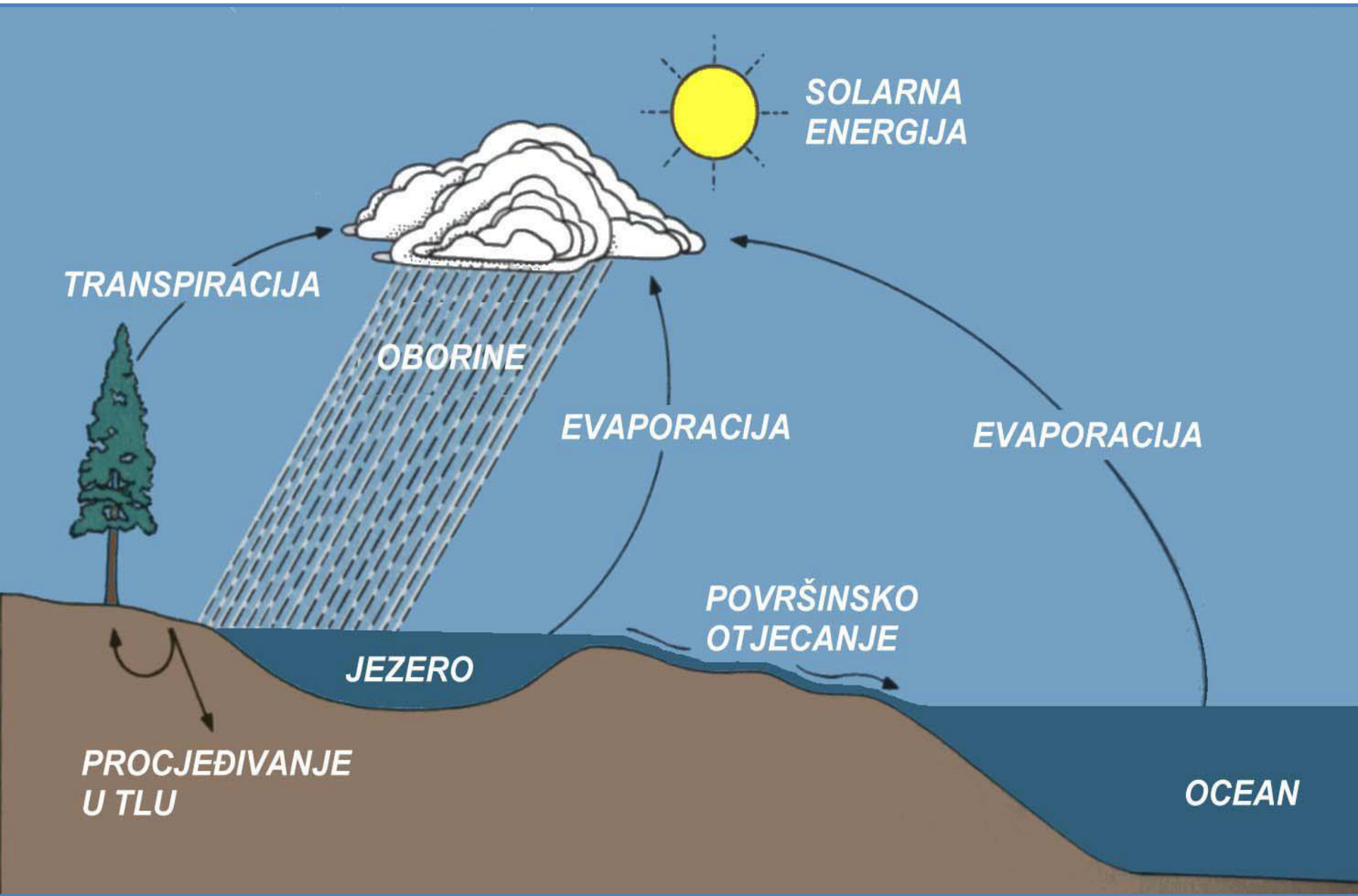




Agrometeorologija
Mjerenje isparavanja i oblačnosti

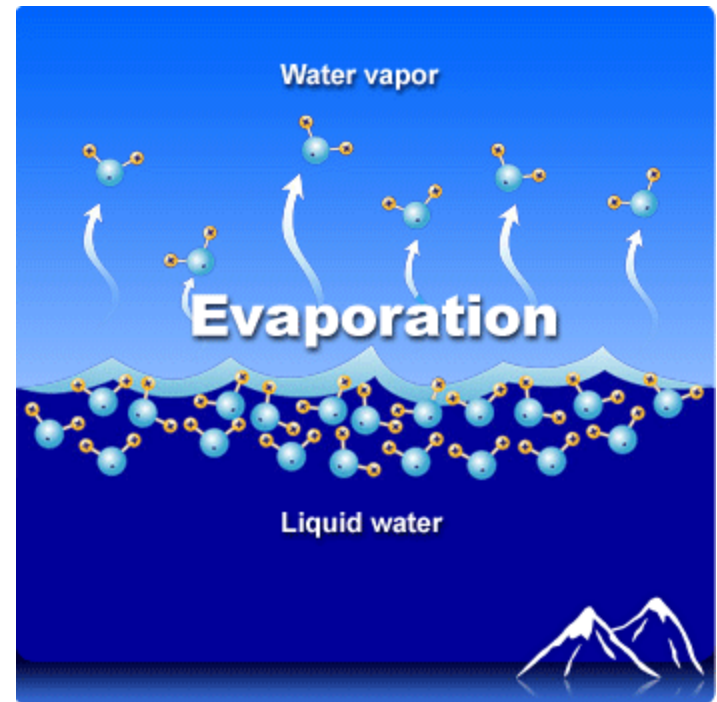
Dr Milić Čurović



Kruženje vode

Isparavanje

- Definicija - **isparavanje** podrazumijeva prelaz vode iz tečnog (ili čvrstog) u gasovito stanje (vode u paru)
- Za proces isparavanja neophodno je da postoji
 - izvor vlage,
 - gradijent protoka vodene pare između površine vode i atmosfere i
 - izvor energije ili latentna toplota koja se dobija od Sunca, iz zemlje, iz vazduha ili same vode



Isparavanje

Za praktične potrebe isparavanje se izražava preko visine sloja vode u milimetrima koja se ispari u jedinici vremena (mm s^{-1}).

Daltonov zakon

$$E_i = C_w \frac{E_1 - e}{p}$$

E_i -intenzitet isparavanja

E_1 -temperatura aktivne površine koja se isparava

e -pritisak vodene pare koja se nalazi u vazduhu

p - atmosferski pritisak

C_w - konstanta ($\text{kg m}^2 \text{s}^{-1}$) koja zavisi od srednje brzine vjetra

Isparavanje

Potencijalno isparavanje sa golog zemljišta zasićenog do poljskog vodnog kapaciteta, zatim sa optimalno vlažne, kompaktne travnate površine i sa vodene površine praktično se podudaraju.

Stvarno isparavanje predstavlja količinu vode koja se isparava u postojećim uslovima.

Isparavanje

Razlikuju se sledeća dva osnovna oblika isparavanja:

- **Isparavanje sa slobodne vodene površine**
- **Sumarno isparavanje** (evapotranspiracija).

