

Agroklimatologija

Studijski program: Preddiplomski stručni studij VINOGRADARSTVO - VINARSTVO - VOČARSTVO
Naziv predmeta: Agroklimatologija
Kod predmeta: VVV-AGK
Status predmeta: obavezni
Nositelji predmeta: prof. dr. sc. Danijel Jug
Vrsta izvođenja nastave: 30 sati predavanja; 15 sati vježbi
Predavač na predmetu: Prof. dr. sc. Danijel Jug

Osnovni meteorološki elementi u biljnoj proizvodnji:

Svjetlost



Toplina



Voda

Zrak

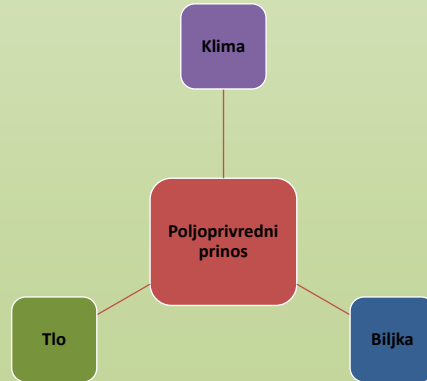


Agrometeorologija – znanost koja se bavi proučavanjem meteoroloških elemenata, pojava i procesa na poljoprivredne kulture

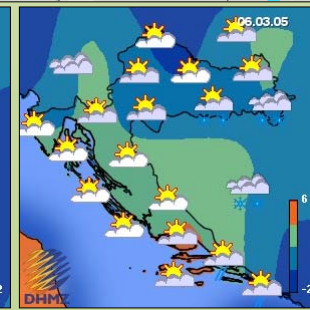
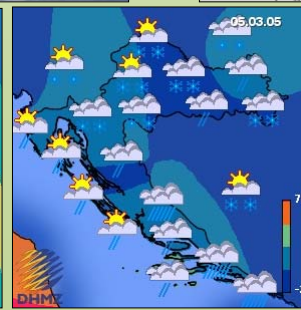
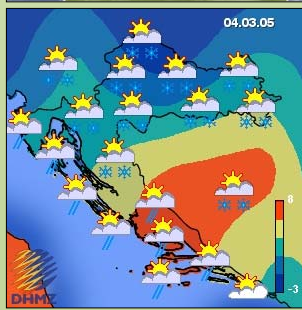
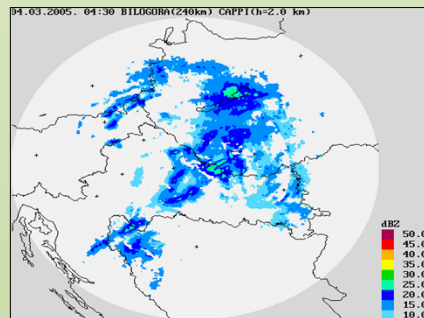
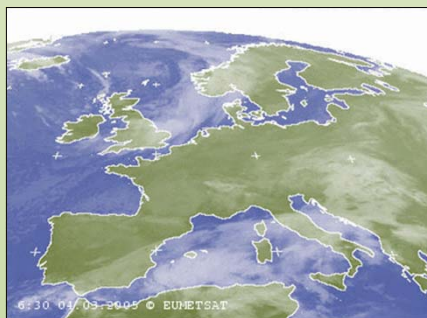
Vrijeme - ukupnost atmosferskih pojava i stanja atmosfere u određenom trenutku na određenom mjestu (odnosno trenutno stanje atmosfere)

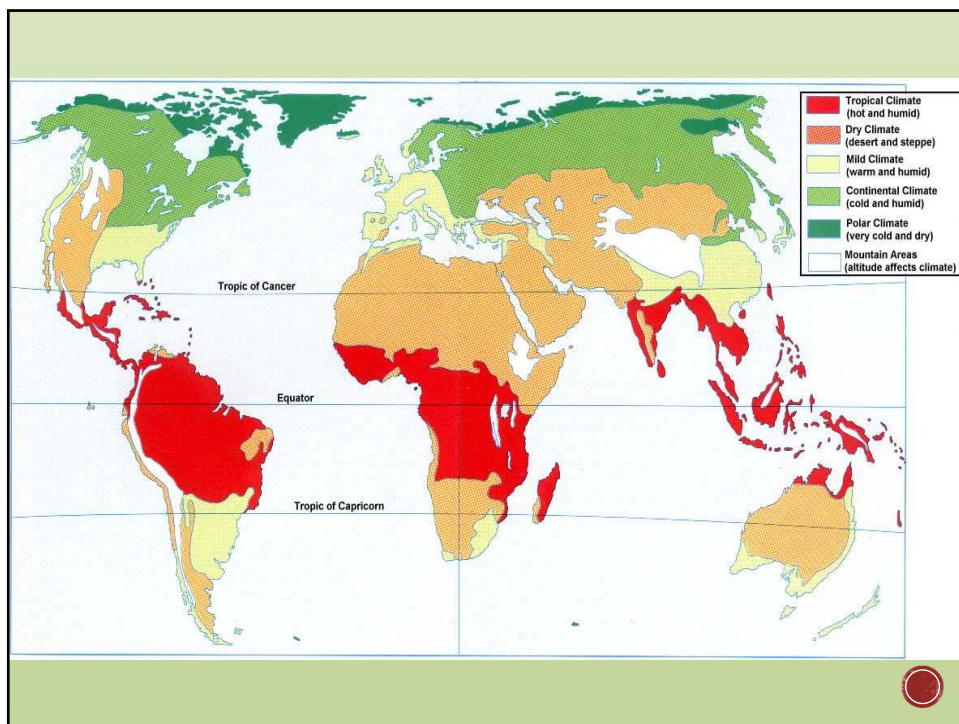
Klima (podneblje) - prevladavajuće stanje vremena, kao i pravilnost i nepravilnost javljanja vremenskih tipova

Agroklimatologija - daje naglasak na tipičnim vremenskim prilikama tj., na klimi, prirodnoj ili umjetno modificiranoj i na njezinu djelovanju na biljni svijet, osobito na biljnu proizvodnju



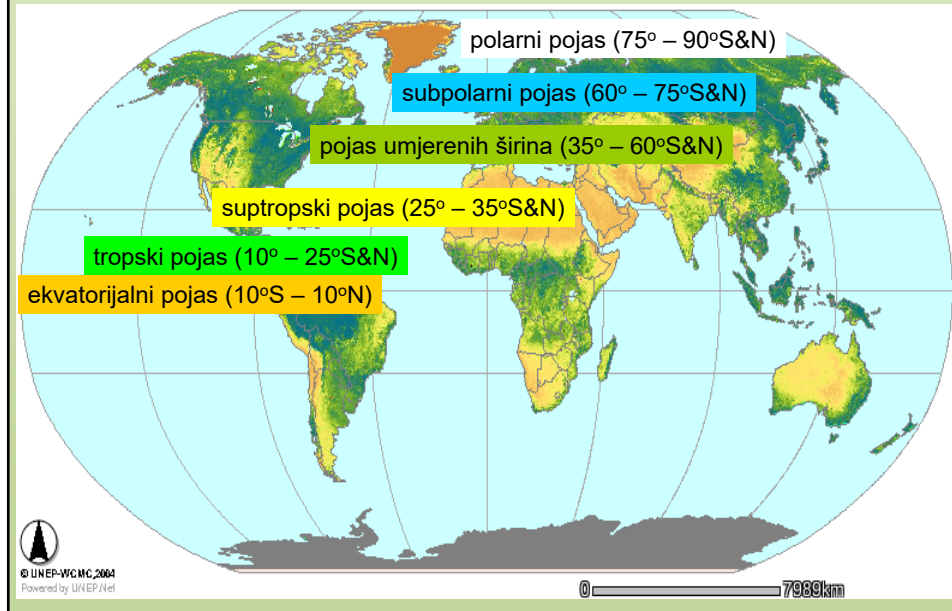
Vrijeme: ukupnost atmosferskih pojava i stanja atmosfere u određenom trenutku na određenom mjestu





- Vrijeme ima direktan utjecaj na biljni i životinjski svijet, kao i na biljnu i životinjsku proizvodnju
- Vanjski utjecaji na biljku su: meteorološki, geomorfološki, edafski, biotski
- Na klimu danas možemo najmanje djelovati, zato se ona javlja kao dominantan faktor poljoprivredne proizvodnje >>>> **agrobiocenoza se mora prilagođavati klimi**
- Vrijeme koje se neposredno promatra karakterizirano je složenim kompleksom meteoroloških elemenata i pojava koje se nalaze u tijesnoj povezanosti jedni s drugima
- Najvažniji meteorološki elementi i pojave su:
 - sunčevo zračenje
 - radijacija (izračivanje tla)
 - tlak zraka
 - toplina
 - vlažnost zraka
 - pravac i brzina vjetra
 - oborine (oblaci, magla, kiša i snijeg)
 - optičke i električne pojave u atmosferi

❖ Globalna podjela klime prema klimatskim pojasevima usporedno s ekvatorom



- vegetacija suhих ili aridnih, bezvodnih krajeva → pustinje
- travnata vegetacija polusuhих (semiaridnih) predjela → stepe, prerije, tundre
- vegetacija savana: travnjaci s grmolikim drvećem i gdje kojim većim stablom semihumidno → karakteristična izmjena izrazito sušnih razdoblja s kišnim razdobljem
- vegetacija vlažnih ili humidnih krajeva → prirodne šume
- vegetacija izrazito vlažnih, perhumidnih krajeva → džungle

Najsnažniji utjecaj na kulturne biljke:

- vrućina
- hladnoća
- suhost
- prevlaženost

- Proučavanje vremena i klime te njihovih ekstrema ⇔ primjena u poljoprivredi

Ustroj meteorološke službe:

- WMO (World Meteorological Organization - Svjetska meteorološka organizacija)
- DHMZ (Državni Hidrometeorološki Zavod)

Polja rada DHMZ-a

- Meteorološka motrenja,
- Prijenos i obrada podataka,
- Ispitivanje ispravnosti mjernih instrumenata



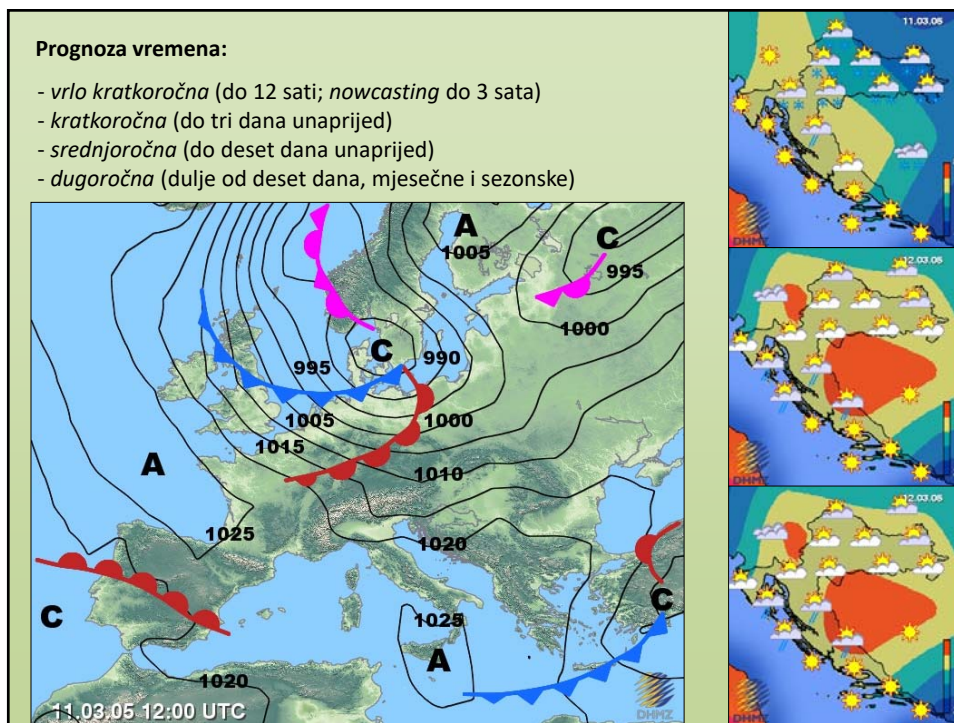
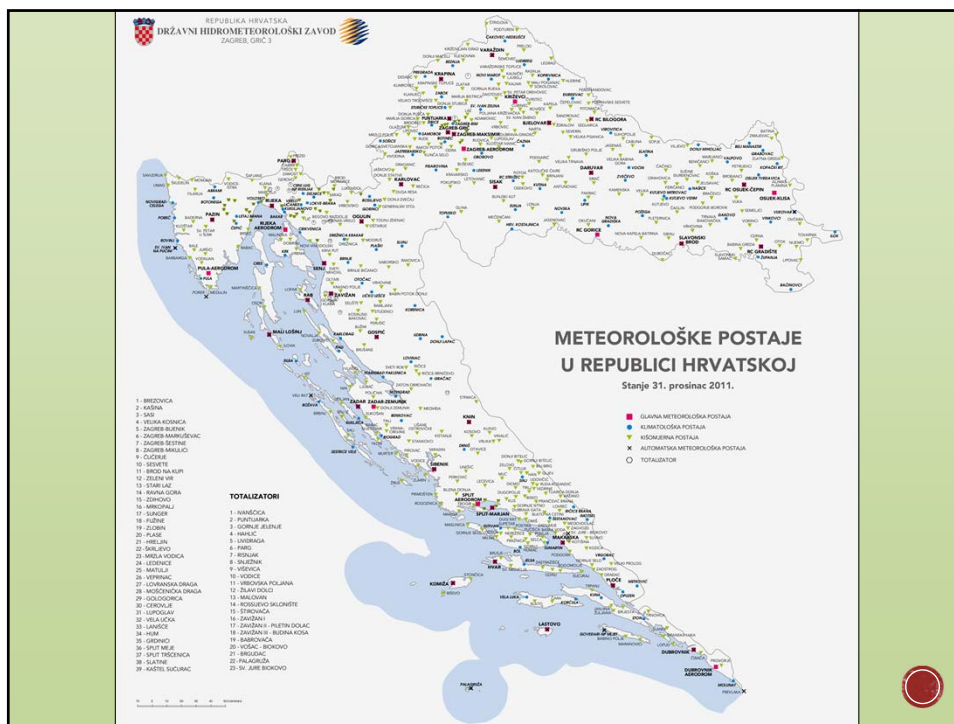
Agrometeorološke stanice

- stacionarne
- mobilne



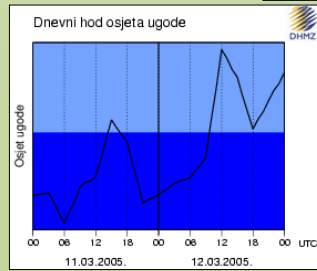
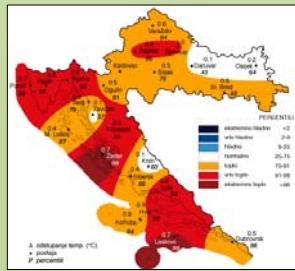
Mjerenja:

- 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)



Pored uobičajenih meteoroloških mjerenja još i:

- temperatura i vlažnost tla na različitim dubinama
- fenološka opažanja (praćenje faza razvoja bilja)
- bioproгноza
- obrana protiv tuče
- hidrološka mjerenja (npr. vodostaj)
- pomorska meteorološka mjerenja
- zaštita šuma od požara
- praćenje klime
- tehnička meteorologija
- zaštita atmosfere
- istraživanja i razvoj za budućnost



Svjetlost



Toplina

Sunce kao izvor energije:

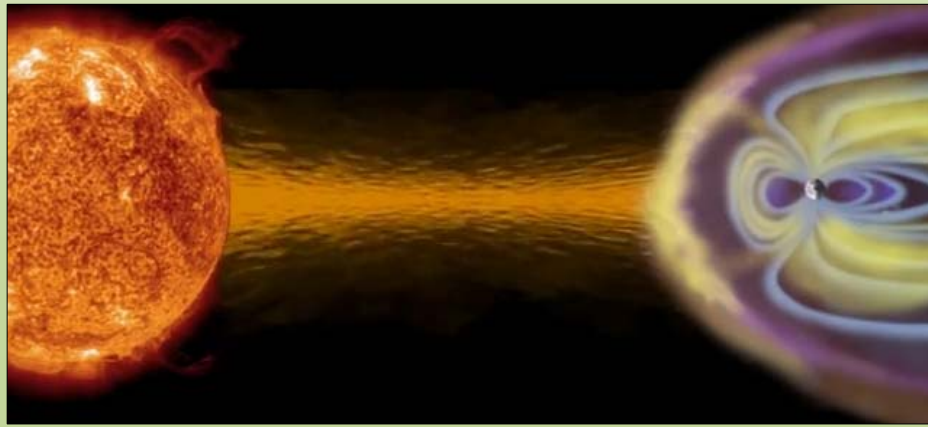
- Svjetlo
- Toplina

T(Fotosfera)=6 000 K

T(Centar)=15 x 10⁶ K

Prosječna temperatura

Zemlje = 14 °C



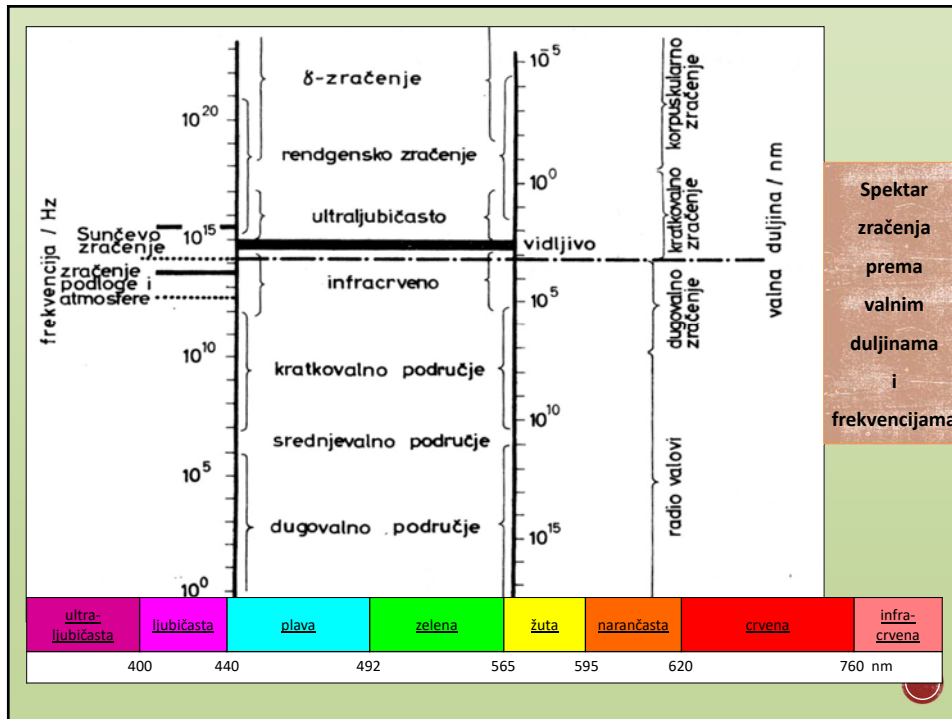
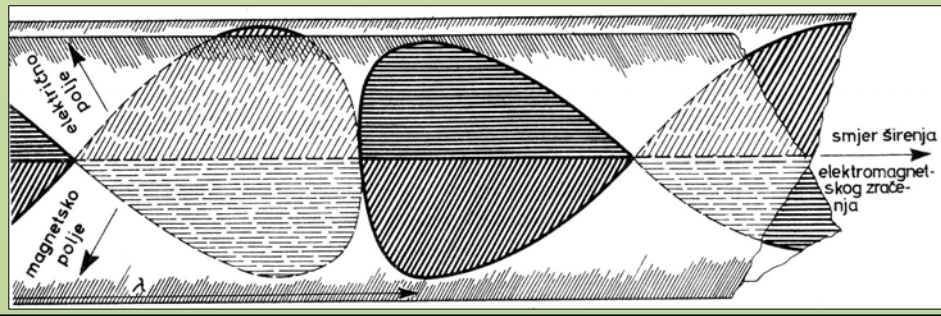
Sunčevo zračenje:

