

# Modul: Osnove agrikulture

## Nastavna cjelina Agroklimatologija

Predavač:

Prof. dr. sc. Bojan Stipešević

Obavezna literatura:

Ivan Penzar, Branka Penzar: AGROMETEOROLOGIJA, Školska knjiga, Zagreb, 2000

Dodatna literatura:

- ❖ Jug, D. i sur.: Agroklimatološki pojmovnik, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, 2011.
- ❖ Penzar, B. i sur.: Meteorologija za korisnike, Školska knjiga, Hrvatsko meteorološko društvo, Zagreb, 1996
- ❖ Žugec, I. i sur. Vježbe iz Opće proizvodnje bilja - I dio, Agroklimatski pokazatelji. Interna skripta, str. 1-89, Poljoprivredni fakultet Osijek, 1996
- ❖ meteo.hr ← web stranice Državnog Hidrometeorološkog Zavoda

## 1.2. Općenito o utjecaju atmosfere na biljke i životinje

Vanjski utjecaji na biljku su:

### 1 **METEOROLOŠKI**

2 geomorfološki

3 edafski

4 biotički

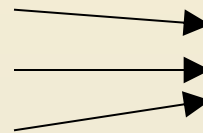
Vrijeme = kratkotrajna atmosferska stanja

Klima = skup svih vremenskih stanja nekog kraja tijekom godine i duže

Za biljku najvažniji meteorološki činitelji:

Zračenja:

Sunčevo zračenje (svjetlost, toplina)  
toplinsko zračenje Zemljine površine  
atmosfersko protuzračenje



temperatura tla  
temperatura zraka

Voda i pretvorbe vode

prijelaz iz vodene pare u kapi vode – kondenzacija  
prijelaz iz tekućeg u kruto stanje - kristalizacija



oblaci  
oborine

Zračna strujanja:

strujanje usporedno s tlom – vjetar  
uzlazne struje – konvekcija  
silazne struje - supsidencija

## 1.2. Općenito o utjecaju atmosfere na biljke i životinje

Vanjski utjecaji na biljku su:

1 meteorološki

2 **GEOMORFOLOŠKI**

3 edafski

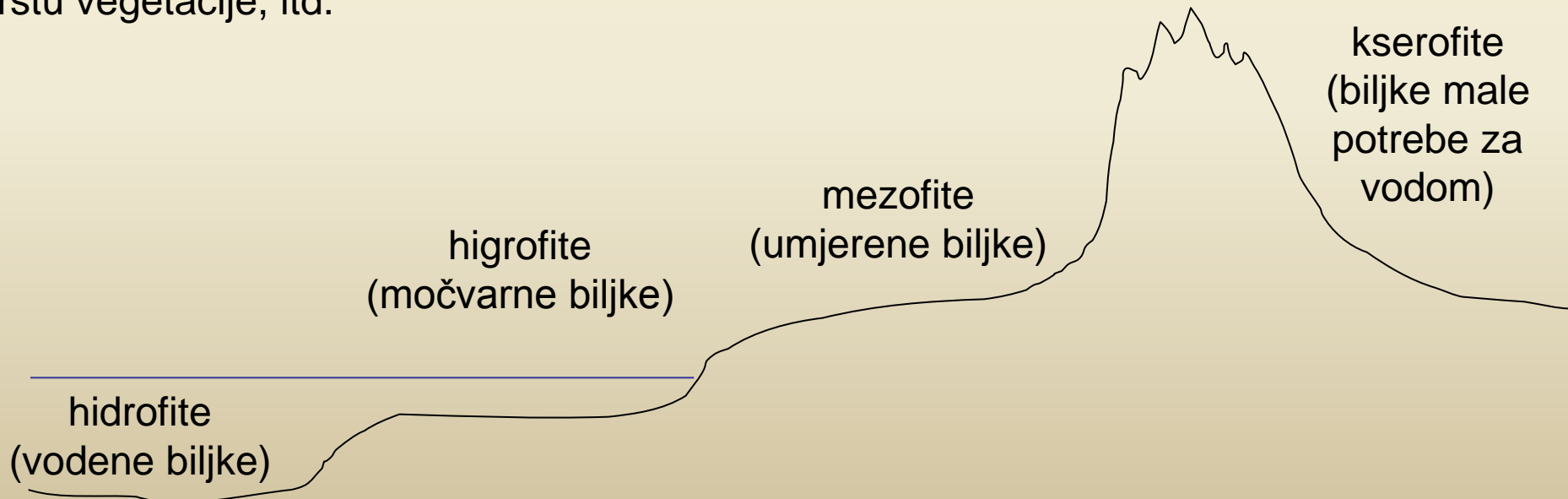
4 biotički

a) Nagib ili inklinacija

b) Izloženost ili ekspozicija djelovanjima vremena i drugih činitelja

c) Orijehtacija nagnutog terena prema određenoj strani svijeta

Utjecaj na eroziju (vodnu i zračnu), distribuciju oborina i vlažnost (ocjeđivanje, sušenje), vrstu vegetacije, itd.

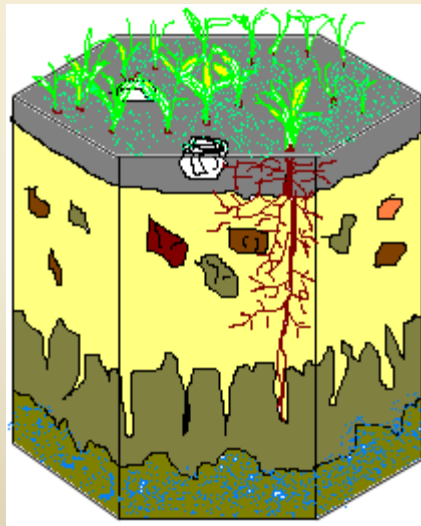


## 1.2. Općenito o utjecaju atmosfere na biljke i životinje

Vanjski utjecaji na biljku su:

- 1 meteorološki
- 2 geomorfološki
- 3 **EDAFSKI**
- 4 biotički

Svojstva tla



- tekstura tla

- struktura tla

- kemijska svojstva tla

- fizikalna svojstva tla

- količina humusa i organske tvari

## 1.2. Općenito o utjecaju atmosfere na biljke i životinje

Vanjski utjecaji na biljku su:

- 1 meteorološki
- 2 geomorfološki
- 3 edafski
- 4 BIOTIČKI

Utjecaj živih organizama na rast biljaka

Mikroorganizmi:

razlagači – saprofiti

štetočine – paraziti, bolesti

korisni mikroorganizmi – benefitni m.z., simbionti

Fauna:

gujavice/gliste

kukci

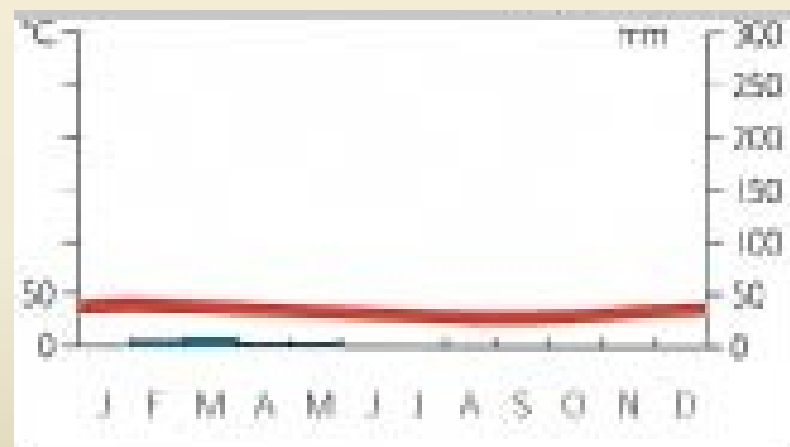
ptice

životinje

## 1.2. Općenito o utjecaju atmosfere na biljke i životinje

Prirodni razvoj rastlinja na Zemlji pod navedenim vanjskim utjecajima:

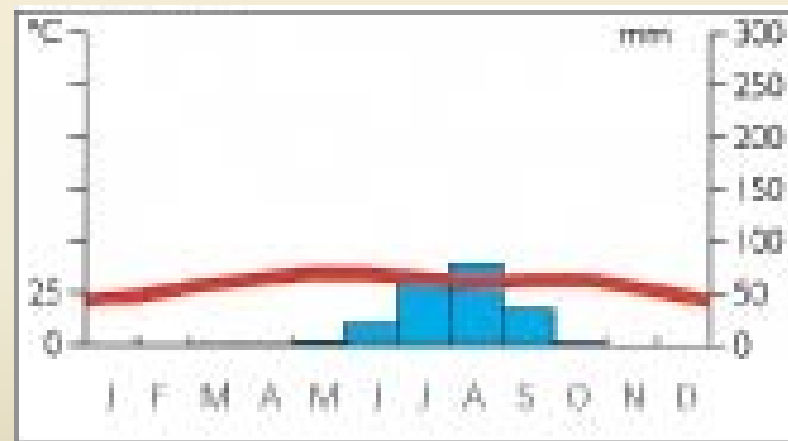
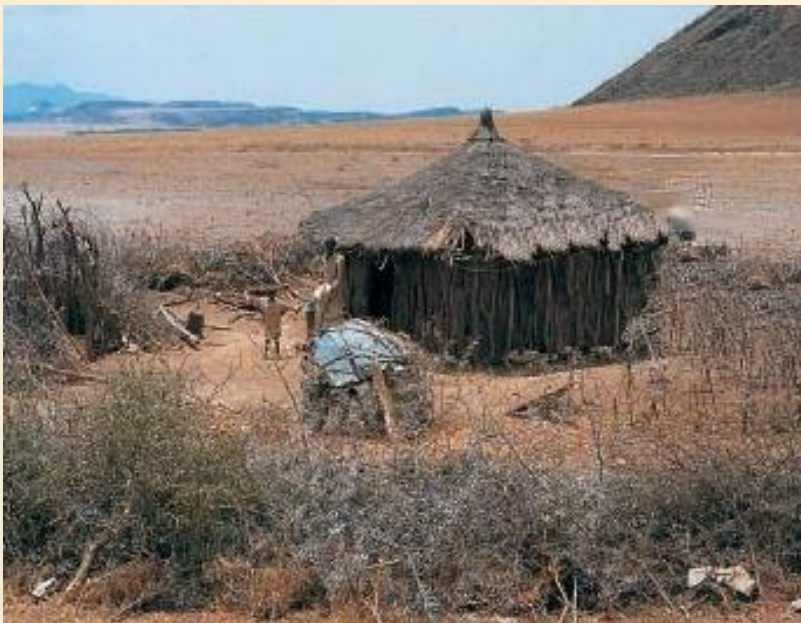
a) **vegetacija suhih ili aridnih, bezvodnih krajeva → pustinje**



## 1.2. Općenito o utjecaju atmosfere na biljke i životinje

Prirodni razvoj rastlinja na Zemlji pod navedenim vanjskim utjecajima:

b) **travnata vegetacija polusuhih (semiaridnih) predjela → stepe, prerije, tundre**



## 1.2. Općenito o utjecaju atmosfere na biljke i životinje

Prirodni razvoj rastlinja na Zemlji pod navedenim vanjskim utjecajima:

c) **vegetacija savana: travnjaci s grmolikim drvećem i gdjekojim većim stablom;**  
**karakteristična izmjena izrazito sušnih razdoblja s kišnim razdobljem**





## 1.2. Općenito o utjecaju atmosfere na biljke i životinje

Prirodni razvoj rastlinja na Zemlji pod navedenim vanjskim utjecajima:

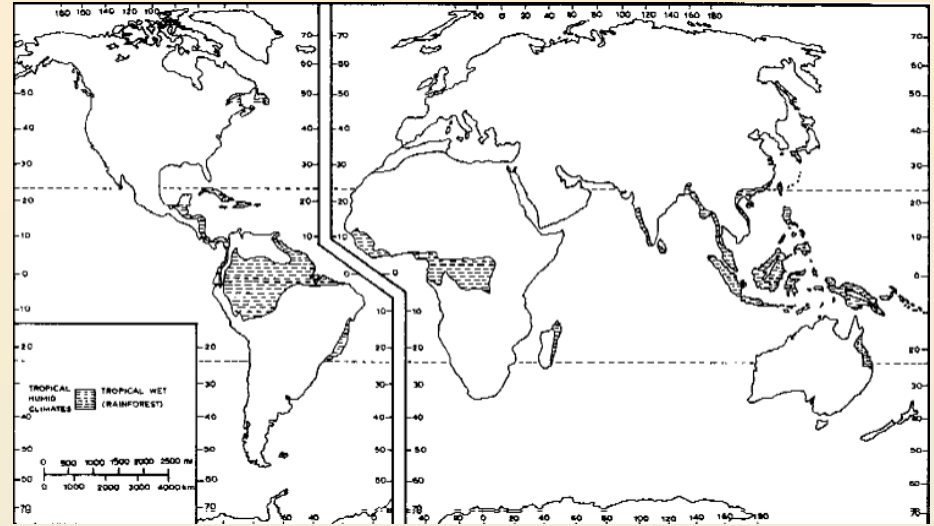
d) **vegetacija vlažnih ili humidnih krajeva → prirodne šume**