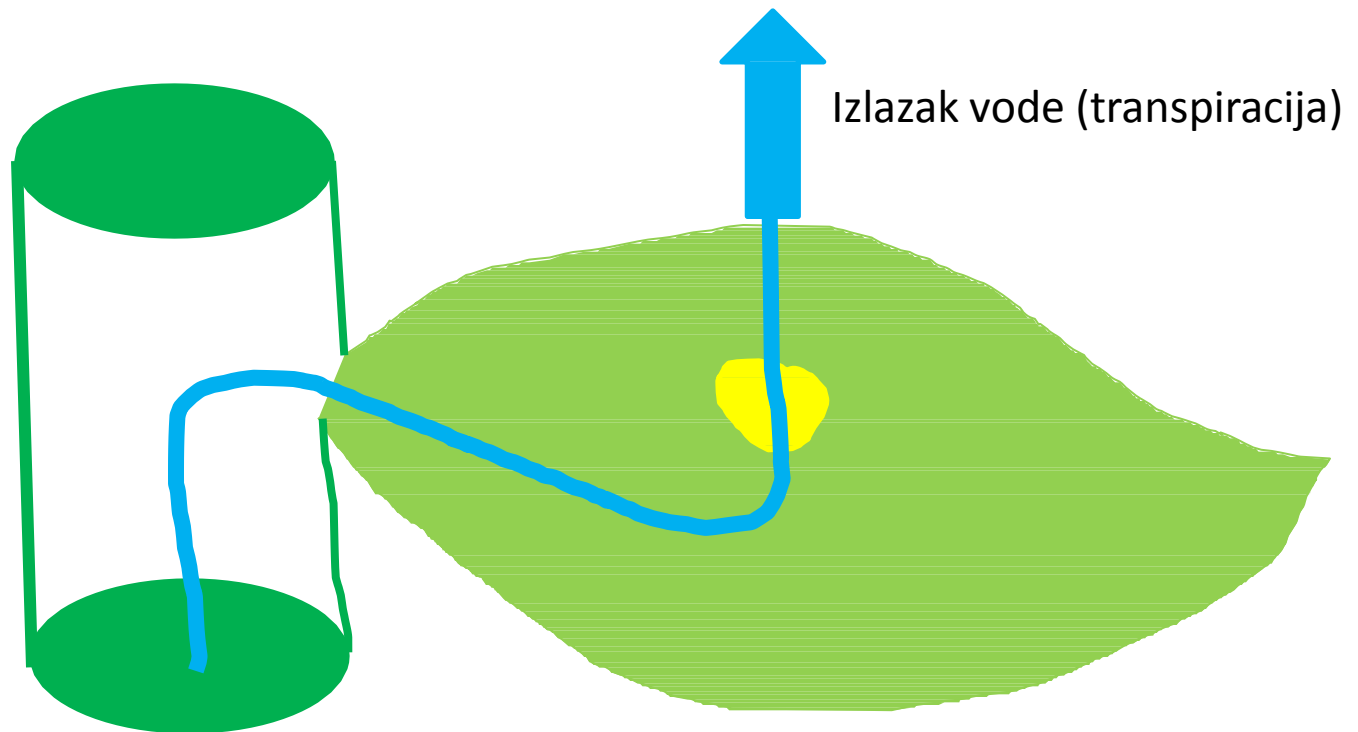


Isparavanje

- Isparavanje sa **vodene površine** zavisi od
 - raspoložive energije,
 - temperature vode i vazduha,
 - deficita zasićenosti vazduha iznad vodene površine,
 - brzine vjetra,
 - insolacije,
 - atmosferskog pritiska i
 - hemijskih osobina vode.
- Proces isparavanja je univerzalna pojava na svakom mjestu na zemljinoj površini gdje je atmosfera nezasićena vodenom parom, a postoji voda koja je na raspolaganju

