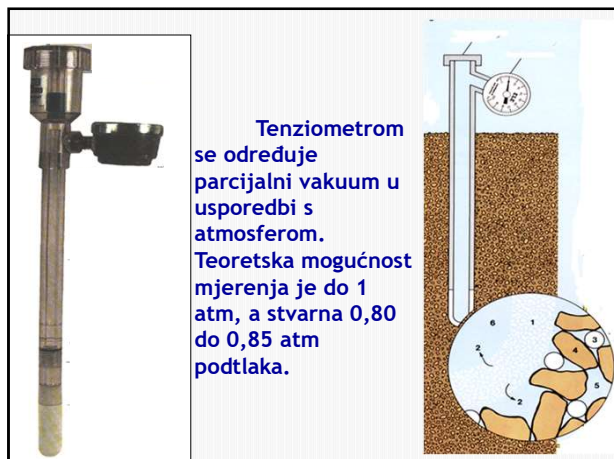
43

Odnos veličine pora i visine kapilarnog uspona



Visina kapilarnog uspona je veća, ali sporija u tlima fine teksture.

44



Tenziometrom se određuje parcijalni vakuum u usporedbi s atmosferom. Teoretska mogućnost mjerenja je do 1 atm, a stvarna 0,80 do 0,85 atm podtlaka.

45

ZRAK U TLU

46

Količina zraka u tlu ovisi o: tipu tla, teksturi, vlažnosti, poroznosti, zbijenosti,...

Zrak u tlu može biti: slobodan, otopljen u vodi ili fizikalno adsorbiran na čvrstu fazu tla.

U makroporama tla nalazi se **zrak u slobodnom stanju**. Ovaj najmobilniji oblik predstavlja smjesu plinova i hlapivih organskih spojeva.

Fizikalno adsorbiran zrak čine plinovi i hlapivi organski spojevi vezani na površinu suhih mehaničkih elemenata tla. Količina ovisi o vlažnosti, mineraloškom sastavu tla, disperznosti, ukupnoj poroznosti i sadržaju humusa.

Najveća količina adsorbiranih plinova je u "apsolutno" suhom tlu.

47

Zrak otopljen u tekućoj fazi tla djelomično učestvuje u aeraciji tla. Topivost se povećava s rastom parcijalnog tlaka i snižavanjem temperature.

Sastav zraka u tlu ovisi o intenzitetu razmjene plinova između zraka tla i atmosfere, te o intenzitetu biokemijskih procesa u tlu.

Tablica 1. Sastav zraka u atmosferi i tlu

	Atmosfera, %	Tlo, %
Dušik	79	79
Kisik	21	20 (0-20 %)
Ugljikov(IV)-oksid	0,03	0,35 (0-5 %)

48

KISIK

- za nesmetano odvijanje oksidacijskih procesa: trošenje minerala, humifikaciju i mineralizaciju.
- za disanje biljnog korijenja i faune u tlu. U nedostatku slobodnog kisika biljni korijen ga usvaja iz visokooksidiranih spojeva (NO_3^- , SO_4^{2-} , HPO_4^{2-}) otopljenih u vodi što rezultira njihovom redukcijom.
- optimalni sadržaj je ~ 20 %.
- svako snižavanje koncentracije je praćeno smanjenjem prinosa i kvalitete poljoprivrednih kultura.

49

- u anaerobnim uvjetima biljna hraniva prelaze u biljkama nepristupačne oblike te se formira niz spojeva: CO_2 , H_2S , CH_4 , NH_3 , H_2 , spojevi željeza i mangana (sivoplava boja, konkekcije R_2O_3).

U oraničnim horizontima većine poljoprivrednih tala koncentracija O_2 je rijetko < 15 %vol. U rastresitim površinskim horizontima slabo humoznih, dobro aeriranih tala koncentracija je > 18%, a nekad i do 20%. Najniža je u tlu tijekom vlažnih ljetnih mjeseci. U pravilu se s dubinom, uslijed slabe aeracije, znatno smanjuje \Rightarrow u slabo aeriranim tlima u vlažnom periodu iznosi ~ 10%, a često i ~ 5% slobodnog O_2 .

