

# Vodena para u atmosferi

---

## 1. dio

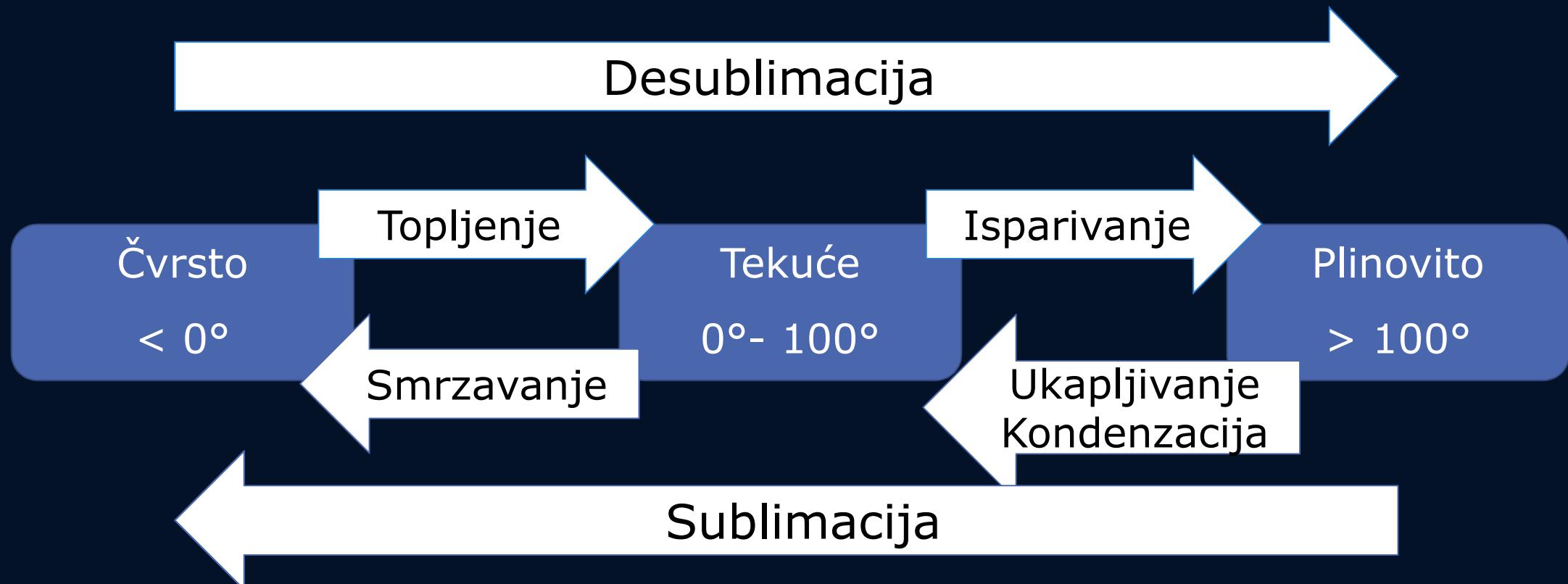
Meteorologija

2.N

# Vlažnost zraka

Vodena para u atmosferi – Meteorologija – 2.N

# Fizikalna stanja vode



# Fizikalna stanja vode

Toplina iz okoline se troši

Čvrsto

$< 0^\circ$

Tekuće

$0^\circ - 100^\circ$

Plinovito

$> 100^\circ$

Toplina se oslobađa – latentna toplina

# Fizikalna stanja vode

- vodena para lakša od zraka – lako se prenosi u visinu
- vlažnost zraka manja → isparavanje veće
- vlažnost zraka veća → isparavanje manje
- pri prijelazu iz tekućeg u plinovito stanje tijela se šire
  - širenje pogoduje prijelazu iz tekućeg u plinovito stanje
  - smanjenje tlaka (širenje) pogoduje prijelazu iz tekućeg u plinovito stanje
- vjetar odnosi paru - na njeno mjesto dolazi novi nezasićeni zrak
- brzina isparavanja razmjerna  $\sqrt{brzina\ vjetra}$