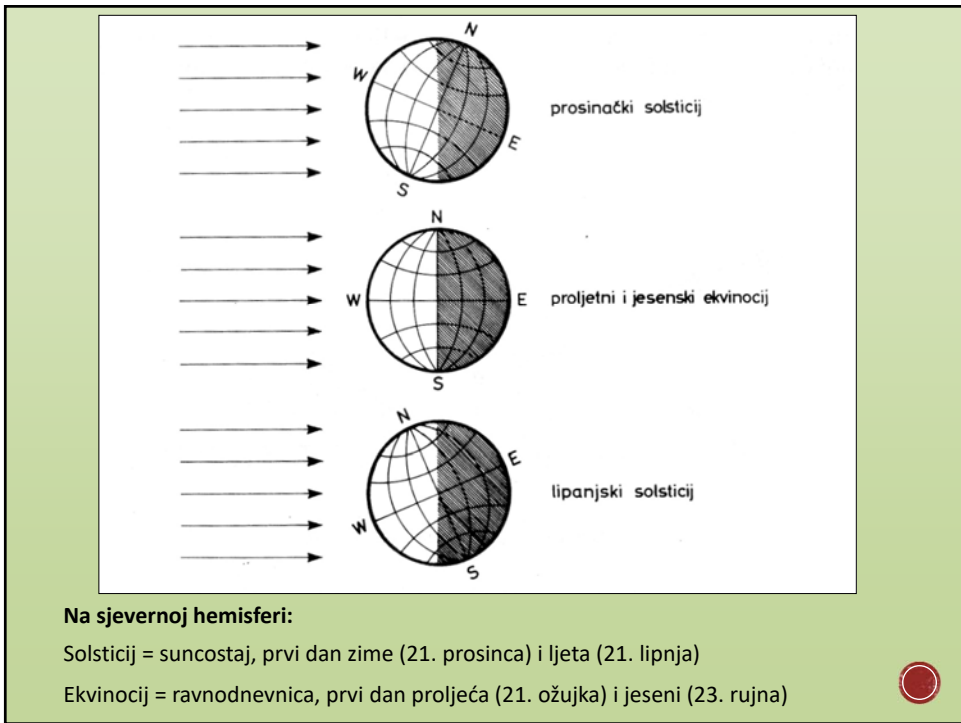
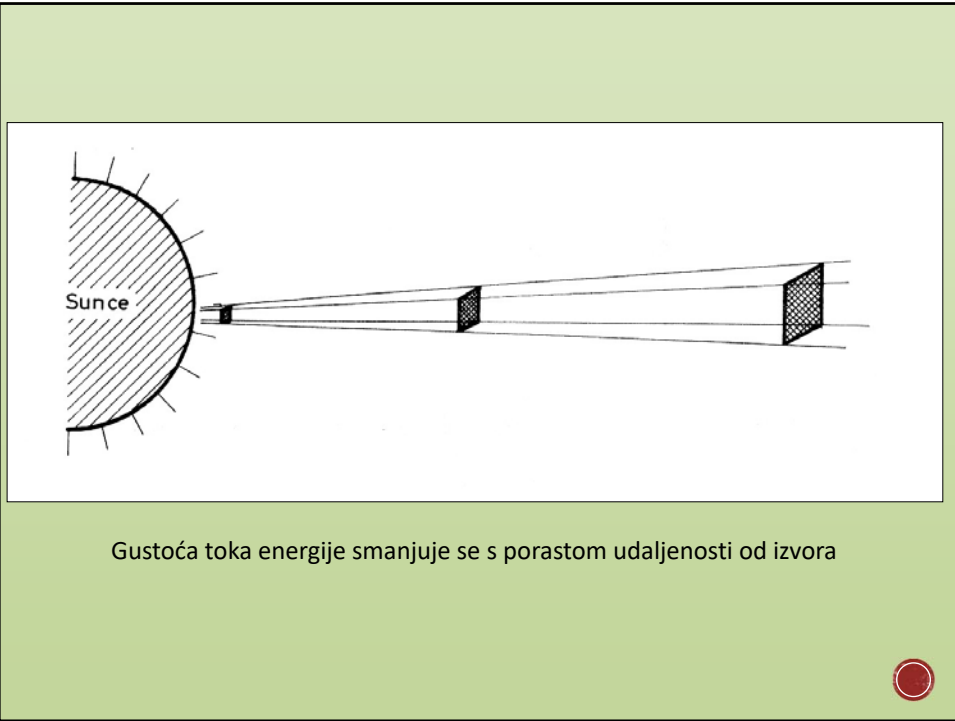
1) Korpuskularno (čestično):

- čestice izbačene iz fotosfere brzinama ($v_{2,SUNCE}=620 \text{ km/s} \leftarrow v_{2,ZEMLJA}=11.2 \text{ km/s}$)
- ovisi o Sunčevim bakljama i bljeskovima u fotosferi, te o broju Sunčevih pjega
- nejednaka brzina i količina čestica
- energija zanemarivo mala u odnosu na energiju elektromagnetnog zračenja

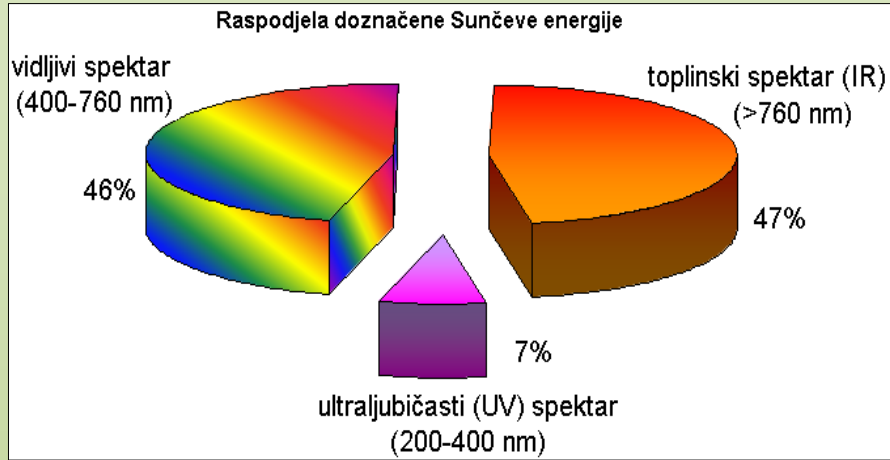
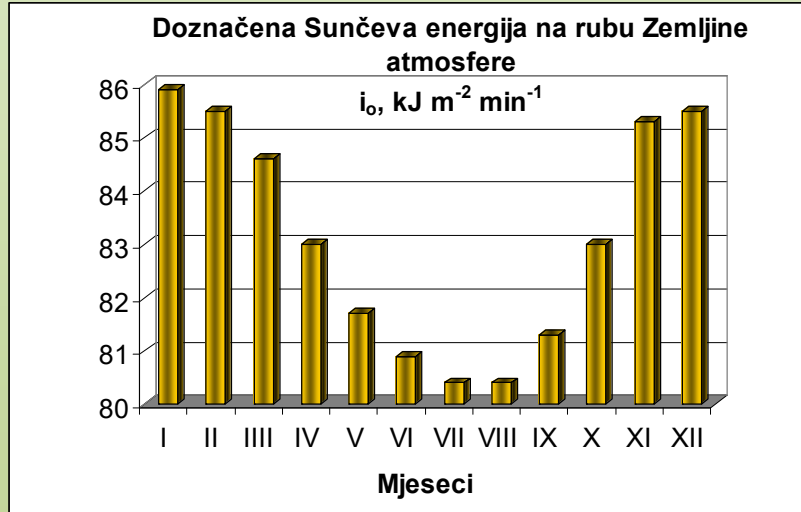
2) Elektromagnetno

- posljedica titranja elektromagnetskog polja
- neprekidno, uglavnom iste snage i stalne brzine zračenja
- granična $\lambda=4\mu\text{m}$ između kratko- i dugovalnog zračenja





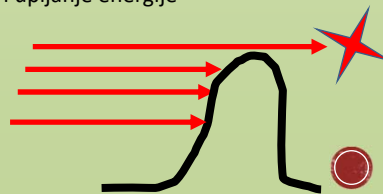
Sunčeva (*solarna*) konstanta, I_0 : gustoća toka dozračene energije na plohi okomitoj na smjer Sunčevog EM zračenja, na gornjoj granici atmosfere i pri srednjoj udaljenosti Zemlje od Sunca;
 $I_0 = 1.37 \text{ kW m}^{-2} = 82 \text{ kJ min}^{-1} \text{ m}^{-2}$

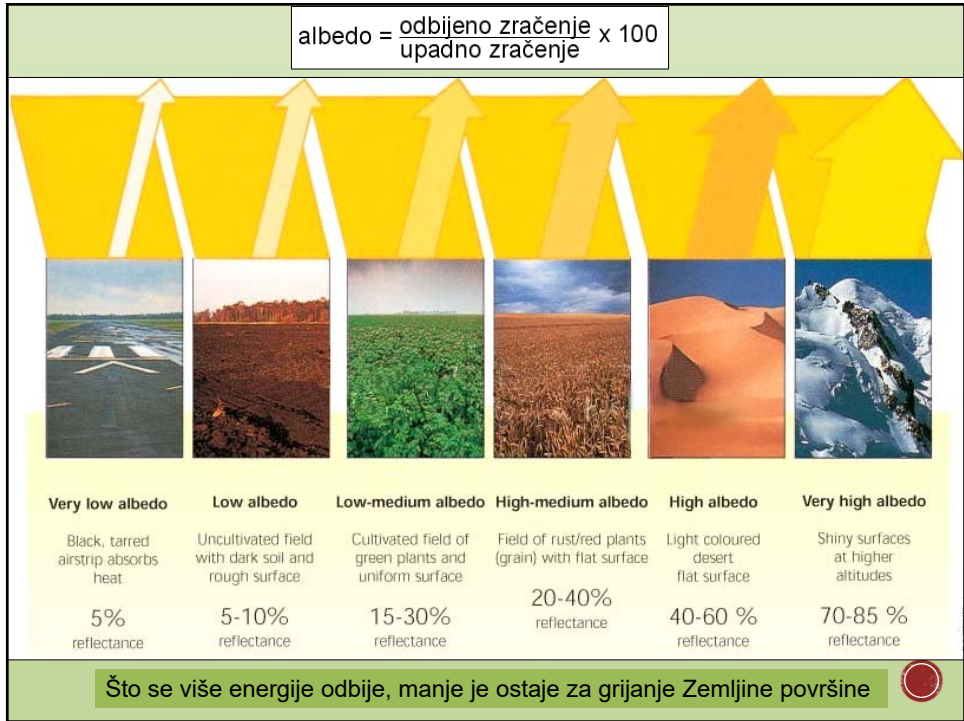
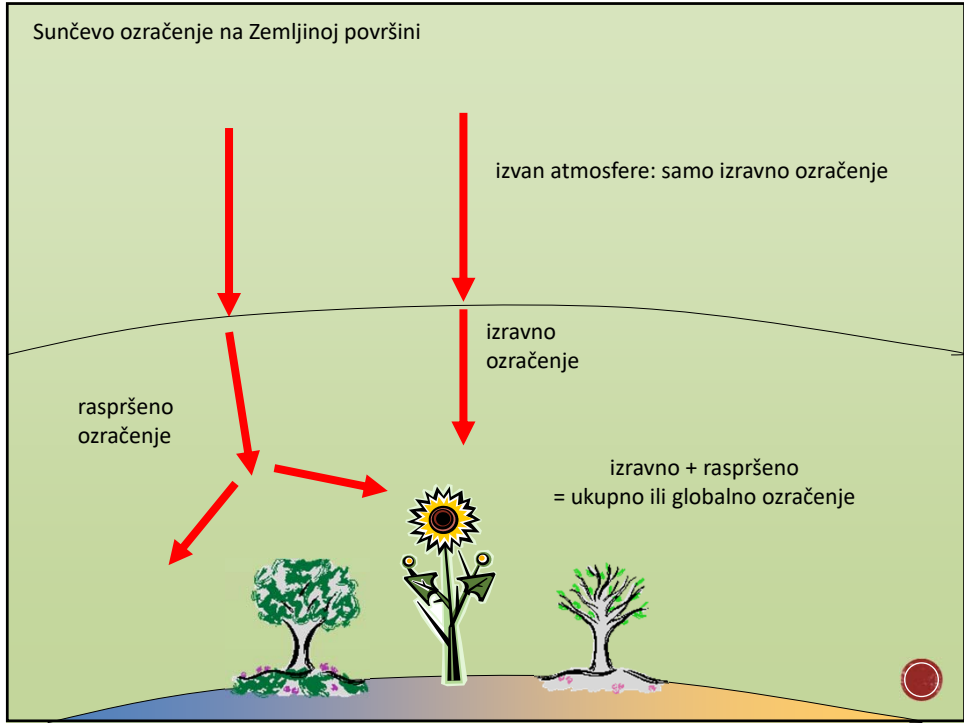


Atmosfera → plinovi → Raspršivanje i upijanje energije

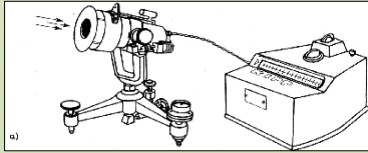
ozračenje:

- izravno ili direktno
- raspršeno ili difuzno ili zračenje neba



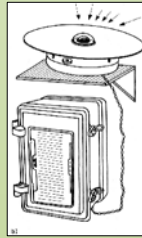


Mjerenje Sunčeva ozračenja, osunčavanja i osvjetljenja



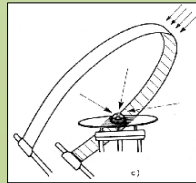
Pirheliometar:

- mjeri izravno ozračenje
- usmjeriti detektor prema Suncu



Piranometar:

- mjeri ukupnu (=izravnu + difuznu) energiju zračenja



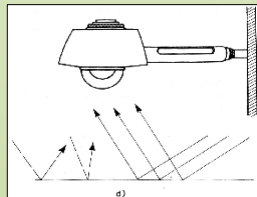
Difuzometar:

- zasjenjen detektor ne može primiti izravno ozračenje, stoga mjeri samo difuzno zračenje



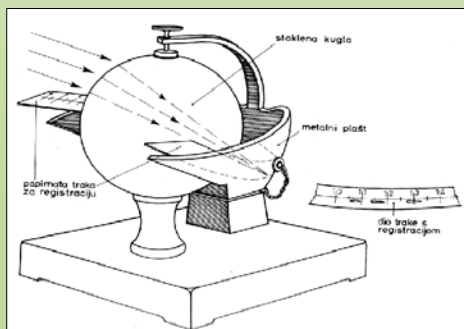
Albedometar:

- za mjerenje albeda (odbijenog Sunčevog zračenja)



Luksmetar:

- mjeri osvjetljenje (ukupno globalno)



Slika 19. Campbell Stokes heliograf

Heliograf:

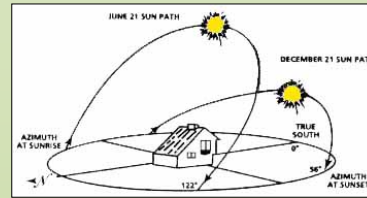
- za mjerenje trajanja insolacije



Utjecaj reljefa na ukupno Sunčevo ozračenje i osunčavanje pri tlu

Ravni tereni: razlika samo zbog godišnjeg doba:

- ljeti, Sunce visoko iznad obzora, jako ozračenje
- zimi, Sunce nisko, slabo ozračenje



Neravni tereni:

- 1) strmija ekspozicija prema jugu → obasjavanje počinje kasnije ujutro i prestaje ranije navečer ← više energije nego u ravnici zbog boljeg upadnog kuta;
Optimalno: južne ekspozicije terena koje su okomite na podnevne ulazne zrake u proljeće i jesen
- 2) istočne ekspozicije → maksimum ozračivanja prijepodne
zapadne ekspozicije → maksimum ozračivanja popodne
no, sveukupno, zbog kraće insolacije, dnevni primitak energije ipak manji od ravne plohe
- 3) sjeverna ekspozicija → najnepovoljnija; obasjavanje samo u toplom dijelu godine i to samo nakratko nakon izlaska i prije zalaska Sunca



Biološko djelovanje energije Sunčeva i Zemljina zračenja

Utjecaj zračenja na organizme:

- ❖ toplina
- ❖ podražaji
- ❖ promjene u tkivu
- ❖ izgradnja tkiva

Najkraće valne duljine: 255-305 nm (UV – *ultraviolet* = *ultra ljubičasto*):

- opasne po život → razaraju staničje, ali i viruse i bakterije
- $\lambda < 300$ nm prodire u ljudsku kožu;
- potiče se stvaranje vitamina D – sprječava se rahitis (270-310 nm)
- zgrušavanje bjelancevina (260-285 nm)
- opekline ($\lambda < 315$ nm)
- rak kože, dugoročno (280-285 nm)
- oči naročito osjetljive
- biljke - $\lambda < 320$ nm uglavnom štetne

Valne duljine od 320 – 400 nm utječu na oblik biljke (visina, debljina tkiva, itd.)



Vidljivi dio spektra: 400-760 nm

- produljenje dužine dana u proljeće → poticaj nagona za parenjem
mačke – veljača,
kokoši – intenzivno nesenje jaja u ožujku, gniježđenje, povratak ptica selica

- **Fotoperiodizam** – zahtjev pojedinih biljnih vrsta za određenom dužinom i kvalitetom primljenog svjetla

Biljke kratkog dana: konoplja, pamuk, soja, kukuruz

Biljke dugog dana: zob, repa, lan, raž, pšenica, crv. djetelina

Neutralne biljke: heljda, suncokret, neki duhan, riža, repica

Praktično:

- biljke kratkog dana prenijete u područje dugog dana intenziviraju razvoj vegetativne mase, produžena je vegetacija, pa čak ne mogu prijeći iz vegetativne u generativnu fazu
- biljke dugog dana prenijete u još duži dan skraćuju vegetaciju

- **Fotosinteza:**

λ od 610-710 nm pokreće fotosintezu, od 400-510 nm sudjeluje u procesu fotosinteze
EM zračenje između ta dva spektra: 510-610 nm = zelena boja ← biljke ju reflektiraju i zato su zelene



IR spektar (*infra red = infra crveno*)

λ od 710 - 1000 nm

- pokreće razvoj generativnih organa bilje
- djeluje na boju biljke
- izaziva fononastiju – okretanje biljke prema Suncu (Suncokret)



$\lambda > 1000$ nm IR zrake (toplina)

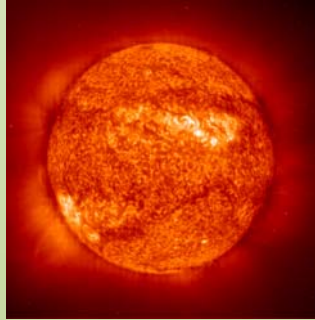
- sunčanica
- očni problemi (konjuktivitis, mrena)
- crvenilo kože





Toplina

Izvor topline na Zemlji je sunce



-**TOPLINA** – jedan od oblika energije (jedinica $J = N \cdot m = m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$), odnosno prijelazni oblik energije koji se prenosi između dva tijela kao rezultat razlika njihovih temperatura

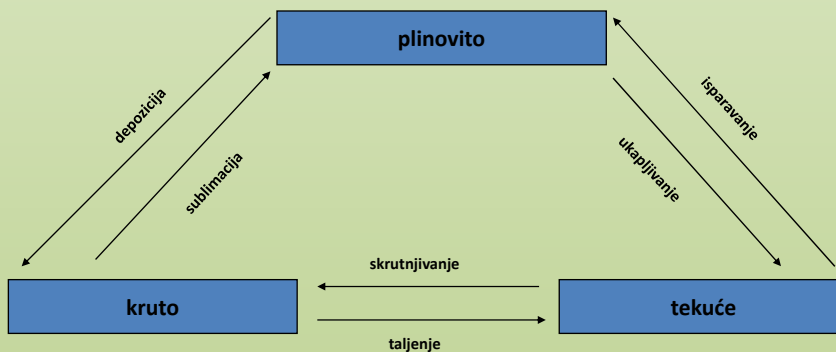
-**TEMPERATURA** – stupanj zagrijanosti objekta (jedinica $K = ^\circ C + 273.15$)

$$T (K) = t (^\circ C) + 273,15$$

$$T (^\circ C) = 5/9 \cdot (^\circ F - 32)$$

Opis	Kelvinova	Celzijeva	Fahrenheitova	Raankineov	Delisleova	Newtonova	Réaumurova	Rømerova
Apsolutna nula	0	-273,15	-459,67	0	559,725	-90,14	-218,52	-135,90
Ledište vode	273,15	0	32	491,67	150	0	0	7,5
Vrelište vode	373,15	100	212	671,67	0	33	80	60

Svako tijelo u određenim uvjetima (temperatura, tlak) ima određeno agregatno stanje, koje se mijenja ako se dovoljno razmijeni toplina tijela s okolinom



Razmjena energije u biosferi

Toplinski tok – prijenos topline između dva objekta

Aktivni sloj podloge – mjesto razmjene energije između podloge prekrivene biljem i atmosfere

Voda se sporije grije i sporije hladi od kopna – jer je specifični toplinski kapacitet vode 4 x veći od specifičnog toplinskog kapaciteta tla

Vođenje topline u vodi je bolje nego u tlu

Miješanje vode:

- toplinsko miješanje
- horizontalna vodena strujanja (termalna konvekcija: hladna voda dolje, topla gore)
- vjetar, valovi

Razlike između slane i slatke vode: slana voda je gušća i ima niže ledište

"Anomalija vode": nije najgušća kao krutina/led (na 0°C), nego na +4°C

Implikacije: život na Zemlji možda ne bi ni nastao (smrzavanje voda "odozgo")



Toplina u tlu i vodi

Grijanje i hlađenje kopna i vode

Razlika temperatura između dva objekta uzrokuje prijenos topline, tzv. toplinski tok

$$P = -k_t \frac{t_2 - t_1}{z_2 - z_1}$$

gdje je:

P – toplinski tok

k_t – koeficijent toplinske vodljivosti

t_1 – temperatura na dubini z_1

t_2 – temperatura na dubini z_2

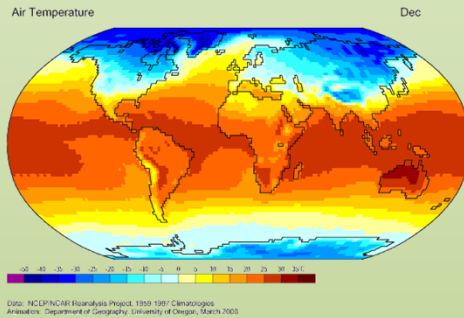
k_t ovisi o materijalu, veličini čestica, poroznosti, vlazi.