50

UGLJIKOV(IV)-OKSID

- visoka koncentracija negativno djeluje na sjeme, korijen i prinos poljoprivrednih kultura.
- značajan je u procesima trošenja minerala i migraciji nastalih produkata.
- otopina tla zasićena s CO_2 otapa niz teško topivih spojeva u tlu (CaCO_3 , $\text{CaCO}_3 \times \text{MgCO}_3$, MgCO_3 , FeCO_3).
- povećana koncentracija CO_2 u otopini tla koja dovodi do ispiranja baza u obliku karbonata (*dekarbonatizacija*) u navodnjavanim tlima povećava intenzitet dealkalizacije i acidifikacije tla, te topivost fosfata.

51

- koncentracija CO_2 do 1 % u površinskom horizontu u uvjetima normalnog vlaženja povećava prinos biljaka \Rightarrow više CO_2 za asimilaciju biljaka.
- negativan utjecaj CO_2 na klijanje sjemena i razvoj biljnog korijena se javlja kada ga u tlu ima > 3 %.
- u jako karbonatnim tlima CO_2 s vodom stvara H_2CO_3 , smanjuje alkalnost i omogućava prevođenje nekih teško topivih soli ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) u lakše topive i biljkama pristupačne oblike.

Suma $\text{CO}_2 + \text{O}_2$ je uvijek ~ 21 %.

52

DUŠIK je značajan za nitrogene bakterije - simbiotske i nesimbiotske. Sadržaj u tlu minimalno varira zbog azotofiksacije i denitrifikacije.

Uloga **VODENE PARE** je da štiti od sušenja korijenje biljaka i mikroorganizme tla. Osim u plitkom površinskom sloju jako isušeni tala zrak tla je uvijek maksimalno zasićen **vodenom parom**.

Apsolutni sadržaj vodene pare ovisi o njejoj temperaturi, a maksimalno iznosi 4 %vol.

53

KAPACITET TLA ZA ZRAK

predstavlja sposobnost tla da u određenom fizikalnom stanju upija i zadržava zrak u porama.

Između kapaciteta tla za zrak i kapaciteta tla za vodu postoji negativna korelacija.

Maksimalni kapacitet tla za zrak - maksimalna količina zraka koju tlo sadrži u suhom stanju \Rightarrow tlo sadrži samo higroskopnu vlagu \Rightarrow čine ga adsorbirani i slobodni plinovi u porama.

Maksimalni kapacitet tla za zrak = ukupna poroznost tla

54

Trenutačni kapacitet tla za zrak - količina zraka u tlu u trenutku njegovog određivanja.

$$Kz \text{ (trenutačni)} = P - Trv \text{ (\%vol.)}$$

Apsolutni kapacitet tla za zrak = volumen pora koje su ispunjene zrakom kada je tlo zasićeno do retencijskog (poljskog) kapaciteta za vodu, odnosno kada su mikropore ispunjene vodom, a makropore zrakom. U literaturi se još naziva: nekapilarna poroznost, minimalni zračni kapacitet (Novak), efektivna poroznost, poroznost aeracije, itd.

$$Kz = P - Kv \text{ (\%vol.)}$$

55

Optimalni kapacitet tla za zrak -

najpovoljniji sadržaj zraka u tlu potreban biljkama za normalan rast i razvoj. Biljne vrste imaju različite zahtjeve za količinom zraka, npr. najveće zahtjeve imaju krumpir i mahunarke, zatim ječam i šećerna repa.

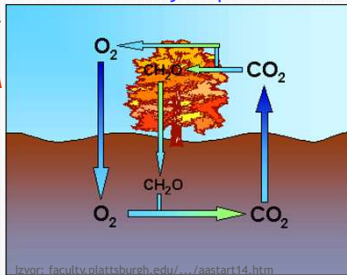
56

ZRAČNI REŽIM TLA

- obuhvaća ulazak, kretanje i gubitak zraka iz tla, a može se definirati kao **AERACIJA TLA**.

Razmjena cjelokupnog zraka tla sa zrakom atmosfere odvija se putem *difuzije* ili *kretanja zračnih masa*.