# Fizikalna stanja vode

- isparivanje slane vode slabije od isparivanja slatke vode
- isparivanje početna faza kruženja vode u prirodi
- padaline završetak lanca kruženja vode



# Apsolutna i specifična vlažnost zraka

## ➤ Apsolutna vlažnost

- količina vodene pare u gramima koju sadrži  $1\text{m}^3$  zraka
- max količina vodene pare koju može primiti zrak ovisi o temperaturi:
  - niža temperatura – niža moguća količina vodene pare
  - viša temperatura – viša moguća količina vodene pare
    - vrlo jake kiše u područjima gdje je jako toplo i ljeti
    - velika količina snijega može biti oko  $0^\circ$
- Specifična vlažnost – količina vodene pare u  $g$  u  $1\text{ kg}$  zraka

# Relativna vlažnost zraka

- $\frac{\text{trenutni tlak vodene pare}}{\text{najveći tlak vodene pare}}$  pri istoj temperaturi zraka
- zasićeni zrak – relativna vlažnost 100%
- suhi zrak – 0%
- npr. 70% relativne vlažnosti → zrak može primiti još 30% vlage
- dva jednakaka obujma zraka s istom količinom vodene pare, ali različitom temperaturom imaju različitu rel.vlažnost
  - niža temperatura – veća relativna vlažnost
  - viša temperatura – niža relativna vlažnost
- topliji zrak može primiti više vodene pare

# Rosište

- temperatura do koje se može hladiti zrak da bi nastupila zasićenost vodenom parom
- temperatura pri kojoj počinje kondenzacija vodene pare
- relativna vlažnost 100% → temperatura zraka=rosište
- inače je rosište niže od temperature zraka
- hlađenje zraka do rosišta = početak kondenzacije/sublimacije
  - dodir toplog zraka s hladnom podlogom
  - miješanje zračnih masa
  - dizanje zraka koji se hlađi radi ekspanzije

# Poznavanje rosišta na brodu

- kondenzacija se javlja radi promjene klime tijekom plovidbe
- odlazak u hladno područje – hlađenje trupa – orošavanje oplate
- ventilacija se preporučuje kada je temperatura zraka u unutrašnjosti viša od rosišta vanjskog zraka
- ventilacija se ne preporučuje kada je temperatura zraka u unutrašnjosti niža od rosišta vanjskog zraka
- zrak kojim se provjetrava mora imati nižu temperaturu rosišta od temperature tereta/skladišta da ne dođe do orošavanja.

# Dnevne i godišnje promjene vlažnosti zraka

- max vlažnosti rano ujutro – min poslijepodne
- dnevni rasponi vlage nad kopnom veći nego nad morem
- min relativne vlažnosti zraka ljeti – max zimi (iako zimi absolutno ima manje pare nego ljeti)
- u području monsuna relativna vlažnost veća ljeti, manja zimi
- najveća relativna vlažnost u tropima iznad oceana
- najmanja absolutna vлага i tlak vodene pare u najhladnijim mjesecima – najveća u najtoplijem mjesecu godine.

# Mjerenje vlažnosti zraka

Vodena para u atmosferi – Meteorologija – 2.N

# Uvjeti mjerjenja na brodu

- Na brodu se određuje *relativna vlažnost zraka* i *rosište*
  - psihrometar, higrometar
- jedinice:
  - relativna vlažnost → postotak zasićenosti
  - rosište → °C
- instrumenti:
  - Augustov psihrometar, Assmanov aspiracijski psihrometar, obrtni psihrometar, higrometar, higrograf
  - sve više u uporabi električni digitalni psihrometri