Podloga	k_t
Zrak	0,00025
Rahli snijeg	0,00075
Srednje zbijeni snijeg	0,0063
Jako zbijeni snijeg	0,0226
Voda na 0°C	0,0059
Led na -10°C	0,023
Suho tlo	0,0017-0,0034
Vlažno tlo	0,013-0,034
Granit	0,027
željezo	0,67



- Atmosfera se vrlo malo zagrijava od izravnog Sunčevog zračenja
- Grijanje atmosfere je najvećim dijelom posredno, tj. prima energiju od podloge
- Atmosfera (troposfera) – najtoplija je pri dnu, a s visinom temperatura opada

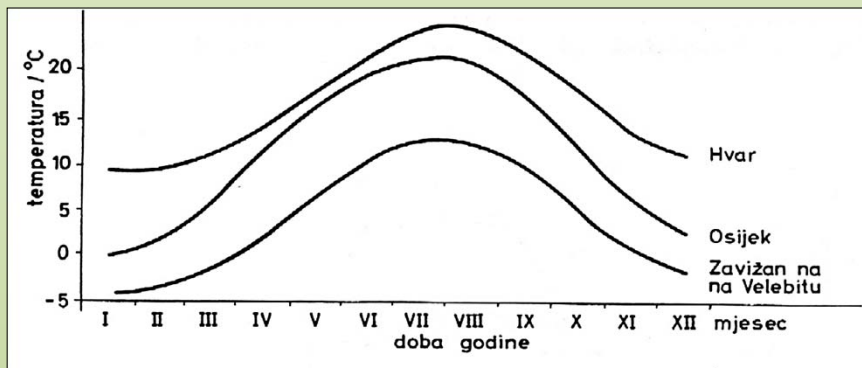
Svi dijelovi Zemlje ne
griju se jednoliko



Toplinska vodljivost tla ovisi o: sastavu tla, količini zraka, vode ili leda u šupljinama

Širenje topline u dublje slojeve ovisi o **toplinskoj vodljivosti tijela**

- Suho usitnjeno tlo - manja toplinska vodljivost – jače zagrijavanje
- Mokro zbijeno tlo – veća toplinska vodljivost – slabije zagrijavanje

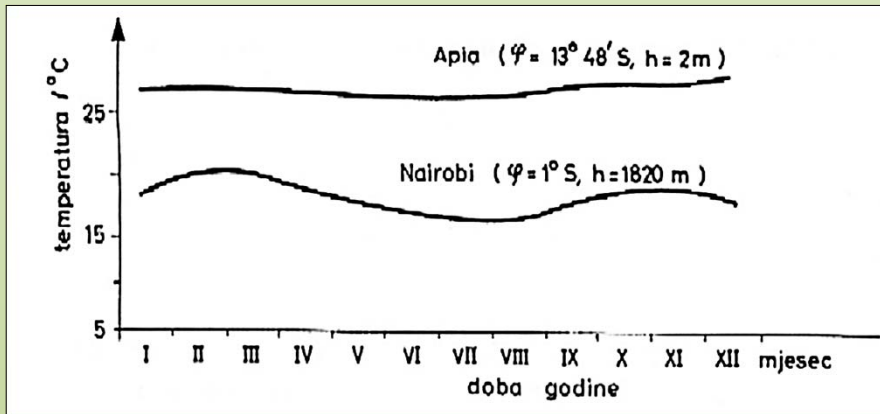


Godišnji hod temperature zraka u nekim našim krajevima

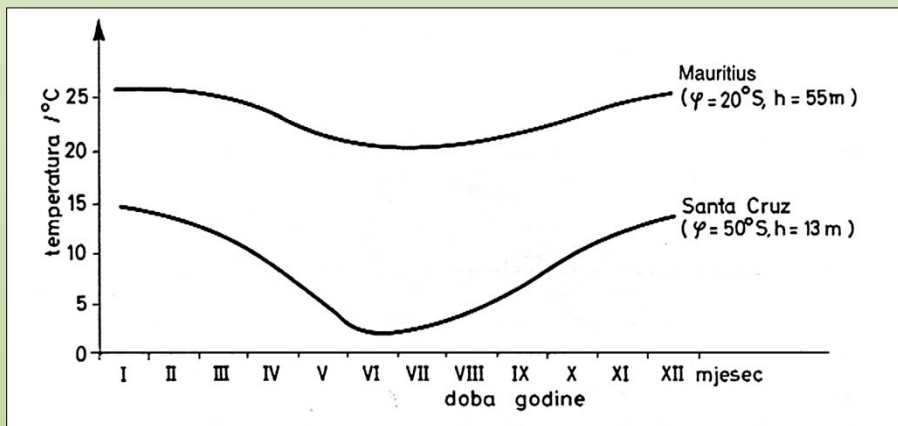
Hladni dani – srednja dnevna temperatura ispod 0°C

Vrući dani – srednja dnevna temperatura 30°C i iznad





Godišnji hod temperature zraka na nižim geografskim širinama



Godišnji hod temperature zraka u nekim mjestima južne hemisfere



Temperature nad različitim podlogama kolebaju od 4 do 7 °C

Raspon temperatura tla smanjuje se s dubinom

Najniže temperature površine tla su zimi, dok su ljeti najniže temperature na dubinama od 8-10 m

Godišnji raspon temperatura u našem području prodire u dubinu tla od 8-15 m, a dnevni do 70 cm

Golo tlo – veće temperaturne oscilacije

Tlo obraslo vegetacijom – manje temperaturne oscilacije

Snježni pokrivač ima važan utjecaj na temperaturu tla (ozimine – snijeg kao toplinski izolator)

Termička konvekcija – proces prenošenja topline uvjetovan gibanjem vode zbog razlika u gustoći vode, jer gušća voda tone, a rjeđa se uzdiže (salinitet vode)

Dinamička konvekcija - proces prenošenja topline uvjetovan gibanjem vode zbog djelovanja vjetrova koji stvaraju valove, zatim plime i oseke, te morskih struja

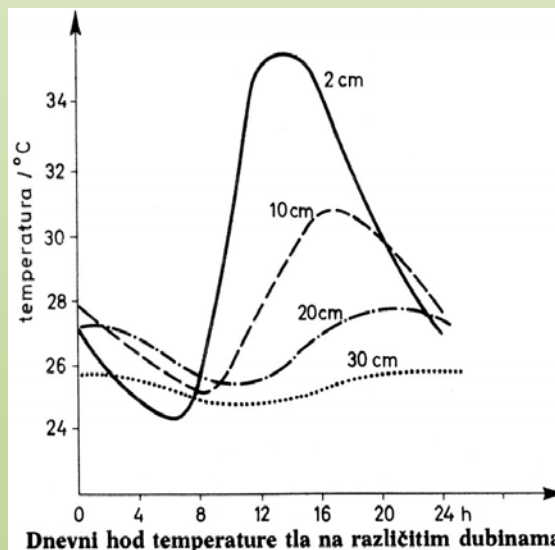
Velike vodene mase (oceani, mora, velika jezera) – polako mijenjaju svoju temperaturu. Promjene temperature morske površine su male (0,5 °C), kao i godišnji rasponi (2,5 – 5 – 8 °C)



Temperatura tla

-raspon temperatura smanjuje se s dubinom

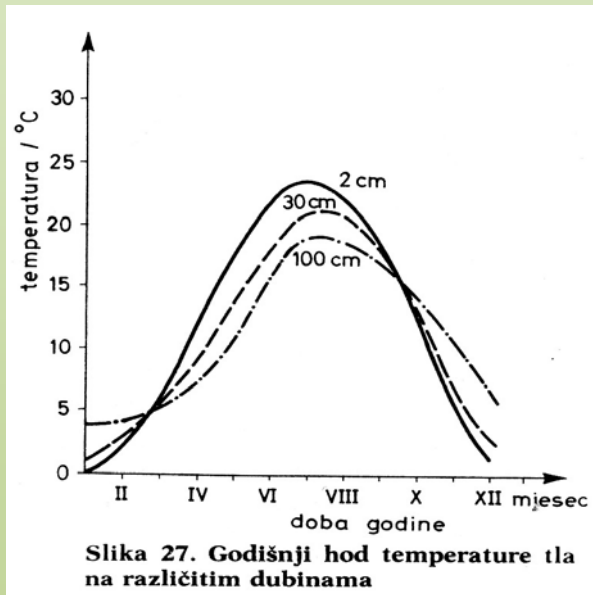
-najniže temperature površine tla su zimi, dok su ljeti najniže temperature na dubinama od 8-10 m



Dnevni hod temperature tla na različitim dubinama



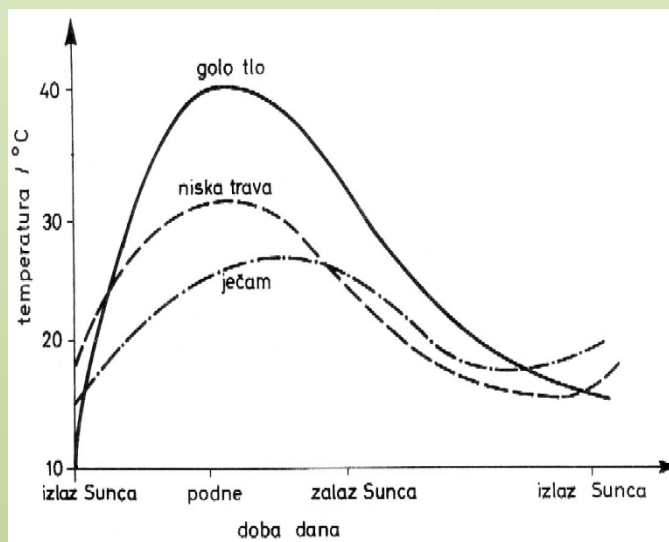
godišnji raspon temperatura u našem području prodire u dubinu tla 8-15 m, a dnevni do 70 cm



Slika 27. Godišnji hod temperature tla na različitim dubinama

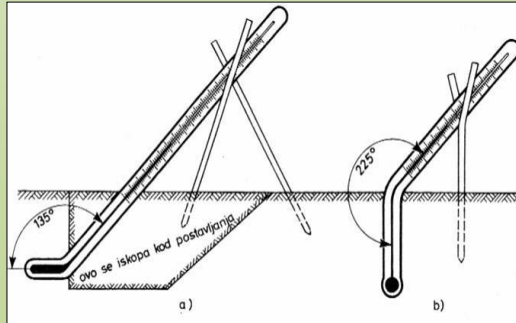
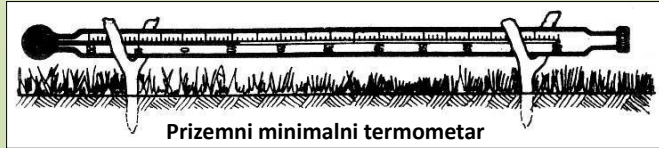
Golo tlo – veće temperaturne oscilacije

Tlo obraslo vegetacijom – manje temperaturne oscilacije



Slika 28. Dnevni hod temperature tla na golom tlu i u vegetaciji

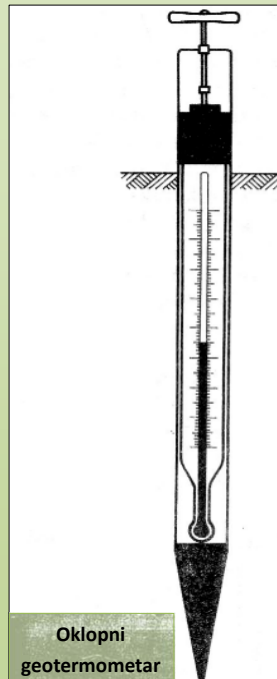
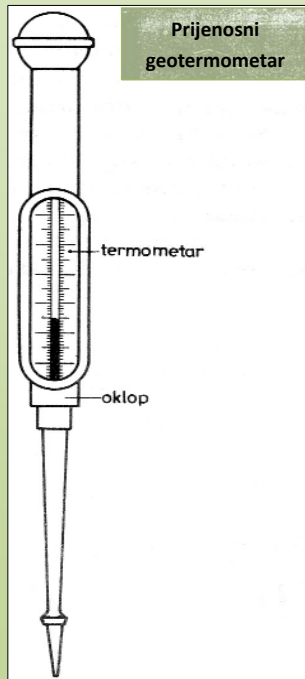
Instrumenti za mjerenje temperature tla



Koljenasti geotermometar svinut pod kutom od 135° i 225°



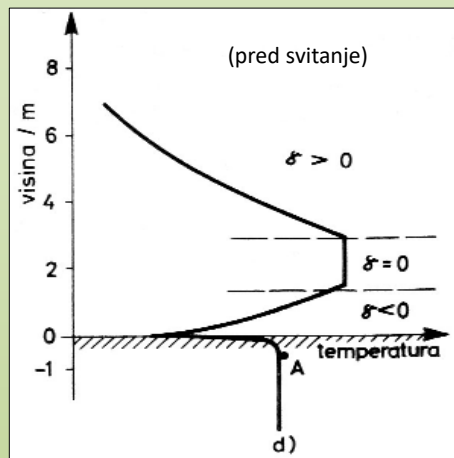
Prijenosni geotermometar



Oklopni geotermometar



Temperaturna inverzija

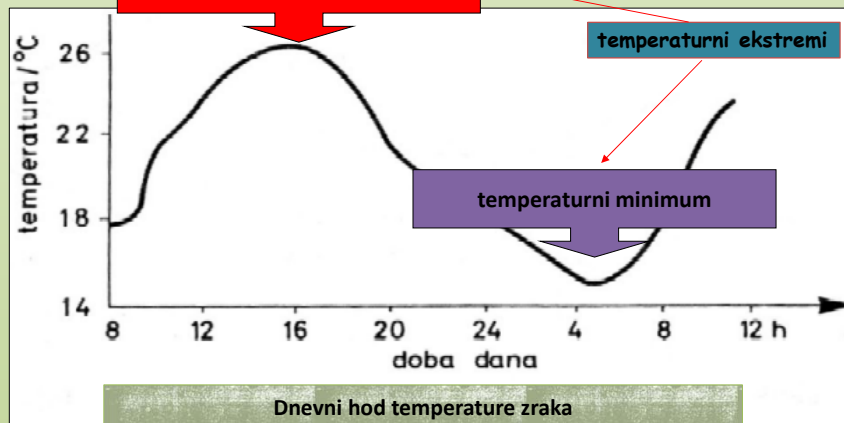


izotermija

inverzija

Uzroci inverzijama:

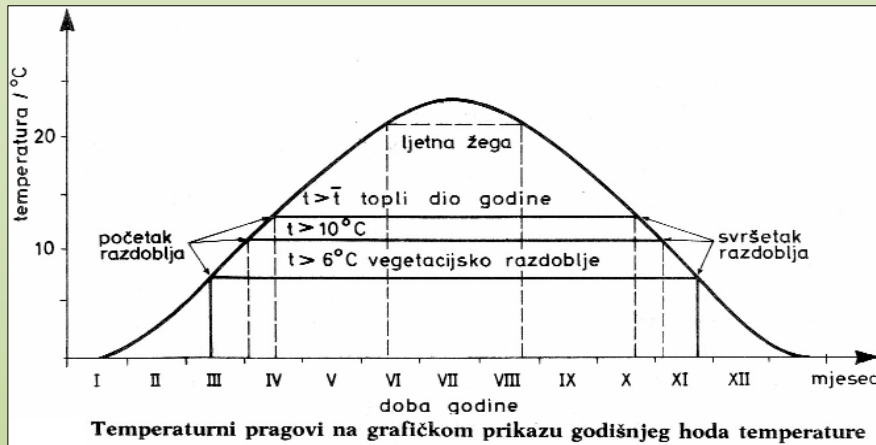
- 1) **radijacijska inverzija**: ohlađivanje podloge zbog dugovalnog zračenja
- 2) **advekcijaska inverzija**: dolazak toplog zraka nad hladnu podlogu
- 3) ohlađivanje tla zbog jakog isparavanja nakon kiše ili umjetnog navodnjavanja



1922., El Azizi, Libija → 57.8°C

-89.2°C ← 1983., polarna istraživačka stanica Vostok, Rusija





Temperaturni prag: vrijednost temperature ispod koje određena biljka ne raste i ne razvija se

Suma aktivnih temperatura: zbroj svih dnevnih srednjih temperatura za one dane u godini koji su imali temperaturu višu od "praga" za neki usjev

Suma efektivnih temperatura: zbroj svih temperatura iznad vrijednosti "praga" za one dane koji su imali temperaturu višu od "praga"



Termograf

(instrument za kontinuirano mjerenje temperature zraka)



Meteorološka kućica s instrumentima

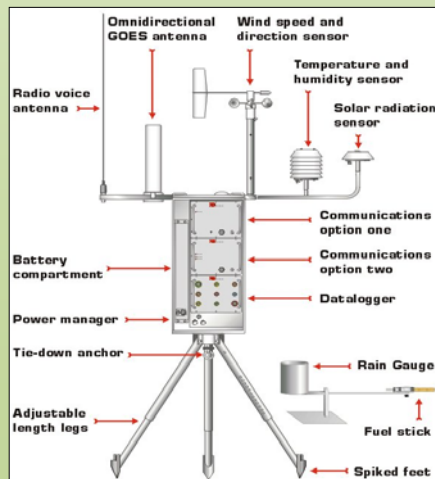


Vratašca moraju gledati na sjever, a podloga mora biti trava, tratina i sl., nikako golo tlo

Visina na kojoj se očitava temperatura zraka: 2 m iznad tla ← manja temp. kolebanja nego na površini tla

Vrijednosti temperatura (srednjaci očitavanja) u 7, 14 i 21 h

Automatizirana meteorološka stanica, s mogućnošću "on-line" slanja podataka 24 sata dnevno



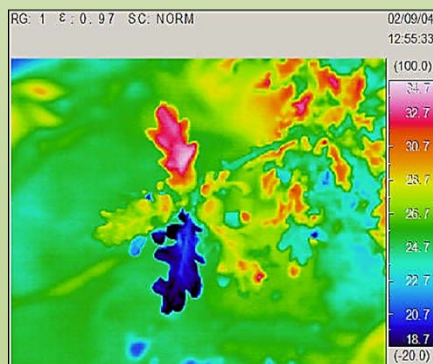
Važnost vanjske temperature za biljke i životinje

Procesi u biljci ovisni o temperaturi:

- apsorpcija (upijanje vode)
- usvajanje hraniva i plinova (CO_2)
- biokemijski procesi – disanje, fotosinteza
- rast, razvoj i dioba stanica

Temperatura nije jednaka u svim dijelovima biljke, a ovisi o:

- temperaturi okolnog medija
- gibanju zraka
- apsorpciji i emisiji zračenja
- njihovoj latentnoj toplini
- uskladištenoj toplini
- otporu prijenosa topline (koef. k_p)



Kardinalne točke za rast i razvoj biljaka (ovise o usjevu i njegovoj fenofazi):

Apsolutni minimum preživljavanja

najniža temperatura na kojoj biljka još živi; ispod nje - smrt/uvenuće

Vegetacijska nulta točka

temperatura do koje biljka ne raste i ne razvija se, neto proizvodnja = 0

Optimum ili najpovoljnija temperatura

temperatura na kojoj procesi usvajanja i asimilacije rezultiraju maksimalnim prirastom biljnih asimilata

Apsolutni maksimum preživljavanja

isušivanje tkiva zbog:

- akumulacije asimilata u stanicama ← povišenje koncentracije u stanicama
- manjka vode za transpiraciju i hlađenje tkiva ← koagulacija proteina u organelama i biljka ugiba od vrućine



Ozimine

T_{tlo} °C	Vrijeme od sjetve do nicanja u danima
18-20	6
10-12	14
5-7	22



Jarine

T_{tlo} °C	Vrijeme od sjetve do nicanja u danima
18-20	7
10-12	30

Po temperaturnim afinitetima, biljke se dijele u:

- 1) **Mikrotermne** (kriofilne, frigofilne): biljke hladnijih krajeva
- 2) **Mezotermne**: biljke umjerenih krajeva
- 3) **Megatermne** (termofilne): biljke vrućih krajeva

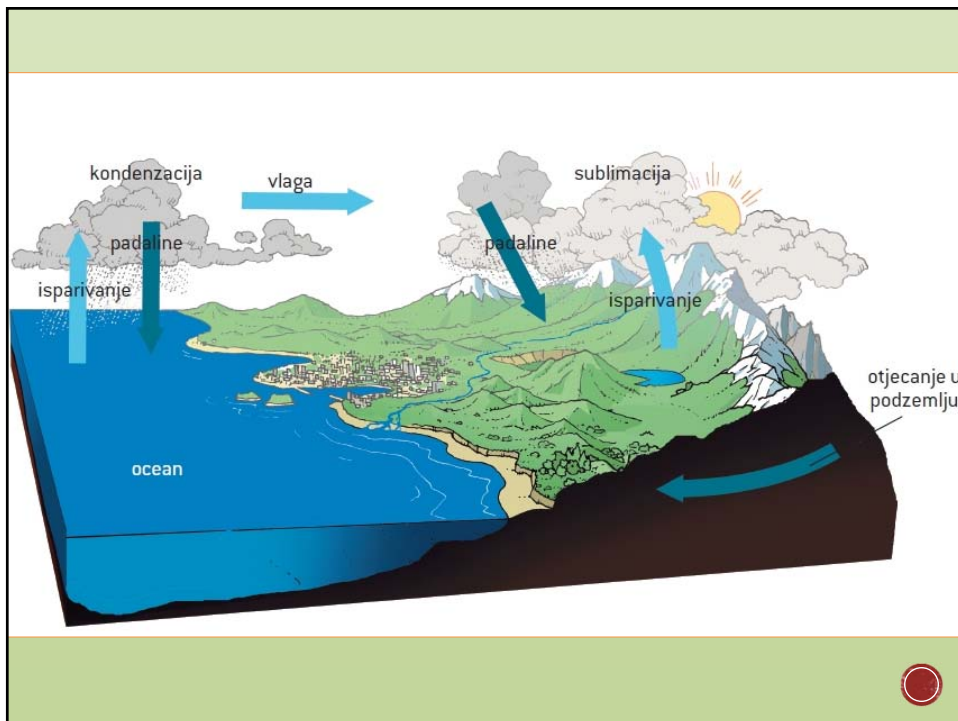




Voda

Prisutna u sva tri agregatna stanja:

- krutom (led, snijeg),
- tekućem (voda, kiša, rosa) i
- plinovitom (para)



Potrebe kulturnog bilja za vodom su različite a određuje ih "**transpiracijski koeficijent**" (potrebna količina vode za stvaranje 1 kg suhe tvari)

Opća geofizička podjela klime:

Ukupna količina oborina	Oznaka aridnosti i humidnosti
< 250 mm	aridna
250–500	semiaridna
500–1000	subhumidna
1000–1500	humidna
1500–4000	gradacije perhumidne