Mehanizam izmjene plinova u tlu



57

Intenzitet aeracije može se mjeriti brzinom difuzije kisika (g O₂ na površini 1 cm² tla tijekom 1 min).

- kod većine biljnih vrsta rast korijena prestaje kada je intenzitet aeracije < 20 g 10⁻⁸/cm²/min O₂,
- intenzitet aeracije ovisi o: razlici u parcijalnom tlaku i propusnosti tla za zrak,
- aerobni mikroorganizmi koji troše O₂ i oslobađaju CO₂ ubrzavaju proces aeracije,
- premještanje plinova se odvija kroz slobodne makropore, što je u uskoj vezi s količinom vlage u tlu (više vlage = usporavanje aeracije i obrnuto),
- aeracija se naglo pogoršava učestalim prohodima teške mehanizacije na oranicama (gaženje tla).

58

Difuzija - kretanje plinova kroz poroznu sredinu.

Uzrok je razlika u parcijalnom tlaku pojedinih plinova (O₂ i CO₂) u zraku tla i zraku atmosfere, a prestaje uspostavom dinamične ravnoteže.

Intenzitet ovisi o gradijentu parcijalnog tlaka i ukupnoj poroznosti, a slabi zbog: krivudavosti pora (produžava se put za plinove), variranja sadržaja vlage u tlu, adsorpcije kisika od strane biljnog korijena.

Prema nekim autorima 10 %vol. zraka u tlu smatra se kritičnom granicom zbog prestanka difuzije plinova i smanjenja propusnosti tla za zrak.

59

Razlozi **kretanja zračnih masa**:

1. promjene barometarskog tlaka

- rastom bar. tlaka atmosferski zrak se potiskuje u tlo,
- pad bar. tlaka uzrokuje širenje zraka tla i njegov izlazak u atmosferu.

Kod najveće dnevne promjene barometarskog tlaka (- 0,3 bara) može doći do izmjene plinova samo u površinskih 3 - 4 cm tla.

2. promjene temperature uzrokuju sabijanje ili širenje plinova što rezultira kretanjem zraka između tla i atmosfere.

- kada je zrak tla topliji (noću) širi se i kreće prema atmosferi i obrnuto.

60

3. kiša

- a) kišnica iz pora istiskuje zrak tla, a nakon procjeđivanja omogućava ulazak svježeg zraka,
- b) kisik otopljen u kišnici ulazi u tlo.

Samo velika količina oborina uspijeva iz makropora istisnuti zrak, a to se događa kod neadekvatno primijenjenog navodnjavanja. Ako je kišnica zasićena kisikom tada 1cm oborina unese u tlo oko 0,3 l/m² kisika, na 20 °C pri normalnom atmosferskom tlaku (Kohnke, 1968.).

61

PROPUSNOST TLA ZA ZRAK

- sposobnost tla da propušta zrak kroz svoju masu. Ovisi o ukupnoj poroznosti, odnosu kapilarnih i nekapilarnih pora, količini vode u tlu i debljini sloja kroz koji se kreće zrak.
- izražava se volumenom zraka (l) koji u jedinici vremena (s), pri određenom tlaku i temperaturi prođe kroz sloj tla debljine 1 m.
- varira u intervalu 0 - 1 l/s,
- vrijednosti nisu iste u horizontima unutar jednog tipa tla, kao ni u različitim tipovima tala,

62

- povišenjem temperature tla i zraka smanjuje se propusnost zbog pojačanog trenja molekula plinova,
- rastom atmosferskog tlaka raste i propusnost tla za zrak.

Mjere popravke lošeg zračnog režima tla:

- drenaža, ako je visoka podzemna voda
- razbijanje pokorice i stvaranje stabilne zrnaste strukture tla
- vertikalno dubinsko rahljenje (podrivanje)

63

Uzorkovanje zraka tla



64

TOPLINSKA SVOJSTVA TLA

Glavni izvor topline za tlo je Sunce - solarna radijacija. Na površinu tla dopire oko 45%, a ostalo se apsorbira u atmosferi ili se trajno gubi refleksijom i difuznim raspršivanjem. Apsorbirani dio je čista radijacija - zagrijava tlo.