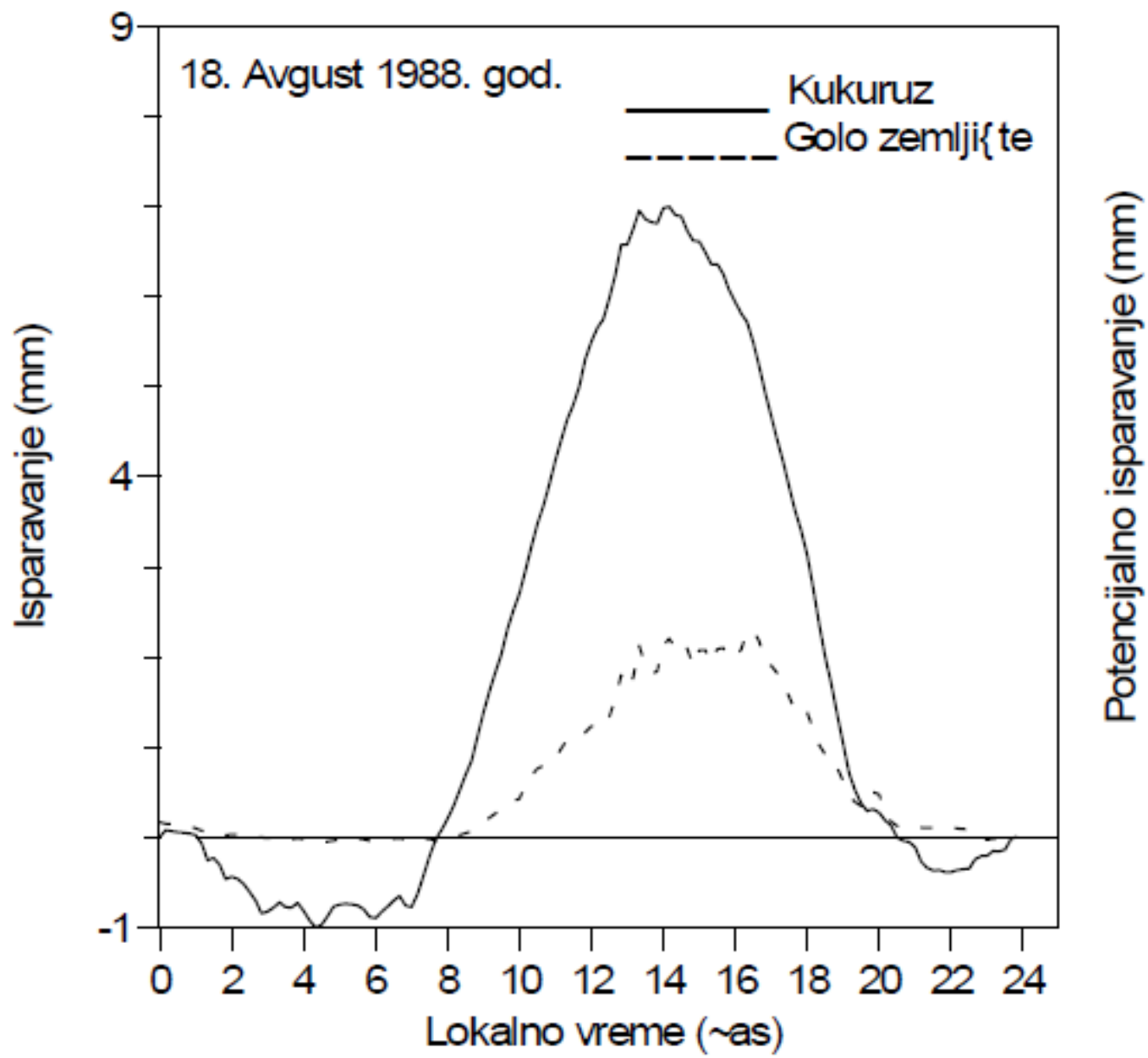
Isparavanje

- **Sumarno** isparavanje može biti:
 - Isparavanje **sa terena**
 - Isparavanje **sa biljaka** (intercepcija)
 - Isparavanje **kroz biljke** (transpiracija)



Transpiracija je proces odavanja vode (u vidu vodene pare) sa površine biljaka, naročito sa površine listova. Postoje tri osnovna tipa transpiracije:

- kutikularna*** - odigrava se sa površine cijele biljke, molekuli vode prolaze kroz kutikulu,
- lenticelarna*** - odigrava se kroz otvore na stablu koji se nazivaju lenticеле,
- stomaterna*** - kontrolisano odavanje vode kroz stome



Mjerenje isparavanja

- Isparavanje se mjeri ispariteljima ili evaporimetrima. Postoje različiti tipovi isparitelja, od kojih se neki koriste i danas (Pisheov kao i isparitelj klase A), a neki više ne (na primjer: lizimetri, Wild-isparitelj ili Wild-evaporigraf).