## 1.2. Općenito o utjecaju atmosfere na biljke i životinje

Prirodni razvoj rastlinja na Zemlji pod navedenim vanjskim utjecajima:

e) **vegetacija izrazito vlažnih, perhumidnih krajeva → džungle**



## 1.2. Općenito o utjecaju atmosfere na biljke i životinje

"Neprirodno" raslinje: ratarske kulture

povoljniji utjecaji ⇔ intenzivna poljoprivreda,

nepovoljniji utjecaji ⇔ ekstenzivna poljoprivreda, ili potpuni izostanak poljoprivrede

Najsnažniji utjecaj na poljoprivredu:

- vrućina
- hladnoća
- suhost
- prevlaženost

Ekstremna stanja (oluje, poplave, prodori hladnog zraka)

Nepovoljne vremenske prilike:

- dugotrajne (promjena klime, sušnije i kišnije prilike)
- kratkotrajne (magla, vjetrovitost)

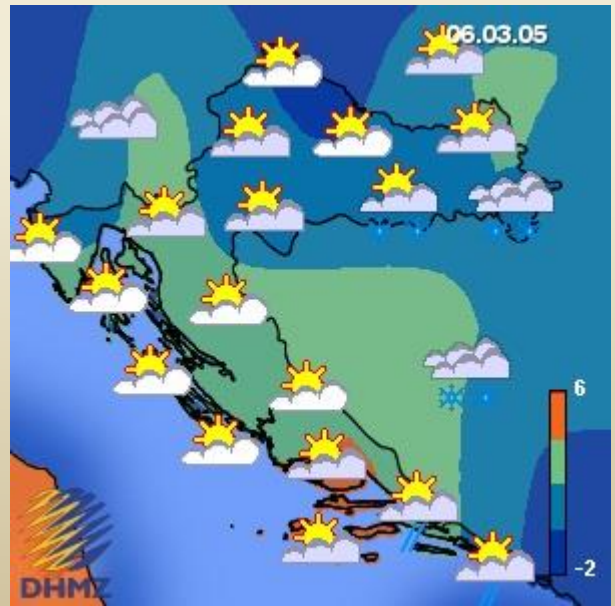
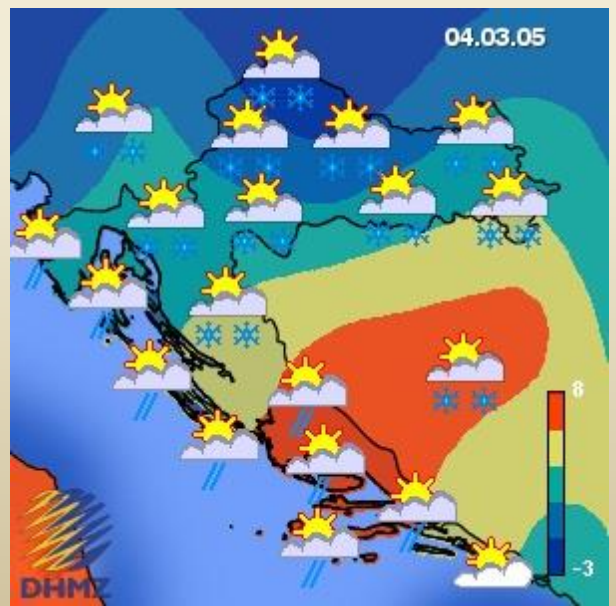
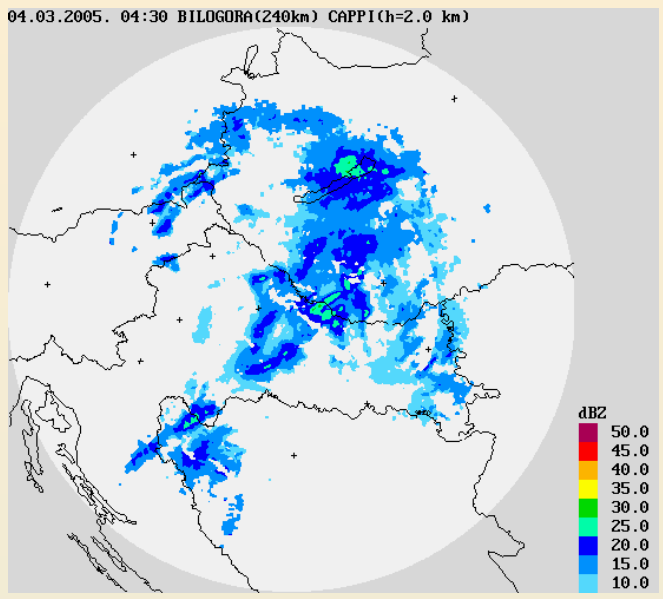
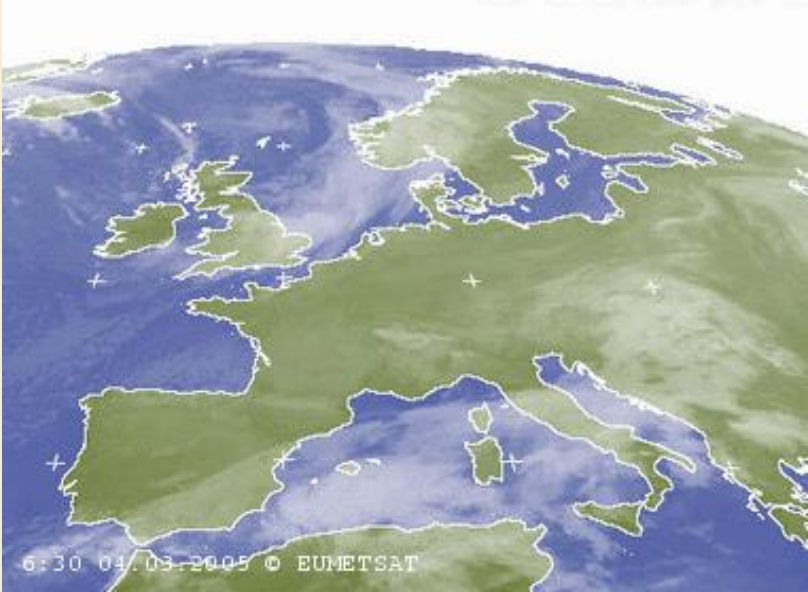
Utjecaj na prirodu, prinos i poljske poslove

Životinje: također podložne utjecajima atmosfere, napose pripitomljene vrste

Proučavanje vremena i klime te njihovih ekstrema ⇔ primjena u poljoprivredi

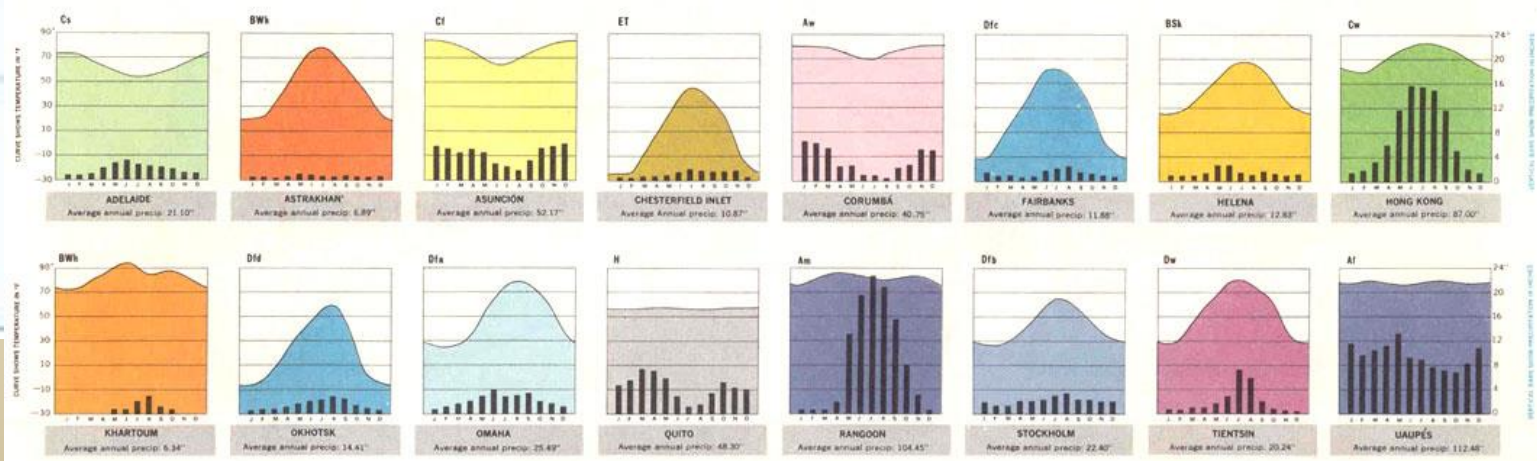
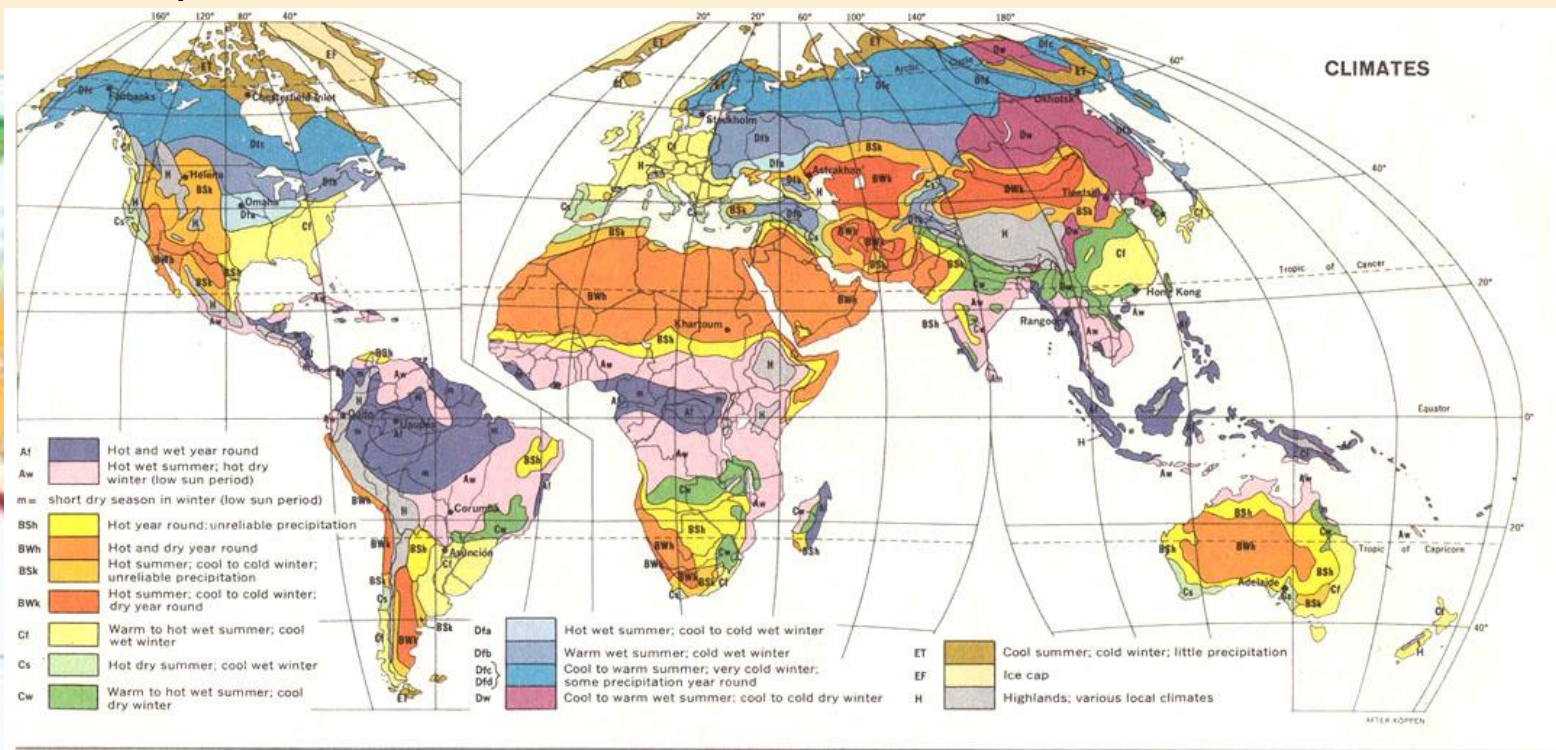
# 1.3. Vrijeme i klima. Meteorologija

Vrijeme: *ukupnost atmosferskih pojava i stanja atmosfere u određenom času na određenom mjestu*