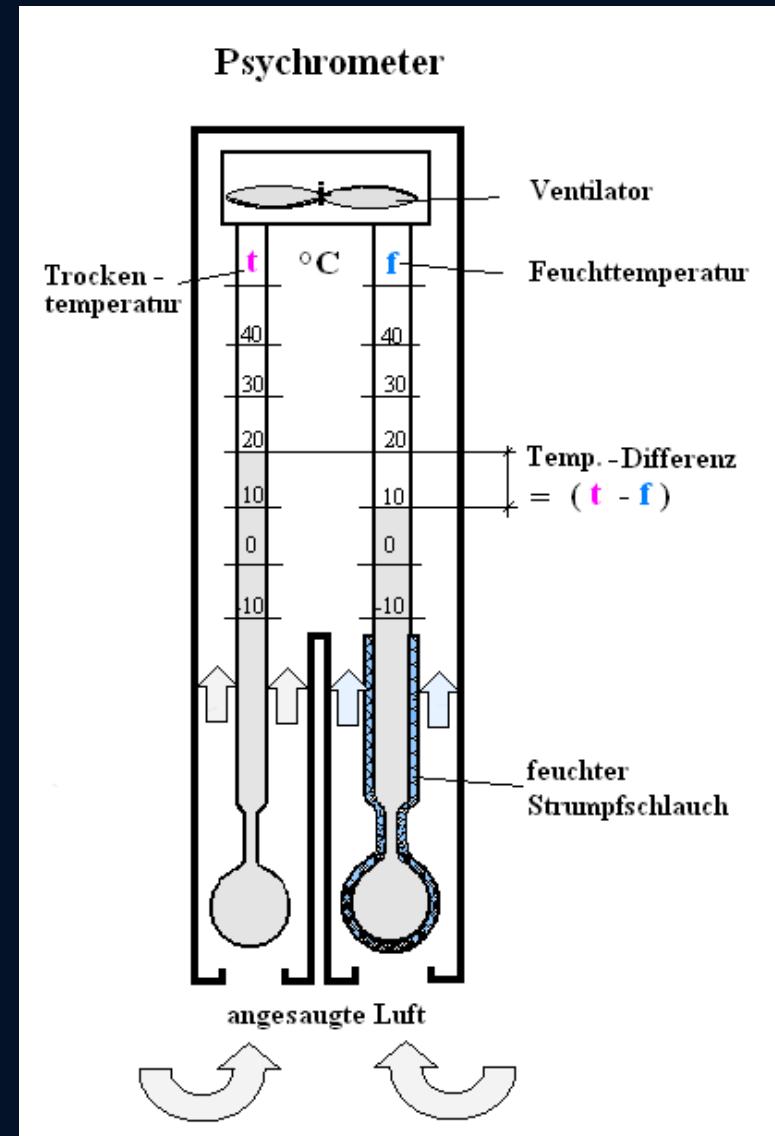
# Augustov psihrometar

- dva živina termometra
- jedan obložen mokrom krpicom → mokri
  - s vlažne krpice voda isparava, živa gubi toplinu i mokri termometar pokazuje nižu temperaturu nego suhi
  - isparivanje bit će veće što je zrak suši
  - kad je zrak zasićen vodenom parom oba termometra pokazuju istu temperaturu
- psihrometrijske tablice



# Assmannov aspiracijski psihrometar

- opremljen usisavačem – ravnomjerno provjetravanje obaju termometara
- prikladan za brod, točniji



# Obrtni psihirometar



- termometri ugrađeni u gumenim oblogama metalna okvira
- do 35 dag
- kruženjem se osigurava provjetravanje
- brzina kruženja mora odgovarati tablicama
- pri vjetru 3-4 bofora i više dovoljno je držati okvir okrenuti u vjetar

# Higrometar



- pokazuje relativnu vlažnost zraka
- načelo rada – promjena duljine higroskopične vlasništva
- točniji pri 40 -60% rel. vlage
- *ubodni i kontrolni higrometri* (ubadanje u materijal)

# Higrograf

- neposredno bilježi promjene relativne vlažnosti zraka
- glavni dio snopić vlsi
- vrpca – *higrogram*
- *Hiterograf* – kombinacija termografa i higrograфа  
(*cargo-caire* na trg. brod.)