Zagrijavanje tla ovisi o geografskoj širini i oblasti, reljefu (ekspozicija, inklinacija), svojstvima tla, te specifičnim toplinskim kapacitetima pojedinih faza tla, kapacitetu tla i provodljivosti tla za toplinu.

Ekspozicija - na sjevernoj zemljinoj polutki početkom vegetacijske sezone najtoplije su **južnoistočne**, sredinom sezone **južne**, a na završetku **južozapadne** ekspozicije (trajni nasadi !).

65

66

Inklinacija - što je veći nagib padine izraženije su razlike u zagrijavanju. Najtopliji pristranci su oni čija površina zatvara sa sunčevim zrakama kut od 90° ⇒ visoka koncentracija sunčevih zraka na relativno malo površini.

Boja - tamnija tla upijaju više sunčeve energije.

Vlažnost tla - mokro tlo se sporije zagrijava od suhog.

Tekstura i struktura tla - glinasta tla su vlažnija i sporije se zagrijavaju, ali dulje zadržavaju toplinu od pjeskovitih. Kod dobro strukturiranih tala brže je zagrijavanje.

67

Pokrov na površini tla - gole površine više zrače i albedo (odbijanje energije radijacije) je veći.

Vegetacija na površini troši velike količine energije za transpiraciju i izgradnju organske tvari.

Tla pod vegetacijom, šumskom prostirkom ili malčom se sporije zagrijevaju i sporije gube toplinu.

Snijeg je jedan od najboljih toplinskih izolatora, npr. tijekom jako hladnih zima razlika u temperaturi zraka iznad snijega i temperaturi tla ispod snijega može biti i do 20-ak°C.

Temperatura je najdinamičnije svojstvo tla. Podložna je dnevnim i sezonskim kolebanjima.

68

a) dnevne oscilacije:

- do 30 cm dubine ≤ 3 °C,
- na 60 cm dubine oko 1°C,

b) sezonske oscilacije ovisno o klimi i tipu tla imaju sljedeća opća obilježja:

- temp. minimumi i maksimumi kasne za onima na površini jer toplina prijeđe put od 10 cm za oko 3 h,
- površinski horizonti tla se zagrijevaju jače od zraka,
- ljeti se tlo zagrijava u descendentnom smjeru, a u jesen i zimi se hladi u ascendentnom smjeru,

c) povremene oscilacije zbog utjecaja vjetera, kiše, snijega i sl.

69

TOPLINSKA SVOJSTVA

Specifični toplinski kapacitet - količina topline (cal ili J) potrebna da se zagrije 1 g (*težinska specifična toplina*) ili 1 cm³ (*volumna specifična toplina*) tla za 1° C.

- težinska specifična toplina vode = 1; humusa - 0,5; a mineralne tvari tla - 0,2 cal.
- volumna specifična toplina vode = 1; čvrste faze tla = 0,5 - 0,6 cal; a zraka = 0,0003 cal ⇒

⇒ znači najviše topline treba da se zagrije voda ⇒

⇒ vlažna tla je najvažniji faktor koji određuje temperaturu tla (vlažna tla su hladna jer se sporije zagrijevaju od suhih iako primaju istu količinu topline).

70

Kapacitet tla za toplinu je sposobnost tla da primi određenu količinu topline, jednak je sumi umnožaka specifičnih toplinskih kapaciteta faza tla i njihovih masa.

$$C = c_1 \times M_1 + c_2 \times M_2 + c_3 \times M_3$$

Ovisi o vlažnosti (manje vode i manji kapacitet za toplinu, manje potrebne sunčeve energije za zagrijavanje tla).