# 1.3. Vrijeme i klima. Meteorologija

Klima: *preovladavajuće stanje vremena, kao i pravilnost ili nepravilnost ponavljanja vremenskih tipova*



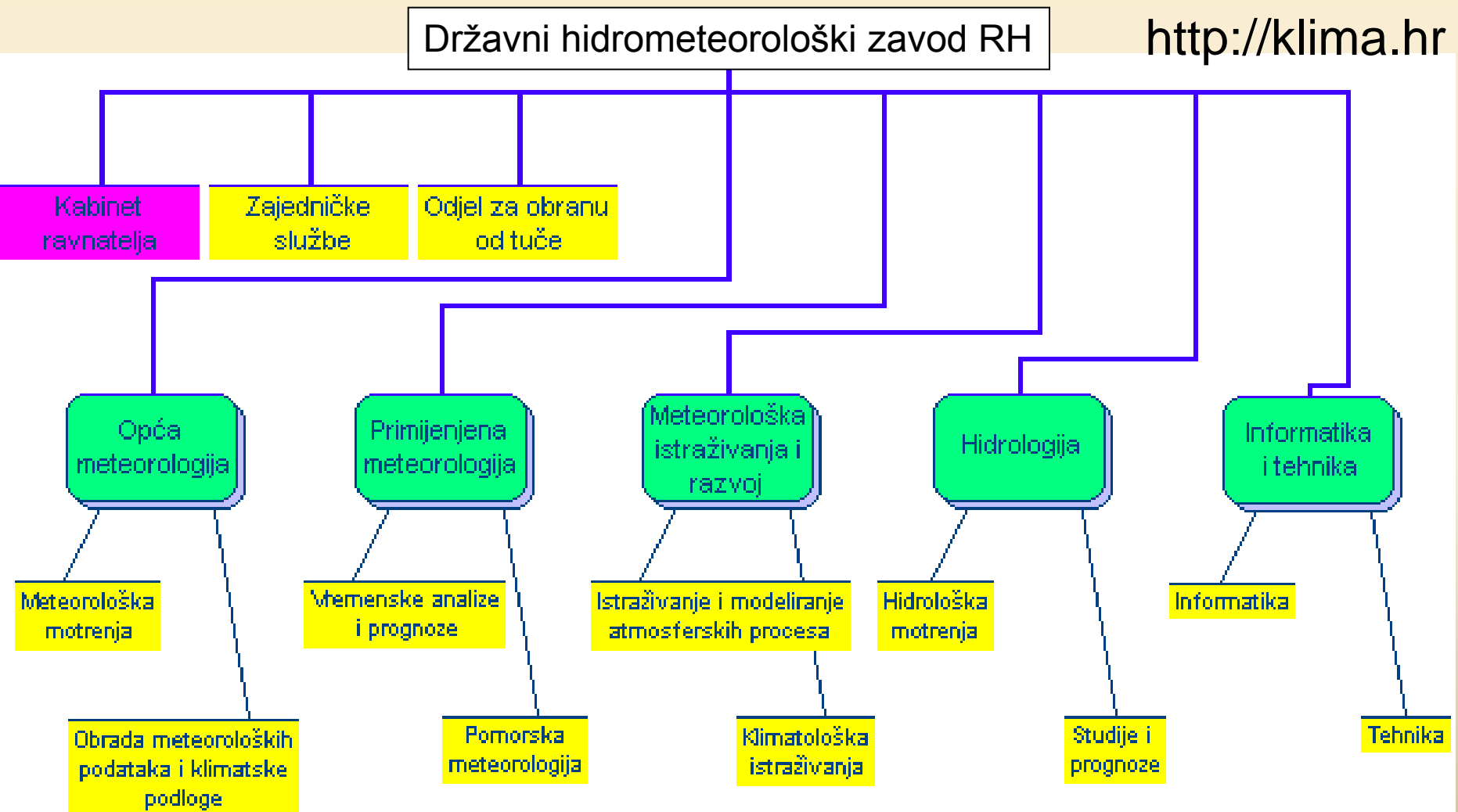
# 1.4. Ustroj meteorološke službe

Ujedinjene Nacije - WMO

World Meteorological Organization (*Svjetska meteorološka organizacija*)

Državni hidrometeorološki zavod RH

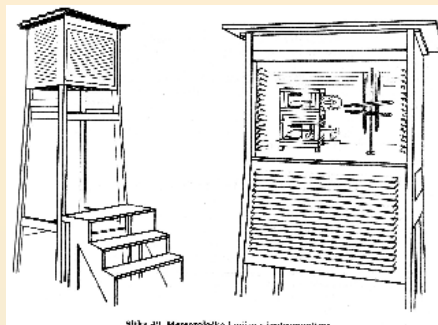
<http://klima.hr>



## 1.4. Ustroj meteorološke službe

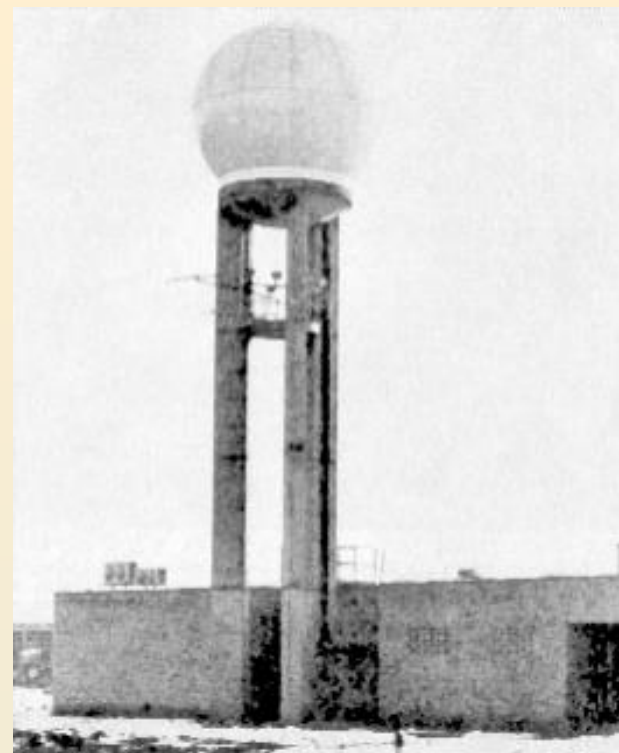
### Agrometeorološke stanice

- stacionarne
- mobilne



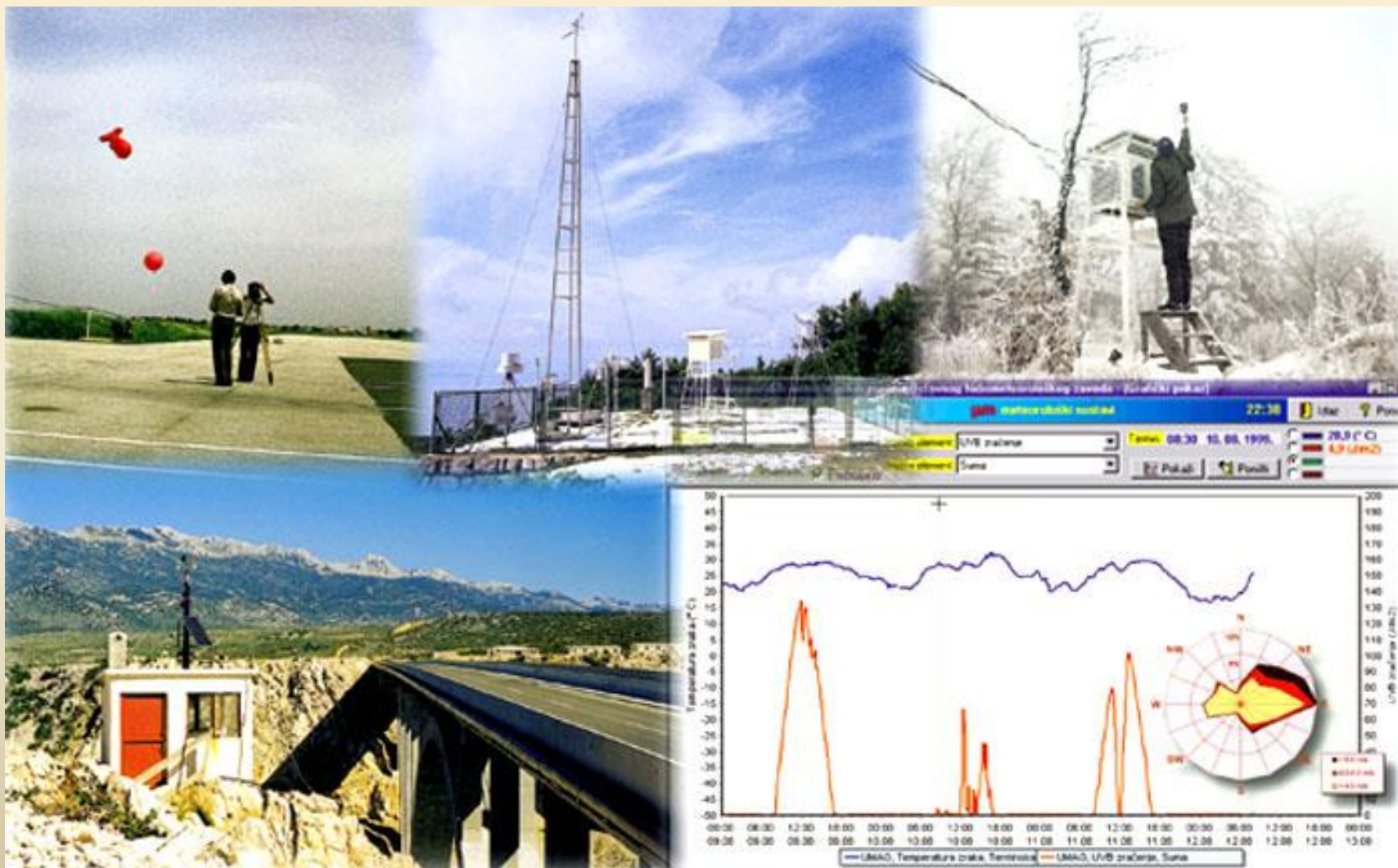
### Mjerenja:

- temperatura zraka na različitim visinama
- temperatura tla na različitim dubinama
- visina podzemne vode
- vlaga u površinskom sloju tla
- isparavanje vode iz tla (evaporacija)
- transpiracija bilja
- vlaga u zraku
- vjetar – smjer, jačina, trajanje
- Sunčevo zračenje – jačina, trajanje
- naoblaka
- količina oborina
- visina snježnog pokrivača
- dubina izmrzavanja tla
- pojave (rosa, mraz, inje)