Higrograf iz školske zbirke

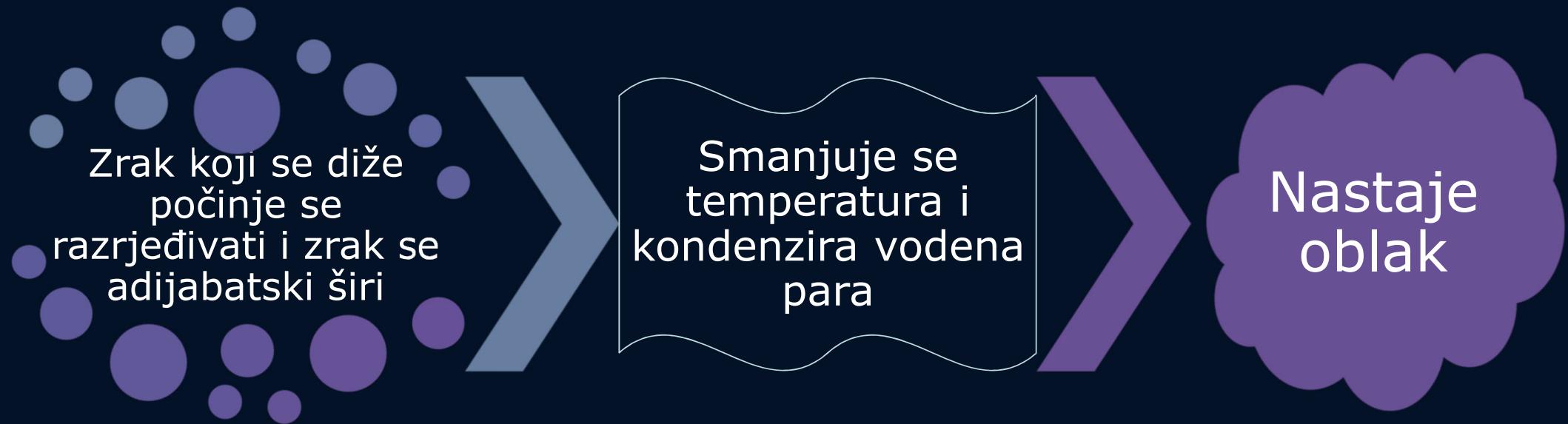
# Oblaci

Vodena para u atmosferi – Meteorologija – 2.N

# Nastanak oblaka

- oblak je vidljiv skup sitnih čestica vode ili kristala leda koji lebde u zraku
- toliko su sitne da ih svako uzlazno strujanje drži u zraku, a padaju tek kada otežaju
- oblak i magla su fizikalno jednake, razlika je samo u visini
- oblak **nastaje uzlaznim strujanjem zraka**

# Nastanak oblaka



# Nastanak oblaka

➤ oblici oblaka i dimenzije ovise o procesima koji su ih prouzročili

Osnovni oblaci:

➤ slojeviti ili vitraci – stratusi

➤ gomilasti ili humljaci – kumulusi

➤ krovčasto-vlaknasti, runjasti – cirusi

Oblik = vrsta strujanja na visini:

➤ jednolični i slojeviti – bez većih strujanja

➤ gomilasti – jaka uzlazna strujanja

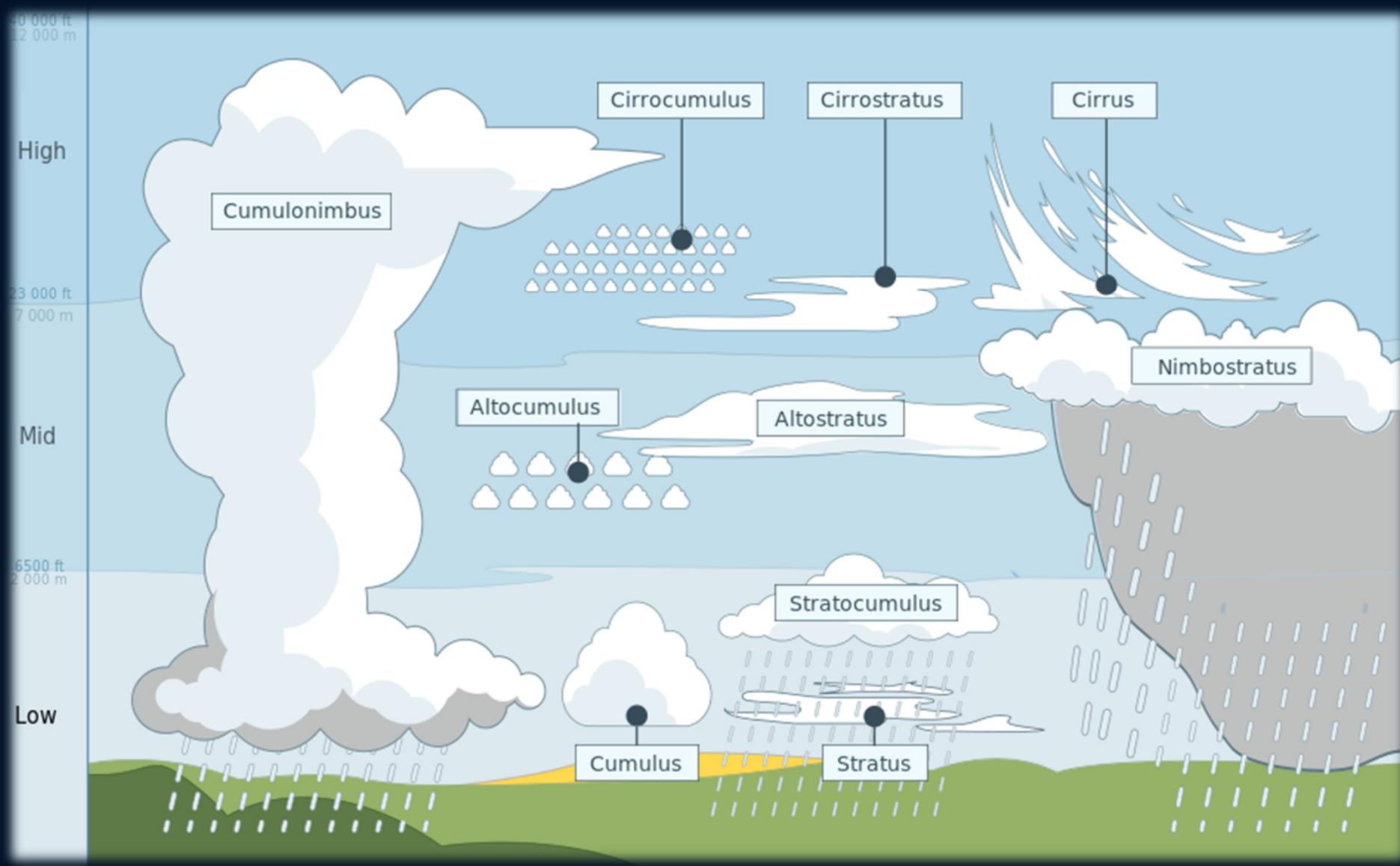
➤ rastrgnani (fracto) – jake turbulencije

# Nastanak oblaka

- oblaci se raspadaju kad je isparivanje brže od stvaranja novih
  - spuštanje zraka i grijanje
- fizikalna struktura oblaka zavisi od čestica (voda, led, snijeg) i gustoće
- boja oblaka
  - visoko Sunce – bijeli i sivi oblaci
  - bez Sunca – sivoplavkasti
  - Sunce na obzoru – crvenkasti