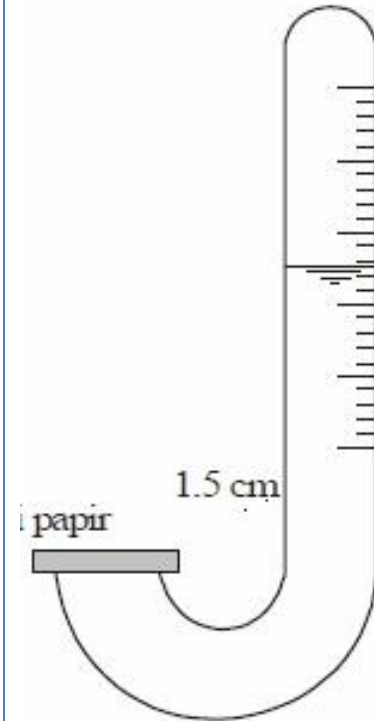
Pisheov isparitelj

- Postoje dva tipa ovog isparitelja:
savijeni i ravni.
- Ravni tip sastoji se od ravne staklene cijevi dugačke 30 cm
- Gornji kraj cijevi je zatvoren i ima kukicu za vješanje, a donji kraj je otvoren. Cijev se puni destilovanom vodom, tako da voda dosegne oznaku 0 ili nešto niže, ali ne niže od oznake za 1 mm.
- Cijev se poklopi upijajućim papirom



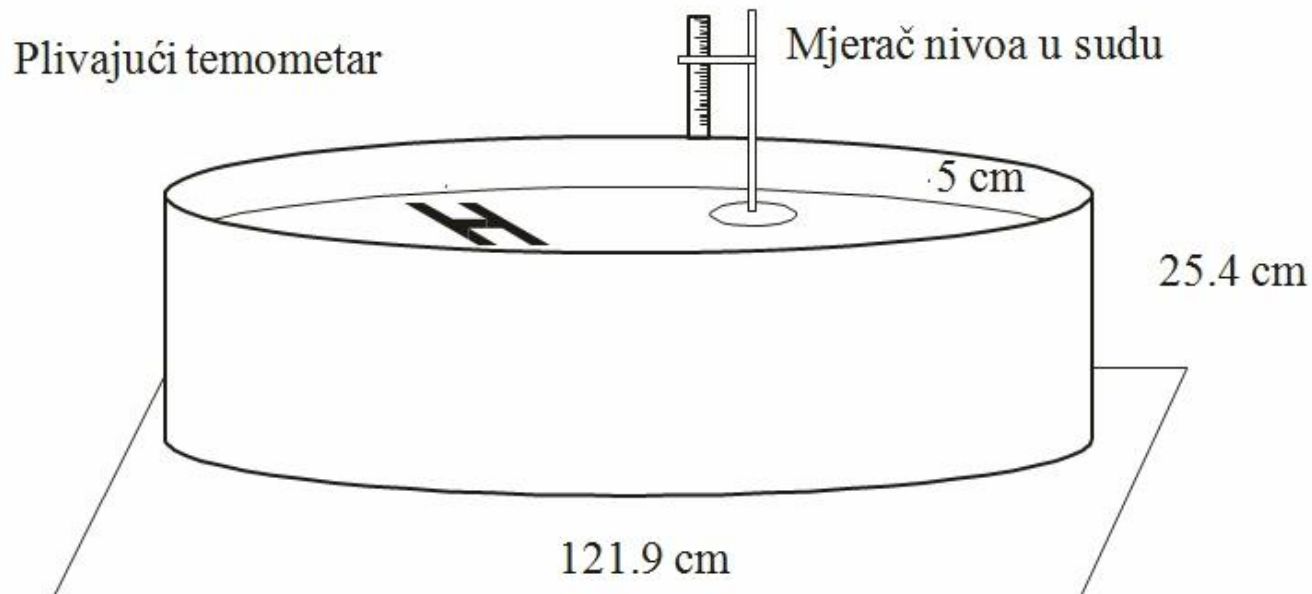
Pisheov isparitelj

- Savijeni tip sastoji se od staklene cijevi dužine oko 80 cm koja je savijena za 180° pri dnu.
- Gornji kraj cijevi je zatvoren
- količina isparene vode se mjeri na graduisanom vertikalnom dijelu cijevi



Isparitelj klase A

- Sastoji se od metalnog cilindričnog suda prečnika 121 cm i dubine 25.5 cm koji se puni vodom
- Sud je napravljen od pocinkovanog lima debljine 0.8 mm, a puni se vodom do visine 5 cm ispod gornje ivice suda, koji je postavljen na impregnirano drveno postolje.