1 mm kiše je ekvivalent 1 l vode na kvadratni metar površine, dokaz:

$$100 \text{ cm}^2 \times 0.1 \text{ cm} = 1000 \text{ cm}^3 = 1 \text{ L}$$



Isparavanje vode

Evaporacija/isparavanje – spontano odlaženje molekula vodene pare iz vode, mokrog tijela ili leda u zrak

preduvjet: apsolutna vlažnost zraka nad samom vodom ili ledom veća od apsolutne vlažnosti u okolnom zraku

Na evaporaciju utječu:

1. temperatura tijela iz koje voda isparava
2. temperatura zraka
3. vlažnost zraka
4. brzina vjetra

Isparavanje troši toplinu!!!

za prijelaz 1 g tekuće vode u paru treba 25 kJ topline: tzv. *latentna toplina*, L



Transpiracija – isparavanje vode iz biljaka i životinja



>70% vode iz biljke izlazi kroz puči (stome)

Stanice zapornice - zatvaraju puči noću i tijekom dana ukoliko nema dosta vode u tlu (podnevni deficit vode za transpiraciju)



Evapotranspiracija (ET) = evaporacija + transpiracija

Potencijalna ET – neovisni o nedostatku vode

- najveća moguća za dano stanje ozračenja, temperature, vlage zraka i brzine vjetra
- topli vjetar ubrzava ET

Stvarna ET – ovisi o dostupnim zalihama vode u tlu

ET za tlo pokriveno biljem je za 25% manja od evaporacije sa slobodne vodene površine

Razlozi:

- albedo biljaka > albeda vode
- biljka ne transpirira noću, a evaporacija traje danonoćno

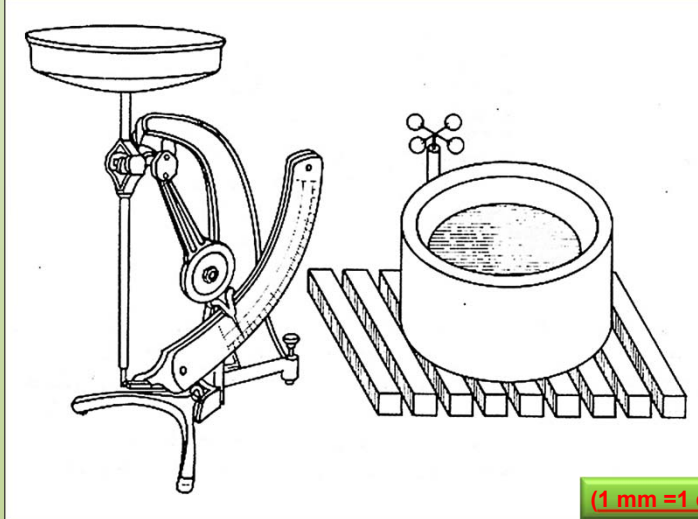
Perspiracija - transpiracija putem kože

Respiracija - transpiracija putem daha



Mjerenje i izračunavanje količine isparene vode

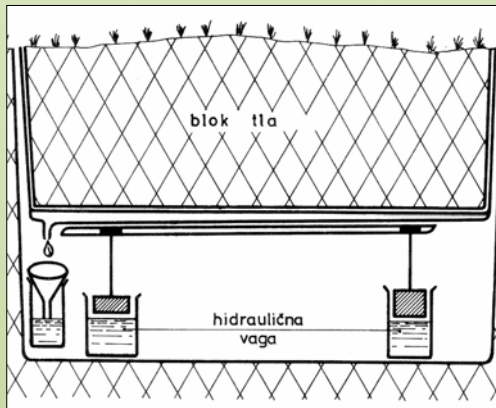
Atmometri – voda isparava kroz pore na stjenkama materijala, te se donekle simulira transpiracija biljaka



Količina isparene vode najčešće se izražava u mm vodenog stupca

$(1 \text{ mm} = 1 \text{ dm}^3 / 1 \text{ m}^2 = 1 \text{ L po m}^2)$

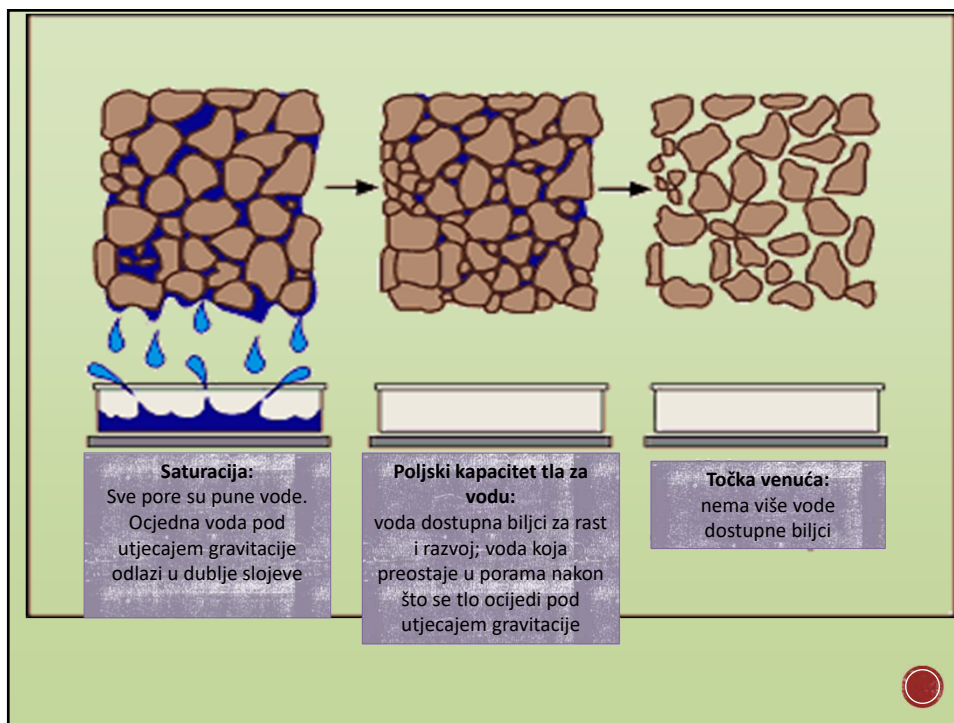
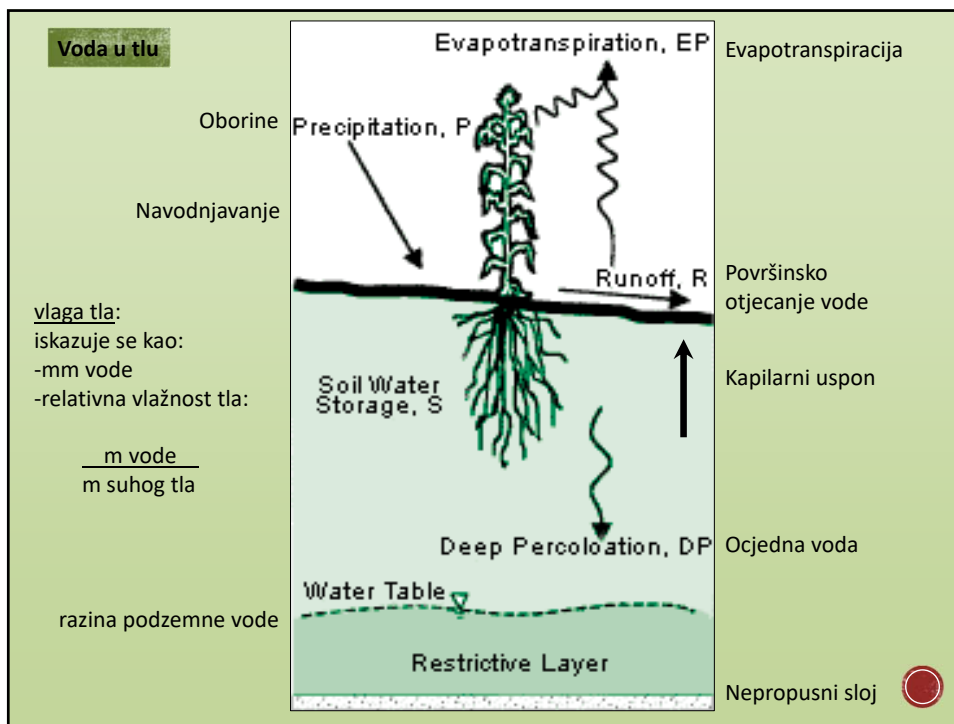
Evaporimetri – mjerenje evaporacije s otvorene vodene površine ili tla

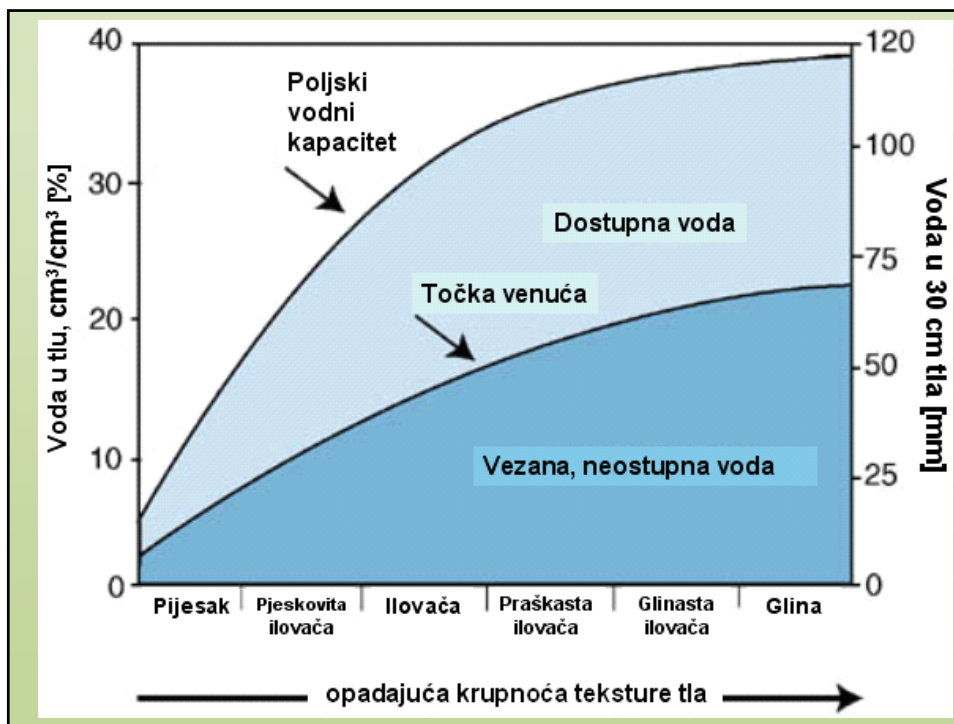


Lizimetar ili evapotranspirometar
(mjerenje stvarne evapotranspiracije)

Lizimetri daju najtočnije podatke o vodi isparenoj ET, jer atmometri i evaporimetri nisu toliko pouzdani zbog drugačije mase vode koje isparava, drugačijeg djelovanja vjetra, temperature i zračenja i sl., od onih uvjeta koji vladaju u prirodi







The diagram shows a cross-section of soil. The top layer is the 'Ornični sloj' (topsoil layer), approximately 30 cm deep, containing plant roots, fungi, and organic matter. Below it is the 'Zona dubljeg korijena' (zone of deeper roots), starting from about 30 cm depth, where roots reach down to a layer of rocks. The diagram illustrates the processes of water and nutrient uptake from these layers.

Ornični sloj (do otprilike 30 cm)
 oborine i voda od navodnjavanja se troše na:

- 1) ET
- 2) popunjavanje pora
- 3) otjecanje
 - površinsko (zbog brze saturacije površinskog sloja tla, začepljenja pora i sl.)
 - ocjeđivanje prema dubljim slojevima

Zona dubljeg korijena
 (od otprilike 30 cm na dublje)
 -puni se ocjednom vodom ili dizanjem podzemne vode
 -opskrbljuje biljku vodom kad se poljski kapacitet orničnog sloja isuši

Vlaga u tlu također utječe na temperaturu tla:
 suho tlo ima manji specifični toplinski kapacitet i koeficijent toplinske vodljivosti nego mokro tlo
 → suho tlo se na površini prije zagrije, ali i prije ohladi → veći rasponi temperatura tla

Vlaga u zraku

Najviše je vlage u prizemnim dijelovima atmosfere (ET)

Maksimalna količina vodene pare u zraku ovisi o temperaturi zraka.

Ukoliko je maksimalna količina vodene pare u zraku dostignuta, zrak je zasićen parom, a nova para, isparena iz tla, kondenzira se ← ravnotežni tlak vodene pare je prijeđen.

Manjak (deficit) zasićenosti – razlika između ravnotežnog i stvarnog tlaka

Apsolutna vlažnost – omjer mase vode i volumena zraka

Specifična vlažnost – omjer mase vodene pare [g] i mase vlažnog zraka [kg]

Omjer miješanja – omjer mase vodene pare [g] i mase suhog zraka [kg]

Rosište – temperatura T pri kojoj se vodena para počinje kondenzirati



Relativna vlažnost je omjer između stvarnog i ravnotežnog tlaka vodene pare, a iskazuje se u postocima po formuli:

$$u = \frac{p_v}{P_v} \times 100$$

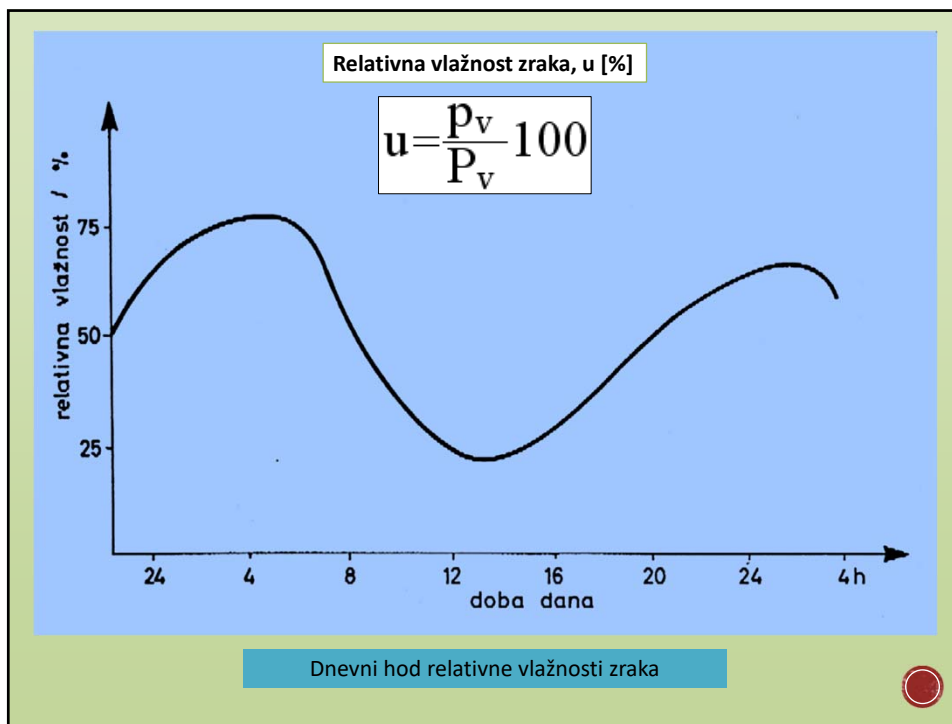
Relativna vlažnost pokazuje koliko se vodene pare nalazi u zraku prema maksimalnoj količini, koju bi zrak mogao sadržavati uz tu temperaturu.

Apsolutna vlažnost određuje se omjerom mase vodene pare i volumena zraka, a dobije se iz plinske jednadžbe po formuli:

$$a_v = 0.217 \times \frac{p_v}{T}$$

Rosište τ je temperatura pri kojoj bi nastupila kondenzacija vodene pare. Ta se temperatura može postići tako da se npr. uz nepromijenjenu količinu vodene pare zrak ohlađuje do zasićenosti





Instrumenti za mjerenje vlažnosti zraka

Psihrometar je instrument koji se sastoji od dvaju jednakih termometara (jedan se naziva mokri, a drugi suhi), a služi za određivanje tlaka vodene pare indirektnim načinom.

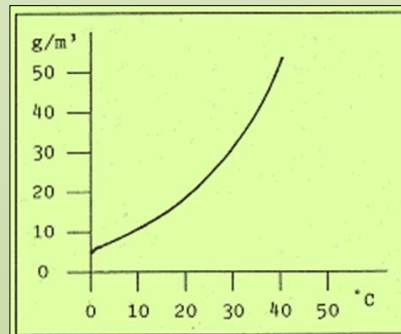
Postoji nekoliko vrsta psihrometara:

- Augustov psihrometar
- Aspiracijski psihrometar
- Assmannov aspiracijski psihrometar
- Obrtni psihrometar

Higrometri su instrumenti za mjerenje relativne vlažnosti zraka, a **higrograf** je instrument koji trajno zapisuje relativnu vlažnost zraka

Raspodjela vlage u zraku prikazuje se na geografskim kartama **linijama jednake vlažnosti, izohigrama**

Temperatura	Maksimalna zasićenost (saturacija)
0°C	4.8 g/m ³
5°C	6.8 g/m ³
10°C	9.4 g/m ³
15°C	12.8 g/m ³
20°C	17.3 g/m ³
25°C	23.1 g/m ³
30°C	30.3 g/m ³
35°C	39.6 g/m ³
40°C	51.1 g/m ³



Kretanje relativne vlažnosti zraka (u) u RH:
zimi: 60-70% na moru, 80-90% na kopnu
ljeti: oko 60% na moru, oko 75% na kopnu

prosjeak tlaka vodene pare (p_v):
zimi: ≈ 7 hPa na moru, 5 hPa na kopnu
ljeti: svuda oko 18 hPa



Pretvorbe vodene pare u zraku - OBLACI

- Oblaci su posljedica nakupljanja molekula vodene pare na *kondenzacijske jezgre*, mikroskopski sitne lebdeće čestice, higroskopne naravi \leftarrow upijaju vlagu već pri $u=70\%$
 - ako se zrak dalje ohlađuje, rel. vlažnost raste, i više molekula se taloži na jezgre \rightarrow ove postaju prvo vlažne, zatim mokre i na kraju se stapaju u kapljice (na temperaturi rosišta, τ)
 - veličina kapljica ovisi o veličini jezgara (proporcionalna ovisnost)
 - ukoliko temperatura pada ispod 0°C, vodene kapljice ne prelaze u led, čak sve do -40°C \rightarrow *prehladna voda*
 - za prijelaz u led, moraju postojati tzv. *ledene jezgre*, nehigroskopne, heksagonalnog oblika, na kojima se stvaraju ledeni kristali \leftarrow dovoljno već svega -4 do -6°C
 - moguć i direktan prijelaz vodene pare u ledene kristaliće: depozicija (taloženje) \rightarrow također potrebne ledene jezgre, ohlađene na -12°C
- Svi procesi, kondenzacija (ukapljivanje), smrzavanje ili depozicija (taloženje), oslobađaju toplinu (tzv. *latentna toplina isparavanja i latentna toplina smrzavanja*)



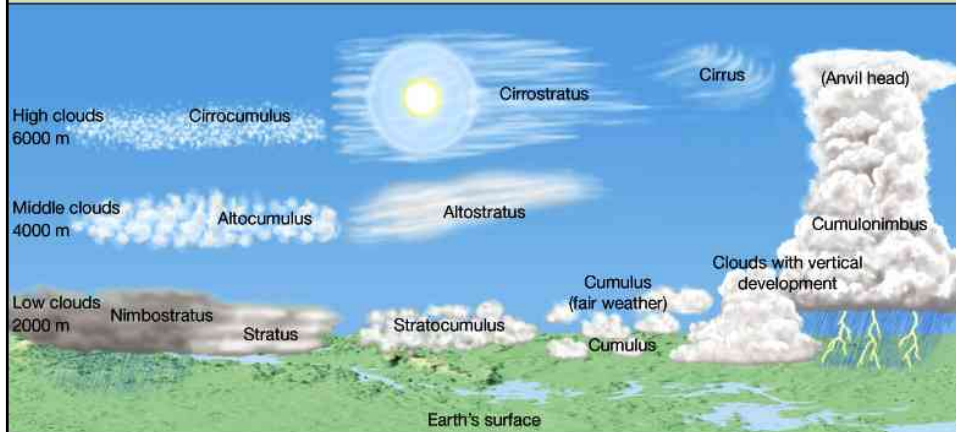
Podjela oblaka prema obliku i postanku

Rodovi oblaka

- Nazivi izvedeni iz pet latinskih riječi:
- CIRRUS*; pramen kovrčave kose, čuperak,
- STRATUS*; sloj, pokrov
- CUMULUS*; gomila, gruda, hrpa, gromada
- NIMBUS*; u značenju kišni, oborinski oblak
- ALTUS*; visok

Osnovni oblici oblaka:

- vlaknasti
- slojeviti
- grudasti
- oborinski



Prema visini "podnice":

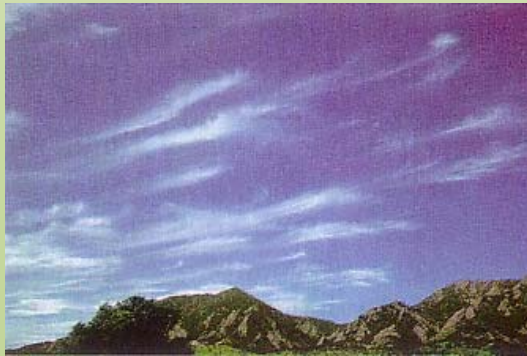
10 rodova oblaka:

- 1) Cirrus (Ci)
 - 2) Cirrocumulus (Cc)
 - 3) Cirrostratus (Cs)
 - 4) Altopumulus (Ac)
 - 5) Altostratus (As)
 - 6) Nimbostratus (Ns)
 - 7) Stratocumulus (Sc)
 - 8) Stratus (St)
 - 9) Cumulus (Cu)
 - 10) Cumulonimbus (Cb)
- Visoki (5-13 km visine)
- Srednji (2-7 km visine)
- Niski (do 2 km visine)