# Klasifikacija oblaka

- Međunarodni atlas oblaka (WMO)
  - rodovi (10) → oblik i visina
  - vrste (26) → pojedinosti, struktura
  - podvrste (31) → posebne značajke
  - visoki, srednji i niski, konvektivni
  - Precrtati sliku 3.7. i Tablicu 2



# Visoki oblaci

- ledeni kristali
- vlaknasti, kovrčasti
- bez vlastite sjene, bijeli
- ne bacaju sjenu na Zemlju
- ne daju oborine
- halo
  - Cirusi,
  - Cirokumulusi,
  - Cirostratusi

Code No.	C	H	Description (Abridged From International Code)	3
1	—	—	Filaments of Ci, or "mares tails," scattered and not increasing	
2	—	—	Dense Ci in patches or twisted sheaves, usually not increasing, sometimes like remains of Cb; or towers or tufts	
3	—	—	Dense Ci, often anvil-shaped, derived from or associated with Cb	
4	—	—	Ci, often hook-shaped, gradually spreading over the sky and usually thickening as a whole	
5	—	—	Ci and Cs, often in converging bands, or Cs alone; generally overspreading and growing denser; the continuous layer not reaching 45° altitude	
6	—	—	Ci and Cs, often in converging bands, or Cs alone; generally overspreading and growing denser; the continuous layer exceeding 45° altitude	
7	—	—	Veil of Cs covering the entire sky	
8	—	—	Cs not increasing and not covering entire sky	
9	—	—	Cc alone or Cc with some Ci or Cs, but the Cc being the main cirriform cloud	

# Cirrus - Ci - Runjavac

- tanke i nježne bijele ili uske pruge
- vlaknast/svilast
- ne daje sjenu ni halo
- pri zalazu od žute preko crvene do sive
- kod nas na 5-13 km visine



# Cirrocumulus - Cc - Runjavi humnjak

- bez sjene, na rubovima Ci
- u skupinama → ovčice
- ledeni kristali, ne daje oborinu
- prozirni (vidi se Sunce ili Mjesec)
- oko 5 km visine



# Cirrostratus - Cs - Runjavi vitrak

- ne slabí Sunčev sjaj, oko 5 km
- degeneracijom Ci i Cc
- ne daje oborinu
- izaziva halo, noću krunu oko Mj.
- predznak pogoršanja vremena



# Srednji oblaci

No.	CM	Description (Abridged From International Code)
1		Thin As (most of cloud layer semitransparent)
2		Thick As, greater part sufficiently dense to hide sun (or moon), or Ns
3		Thin Ac, mostly semitransparent; cloud elements not changing much and at a single level
4		Thin Ac in patches; cloud elements continually changing and/or occurring at more than one level
5		Thin Ac in bands or in a layer gradually spreading over sky and usually thickening as a whole
6		Ac formed by the spreading out of Cu or Cb
7		Double-layered Ac, or a thick layer of Ac, not increasing; or Ac with As and/or Ns
8		Ac in the form of Cu-shaped tufts or Ac with turrets
9		Ac of a chaotic sky, usually at different levels; patches of dense Ci are usually present also

- sitne kapi vode ili snijeg
- oborina samo zimi
- krug oko Sunca/Mjeseca, irizacija
  - Altokumulusi
  - Altostratusi

# Altocumulus – Ac – Visoki humnjak

- bijeli, bijelosivi grumeni ili ploče
- sa sjenama
- na okupu ili brazde → valovito
- bez oborina
- blizu obzora sličan As
- jak vjetar na visini
- uz jak vjetar oblik leće
- kod nas 2-7 km visine

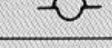
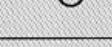


# Altostatus - As - Visoki vitrak



- sivkast, bjelkast
- potpuno pokriva nebo
- vodene kapljice i/ili snijeg
- labilni oblak
- ljeti malo kiše, zimi snijeg
- ponekad oborina ispari prije zemlje pa se vide sivi pramenovi
- između 2 i 7 km visine