Isparitelj klase A

- Sastavni dio isparitelja je komora za umirenje vode (mesingani cilindar), koja se postavlja na dnu suda isparitelja, u blizini njegove sjeverne strane.



Isparitelj klase A

- Mjeri se sniženje nivoa vode, koja se usled isparavanja tokom određenog vremenskog perioda gubi iz posude.
- Mjerenje nivoa vrši se pomoću mikrometra mikrometarskog zavrtnja).
- Isparavanje se mjeri svaki dan dva puta dnevno u 7 i 19^h po SEV





Magla

- meteorološka pojava u prizemnom sloju troposfere, prizemni oblak sitnih vodenih kapljica ili ledenih kristala koji lebde u vazduhu. Pri višim temperaturama magla se zadržava samo uz visoku relativnu vlažnost vazduha. Izgled joj je bjeličast, a u blizini industrijskih zona može poprimiti žućkasto-sivu boju zbog primjesa dima i prašine. Prema jačini, magla može biti:
 - 1) **slaba**, sa horizontalnom vidljivošću 500m - 1 km,
 - 2) **umjerena**, sa horizontalnom vidljivošću 50 - 500 m,
 - 3) **jaka**, sa horizontalnom vidljivošću manjom od 50 m.



Oblaci

Uobičajena je podjela oblaka u grupe na nekoliko načina:

- ... prema spoljnom izgledu
- ... prema visini na kojoj se nalaze
- ... prema načinu postanka
- ... prema fizičkom sastavu
- ... prema prozirnosti



Podjela oblaka prema načinu postanka

Konvektivni – gomilasti oblaci (kumulus, kumulonimbus i altokumulus castellanus) nastaju kada se **vertikalnim strujanjem** podiže topli vlažni vazduh u više i hladnije dijelove atmosfere gdje se vodena para kondenzuje. Pri slabijoj konvekciji mogu nastati kumulusi, pri jačoj kumulonimbusi, a pri konvekciji u višim slojevima atmosfere altokumulusi.

Slojeviti oblaci nastaju zbog pravilnog, **postupnog dizanja slojeva vlažnog vazduha na velikom području** (altostratus, cirostratus, cirus, nimbostratus, stratus), **turbulencijom vazduha** na planinskim preprekama ili kao posljedica dinamičke turbulencije vazduha u razmjerno tankom sloju (cirokumulus, stratokumulus).

Valoviti - pramenasti oblaci (cirokumulus i altostratus) pojavljuju se kao posljedica **valovitih pomjeranja** u atmosferi u obliku uporednih, jednako širokih pojaseva, koji pokrivaju veći ili manji dio neba. Ti oblaci mogu biti dugački desetine i stotine kilometara, a debljina im je nekoliko desetina metara.