CIRRUS (Ci)

- visoki, vlaknasti oblak
- sastavljen od ledenih kristalčića
- oblika nježnih niti, uskih krpa ili pruga
- tanak, zrake Sunca prolaze kroz njega, nema sjene
- bijeke boje, a u sumrak mijenja boje iz žute u narančastu, ružičastu i na kraju sivu (u zoru je slijed boja obrnut)
- ne daje oborine**



CIRROCUMULUS (Cc)

- skupina visokih oblačića nalik sitnim bijelim grudicama
- narodski → *male ovčice*
- elementi bez sjene, pravilno ili nepravilno raspoređeni u sloju
- rupičasto-sačast oblik
- sastavljen od ledenih kristalčića
- ne daje oborine**



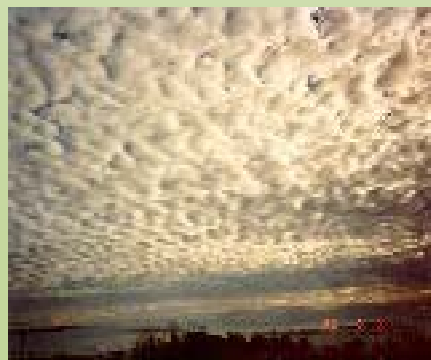
CIRROSTRATUS (Cs)

- proziran sloj ili bjelkasta koprena
- vlaknastog ili glatkog izgleda
- pokriva svod potpuno ili djelomično
- u njemu se može formirati pojava *halo*, optički fenomeni u obliku prstena, luka ili križa, zbog loma svjetlosti kroz kristale leda
- ako je prsten halo-a u boji, unutrašnji dio je crvenkast, a vanjski plavkast
- također prolazan za svjetlost, bez sjene
- **ne daje oborine**



ALTOCUMULUS (Ac)

- pojava u obliku bijelih ili osjenjenih krpa i nakupina
- *velike ovčice*
- elementi poredani katkad u valove, brazde, pruge,...
- najčešće sloj nije cjelovit, pa kroza nj probija sunce
- rubovi, gornji i donji, bijeli, dok je sredina debljih oblaka siva i tamnija
- ako su tanji, lome svjetlost, pa se vidi optička pojava *vijenac ili korona*, slično halo-u, ali s obrnutim rasporedom boja: iznutra plavkasto, a izvana crvenkasto
- katkad se zapaža i pojava *irizacija*, svjetlucanje rubova oblaka u pastelnim bojama
- Ac je sastavljen od kapljica, u većim visinama prehladnim ($t < 0^{\circ}\text{C}$), koje se mogu zaleđiti
- oborine ne padaju niti iz ovog oblaka**



ALTOSTRATUS (As)

- jednoličan sivi sloj koji skoro potpuno prekriva nebo
- dovoljno tanak da se kroza nj nazire položaj Sunca ili Mjeseca
- sastavljen od sitnih običnih i prehladnih kapljica, ili od sitnih čestica leda
- ako je oblak dosta debeo, čestice se mogu sljepljivati i dovesti do oborina kiše ili snijega
- zbog sporog procesa rasta oborinskih elemenata, pada samo sitna kiša ili sitne snježne pahuljice



NIMBOSTRATUS (Ns)

- tipični oborinski oblak
- iz njega pada mirna i jednolična kiša ili sipi trajni snijeg
- karakterističan debeli sloj sive, tamne boje, nepropustan za zrake svijetla
- ispod tog sloja koprene čupavih oblaka, nastalih u prizemnom zraku zasićenom vodenom parom nastalom ishlapljivanjem kiše
- najčešće se razvije iz altostratusa kad uzlazne struje "napune" oblak vodenom parom
- dosta često ljeti nastaje i od kumulonimbusa, ovaj se razvuje, pa početnu grmljavinu zamijeni mirna kiša koja može trajati satima



STRATOCUMULUS (Sc)

-vrlo čest za naše krajeve

-obično bez oborina

-sastoji se od znatnog broja grudastih oblaka u skupinama

-oblaci na rubovima bijeli, propusni za svjetlost, a u sredini tamniji, sivi, nepropusni za svjetlo

-od altokumulusa se razlikuju u veličini: Ac je manji od 5^o prividne širine, dok je Sc širi

-ubraja se u vodene oblake, iako može biti i od ledenih elemenata



STRATUS (St)

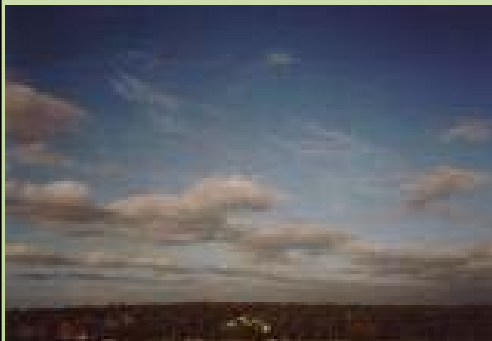
-nizak, slojeviti oblak jednolične i neizrazite podnice

-može dati **rosulju, zrnati snijeg ili fine ledene iglice (inje)**

-donji dio taman, gornji okupan Suncem

-ako je dosta tanak, Sunce se providi kao žućkasta ploča

-pri samom tlu nazivamo ga **maglom**



-rosulju koja pri tome pada ili lebdi nazivamo **izmaglicom**

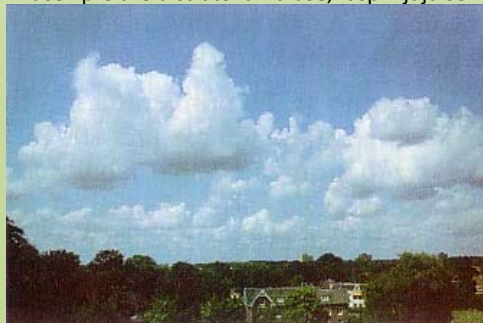
-u hladnom dijelu godine nastaje ohlađivanjem prizemnog sloja zraka zbog dugovalnog zračenja tla

-u toplom dijelu godine, zbog advekcije hladnog zraka sa strane



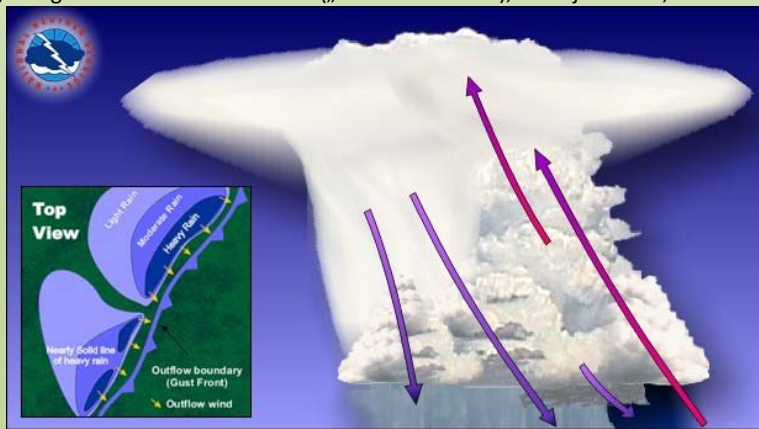
CUMULUS (Cu)

- oblika pojedinačnih hrpa, tornjeva, kupola,...
- podnica ravna, gornji dijelovi nabujavaju poput cvjetače
- osunčani dijelovi bijeli, zasjenjeni sivi
- nastaju u rano prije podne, kad tople uzlazne struje dopiju na oko 1 km visine, gdje se vlažan zrak hladi i vlaga se kondenzira
- sastavljeni samo od sitnih kapljica
- ukoliko su uvjeti povoljni za njihov rast, razvijaju se dalje u teške, planinama nalik oblake, te mogu prerasti u kumulonimbuse
- predvečer, kad Sunce oslabi, kumulusi se razvlače i prelaze u stratokumuluse, rasplinjuju se i noću je nebo opet vedro



CUMULONIMBUS (Cb)

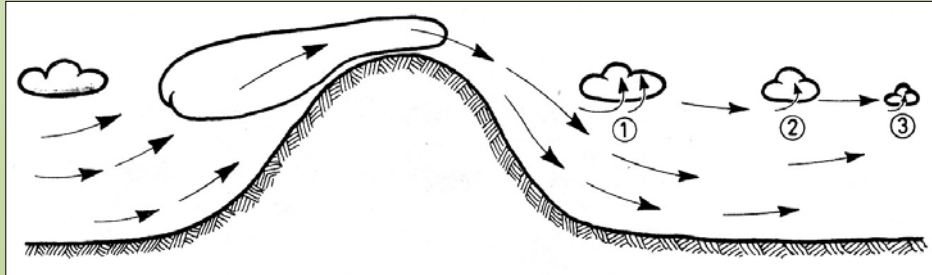
- tipični grmljavinski oblak
- stvara **snažne pljuskove kiše ("prolom oblaka")**, **sugradice ili tuče**, a zimi **krupne i guste, poput krpica velike snježne pahulje**
- debeo i gust, olovne boje, dopire visoko i naširoko
- oblikom može podsjećati i na nakovanj
- iz njega mogu nastati svi rodovi oblaka („*Tvornica oblaka*“), no najčešće **Ns, Ci i Sc**



Genetska klasifikacija oblaka
(prema uzrocima ohlađivanja zraka)

1) Orogenski oblaci

- topla zračna masa zbog nailaska na reljefnu prepreku biva dignuta u visinu gdje se hladi, vlaga se kondenzira i nastaje oblak

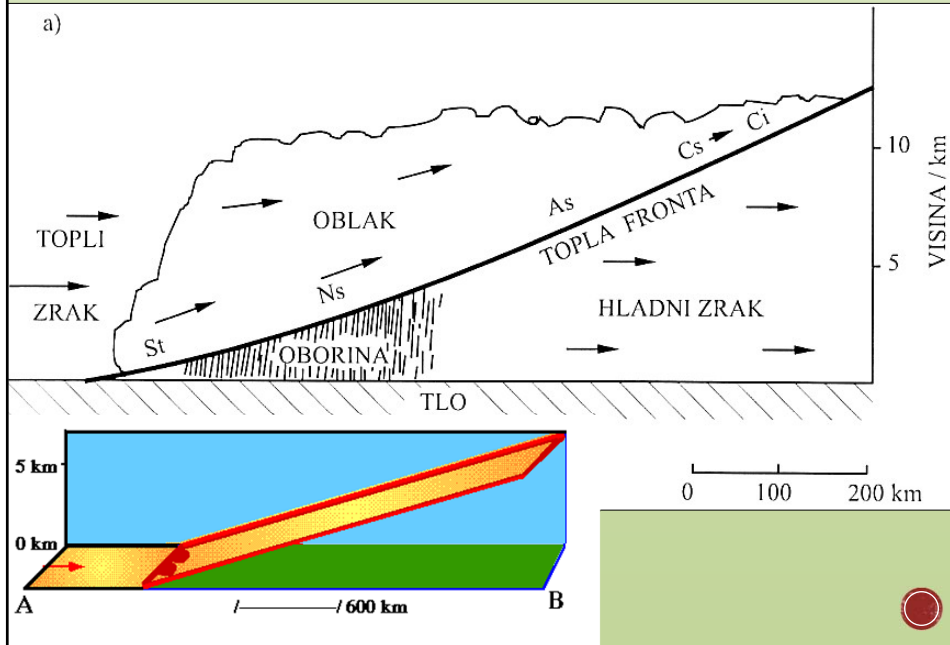


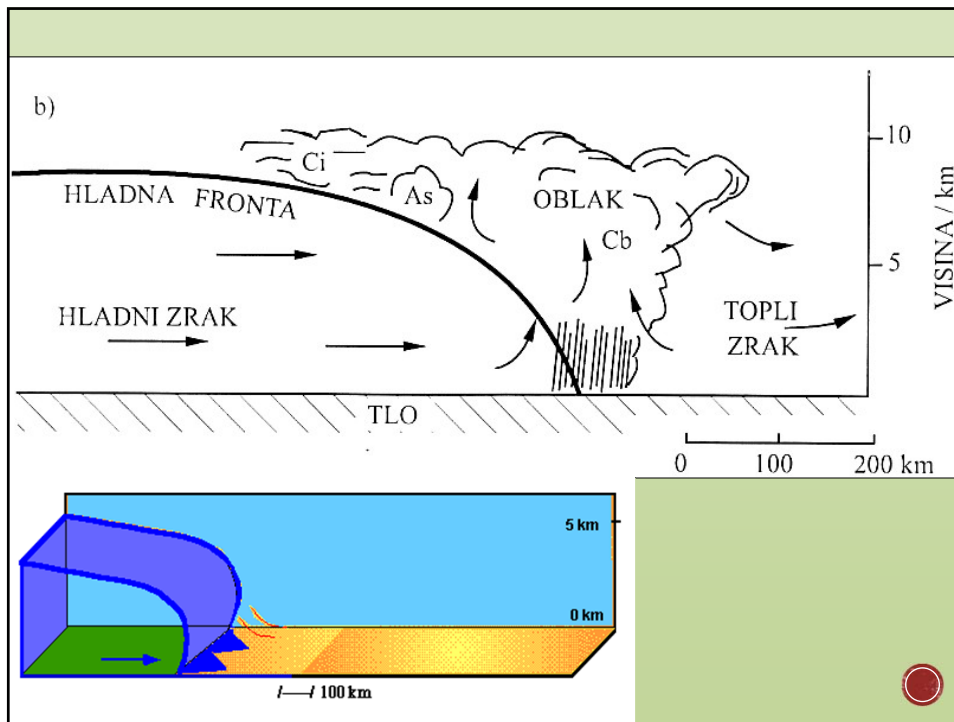
Orografski oblaci sa zavjetrinskim valovima; na mjestima dizanja zraka 1, 2, 3 stvaraju se oblaci u obliku pruga paralelnih s planinom



2) Frontalni oblaci

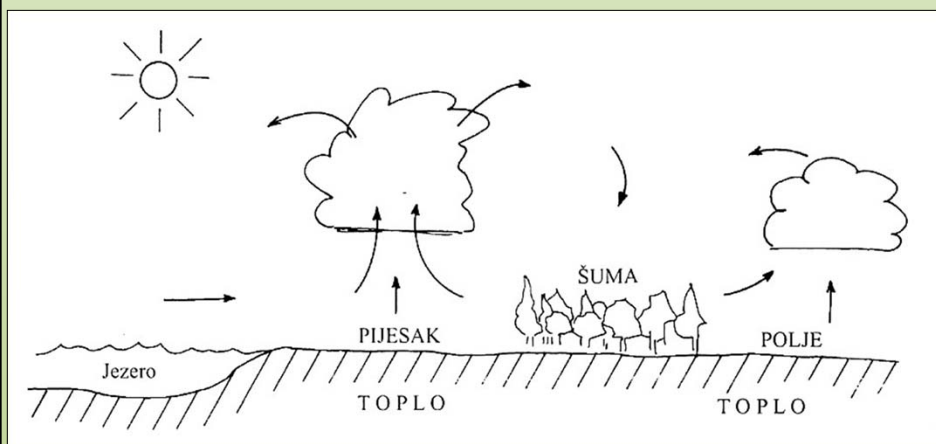
- sudaranje tople i hladne fronte stvara oblake





3) Konvekcijski oblaci

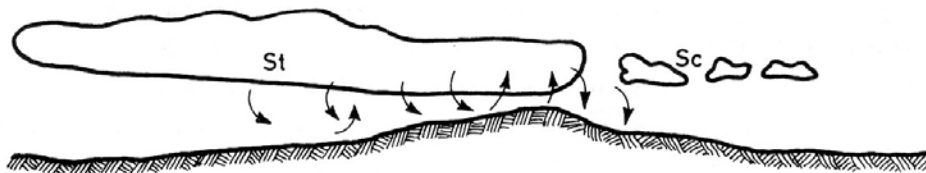
- miješanje zračnih masa zbog nejednolikog zagrijavanja površine



Konvekcijski oblaci razvijaju se nad jače ugrijanom podlogom

4) Radijacijski oblaci

-prizemni sloj zraka se ohlađuje zbog emisije dugovalnog zračenja (stratus i magla)



Radijacijski oblaci i dinamička turbulencija

Procjena pokrivenosti neba oblacima: od 0 – bez oblaka, do 10 – potpuna pokrivenost

lzonefe: linije koje spajaju točke iste naoblake



Postanak i oblici oborina

oblačni elementi – nakupine kapljica i ledenih prizmica – oko 10 μm promjera – presitni da bi uspješno padali, brzo opet ispare

oborinski elementi – ako je "u" oko 90%, promjer veći od 100 μm – o tipu oblaka ovisi hoće li elementi postati oborine ili ne

Oblaci po sastavu:

Vodeni

kapljice se ne povećavaju kondenzacijom (prekratko traju), nego združivanjem – oborina može, a i ne mora doći do tla \rightarrow pruge ili *virge* - ovako nastaje **kiša** u As i Ns, kao i u St \leftarrow češće **rosulja** i/ili **izmaglica** iz **magle** (promjer kapi manji od 250 μm) – u slučaju pada prehladne kiše, rosulje ili izmaglice \rightarrow **poledica**

Ledeni

kristali nastaju depozicijom vodene pare ili spajanjem/sudaranjem \rightarrow malo ispod 0°C \rightarrow **pahuljice** – ako se ne otope putem, pada **snijeg**, ako se otope, kiša, ako padaju zajedno, **susnježica**; ako je hladnije, padaju komadići ledenih kristala – **ledene iglice**

Mješoviti

oblaci tipa Ns i Cb – najlakši uvjeti za stvaranje oborina – sudaranje kristala s prehladnim kapljicama \leftarrow voda se smrzava: ukoliko se smrzava brzo-zarobljen zrak \rightarrow snježne tvorevine: bijele i neprozirne – **snijeg, solika i zrnati snijeg** (oblaci tipa Ns, Cb, St): sporo smrzavanje – tvorevine s ledenom korom: prozirna i polu prozirna zrna – **ledena zrna, sugradica i tuča**



Ledena zrna – prozirna ili poluprozirna; promjer <2.5 mm; pucaju pri padu i proizvodi zvuk sličan šuštanju; pada isključivo u hladnom dijelu godine

Sugradica – neprozirna jezgra poput snijega, prevučena ledenom korom; pada u kišnim pljuskovima u toplom dijelu godine

Tuča (grad) – isključivo iz Cb, u toplom dijelu godine; polumjer >2.5 mm, pa sve do 20 cm (dosadašnji rekord) – za nastajanje potrebne jake uzlazne i silazne struje, velike brzine, da bi ledene grudice mogle dobro sudarati i narasti velike



Oborine koje nastaju na tlu/predmetima

Rosa – kondenzacija vodene pare nakon hlađenja vodene pare ispod temperature rosišta (τ) i laganog kretanja zraka: prespori vjetar → vodena para se brzo istaloži iz pristupačnog zraka: prebrzi vjetar → τ se ne dostigne i dio rose ispari



ukoliko se smrzne: **bijela rosa** u pustinjским klimatima, praktički jedini izvor vode

Inje – naslage ledenih kristala na bridovima predmeta – nastaje pri vrlo hladnom vremenu u magli koja struji ili kretanjem kroz maglu



Kondenzacija

Kondenzacija je proces suprotan, ishlapljavanju ili isparavanju, a označava prelazak plina ili pare u tekuće ili čvrsto stanje → događa se kod hlađenja ili zgrušnjanja.