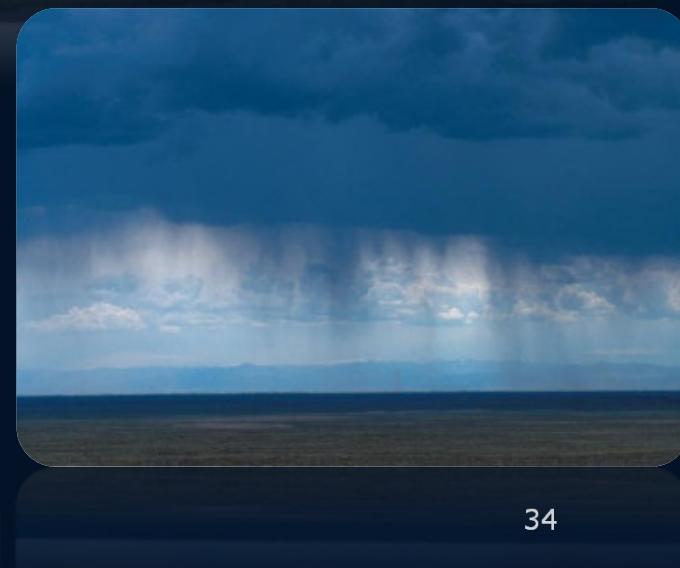
# Niski oblaci

Cloud Abbreviations	Code No.	CL	Description (Abridged From International Code)
St—STRATUS	1		Cu of fair weather, little vertical development and seemingly flattened
Fra—FRACTUS	2		Cu of considerable development, generally towering, with or without other Cu or Sc bases all at same level
Sc—STRATOCUMULUS	3		Cb with tops lacking clear-cut outlines, but distinctly not cirriform or anvil-shaped; with or without Cu, Sc, or St
Cu—CUMULUS	4		Sc formed by spreading out of Cu; Cu often present also
Cb—CUMULONIMBUS	5		Sc not formed by spreading out of Cu
Ac—ALTOCUMULUS	6	—	St or StFra, but no StFra of bad weather
Ns—NIMBOSTRATUS	7	---	StFra and/or CuFra of bad weather (scud)
As—ALTOSTRATUS	8		Cu and Sc (not formed by spreading out of Cu) with bases at different levels
Ci—CIRRUS	9		Cb having a clearly fibrous (cirriform) top, often anvil-shaped, with or without Cu, Sc, St, or scud

- Nimbostratusi
- Stratokumulusi
- Stratusi
- baza i niža od 2 km

# Nimbostratus - Ns - Kišni vitrak

- između 2 i 7 km,
- baza i ispod 2 km
- gusti tamnosivi s kišom i snijegom
- oborine koje ne dođu do zemlje
  - *virga ili jedro*
- labilni
- ljeti nastaje od Cc, grmljavina



# Stratocumulus - Sc - Vitrasti humnjak



- ispod 2 km, debljine 500-1000m
- grumeni ili valjkasti, ili nepravilna ploča
- gusta siva masa
- prozračni ili neprozračni, slični Ac
- ponekad od ledenih kristala
- ne daje oborinu



# Stratus - St - Vitrak

- ispod 2 km, debljine u desecima m
- jednoličan tanji sivi sloj sličan magli
- mješavina sitnih i krupnih kapi vode
- kiša, ledene prizmice ili zrnati snijeg
- niske temp. – halo
- iznad vrhova planina



# Oblaci vertikalnog razvijanja

- Oblaci toplinske konvekcije i turbulencije
- uzlazna zračna strujanja
- vlažni zrak se diže i naglo širi pa se naglo i hlađi i kondenzira
- osnovica 1 – 1,5 km od podloge
- na vrhu bujaju
- nestabilni
  - kumulusi
  - kumulonimbusi