71

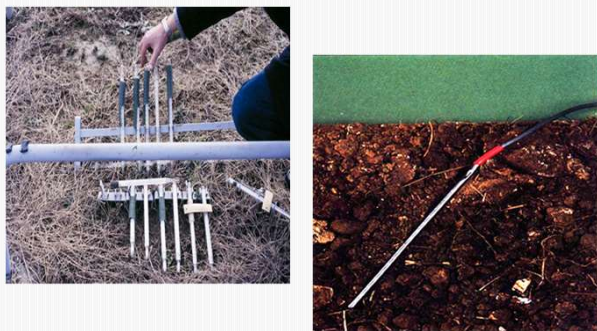
Provodljivost tla za toplinu - sposobnost tla da kroz svoju masu provodi toplinu. Kretanje se odvija u pravcu pada temperature (temperaturni gradijent). Izražava se: količinom topline (cal ili J) koja prođe kroz sloj tla 1 cm debljine na površini 1 cm² u sekundi, pod uvjetom da je razlika u temperaturi između gornje i donje granične plohe sloja tla 1°C.

Jedinica mjere = $J/cm \cdot s \cdot ^\circ C$.

Najveću provodljivost za toplinu posjeduje voda, a najmanju zrak ⇒ stoga vlažna, glinasta i zbijena tla najbrže provode toplinu, ali imaju veliki kapacitet za toplinu i teško se zagrijevaju. Močvarna tla su duže hladnija u proljeće i duže zadržavaju toplinu u jesen. Suha i pjeskovita tla se brže zagrijevaju i brzo hlade.

72

Geotermometri za mjerenje temperature tla na različitim dubinama.



73

Temperatura tla

Temperatura tla je dinamična veličina jer može znatno varirati tijekom vremena (godišnje, sezonsko ili dnevno kolebanje) i po dubini profila. Dnevne oscilacije temperature na dubini do 30 cm su do 3 °C, a do 60 cm dubine do 1°C.

Porastom temperature raste enzimatska aktivnost organizama u tlu, a važna je za:

- dekompoziciju organske tvari (oslobađanje hraniva, utjecaj na vodni režim)
- razgradnja minerala tla (led, temperaturni koeficijent i dr.)

74

- rast biljaka (potreba za temperaturom, temp. valenca, optimum)

a) direktan utjecaj

- klijanje i nicanje sjemena
- rast korijena
- usvajanje hraniva
- rast izdanaka

b) indirektan utjecaj

- premještanje vode
- premještanje plinova (N_2 , O_2)
- struktura tla
- raspoloživost hraniva

75

• difuzija hraniva

- premještanje od veće ka nižoj koncentraciji
- plinovi (O_2 , CO_2 , CH_4 , C_2H_2 , N_2)
- metalni ioni (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , NO_3^- , PO_4^{3-})
- organske tvari (DON)

• pokretljivost vode (konvekcija, evaporacija)

• biologija tla

- mikroorganizmi (bakterije, gljive,...)
- mezofauna (crvi, kišne gliste, rovice,...)
- kontrola razgradnje organske tvari
- utjecaj na strukturu tla
- mikroorganizmi mogu živjeti od -12 °C do 100 °C
- većina ih živi između 0 i 30 °C
- kako mikroorganizmi prežive temperature ispod 0 °C
 - * posebni lipidi zadržavaju vitalnost i funkciju biomebrana
 - * visoka koncentracija otopljenih tvari u stanicama
- većina velikih organizama spušta se dublje u tlo preko zime ili ljeta

76

Korištena literatura:

- Filipovski, G. (1974): Pedologija. Univerzitet "Kiril i Metodij" Skopje. Skopje.
- Gajić, A. B. (2006): Fizika zemljišta. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet. Beograd
- Racz, Z. (1986): Agrikulturna mehanika tla. Sveučilište u Zagrebu Fakultet poljoprivrednih znanosti Zagreb. Zagreb.
- Resulović, H., Čustović, H. (2002): Pedologija - opći dio. Univerzitet u Sarajevu. Sarajevo.
- Škorić, A. (1989): Sastav i svojstva tla. Fakultet Poljoprivrednih znanosti. Zagreb.
- Vidaček, Ž. (2000): Opća pedologija - autorizirane pripreme za predavanje. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za pedologiju.
- Voronin, A. D. (1986): Osnovi fiziki počv. Izdateljstvo Moskovskogo universiteta. Moskva.
- Vučić, N. (1987): Vodni, vazdušni i toplotni režim zemljišta. Vojvođanska akademija nauka i umetnosti, Poljoprivredni fakultet - Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad. Novi Sad.
- internet

77