# Polja rada DHMZ

METEOROLOŠKA MOTRENJA,  
PRIJENOS I OBRADA PODATAKA TE  
ISPITIVANJE ISPRAVNOSTI MJERNIH INSTRUMENATA

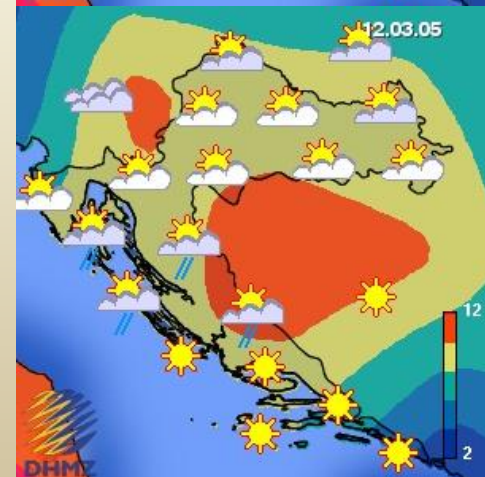
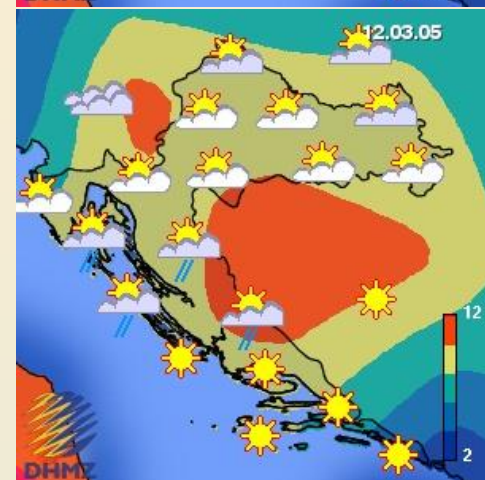
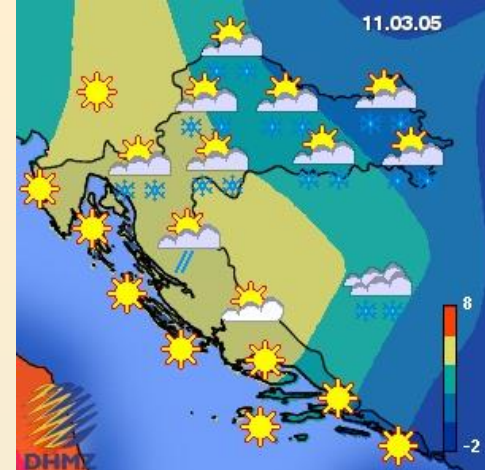
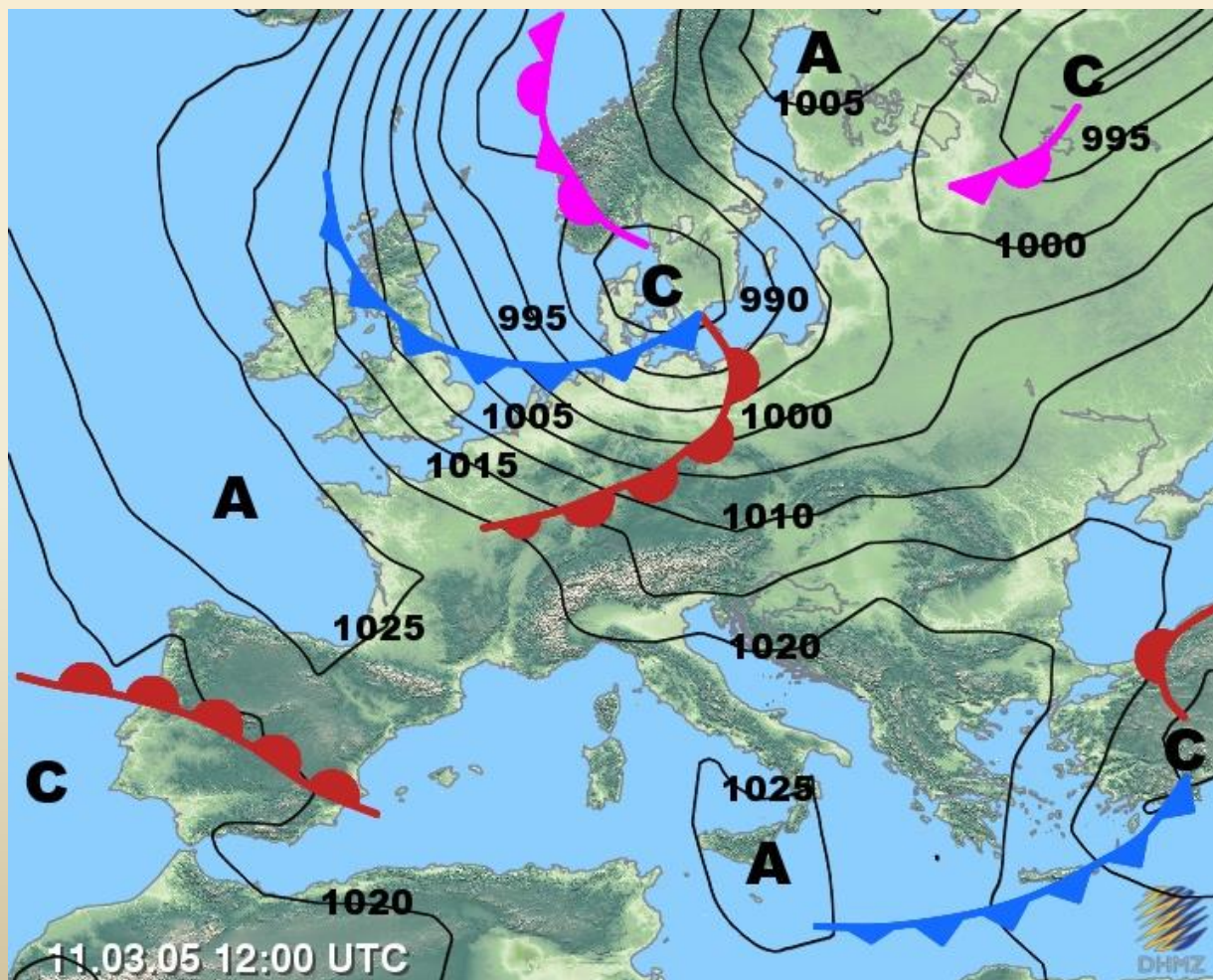




# PROGNOZA VREMENA

Prognoze:

vrlo kratkoročne (do 12 sati; nowcasting do 3 sata),  
kratkoročne (do tri dana unaprijed),  
srednjoročne (do deset dana unaprijed),  
dugoročne (dulje od deset dana, mjesečne i sezonske).



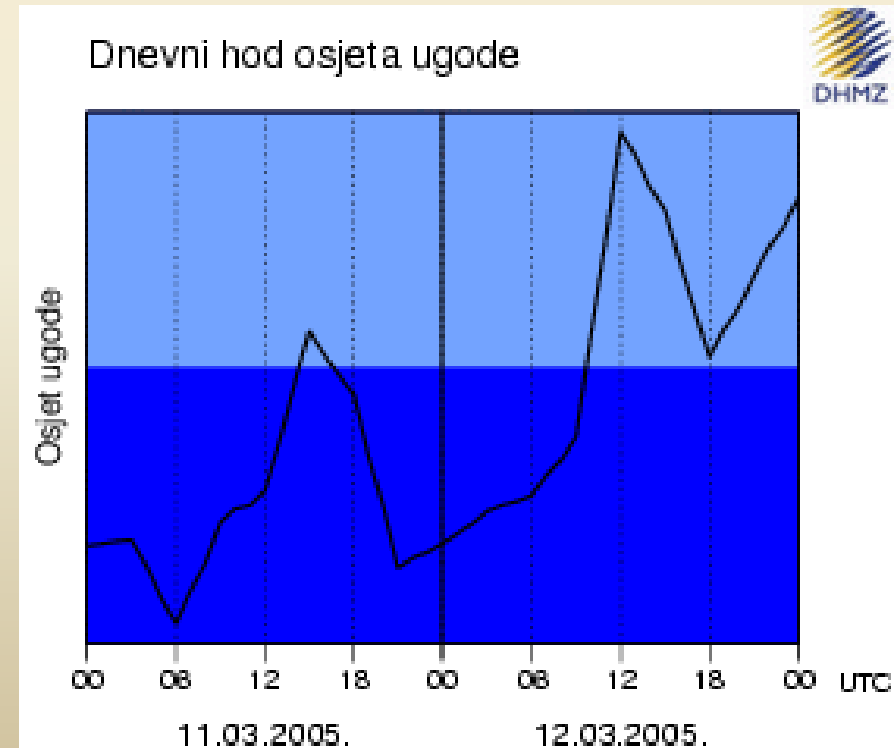
# AGROMETEOROLOGIJA I HUMANA METEOROLOGIJA

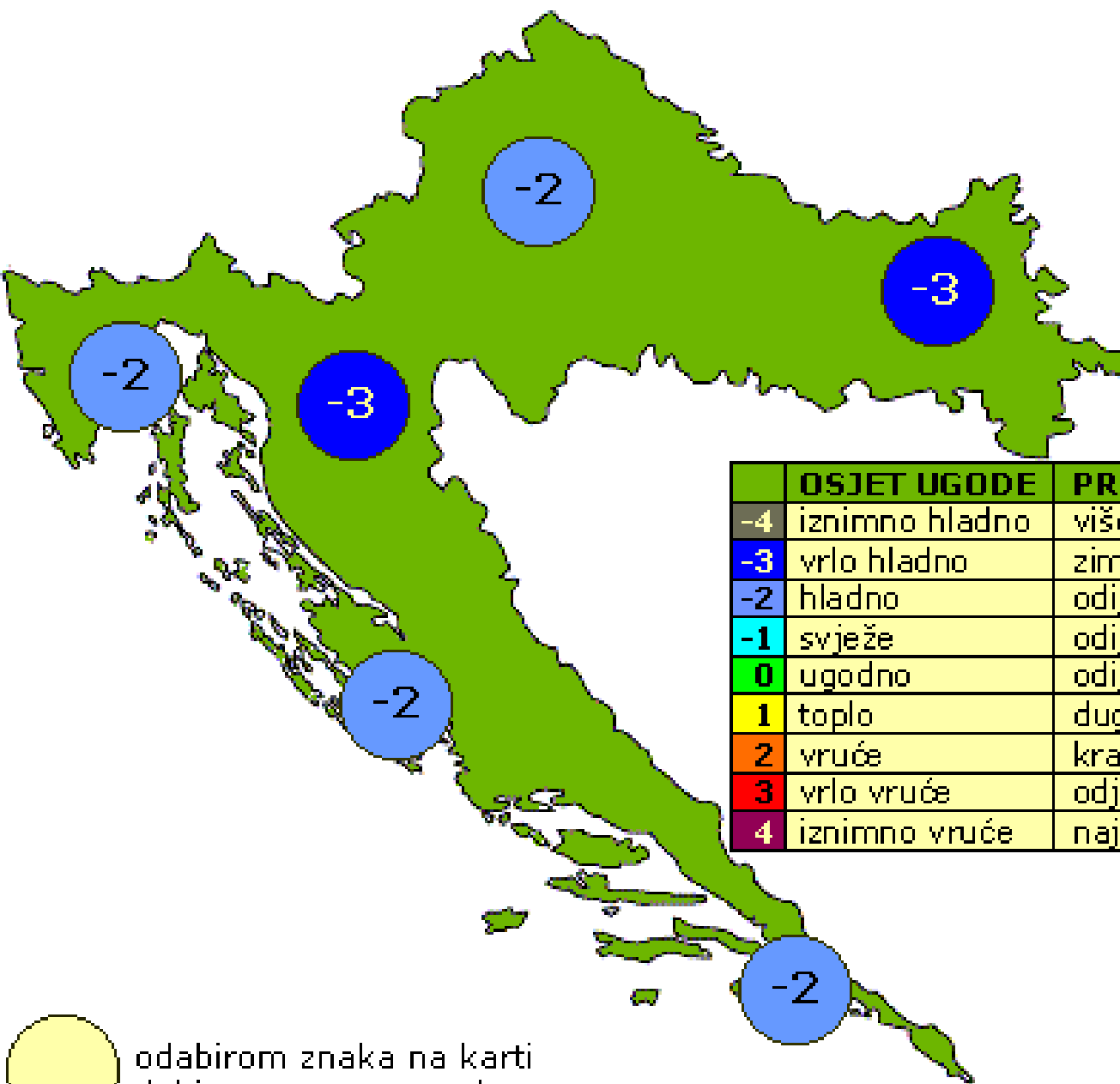
pored uobičajenih meteoroloških mjerenja:

- temperatura i vlažnost tla na različitim dubinama
- fenološka opažanja (praćenje faza razvoja bilja)



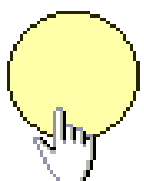
Bioproгноza za 11. ožujka 2005.