Kondenziranjem nastaju dvije promjene:

- plinovita faza se smanjuje pri njegovom prelasku u tekuće stanje,
 - oslobađanje topline, koje se naziva "toplina kondenzacije".
- Kondenzacijom vodene pare u zraku, nastaju oblaci.
 - Rosa nastaje kad vlažan zrak dođe u dodir s površinom koja se ohladila do određene temp.
 - Vodena para u zraku može i izravno prijeći u čvrsto stanje
 - Proces isparavanja i kondenziranja u prirodi se odvijaju neprestano
 - Milijuni tona vode iz oceana i jezera isparavaju svake godine i kondenziraju se u kišu i snijeg



Pri prelasku vodene pare u vodu (kondenzacija), na svaki gram dobivene vode oslobađa se 540 kalorija



Mraz – taloženje vodene pare u led na ohlađenim predmetima, kad je $t < 0^{\circ}\text{C}$, a zrak se ohladi ispod rosišta

Advekcijski mraz – nakon prodora hladne mase izrazito hladne fronte – traje nekoliko dana, na većem području, često s hladnim vjetrom – nema uspješne zaštite za bilje, osim zaštićenih prostora

Radijacijski mraz – ukoliko je nakon takvog hladnog fronta nastupilo razvedravanje, nema dovoljno vlage u zraku da protuzrači tijekom noći – gubi se dugovalno zračenje tla – ohlađeni zrak se spušta u depresije tla (kotline, uvale, nizine, doline) i uzrokuje inverzije – ima pomoći (vlaženje, miješanje zraka, dimljenje)

Evaporacijski mraz – jak vjetar slijedi nakon hladnog pljuska – voda u biljci naglo isparava → lišće se hladi, te se formira led ← a temperatura okoliša malo viša od 0°C – nema zaštite niti od ovakvog mraza



Mjerenja količine oborine i snježnog pokrivača

Mjerenja točno u 7:00 svakog dana



Kišomjer ili ombrometar

visina vodenog stupca 1 mm
= $1 \text{ m}^2 \times 0.1 \text{ cm} = 100^2 \text{ cm}^2 \times 0.1 \text{ cm}$
= $1000 \text{ cm}^3 = 1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ litra}$

Totalizator



- prikupljanje oborina na udaljenim, teško pristupnim mjestima
- velika posuda (100 lit → ekvivalent 5000 mm oborina)
- dodaje se CaCl_2 za sprječavanje zamrzavanja prikupljene vode
- vazelinsko ulje sprječava isparavanje
- štit služi protiv odnošenja oborina vjetrom



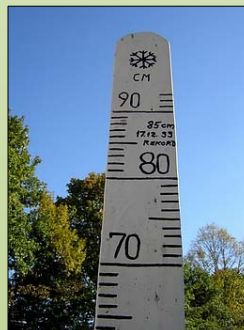
Ombrograf – instrument za kontinuirano mjerenje količine i vremena oborina (**Pluviograf** – radi na načelu plovka, **Nifograf** – radi na načelu vage)

Drosometar i drosograf – za mjerenje količine rose

- Za snijeg – visina snijega (mjerenje jednom dnevno, izražava se u cm)
- svježi snijeg – manje gustoće/vodnosti – 10 mm snijega = 1 mm vode
 - stari, zgnječeni snijeg – velike gustoće/vodnosti – 10 mm snijega – 9 mm vode



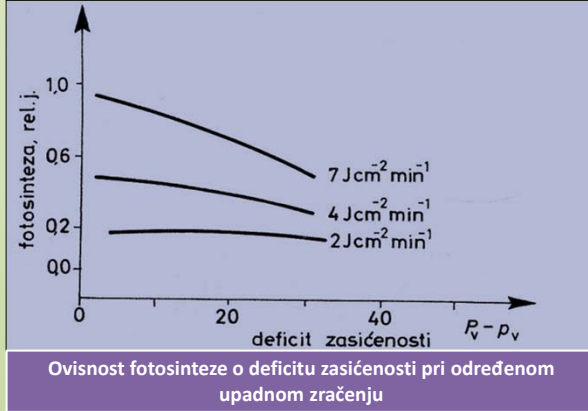
Drozometar



Mjerenje visine snijega



Važnost atmosfere vode za biljke i životinje



utjecaj na biljke:

- fotosinteza,
- usvajanje hraniva iz tla,
- turgor,
- oplodnja
- ...

utjecaj relativne vlažnosti zraka:

niska - suši pelud, ali povećava kvalitetu pšeničnog zrna

visoka - sprječava otvaranje prašnika i ometa let oprašivača, visoka vlaga zrna i slame ← nepogodno za žetvu/berbu i skladištenje, može doći do jačeg razvoja bolesti

u skladištima – visoka vlažnost povećava napad plijesni → treba **povisiti t** zraka

Magla – popratna pojava visoke vlažnosti zraka – također ometa fotosintezu



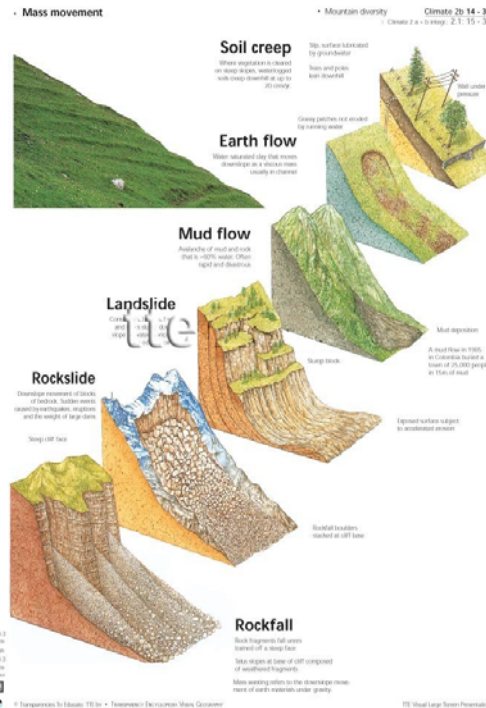
Kiša nepovoljno – pokorica, erozija



- relativna vlažnost zraka – posredan utjecaj – razvoj parazita i bolesti
- bujice, lavine, vezano uz njih odroni tla, klizišta – ugrožavanje života
- snijeg, ledena kora – onemogućen pristup hrani, smrzavanje,...
- oluje, uragani, tornada, munje ← dosta veliki utjecaj

Također:

- problemi u obradi tla i žetvi
- slabija oplodnja biljaka
- smanjenje kvalitete uroda
- gušenje korijenja i m.o. u tlu



Snijeg:

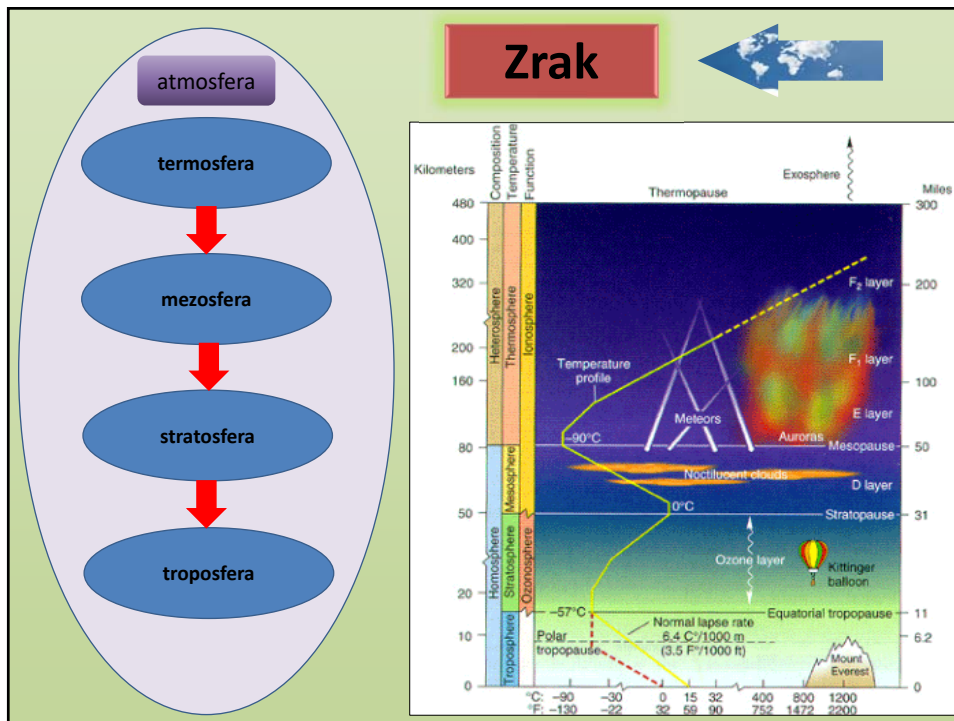
(+) termoizolacija biljaka tijekom zime

(-) lomljenje grana zbog težine snijega, naglo otapanje izaziva bujice, lavine i sl.
gušenje biljaka ukoliko je temperatura za respiraciju, ali ne i za fotosintezu

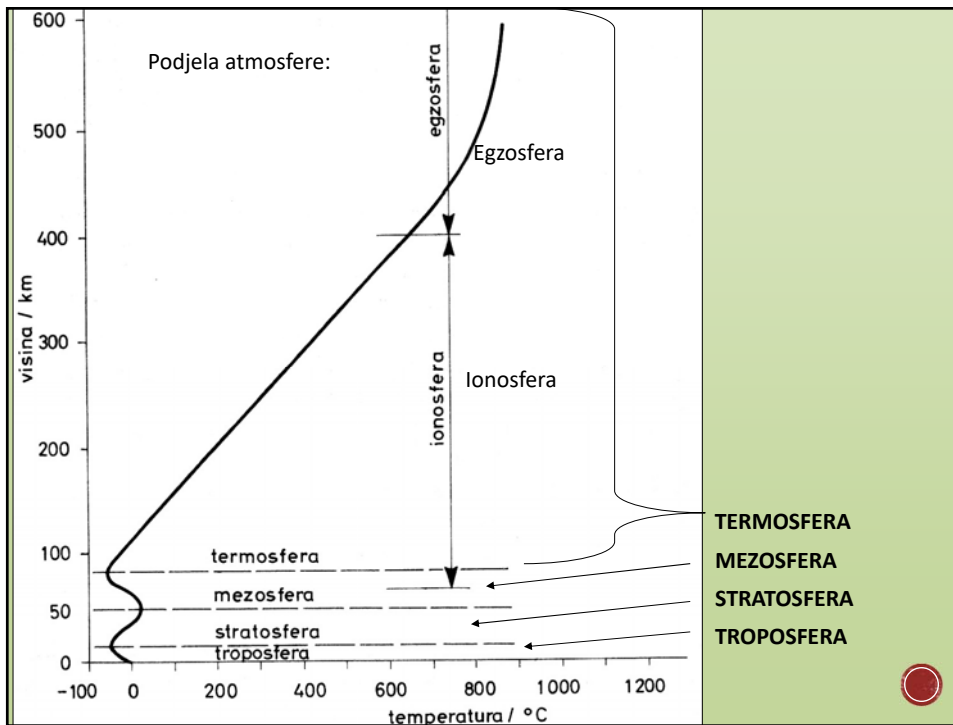
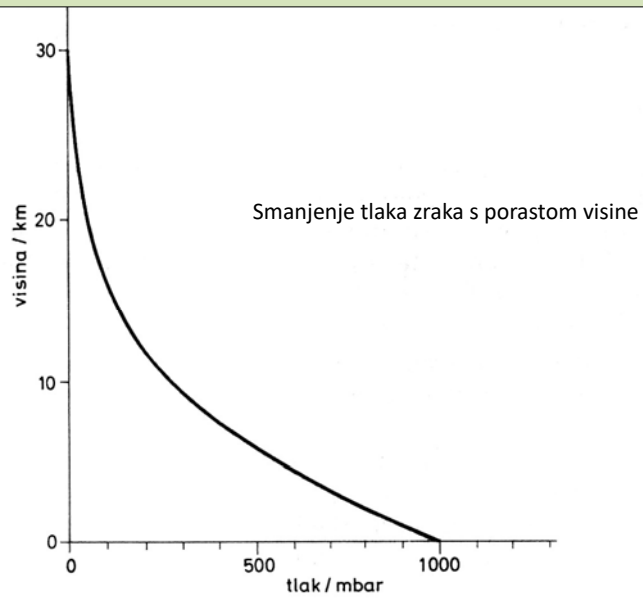
Ledena kora, poledica – također lomovi granja, izmrzavanje pupova, srijež (podubljanje: čupanje mladog ponika usjeva pri izdizanju tla uslijed smrzavanja vode pri goloj površini tla zimi)

Mraz – kao oborina, tj, ledeni kristali nataloženi na biljku, **nije štetan**
štetu čine niske temperature kojima je mraz prateća pojava

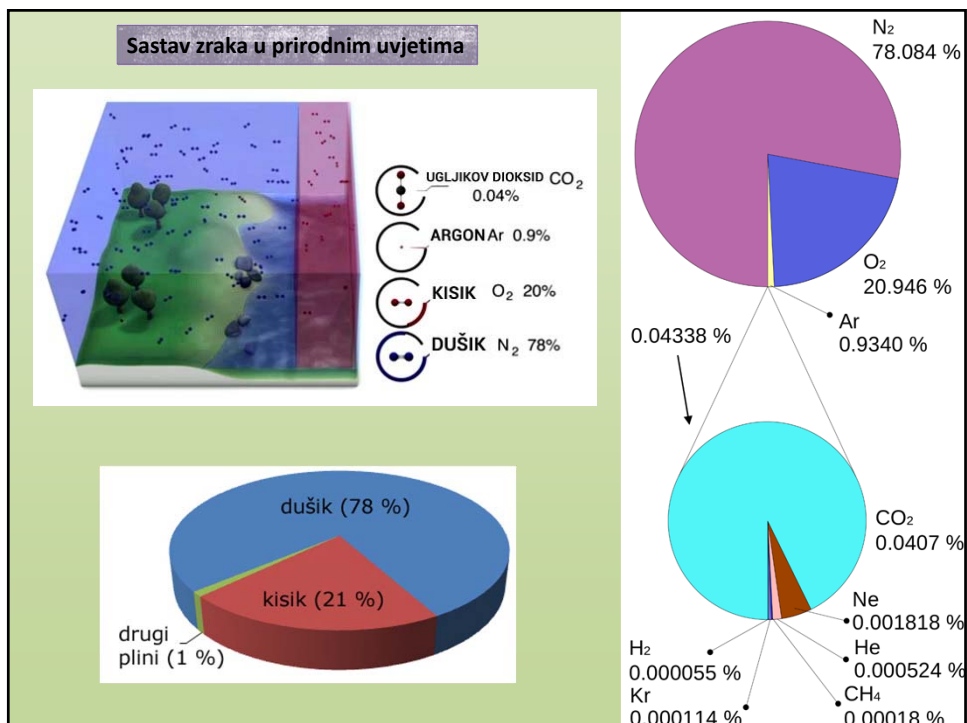
Tuča – oštećenje tkiva, smanjena fotosinteza, otvoreni putovi za nametnike, stradavanje generativnih organa i ploda/uroda



Podjela atmosfere po visini



Podjela atmosfere	Izvan planetarni sloj	
	Egzosfera > 800 km	
TERMOFERA 90-800 km	Ionosfera	Ionosfera F 180- Ionosfera E 85-180 km Ionosfera D 60-85 km
	Mezopauza: prijelazno područje između mezosfere i termosfere	
MEZOSFERA 50-80 km		
	Stratopauza: prijelazno područje između stratosfere i mezosfere	
STRATOSFERA 10-50 km	20-25 km: Ozonosfera	
	Tropopauza: prijelazno područje između troposfere i stratosfere	
TROPOFERA 0-11 km	slobodna troposfera: 1,5-11 km planetarni granični sloj: 2 m-1,5 km prizemni sloj: 0-2 m visine (najveće promjene temperature noć/dan)	

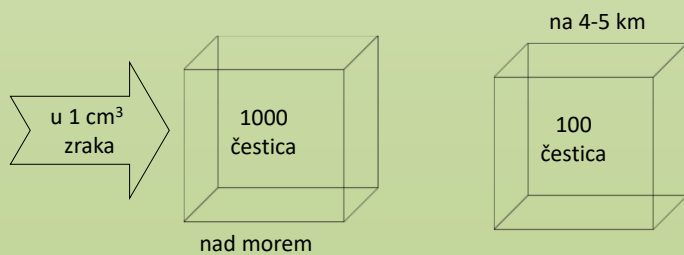


U zraku je prisutno i mnoštvo drugih primjesa:

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



Atmosferski tlak

Od svih meteoroloških elemenata tlak zraka ima najmanji izravni utjecaj na biljni svijet. Ali njegovo je posredno djelovanje preko strujanja i ostalih vremenskih zbivanja vrlo veliko. Poznavanje tlaka zraka ima presudno značenje za analizu i prognozu vremena

Prema definiciji tlak p je omjer sile F i površine S :

$$p = \frac{F}{S}$$

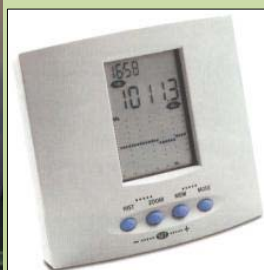
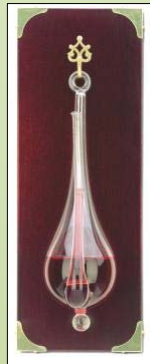
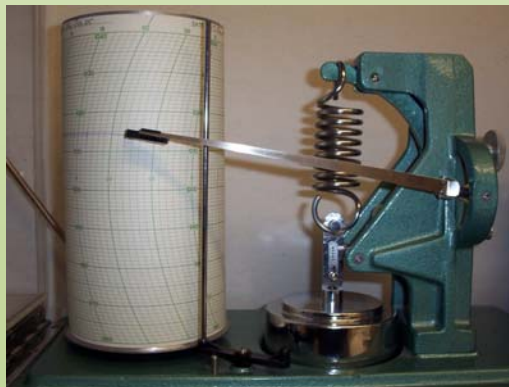
U meteorologiji se tlak zraka iskazuje u **milibarima** ili u **hektopaskalima** ($\text{mbar} = 10^2 \text{Pa} = \text{hPa}$)

Tlak zraka numerički je jednak težini vertikalnog stupca zraka koji se pruža od stajališta do vrha atmosfere, a ima jedinični presjek. Tlak se mjeri tako da se težina stupca zraka dovede u ravnotežu s težinom stupca žive.

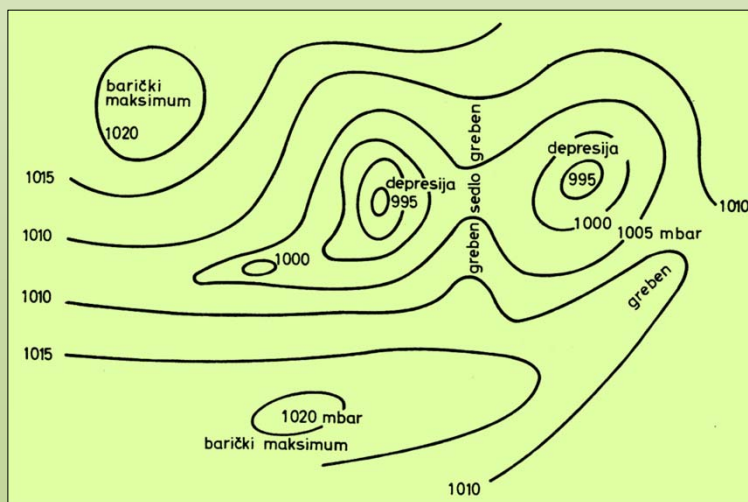
Prije se tlak zraka iskazivao u milimetrima živina stupca, a novi su barometri baždareni u hektopaskalima. Za preračunavanje tlaka iz milimetara žive u hektopaskale vrijedi odnos: $\text{mmHg} \times 1.3332 = \text{hPa}$

Barometar instrument za mjerenje tlaka zraka

Barograf - za neprekidno bilježenje tlaka zraka



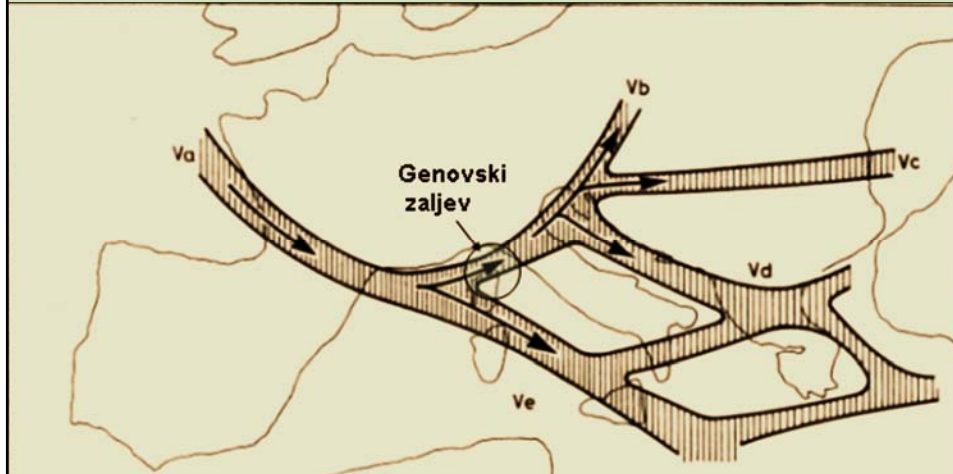
Izobare pokazuju oblik baričkog polja. Ti oblici imaju nazive adekvatne tipovima reljefa zemljišta. Tako u području niskog tlaka imamo **depresije, korita, doline**, a u području visokog tlaka **barometarski maksimum, greben i most**, dok se prijelaz između dva niska i dva visoka dijagonalno položena tlaka naziva **sedlo**



Tipovi baričkog polja



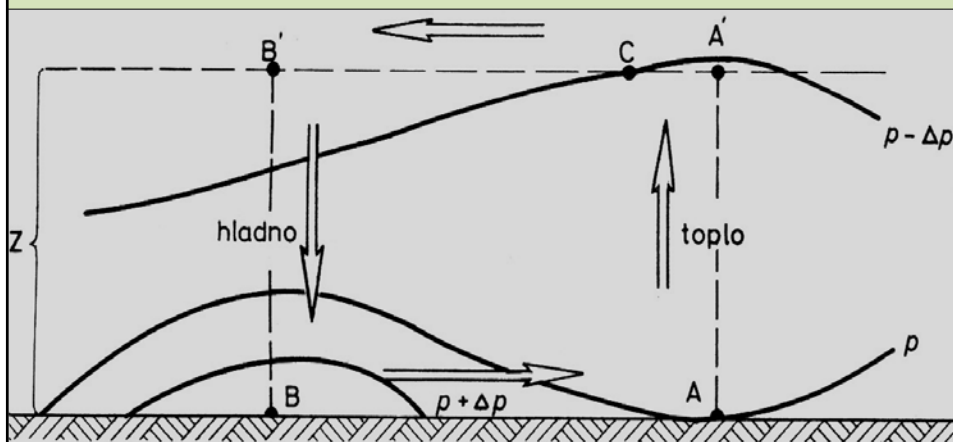
RH: pod utjecajem polja visokog tlaka nad Atlantikom (Azorska anticiklona) cijele godine, a zimi i anticiklone iznad euroazijskog kontinenta. Ciklone nam nailaze s Islanda ili Genovskog zaljeva tijekom cijele godine