Podjela oblaka prema izgledu

... osnovni oblici oblaka prema izgledu

... gomilasti oblaci – **kumulusi**

... slojeviti oblaci – **stratusi**

... pramenasti oblaci – **cirusi**

prelazni oblici oblaka prema izgledu

... slojevito gomilasti – stratokumulusi

... pramenasto slojeviti oblaci – cirostratusi

... pramenasto gomilasti – cirocumulusi

Kumulusi

-gomilasti oblaci



Stratusi

-slojeviti oblaci



Cirusi

-pramenasti oblaci



Podjela oblaka prema visini

... donji sloj – do visine od 2 km

... srednji sloj – 2-6 km

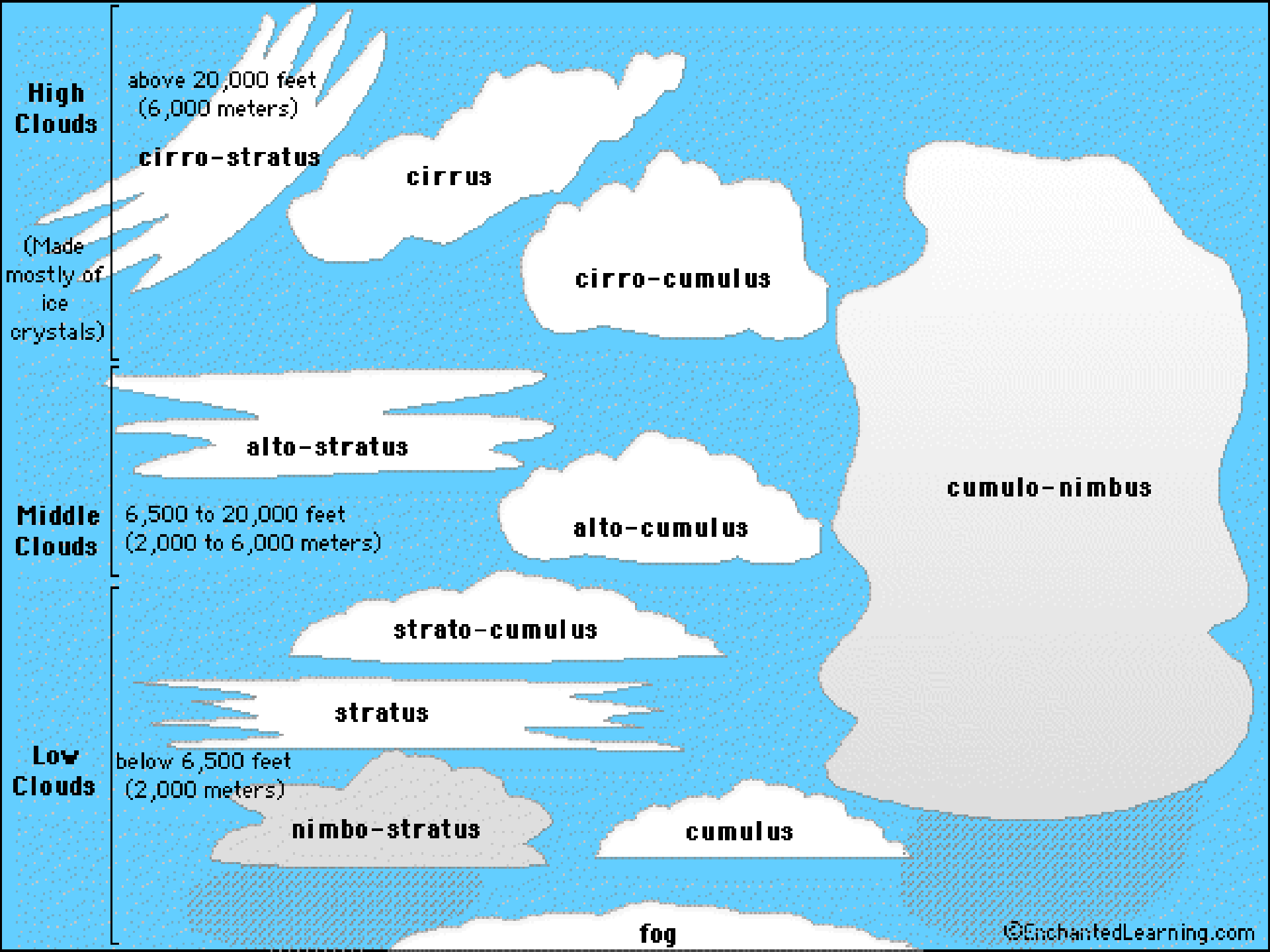
... gornji sloj – preko 6 km

Prema **Međunarodnom atlasu oblaka** oblaci se uglavnom nalaze do slijedećih visina od površine mora:

... u tropskim predjelima – oko 18 km

... u umjerenim predjelima – oko 13 km

... u polarnim predjelima – oko 8 km



Podjela oblaka prema Međunarodnom atlasu oblaka <https://cloudatlas.wmo.int/home.html>