Lokalno vrijeme:  
 UTC+1h - zima  
 UTC+2h - ljeto

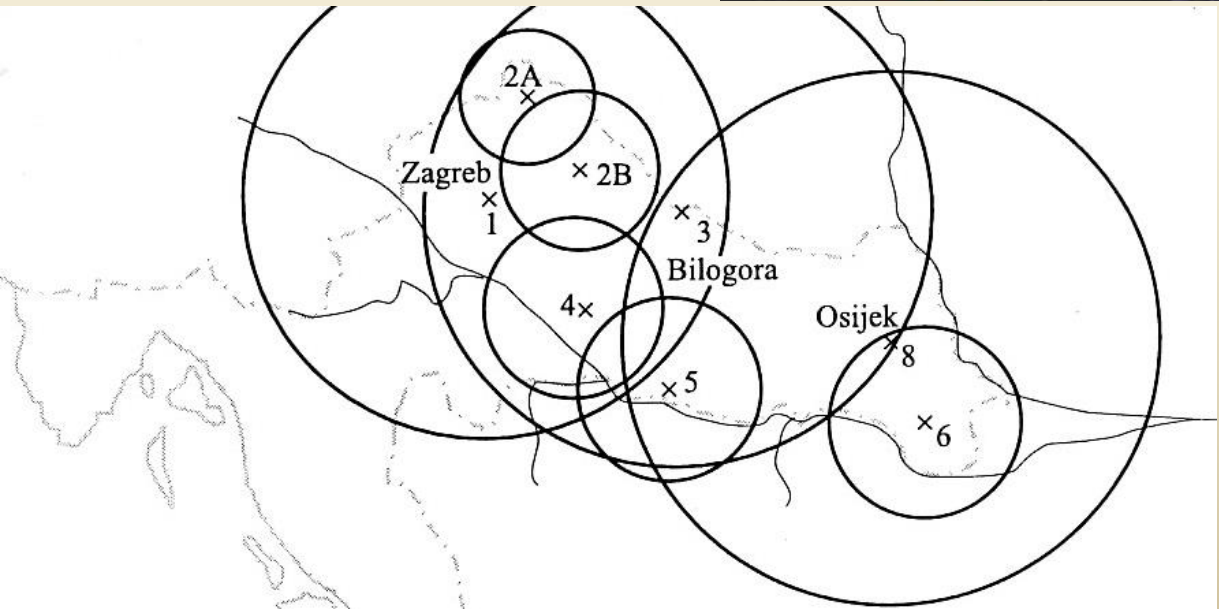
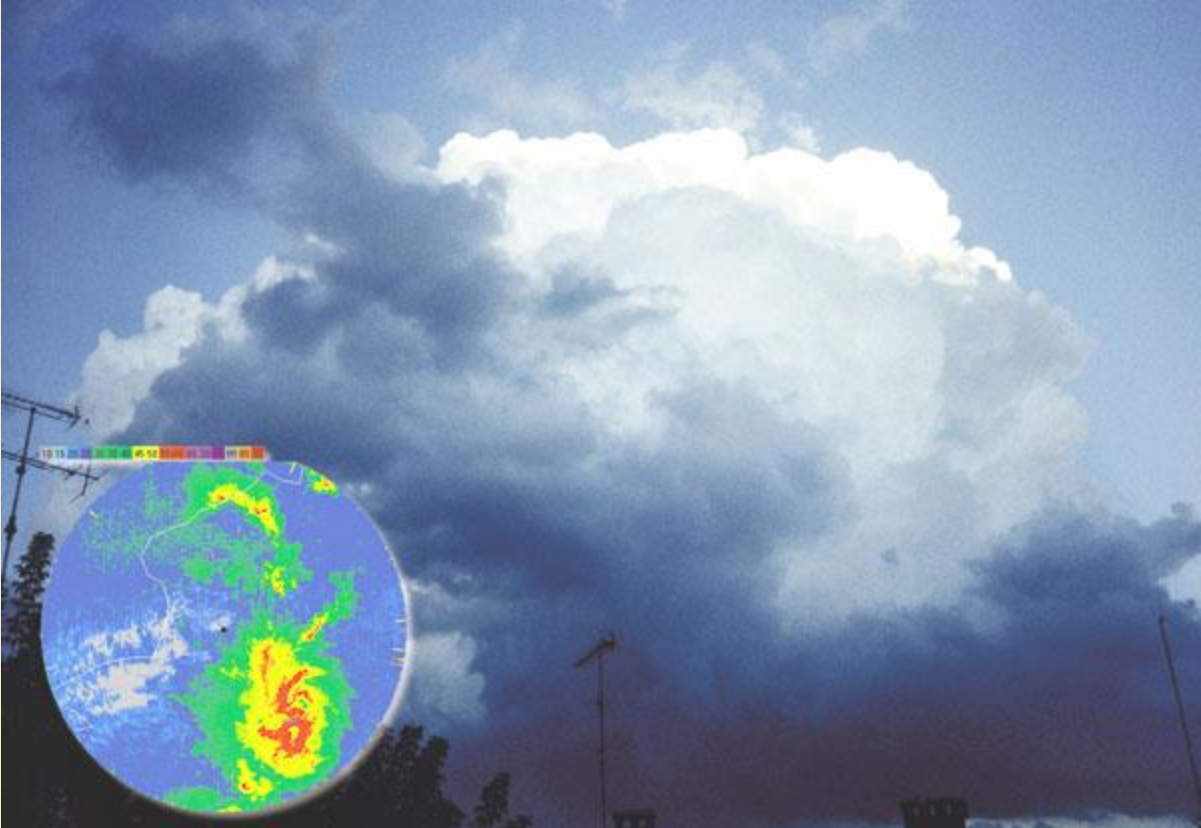
	OSJET UGODE	PREPORUČENA ODJEĆA
-4	iznimno hladno	višeslojna, nepropusna odjeća
-3	vrlo hladno	zimsko odijelo i zimski kaput
-2	hladno	odijelo i kaput
-1	svježe	odijelo i ogrtač ili vjetrovka
0	ugodno	odijelo
1	toplo	duge hlače, majica ili košulja
2	vruće	kratke hlače i košulja kratkih rukava
3	vrlo vruće	odjeće što manje, to bolje!
4	iznimno vruće	najugodnije bi vam bilo bez odjeće



odabirom znaka na karti  
 dobiva se prognoza dnevnog  
 hoda osjeta ugone za 2 dana

➔ [Više o osjetu ugone](#)

# OBRANA PROTIV TUČE



# HIDROLOŠKA MJERENJA



**VODOSTAJ (cm)**

**DNEVNA TENDENCIJA (cm)**

**PROTOK (m<sup>3</sup>/s)**

**TEMP. VODE (°C)**

<b>MURA</b>	Mursko Središće
-------------	--------------------

<b>SUTLA</b>	Zelenjak
--------------	----------

<b>KRAPINA</b>	Kupljenovo
----------------	------------

<b>KUPA</b>	Radenci
	Kamanje
	Karlovac
	Jamnička Kiselica

<b>UNA</b>	Kostajnica
------------	------------

<b>NOVČICA</b>	Gospić
----------------	--------

<b>SAVA</b>	Jesenice
	Zagreb
	Crnac
	Jasenovac
	Mačkovac
	Davor
	Slavonski Brod
	Slavonski Šamac
Županja	

<b>DUNAV</b>	Batina
	Aljmaš
	Dalj
	Vukovar
Ilok	

<b>DRAVA</b>	Botovo
	Terezino Polje
	Donji Miholjac
	Osijek

<b>NERETVA</b>	Metković
----------------	----------

POMORSKA  
METEOROLOŠKA  
SLUŽBA



**VRIJEME NA JADRANU U 05:00 SATI:**

Mjesto	Smjer vjetra	Brzina vjetra (kn)	Stanje mora	Vidljivost (km)	Pojave	Tlak zraka (hPa)
<b>ROVINJ</b>	E	6	2	20	VEDRO	1023
<b>M.LOSINJ</b>	NE	4	2	25	3/4	1024
<b>SPLIT</b>	NE	16	2	20	VEDRO	1024
<b>PALAGRUZA</b>	C	0	3	30	VEDRO	1024
<b>DUBROVNIK</b>	NE	10	2	30	VEDRO	1023

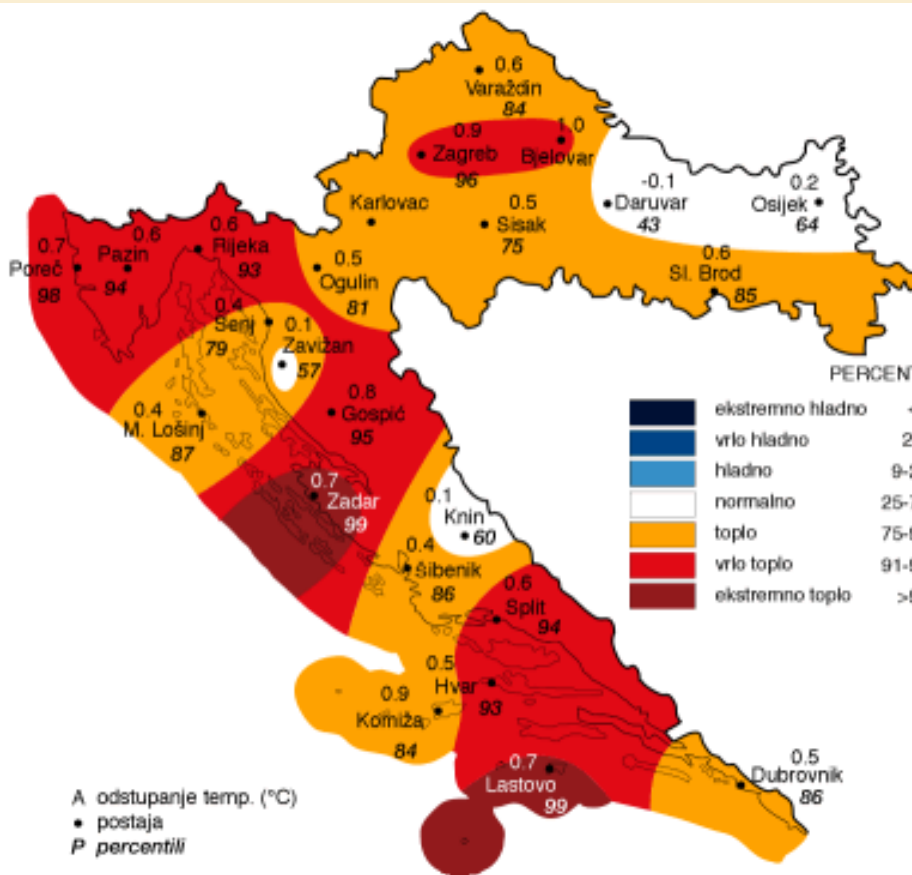
# ZAŠTITA ŠUMA OD POŽARA



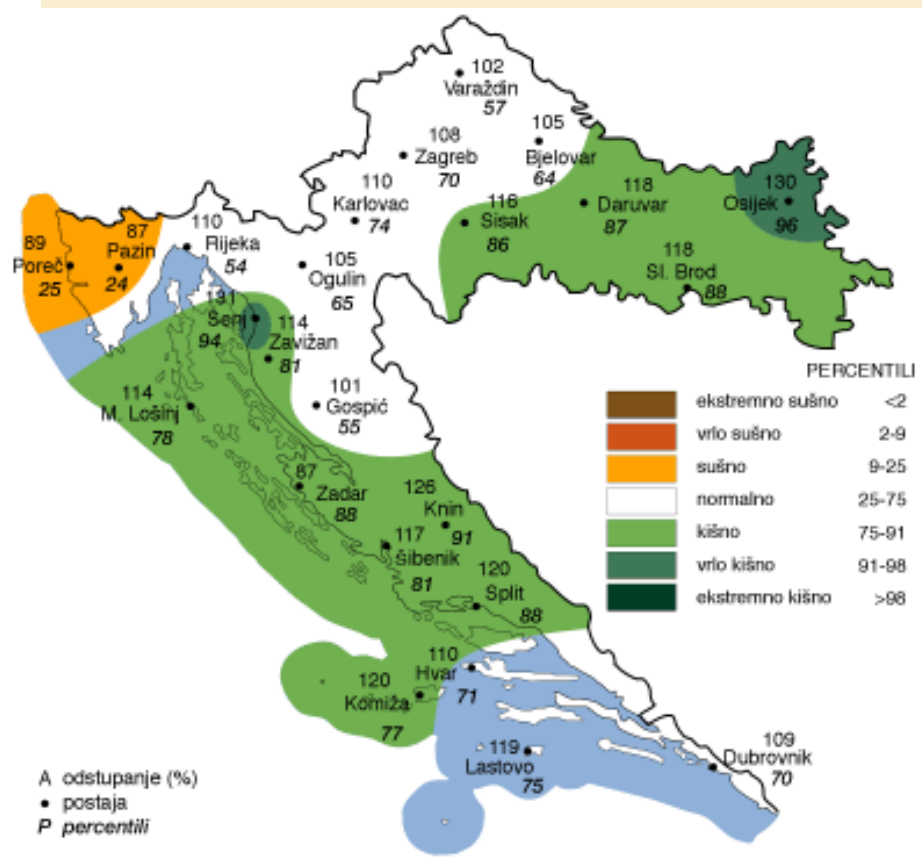


# PRAĆENJE KLIME

Primjer: ocjene 2004. godine u odnosu na višegodišnji prosjek (1961-1990)



Temperature



Oborine

# TEHNIČKA METEOROLOGIJA



- meteorološka mjerenja potrebna pri izgradnji velikih objekata  
niskogradnje - brane, ceste, pruge, tuneli...  
objekti – elektrane, tvornice,....