Cloud Abbreviations	Code No.	CL	Description (Abridged From International Code)
St—STRATUS	1		Cu of fair weather, little vertical development and seemingly flattened
Fra—FRACTUS	2		Cu of considerable development, generally towering, with or without other Cu or Sc bases all at same level
Sc—STRATOCUMULUS	3		Cb with tops lacking clear-cut outlines, but distinctly not cirriform or anvil-shaped; with or without Cu, Sc, or St
Cu—CUMULUS	4		Sc formed by spreading out of Cu; Cu often present also
Cb—CUMULONIMBUS	5		Sc not formed by spreading out of Cu
Ac—ALTOCUMULUS	6		St or StFra, but no StFra of bad weather
Ns—NIMBOSTRATUS	7		StFra and/or CuFra of bad weather (scud)
As—ALTOSTRATUS	8		Cu and Sc (not formed by spreading out of Cu) with bases at different levels
Ci—CIRRUS	9		Cb having a clearly fibrous (cirriform) top, often anvil-shaped, with or without Cu, Sc, St, or scud
Cs—CIRROSTRATUS			
Cc—CIRROCUMULUS			

# Cumulus - Cu - Humnjak

- bijela gomila, vrh kao bijela cvjetača, ispod tamna ploha
- mali Cu
  - lijepo vrijeme, stabilni
  - tijekom dana rastu, po zalazu prelaze u Sc i Ac, noću nestaju
- Cu (veliki) su nestabilni i mogu prijeći i Cb oblake nevere
- pravi Cu nisu nad morem pa su orijentacija za približavanje kopnu



# Cumulonimbus – Cb – Humnjak kišnik

- gust, poput kule, kapa obliak nakovnja ili gljive
- gornji dio od ledenih kristala je Ci
- donji dio od sitnih kapi nalik Ns ispod kojeg je *virgo*
- koloidno-labilni
- olujni – jaka kiša i snijeg, tuča...
- grmljavina
- debljina 4000m i više



# Orografski ili planinski oblaci

- orogenetički – nastaju u struji koja prolazi preko brda s adijabatskim uzdizanjem
- Iz grupe Ac, St, Cu a u većim visinama Ci i Cc
- nepomični ili spori unatoč vjetru
- na privjetrini kao kapa, na zavjetrini se rasplinu jer se zrak spušta i grijе



# Frontni oblaci

- na granici zračnih masa, koso
- ovisno o fronti Ci, Cs, As ili Cu, Cb ili Ac, Sc
- (na slici desno dolazak tople fronte)



# Radijacijski oblaci

- ohlađivanje prizemnog sloja zraka
- St, radijacijska magla
- s turbulentijom se raspline ili prelazi u Sc



# Specijalni oblaci

## Sedefasti oblaci

- slični Ci, Ac
- leća, irizacija, kao sedef
- krajnji sjever, na visini 20-30 km



## Noćni svjetleći oblaci

- nježni Ci
- plavičasti ili srebrni ili crvenkasti
- krajnji sjever, na visini 80-90 km



# Specijalni oblaci

## Tragovi kondenzacije

- iza zrakoplova
- mlazni motor
- gorivo s puno pare



## Oblaci požara i vulkana

- tamni
- kao kumulusi
- čestice raznih tvari



# Specijalni oblaci

**Mammatus**



**Lenticular - leća**



# Specijalni oblaci

**Asperatus – nova vrsta,  
Iowa**



**Morning Glory - Australia**





# Raspodjela naoblake na Zemlji

- naoblaka – pokrivenost neba oblacima
- izohijete – linije koje spajaju sva mesta iste naoblake
- najmanje naoblake oko  $30^{\circ}$ , posebno nad kontinentom
- na ekvatoru velika naoblaka – Cb
- najviše oblaka oko  $70^{\circ}$
- prema polovima niski oblaci – stratusi