Ogranci ciklonske staze V prema Van Vebberu



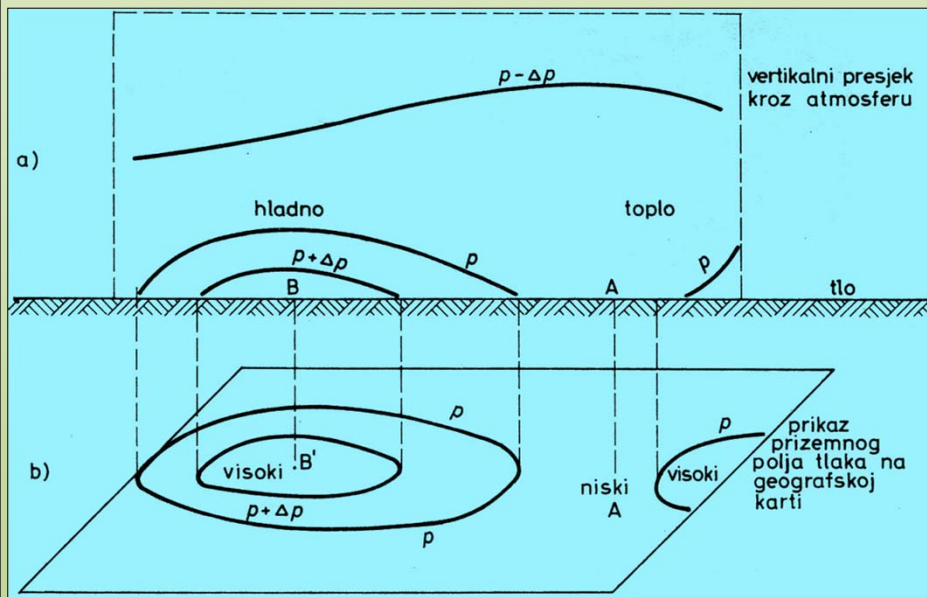
Atmosfersko strujanje



Cirkulacija zraka između toplog i hladnog područja (vertikalni presjek)



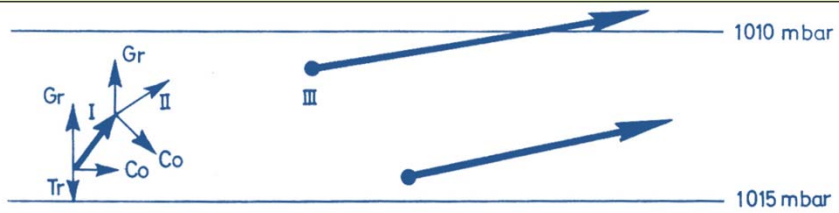
Strujanje zraka (**vjetar**): od područja visokog tlaka prema području niskog tlaka



Prikaz raspodjele tlaka: a – na vertikalnom presjeku i b – na horizontalnoj projekciji

Gr – gradijentna sila
Tr – sila trenja
Co – Coriolisova sila

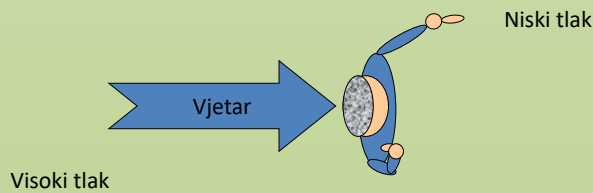
Geostrofički vjetar – paralelan s ravnim izobarama
(kod zakrivljenih izobara javlja se još i centrifugalna sila)



Smjer prizemnog vjetra kod pravocrtnih izobara; rimskim brojevima označen je smjer vjetra u početku gibanja (I), neposredno nakon toga (II) i nakon uspostave ravnoteže među silama Gr, Co i Tr

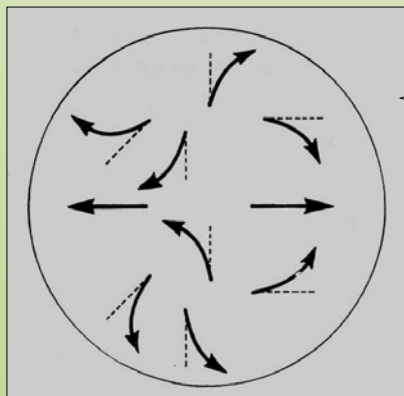
Byss-Ballotovo pravilo:

ako okreneš leđa vjetru, niski tlak je naprijed slijeva, pod kutom od cca 30°, a viši otraga zdesna



Zašto zakretanje vjetrova?

izaziva ga sila trenja zbog vrtnje Zemlje u njenoj atmosferi: tzv. *Coriolisov efekt*



Na sjevernoj polutci:
u smjeru kazaljke na satu
(udesno)

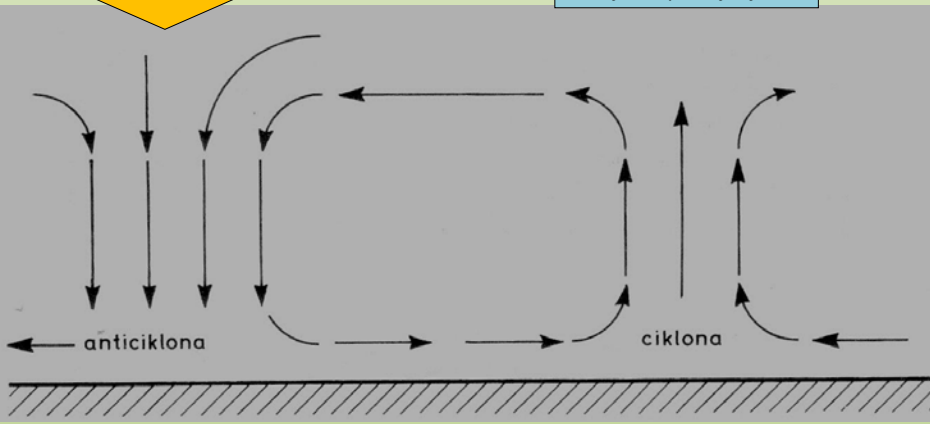
Na južnoj polutci:
kontra smjera
kazaljke na satu
(ulijevo)

Coriolisov efekt



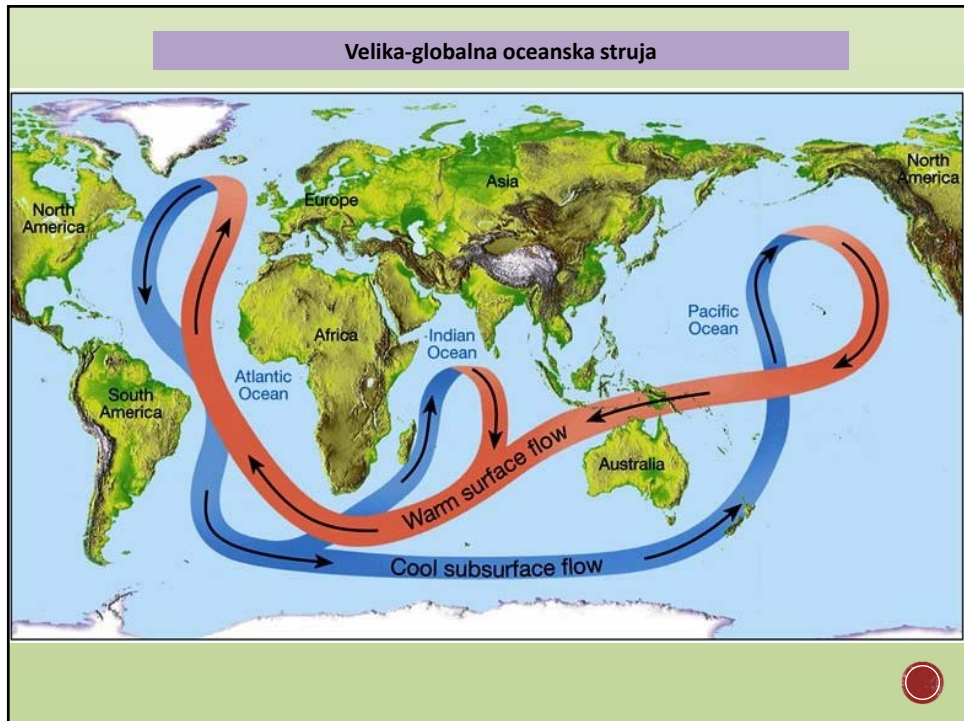
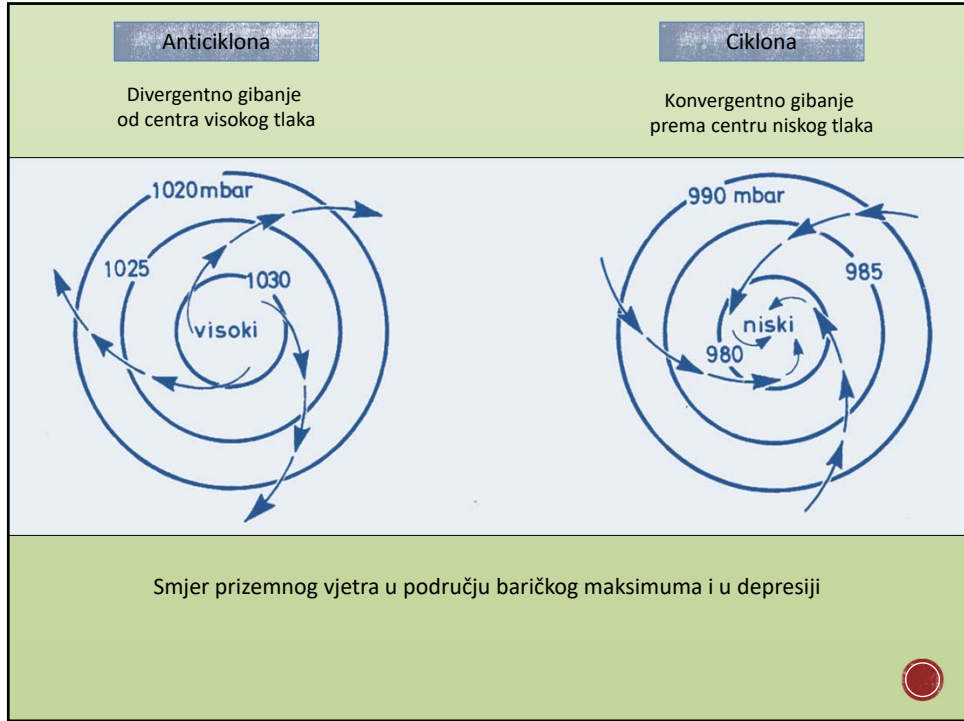
hladan zrak struji prema
dolje; na površini tlak
raste; vrijeme proladno i
stabilno

topao zrak se diže; na
površini tlak pada,
vrijeme promjenjivo



Vertikalni presjek kroz područje visokog i niskog tlaka s prikazom cirkulacije



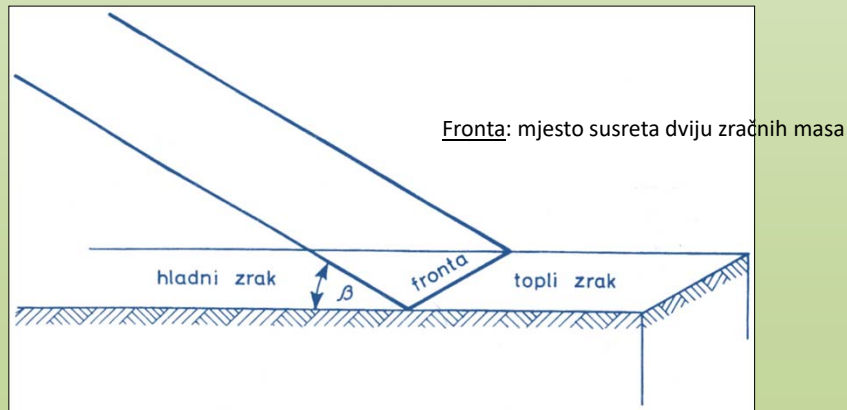


Zračne mase, fronte, ciklone

Zračne mase po postanku:

- ekvatorska
- tropska
- polarna
- arktička
- masa umjerenih širina

dodaje im se još i pobliža oznaka
kopnena ili kontinentalna
morska ili maritimna



Bočni pogled na frontalnu plohu

Gibanje zraka - vjetar

Vjetar je gibanje zračnih masa paralelno sa Zemljinom površinom. Određen je smjerom i brzinom ili jakošću.

Po definiciji brzina vjetra v je put s zračne struje u vremenu t

$$v = \frac{s}{t}$$

jedinice: m/s ili čvorovi \rightarrow 1 morska milja na sat = 1852 m / 3600 s = 0.514 m/s
shodno tome, 1 m/s = 1/0.514 kn = 1.944 kn (=knots – čvorovi)

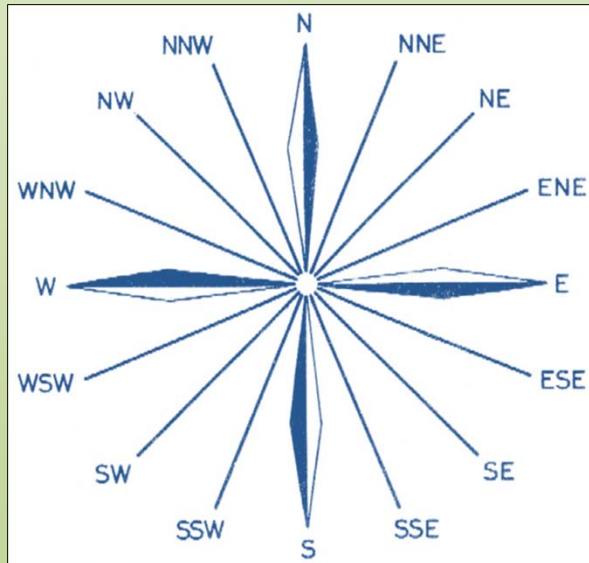
brzina vjetra razmjerna je sili horizontalnog gradijenta tlaka zraka $v \approx \Delta p / \Delta n$

- dakle, što su razlike u tlaku veće, brži je vjetar (ciklone, rubovi anticiklona, tropske ciklone)
- i obrnuto, mali gradijent tlaka – slab vjetar (središte anticiklona ili grebena)

Iznad nehomogene podloge zrak se ne zagrijava jednoliko. Zato ni izobarne plohe nisu paralelne s tlom.

Zbog razlike tlaka javlja se tzv. **gradijentska sila** (gradijent = razlika zračnog pritiska između dvaju mjesta na istoj nadmorskoj visini), koja nastoji izjednačiti horizontalne razlike. Vjetar, kao i uopće strujanje, posljedica je djelovanja gradijentske sile zbog nejednakog tlaka u horizontalnoj ravnini. Dakle, primarni uzrok nejednakog tlaka različita je brzina grijanja ili hlađenja zraka nad nehomogenom podlogom.

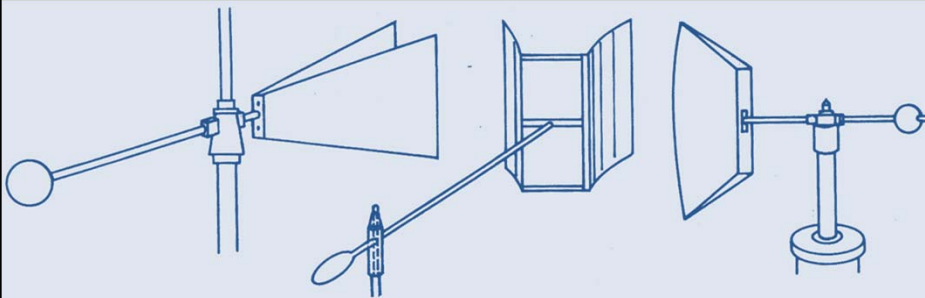
Smjer vjetra se imenuje u skladu sa stranom svijeta **odakle** puše



Međunarodne oznake za smjerove vjetra



Mjerenje smjera vjetra - vjetrulje



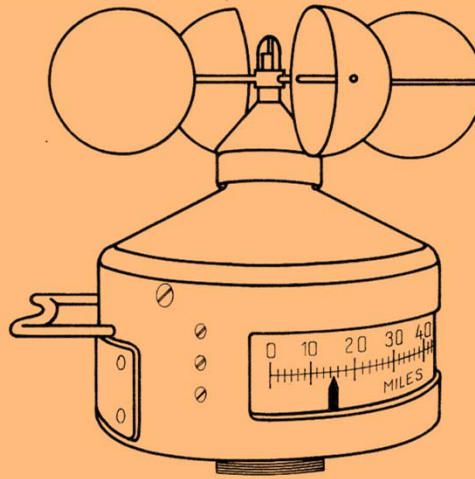
Različiti tipovi vjetrulja



Mjerenje brzine vjetra-anemometri



a)



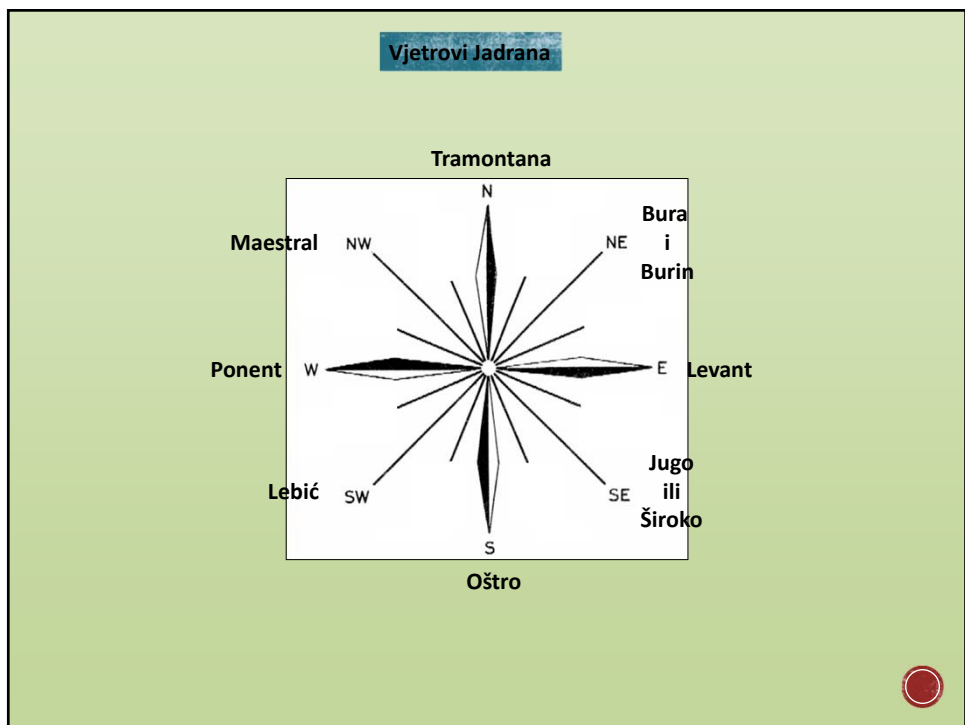
b)

Ručni anemometar: a – s mehaničkim i b – s električnim prijenosom

Douglasova skala

Stanje mora	Opis	Visina valova (m)	Izgled mora
0	mirno (glatko, zrcalno, bonaca)	0	more poput zrcala
1	mirno (naborano)	0 - 0.1	mali valići ili bore s pojavama
2	malo valovito (valićasto)	0.1 - 0.5	kratki ili mali valovi; uobličeni; bregovi izgledaju staklasto
3	umjereno valovito	0.5 - 1.2	veći valovi; mjestimice bjeline na valnim bregovima; more stvara isprekidano šuštanje
4	valovito	1.25 - 2.5	valovi s mnogo bjelina; mogućnost prskanja; šum mora sličiti muklom žamoru
5	jače valovito	2.5 - 4	valovi se propinju; neprekidne bjeline; pjena s vrhova prigodice se otpuhava kao morski div; valovi stvaraju neprekidno žamor
6	uzburkano	4 - 6	visoki valovi imaju velike bjeline s kojih se pjena otpuhuje u gustim prugama; more se počinje valjati, a njegov je šum poput mukle huke
7	teško	6 - 9	veliki valovi se propinju; imaju duge pjenušave bregove koji se neprekidno ruše i stvaraju hučanje; velike količine pjene otpuhnute s bregova daju morskoj površini bjelkast izgled i mogu utjecati na vidljivost; valovi se valjaju teško i udarno
8	vrlo teško	9 - 14	valovi visoki da manji i srednji brodovi u blizini povremeno nestaju iz vida; vjetar otkida vrhove svih valova; more je potpuno prekriveno gustim prugama pjene; zrak je toliko ispunjen pjenom i morskim dimom da ozbiljno ograničava vidljivost; valjanje valova stvara tutnjavu
9	izuzetno teško	> 14	valovi se međusobno križaju iz raznih i nepredvidivih smjerova tvoreći složenu interferenciju koju je teško opisati; valovi se mogu prigodice djelomice rušiti

Beaufortova skala (Bf)						
Bf	Opis vjetra	Brzina vjetra			Učinak vjetra	
		čv	m s ⁻¹	km h ⁻¹	Na moru	Na kopnu
0	Tišina	< 1	0-0,2	< 0-1	More mirno i glatko kao zrcalo	Dim se diže vertikalno u vis, zastave i lišće su nepomični
1	Lahor	1-3	0,3-1,5	2-5	Čovjek ga još ne osjeća. Na moru mali nabori bez pjene	Vjetrulja se ne pokreće, smjer se razaznaje prema dimu koji se podiže.
2	Povjetarac	4-6	1,6-3,3	6-12	Lagano se osjeća na licu. Na moru sitni valovi, kratki ali izraziti	Vjetrulja se pokreće, lišće treperi, svilena zastava leprša
3	Slabi vjetar	7-10	3,4-5,4	13-19	Lagano pokreće zastavu. Na moru mali valovi, kreste se počinju lomiti	Lišće i grančice se neprekidno njišu i šušte, zastava leprša
4	Umjereni vjetar	11-16	5,5-7,9	20-28	Na moru sve duži valovi, pjena česta	Diže prašinu i suho lišće s tla; zastava ispružena, njiše manje grane
5	Umjereni jaki vjetar	17-21	8,0-10,7	29-38	Na moru umjereni valovi, puno pjene, moguća morska prašina	Njiše veće lisnate grane a i čitava mala stabla
6	Jaki vjetar	22-27	10,8-13,8	39-49	Stvaraju se veliki valovi, bijele kreste su svuda rasprostranjene	Svijaju se velike grane, telefonske žice zvižde
7	Žestoki vjetar	28-33	13,9-17,1	50-61	More raste, a bijela pjena javlja se u dugim prugama	Veće lisnato drveće se neprekidno njiše, hodanje prema vjetru otežano
8	Olujni vjetar	34-40	17,2-20,7	62-74	Umjereni visoki valovi. Od vrhova kresta otkidaju se morske kapljice	Njiše čitava stabla i lomi velike grane; sprečava svako hodanje
9	Jaki olujni vjetar	41-47	20,8-24,4	75-87	Visoki valovi, debele pruge pjene niz vjetar, morski dim	Pomiče manje predmete i baca crijep, čini manje štete na kućama
10	Orkanski	48-55	24,5-28,4	88-102	Cijela površina mora ima bijeli izgled, a vidljivost je smanjena	Obara stabla i čupa ga s korijenjem; znatne štete na zgradama
11	Jaki orkanski	56-63	28,5-32,6	103-117	Ekstremno visoki valovi, vidljivost jako smanjena	Čini teške štete, na većem području djeluje razorno
12	Orkan	64-71	32,7-36,9	118-133	More je zbog pjene potpuno bijelo, a vidljivost je vrlo smanjena	Opustošen čitav krajolik