# ZAŠTITA ATMOSFERE

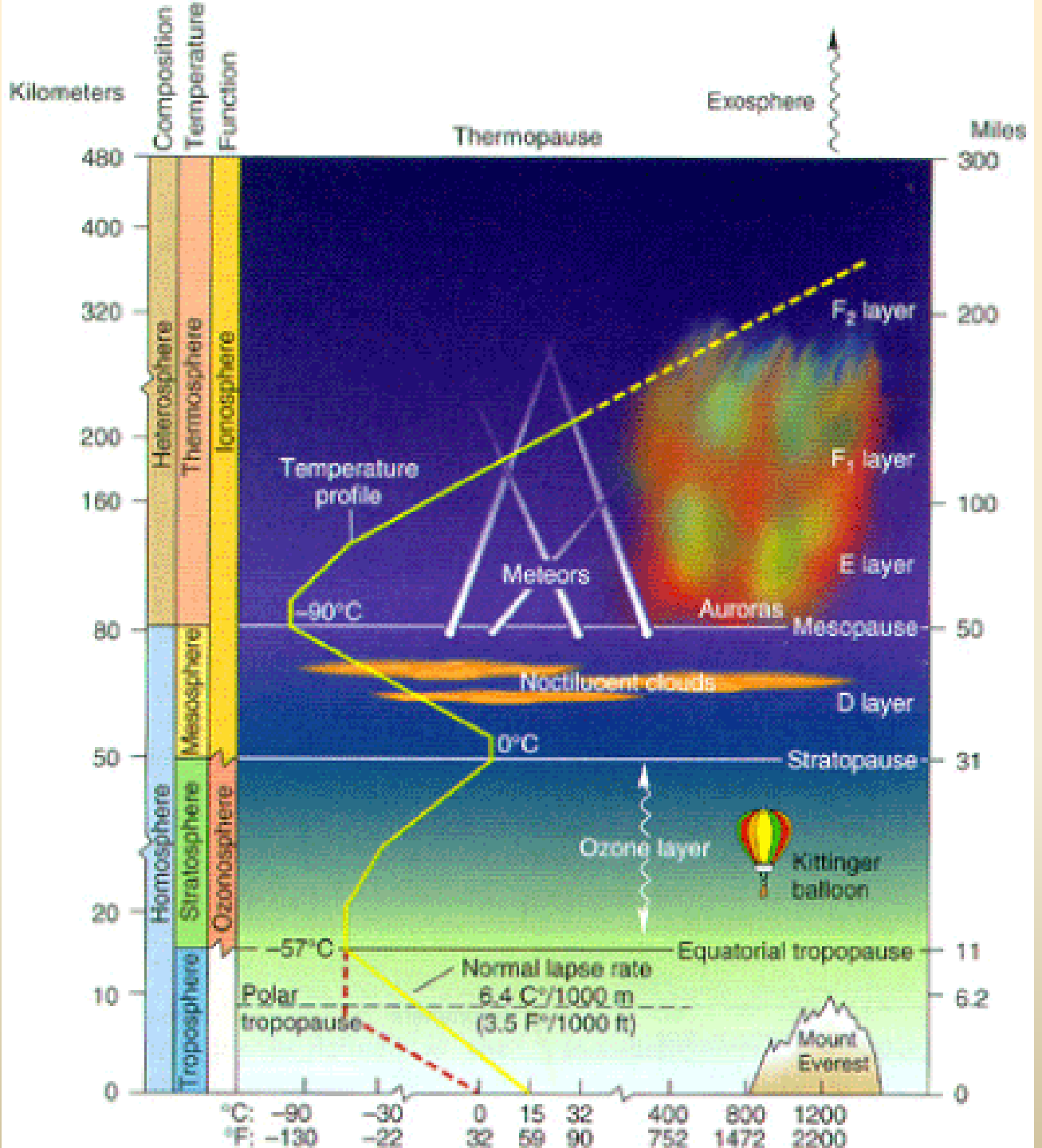


-mjerjenja zagađenosti zraka i sl.

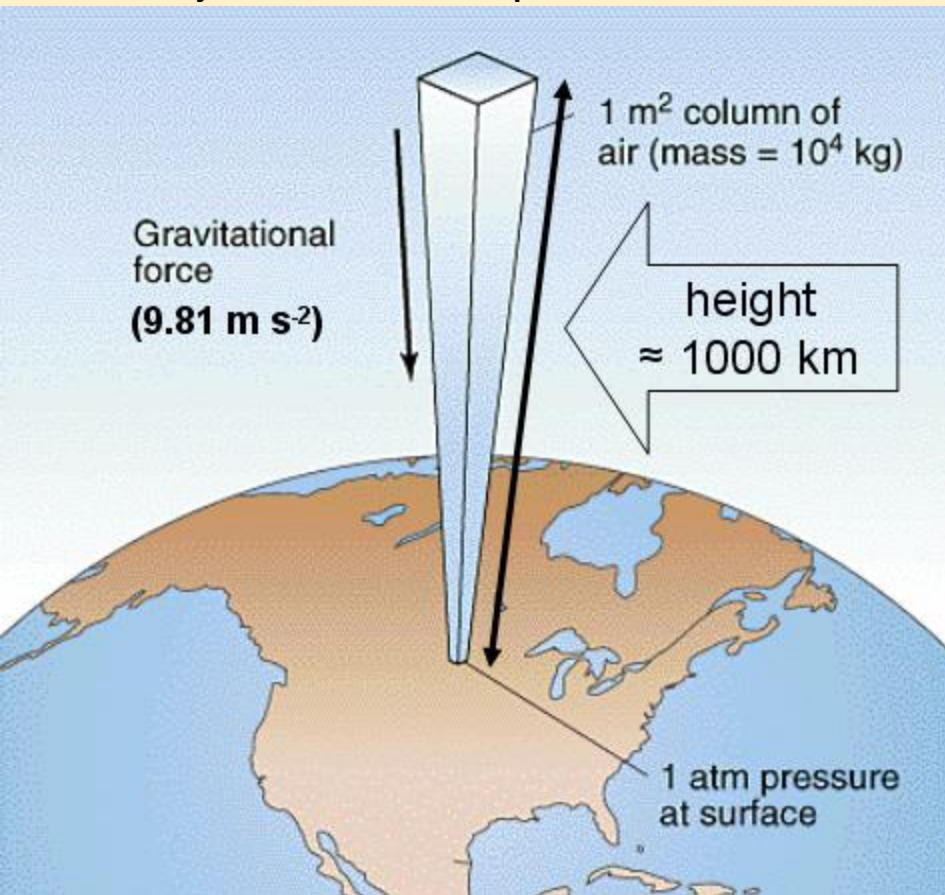
# ISTRAŽIVANJA I RAZVOJ ZA BUDUĆNOST



# 2) ATMOSFERA



## 2.1. Podjela atmosfere po visini



$$\frac{m_{\text{zrak}} = 5,27 \times 10^{18} \text{ kg}}{a_{\text{Zemlje}} = 5,095 \times 10^{18} \text{ cm}^2} \approx 1 \text{ kg zraka / cm}^2$$

$$a_{\text{Zemlje}} = 5,095 \times 10^{18} \text{ cm}^2$$

$$\text{Tlak, } p = \frac{\text{Sila, } F}{\text{Površina, } a} = \frac{m \times g}{1 \text{ cm}^2}$$

$$= \frac{1 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m s}^{-2}}{(10^{-2} \text{ m})^2}$$

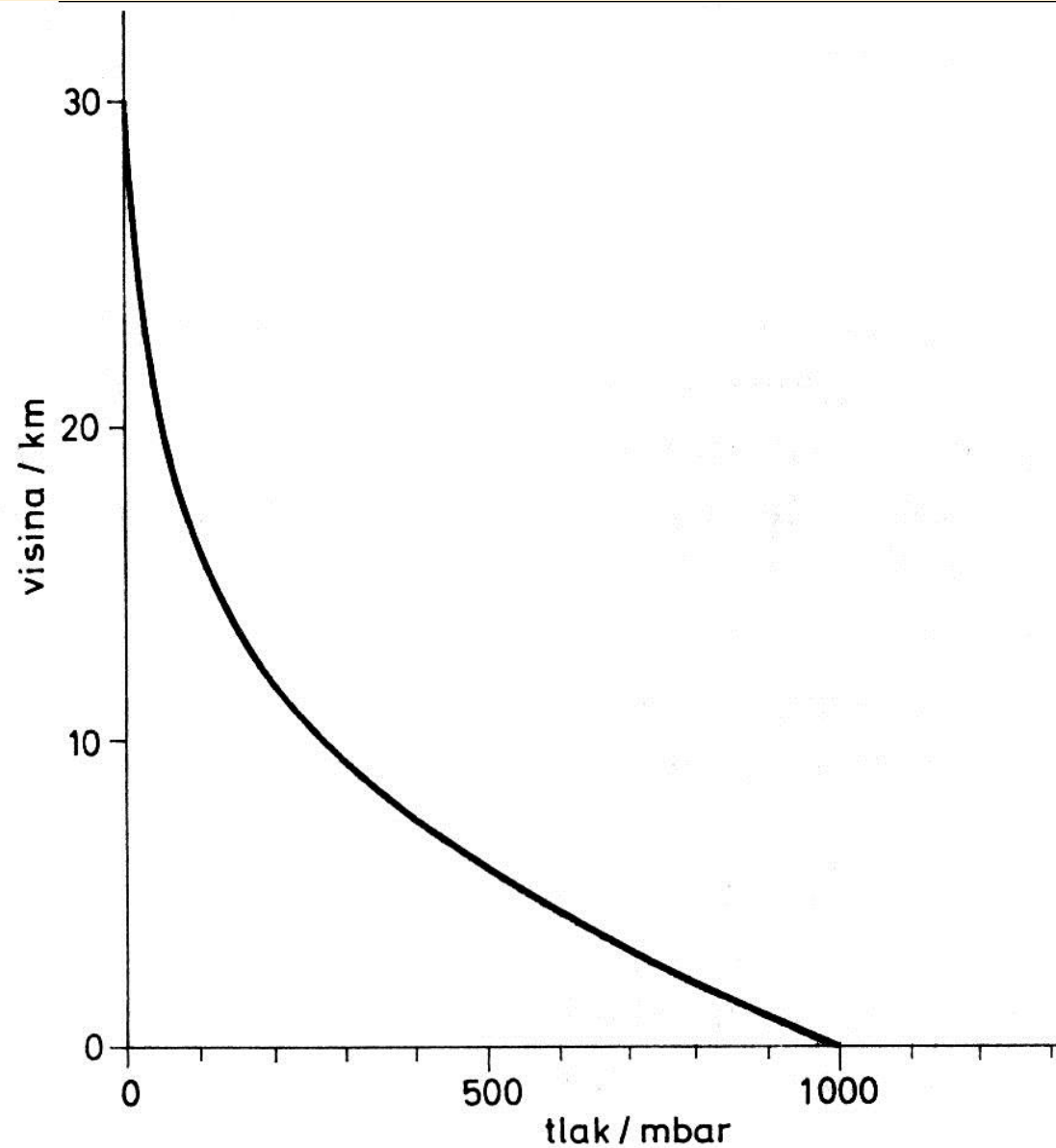
$$= \frac{9.81 \text{ N}}{10^{-4} \text{ m}^2} \approx \frac{10 \text{ N}}{10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$= 10^5 \text{ Pa} = 10^3 \text{ hPa} = 10^3 \text{ mBar}$$

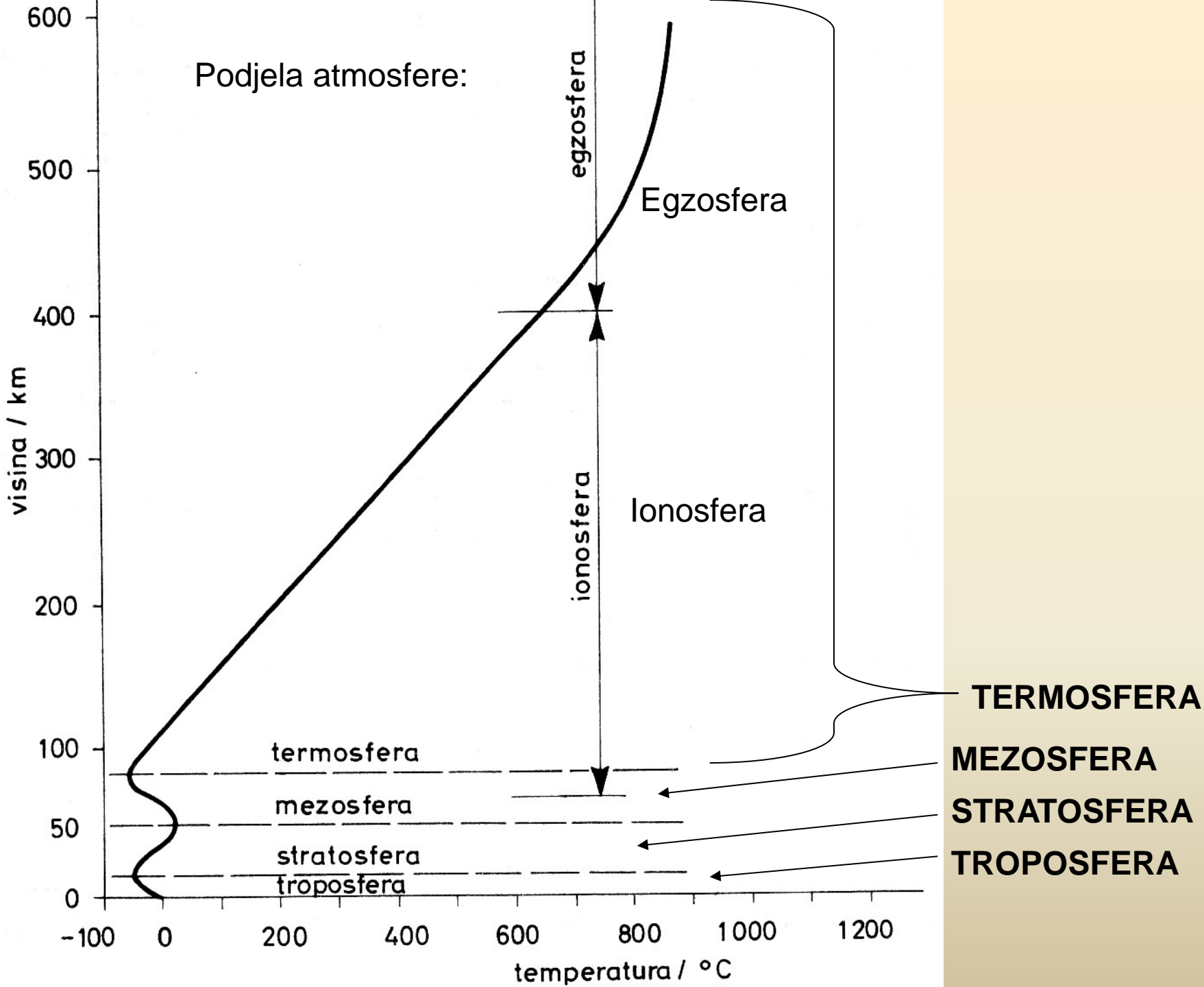
$$1 \text{ Bar} = 10^5 \text{ Pa} \rightarrow 1 \text{ mBar} = 1 \text{ hPa}$$