- ... **Cirrusi** – oblaci gornjeg sloja u obliku bijelih, nježnih vlakana, ne stvaraju sjenku na zemlji
- ... **Cirrocumulusi** – oblaci gornjeg sloja u obliku tankih navlaka, ne stvaraju sjenku na zemlji
- ... **Cirrostratusi** – oblaci gornjeg sloja glatkog izgleda, kod ovog tipa oblaka uobičajeno se oko sunca i mjeseca pojavljuje široki osvjetljeni prsten
- ... **Alto cumulusi** – oblaci srednjeg sloja u obliku bijelih ili sivih navlaka s dodacima oblika oblutka, valjaka i sl.
- ... **Altostratusi** – oblaci srednjeg sloja, sivkastoplave boje, izbrazdanog oblika, padavinski oblaci
- ... **Nimbostratusi** – oblaci srednjeg i donjeg sloja, sive boje, rasplnutog oblika, iz njih padaju duge kiše
- ... **Stratocumulusi** – oblaci donjeg sloja, bijelosive boje, imaju izgled navlaka sa dodacima oblika oblutka i valjaka, iz ovih oblaka padaju slabe padavine u obliku kiše i snijega
- ... **Stratusi** – oblaci donjeg sloja, sive boje, ujednačene baze iz kojih mogu padati sipeća kiša ili zrnati snijeg
- ... **Cumulusi** – oblaci po obliku razdvojeni s jasnim konturama, obično su bijele boje, za stvaranje ovih oblaka u atmosferi mora postojati velika labilnost
- ... **Cumulonimbusi** – oblaci donjeg i srednjeg sloja, koji se mogu pružati i u gornji sloj. To su gusti oblaci u obliku planine ili ogromnih kupola. Iz ovih oblaka pada jaka kiša (pljusak), snijeg i grad. Pretežno se pojavljuju dolaskom vazdušnog fronta. Popratna pojava im je grmljavina.

Visoki oblaci



(Ci) Cirrus



(Cc) Cirrocumulus



(Cs) Cirrostratus

Oblaci srednje visine



(Ac) Altocumulus



(As) Altostratus



(Ns) Nimbostratus

Niski oblaci



(Cb) Cumulonimbus



(Cu) Cumulus



(Sc) Stratocumulus



(St) Stratus

Oblaci

Posmatranja oblaka obuhvata:

- određivanje (prepoznavanje) vrste oblaka
- procjenu naoblačenja
- procjenu gustine (debljine) oblaka
- mjerenje ili procjenu visine oblaka.

Posmatranje oblaka obavlja se s otvorenog mjesta odakle se po mogućnosti vidi cijeli nebeski svod.

Mjesto motrenja treba biti uvijek isto i s tačno određenim stranama svijeta na toj tački

Stepen naoblačenja

- Pojam pojmom “stepena naoblačenja” podrazumijeva se pokrivenosti neba oblacima, tj. veličina oblačnog pokrivača u odnosu na cijelo nebo.
- Izražava se i bilježi cijelim brojevima od 0-10 (0 znači da je nebo potpuno vedro)

Procjena gustine oblaka

- Pod pojmom gustine oblaka podrazumijeva se mjera prozračnosti oblaka.
- Gustina oblaka obavlja se procjenom: da li je oblak tanak, umjerene debljine ili vrlo debeo. Procijenjeno stanje bilježi se brojevima za jačinu (0, 1 ili 2).
- Pri nejednakoj debljini oblaka upisuje se onaj broj koji odgovara debljini većine oblaka na nebu bez obzira na njihov tip

Mjerenje visine oblaka

- Za mjerenje visine oblaka koriste se sljedeće metode:
 - 1) puštanje pilot-balona
 - 2) osvjetljavanje oblaka reflektorom
 - 3) procjena od oka.

Upotreba meteorološkog balona

- mjerenja visine niskih oblaka obavljaju se tokom dana malim pilot-balonima mase 5-10 g.
- Oni moraju biti okrugli i napunjeni vodonikom tako da se dižu brzinom od približno 120-150 m/min.
- Visina oblaka određuje se iz relacije:

$$H = w t [m]$$

- gdje je H visina oblaka u metrima,
- w uzlazna brzina balona u m/min,
- t vrijeme u minutima od puštanja balona do njegovog iščezavanja u oblaku.

Upotreba reflektora

- Mjerenje visine oblaka pomoću reflektora obavlja se uglavnom nakon zalaska sunca i u večer. U tu svrhu postavlja se reflektor koji baca uzak ali jak snop svjetlosti uvis i stvara svijetlu mrlju na dnu oblaka.
- Reflektor se postavlja na udaljenosti od 300 m od mjesta mjerenja i odredi se ugao. Visina se računa po formuli:

$$H = 300 \operatorname{tg} a [m].$$