$$1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} = 1013 \text{ hPa}$$

## 2.1. Podjela atmosfere po visini



**Slika 4. Smanjenje tlaka zraka s promjenom visine u standardnoj atmosferi**





# TROPOSFERA

- meteorološke prilike vrlo promjenjive
- u njoj se odvija vrijeme

## Prizemni sloj: 0-2 m

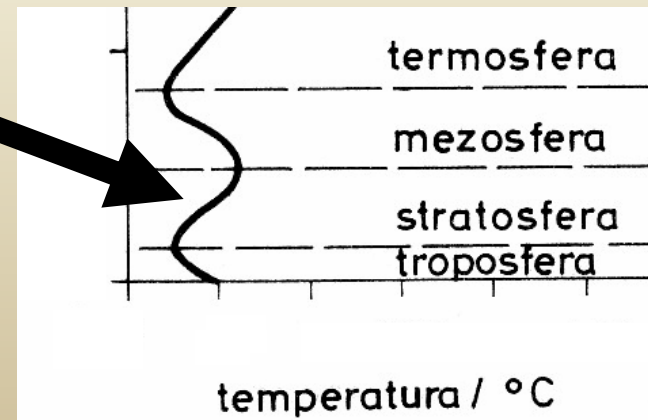
danju jako grijanje od podloge, noću brzo hlađenje

→ najveće dnevne promjene temperature i gustoće zraka

## Planetarni granični sloj: 2 m – 1.5 km visine

dnevne promjene temperature zraka se s visinom postupno gube  
vertikalno miješanje zraka: ugrijani zrak se diže, hladni se spušta;  
na širenje se troši energija zraka, pa se zrak ohlađuje  
ohlađuje se i vodena para → nastaju oblaci

noću: pojava **temperaturne inverzije:**  
**hladni, gušći zrak ispod**  
**toplog, rjeđeg zraka**



Slobodna troposfera: 1,5 – 11 km visine

dnevne promjene zraka iščezavaju, iako mogu nastati:

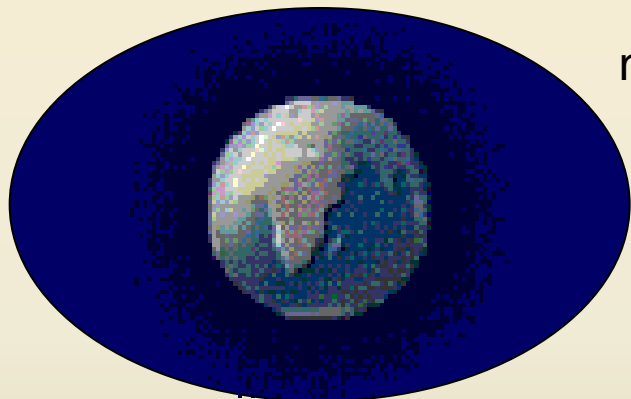
a) uzlazne ili **konvekcijske** struje (nastajanje oblaka)

b) silazne ili **supsidencijske** struje (razvedravanje)

pravilno smanjivanje temperature: za svakih 100 m visine, 0.5-0.6°C manje

Debljina i temperatura troposfere NIJE stalna

na polu svega 8 km i -45°C



na obratnicama oko 11 km, -56°C

na ekvatoru 17 km, te -80°C

Niže iznad ciklone (područja niskog tlaka)

Više iznad anticiklone (područja visokog tlaka)

Tropopauza: prijelaz iz troposfere u stratosferu, debljine nekoliko km

STRATOSFERA: iznad tropopauze, do cca 50 km visine  
karakteristične izotermija i slaba inverzija, samo horizontalni vjetrovi

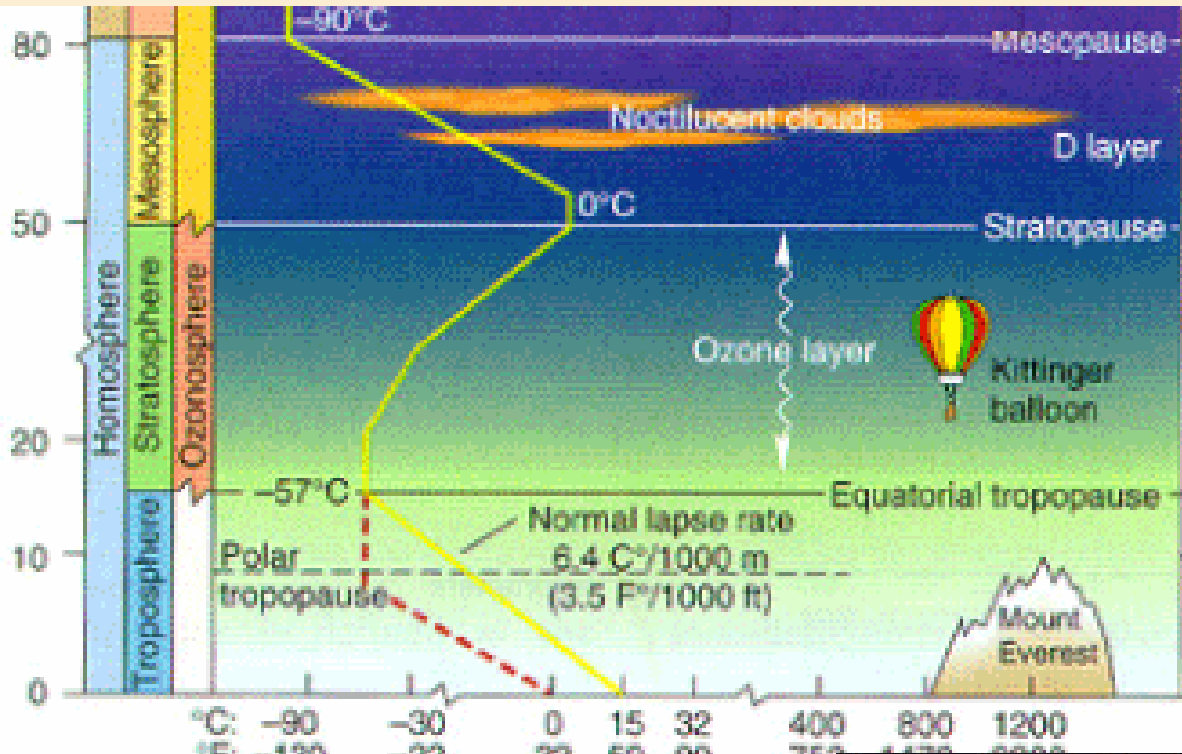
uzrok inverziji: **ozon (O<sub>3</sub>)** ← jako upija ultraljubičasto zračenje, čime zagrijava stratosferu skoro do visine temperature na tlu ili više

Ozonosfera: na 20-25 km visine

TROPOSFERA + STRATOSFERA = 99.9% ukupne mase atmosfere

# MEZOSFERA: 50-80 km visine

temperatura naglo pada na  $-70$  do  $-80^{\circ}\text{C}$



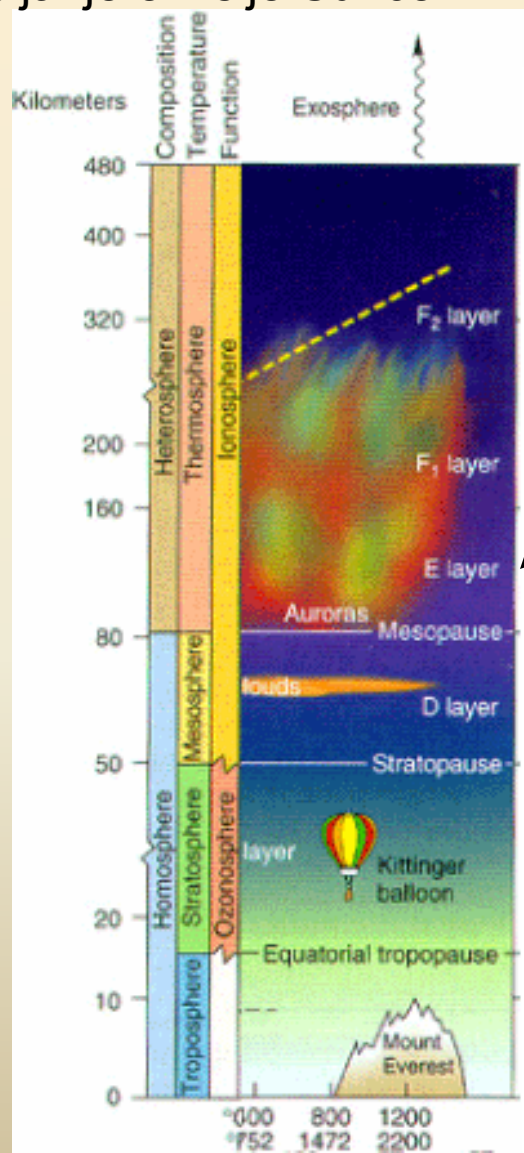
Pojava tzv. noktilucentnih oblaka (*noćni svijetleći oblaci*) prašina omotana ledom, često naročito nakon vulkanskih erupcija  
Vidljivi su samo noću, kad je Sunce ispod horizonta



# TERMOFOSFERA: od 90 – 800 km visine

Sunčevo zračenje dominantno → temperature od 2000°C danju do 1000°C noću

upijanje emisije Sunčevih zraka najkraćeg zračenja (UV) → fotokemijske reakcije, ionizacija plinova



Ionosfera

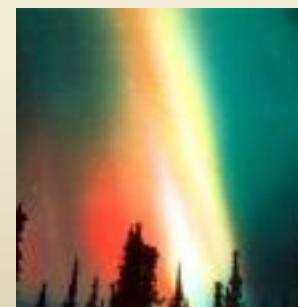
D (60-85 km visine)

E (85-180 km)

F (180-350 km)

Odbijanje radio-valova

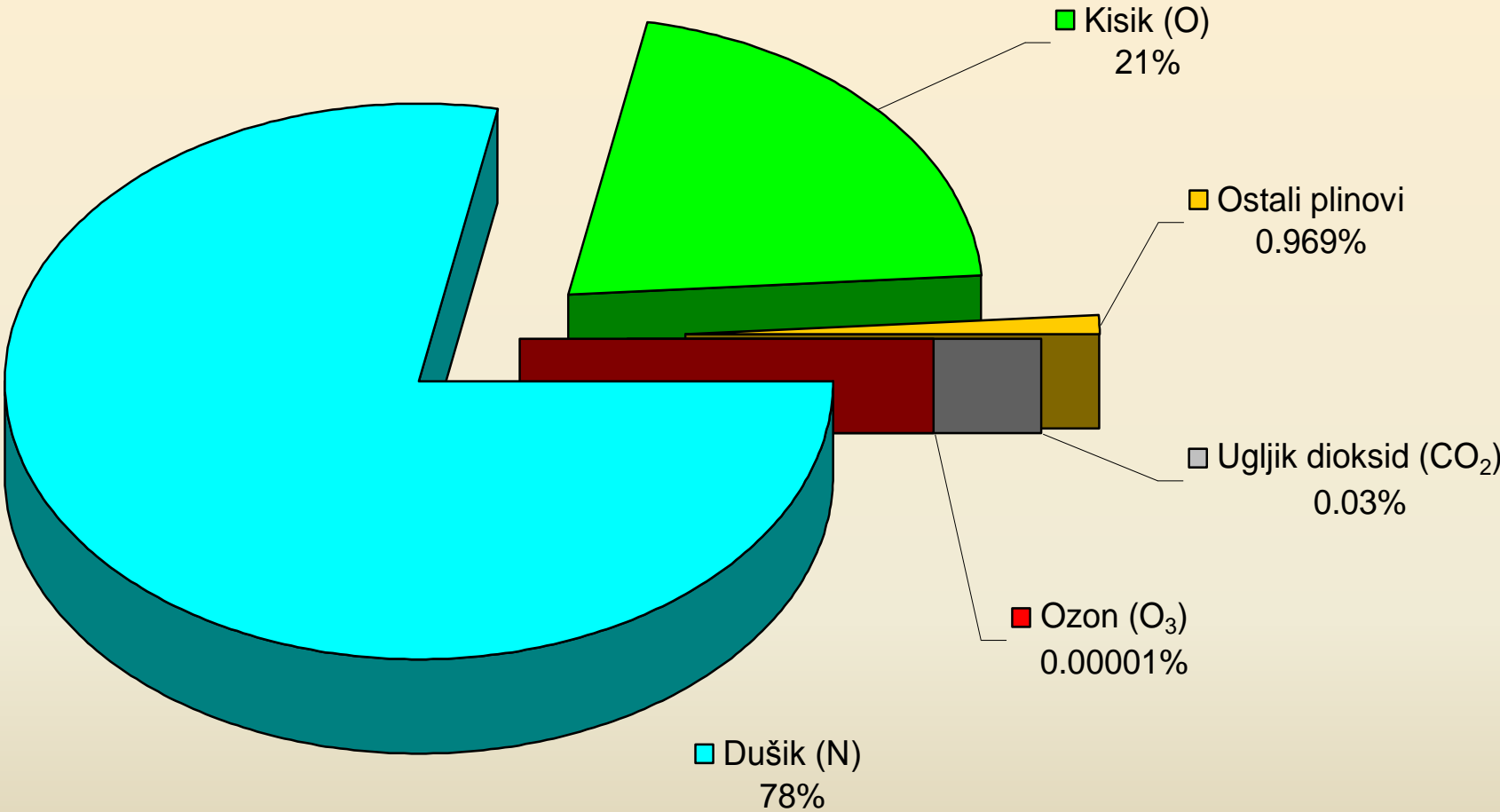
Pojava Polarne svjetlosti  
(*Aurora borealis*)



Iznad Ionosfere: Egzosfera ←

potpun prestanak atmosfere, odlazak čestica plina iz gravitacijskog polja Zemlje

### 2.3. Sastav zraka u prirodnim uvjetima



U zraku je prisutno i mnoštvo drugih primjesa:

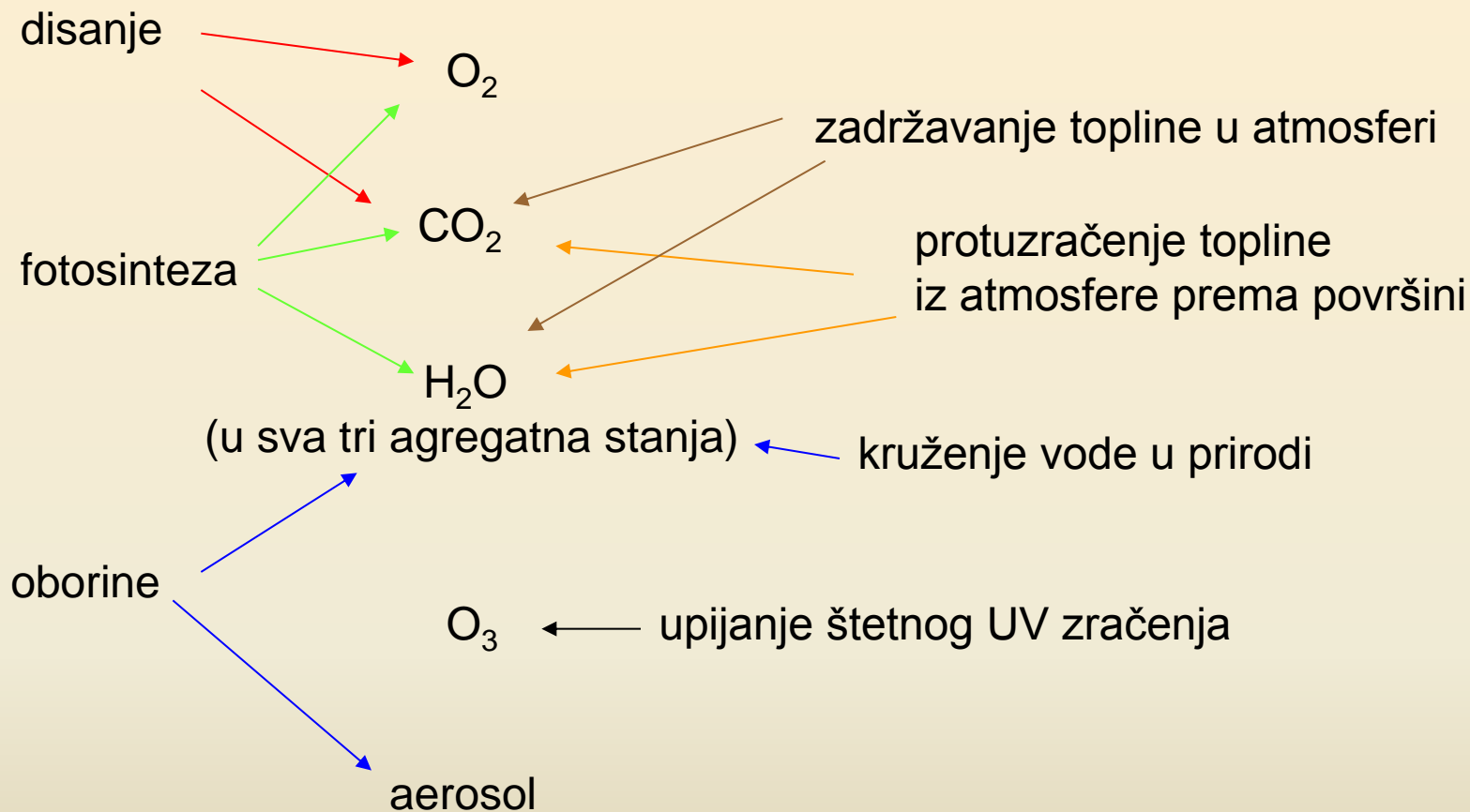
vodena para (udjel čak do 4% vol)

aerosol ← mikroskopski sitne čvrste i tekuće čestice

- prašina sa Zemlje i iz svemira
  - kristalići morske soli
  - čestice lave
  - pelud
  - spore
  - bakterije
  - virusi
  - kapljice vode
  - kristalići leda
- } oblaci, magla

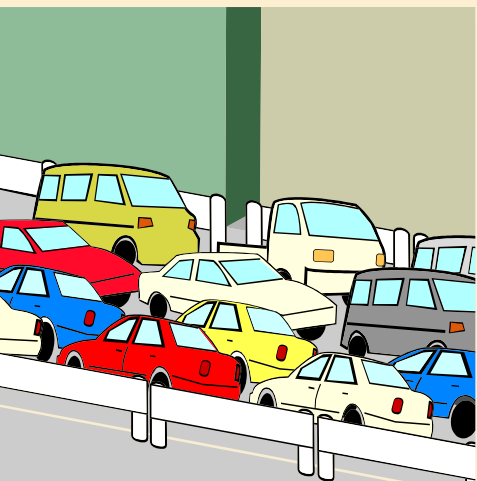


# Važnost sastojaka zraka za život na Zemlji





## 2.4. Atmosferske primjese i njihov utjecaj na život



Emisije štetnih plinova i čestica u atmosferu:

$\text{SO}_2$

$\text{NO}$

$\text{NO}_2$

$\text{CO}$

$\text{CO}_2$

$\text{H}_2\text{S}$

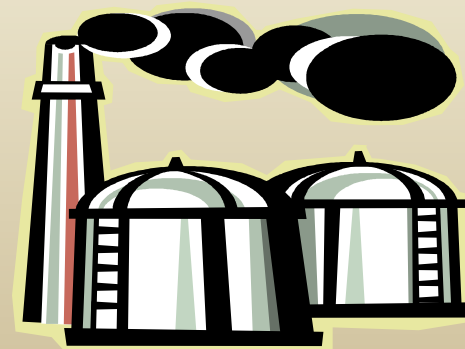
$\text{NH}_3$

$\text{C}_n\text{H}_n$

$\text{Cl}$

$\text{HF}$

$\text{Pb}$



## Posljedice po ljude, biljke, životinje

$\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_x$  → kisele kiše  
smog → razaranje tkiva → umiranje šuma, plućne bolesti  
gubitak mikroorganizama tla → gubljenje humusa  
oslobađanje teških metala → toksičnost  
povećana mobilnost hraniva → ispiranje iz tla i gubitak  
zakišeljavanje voda → izumiranje vodenih bića  
→ gubitak kalcija iz jaja ptica  
→ toksicitet aluminija raste

Pb iz benzina → zabrana uzgoja biljaka i životinja uz prometnice

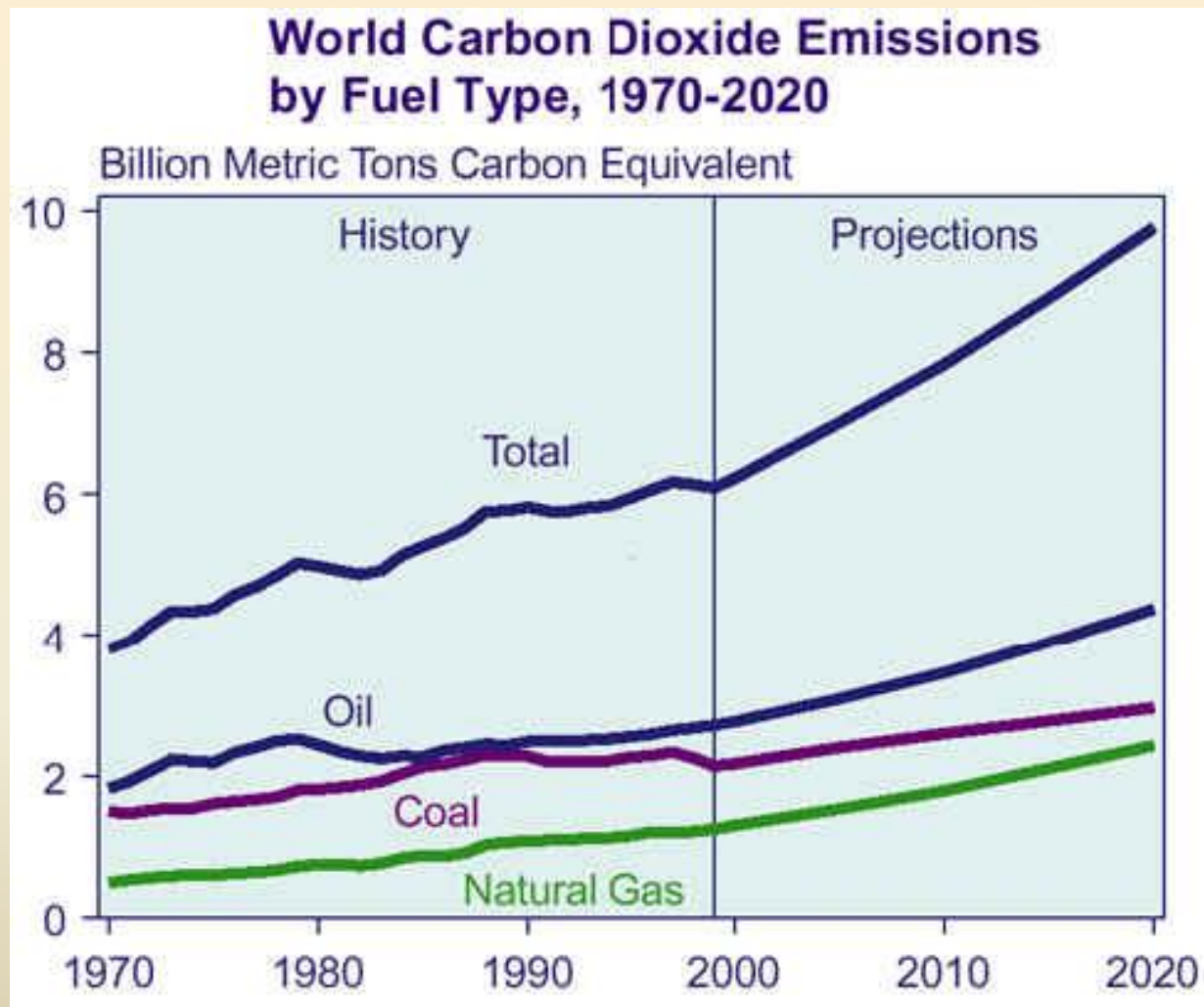
NaCl protiv leda na cestama, morska voda → osolica → korozije, zaslanjivanje tla

F, Cl → oštećenje lisne mase, klorofila, utjecaj na ozon

pesticidi, policiklički aromatski ugljikovodici, azbest, duhanski dim, CO, SO<sub>2</sub>

oštećenje tkiva (najčešće pluća)

Rast koncentracije CO<sub>2</sub> u atmosferi → "Efekt staklenika"



# Pitanje ozona (O<sub>3</sub>) i "ozonskih rupa"

EP/TOMS Total Ozone for Oct 7, 2000