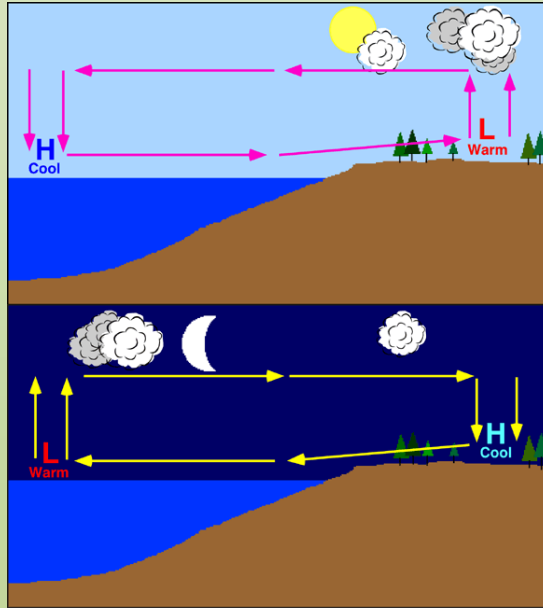


Utjecaj podloge i reljefa na miješanje i strujanje zraka

Strujanje zraka
more-kopno

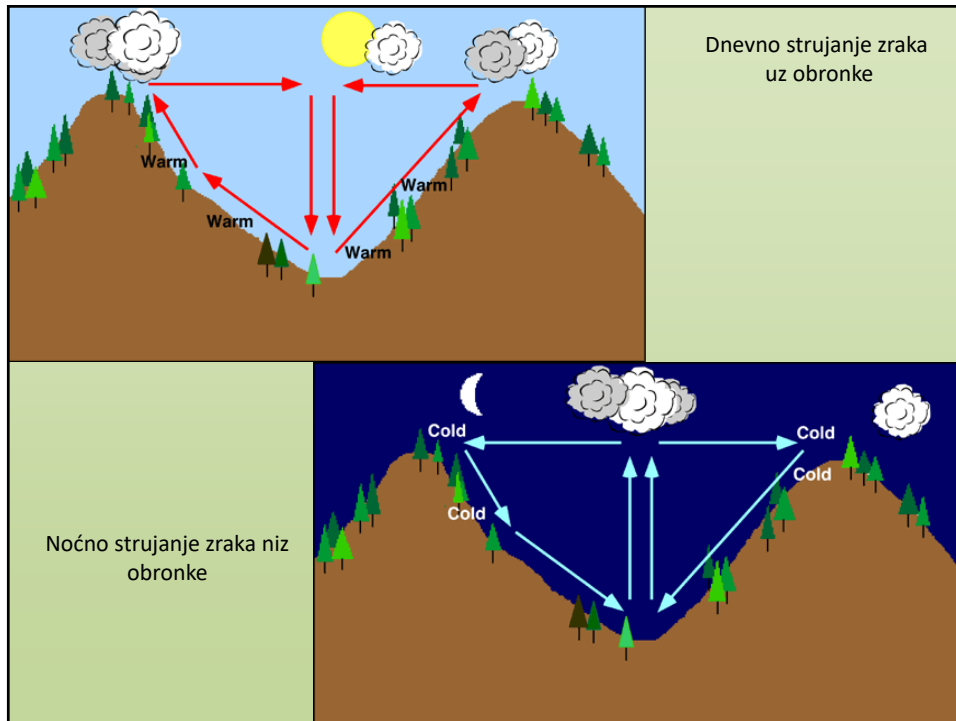
Visoki tlak
(H-High
Pressure)

Hladno
(Cool)



Niski tlak
(L-Low pressure)

Toplo
(Warm)



Dnevno strujanje zraka
uz obronke

Noćno strujanje zraka niz
obronke

Važnost atmosferskog strujanja za biljke i životinje

Utjecaj zračnog strujanja:

- turbulentna razmjena i advektivni prijenos energije i čestica
- mehaničko djelovanje vjetra
 - ❖ pritisak
 - ❖ usisavanje
 - ❖ vrtlozi

Advekcija vlage

- kruženje vlage na globalnim razmjerima
- RH: na svaki 1m² godišnje padne 700-1000 kg=litara vode (→gustoća vode=1kg/dm³)

Miješanje zraka vjetrom:

- razmjena topline, CO₂, H₂O pare, prijenos peluda, spora, sjemena, čestica tla i snijega

Ukoliko zrak miruje = temperaturni ekstremi

- kotline, mikrodepresije → mrazišta
- gusti sklopovi biljaka, lišće zadržava zagrijani zrak → visoke temperature

Blagi vjetar – povoljan utjecaj na fotosintezu ← svjež dotok CO₂ i vlage (rosa)

Jak vjetar – povećanje ET ← pozitivno – isušuje tlo, ranije moguća obrada
negativno – isušuje tlo i biljku, moguć stres



Pozitivno – transport peludi,
bolja oplodnja i cvatnja

Negativno – transport spora i
sjemenja korova

Prejak vjetar
- ometa se let oprašivača



Transport čestica vjetrom

- tlo – eolska erozija (v>10 m/s)
- (dine, Đurđevački peski)



Planinska klima

Reljef i klima

Planinski zrak u usporedbi s nizinskim:

- čišći
- manje vodene pare
- jače Sunčevo ozračenje (napose UV!!!)
- protuzračenje atmosfere slabije
- temperatura i kolebanja temperature manja
- u toplom dijelu godine više oblaka, magle, oborina
- češći su snijeg i inje

Trajni snježni pokrivač – snježna granica:

- na polovima na nižoj nadmorskoj visini nego na ekvatoru
- Kilimandžaro 5000 m, Alpe 2800 m, Islad 940m,...



zbog usmjeravanja vjetrova:

klima navjetrine ← zrak se pri dizanju hladi pa se razvijaju oblaci, oborine su česte

klima zavjetrine ← zrak se pri spuštanju grije, oblaci se raspadaju

Visoki planinski lanci mogu biti oštra granica primorske i kopnene klime

Dnevne periodične cirkulacije zraka nad obroncima (fen, bura i sl.)

S visinom opada i temperatura, te se i klima mijenja kao da idemo prema polovima

- oko ekvatora sporije
- na polovima brže



Mikroklima brežuljaka, dolina i kotlina

Brežuljci i grebeni

Nejednoliko zagrijavanje → ovisi o orijentaciji i nagibu

Južna ekspozicija ← najduža insolacija

Istočna i zapadna ← kraća izloženost

Sjeverna ← u sjeni, pogotovo ako su strmi

- temperatura i do 20°C niža od južne strane
- izjednačenija, razlike se gube s povećanjem visine iznad tla (svega 5°C na 20 m visine)

Prepreka zračnim kretanjima:

- zavjetrinska strana → manja brzina vjetra, mirnije vrijeme
- navjetrinska strana → intenziviranje ekstrema

Noćno hlađenje

- spuštanje hladnog zraka niz obronke – vjetar ← brži, sporiji, zavisi od reljefa
- traje od 5-30 minuta, ovisno o preprekama na putu hladnom zraku i sili trenja koju mora svladati



Doline i kotline

Što su dublje, to je karakterističnija mikroklima

- insolacija kraća (Sunce kasnije izlazi, ranije zalazi) – izuzetak velike doline smjera W-E

Dno kotlina/dolina:

- vlažnije i tamnije od stranica
- noćno skupljanje/prolazak hladnog zraka → inverzije, mrazišta
- zadržavanje magle, dima, aerosola
- relativna vlaga visoka
- subzero temp. kasnije u proljeće i ranije u jesen u usporedbi s obroncima/ravnicama
- danju temperatura može biti viša zbog slabog miješanja zraka

Pojavnost vjetrova uz zagrijanju stranu i niz hladniju stranu ← napose u većim kotlinama

- dizanje uz rubove stvara oblake, dok je u sredini vedro (adijabatsko spuštanje zraka, zagrijavanje, više vlage)
- vedra sredina, refleksija od obronaka ← velike vrućine; Mostar



Fitoklima

Skup meteo-uvjeta među raslinstvom

Klima razmjerno malog prostora, određenog posebnim okolnostima:

- gustoća stabljika i lišća
- visina raslinstva
- oblik raslinstva

Regulirani su:

- svjetlost
- temperatura
- vlaga u zraku
- količina oborina koja dopire do tla
- brzina vjetra među biljem
- temperatura tla
- vlaga u tlu

Interakcija biljaka i meteo-uvjeta → prilagodba ili ugibanje



Vertikalne promjene meteoroloških parametara unutar raslinstva

Svjetlost u raslinstvu (izravna i raspršena):

- djelomično se apsorbira
- dijelom odbija
- dijelom prolazi kroz ili između lišća

Transmisija dosta mala, oko 10%, a zavisi od klorofila
veća je u proljeće (lišće malo) i jesen (lišće žuto)

Svjetlost koja prođe kroz lišće biva promijenjena
- na fotosintezu utrošene valne duljine 400-510 i 610-710 nm

Samoregulacija biljaka za prolaz svjetla: uzdizanje gornjih listova
Na tlo u gustom sklopu dođe svega 5-10 x manje svjetlosti nego na gornje etaže

Zrake Sunca i izravno griju lišće ← napose ono koje je pod pravim kutom obzirom na upadne zrake (promjenjivo tijekom dana) → 8-10 °C više temperature od okolne atmosfere
oblaci – snižavaju temperaturu (sjena)
vjetar – također snižava temperaturu (svježi, hladniji zrak, nezasićen vlagom) → ↑ ET

Lišće u sjeni → ujednačenija temperatura, slična temperaturi zraka

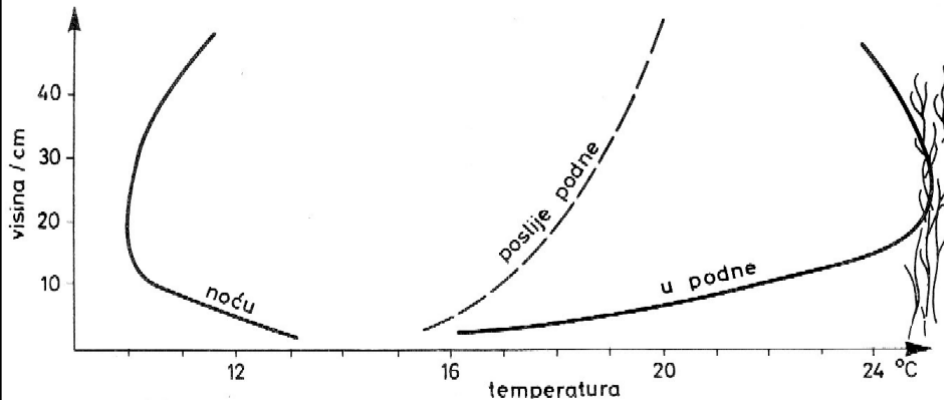


Sklop raslinstva → temperatura zraka

U podne: najtoplije tamo gdje je i lišće najtoplije (etaže najvećeg lišća)
najhladnije pri površini

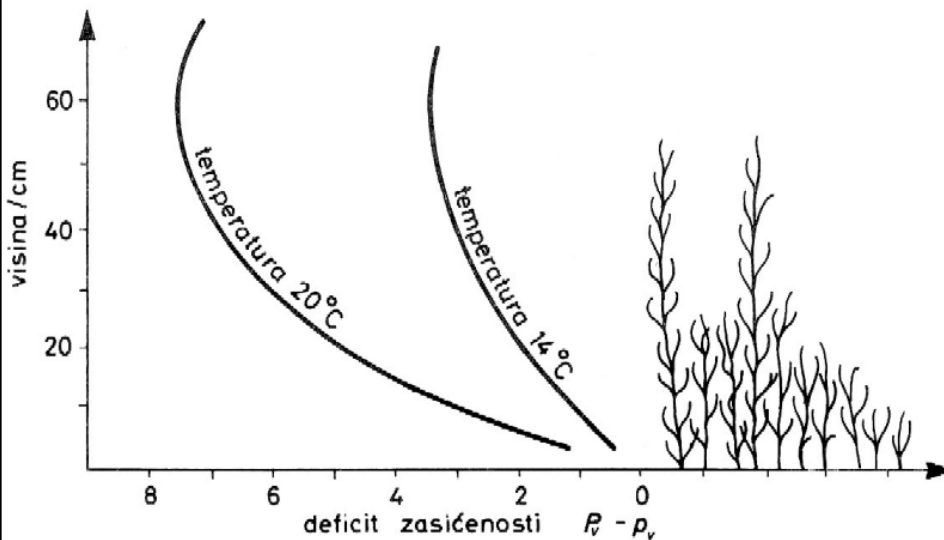
Poslije podne: Sunce obasjava samo vrhove biljaka, shodno tome i temperatura zraka

Noću: najniža temperatura nešto iznad tla i ispod vrhova biljaka



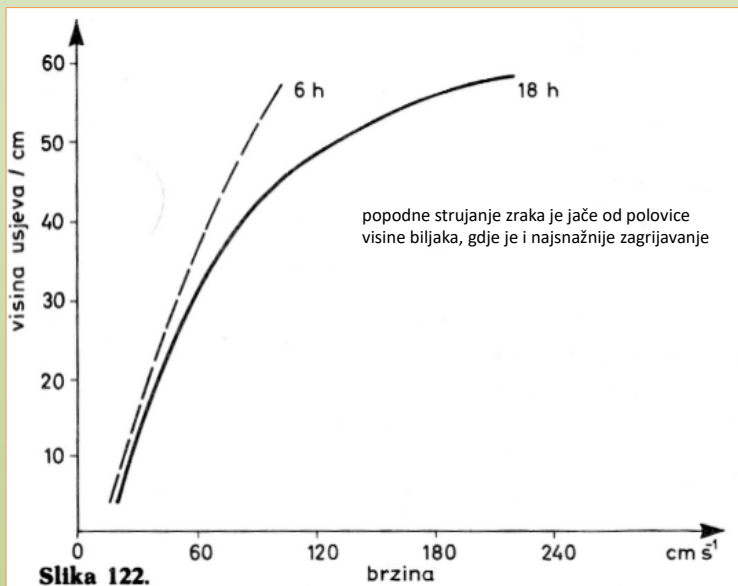
Slika 120. Vertikalni profil temperature zraka u visokoj travi

Porast vlage s približavanjem tlu u raslinstvu
-rast ET i slabo miješanje nižih slojeva zraka



Slika 121. Vertikalni profil deficita zasićenosti u travi

Brzina vjetra opada prema tlu pod raslinstvom



Slika 122.
Promjene brzine vjetra s promjenom visine u biljnom sklopu

Prilagodba biljke meteorološkim uvjetima staništa

Sjena – smanjena ET, temperature i njihova kolebanja, količina i kvaliteta svjetla

Regulacija ET, preveliko zagrijavanje lista i gubitka vode → puči se zatvaraju
→ transpiracija se smanjuje → raste respiracija → otežana apsorpcija CO₂
→ **depresija fotosinteze** ← razgradnja organske tvari veća od tvorbe

Heliofiti – otporniji na depresiju kroz dugotrajne genetske prilagodbe života na sunčanim ravnicama, sa snažnom ET i velikim kolebanjima temperature

Skiofiti - nenavikli, neotporni, češća pojava depresije fotosinteze

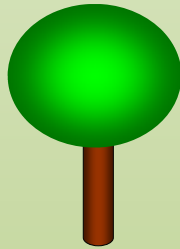
Združeni uzgoj je moguć ← heliofiti štite skiofite

Uzgoj skiofita → potrebna pomagala za zasjenjivanje

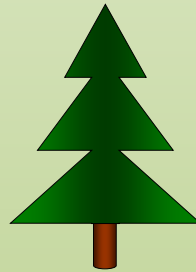
Mikroklima osamljenog stabla, voćnjaka i šume

interakcije meteo-parametara i raslinstva uvjetovane su:
- veličinom, oblikom i gustoćom raslinstva

Osamljeno stablo:
primljena i emitirana energija ovisi o obliku krošnje → primjeri kuglaste i stožaste krošnje



-voćke, bjelogorica
Površina maksimalna, uzdignuta
iznad tla, prima zračenja sa svih
strana, i isto tako i odašilje zračenje
na sve strane



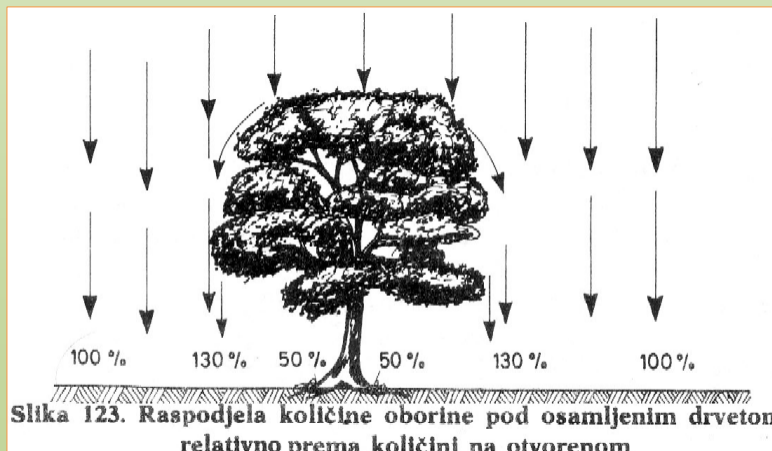
-crnogorica
Krošnja počinje nisko, pa najveći
dio ne dobiva puno zračenje



Temperatura lišća na vanjskoj strani krošnje viša je nego u unutrašnjosti

Respiracijom i transpiracijom luči se mnogo vodene pare – vlaga u krošnji viša nego na rubovima ← vanjska strana samo djelomično propušta vjetar

Oborine – slabije prodiru u samu krošnju – cca. 4 mm zaostane na drvetu, natapajući lišće, granje, koru itd. te s njih direktno isparava



Djelovanje vjetra na stablo:

-fiziološko – zbog miješanja zraka: temperatura drveta se izjednačava s temp. zraka, nezasićeni zrak pojačava transpiraciju pa temp. lišća opada

-mehaničko – jači, stalni vjetrovi iskrivljuju stablo u smjeru puhanja vjetra

Voćnjak

-ukoliko su stabla jednolično raspoređena i velikog razmaka: svako stablo praktično za sebe, dakle slično do sada iznesenom glede temperature, vlage i oborine

-zračenje malo drugačije, jer se dodaje komponenta zračenja susjeda

vjetar – nailazak na prepreku prvog reda →kanaliziranje → povećava se brzina, smjer i prema gore → pa opet usporava zbog drugog reda i tako sve više ← brzina već kod 3. reda 50% manja



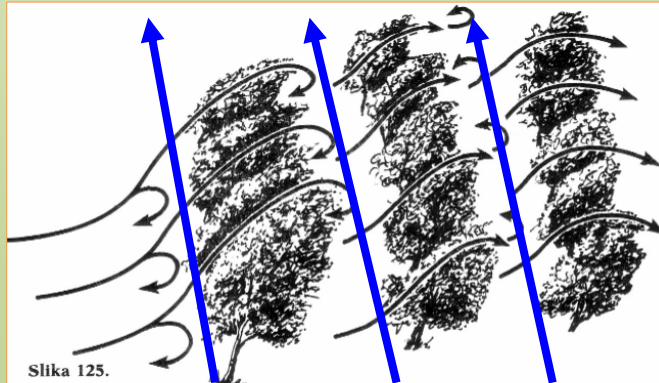
U voćnjaku vjetar obilazi pojedinačna stabla, a brzina mu se smanjuje što dublje zalazi u voćnjak

Ukoliko je voćnjak sađen u gustim redovima ← grane se dodiruju → stabla više nisu odijeljene sastavnice, nego je sad red cjelina

- tri glavne plohe reda – gornja (najveća) i dvije uzdužne pobočne
- vlažnost u krošnjama veća jer se dodiruju međusobno, a ne s okolnim zrakom
- temperatura unutar reda krošnji – analogno usamljenom stablu
- glavni udar vjetra prima prvi red, a već u drugom redu brzina vjetra samo 20%
- iznad krošnja brzina povećana, u međurednom prostoru moguća vrtloženja

Ukoliko puše duž redova, vjetar ne mijenja ni smjer niti brzinu, a u krošnjama ga se ni ne osjeti

Nagib terena + ekspozicija - pri postavljanju voćnjaka uzeti u obzir (strujanje hladnog zraka noću, zasjenjivanje susjednih redova danju)



Slika 125. Ispred i iza redova stabala te iznad njih vjetar stvara brojne vrtloge i valove

Šuma

slijedi nepravilnosti terena; obzirom na meteo-parametre, praktički cjelina pojedino drvo/dio drveta izložen utjecaju vremena u ovisnosti o položaju u odnosu na rub šume, te nagibu i ekspoziciji terena

Rub šume

–dio izložen vanjskim utjecajima Sunca i vjetra
–dio okrenut od ruba → zaklonjen, u sjeni

Gornji rub krošnji

slično kao golo tlo – prima Sunčevo zračenje, emitira dugovalno zračenje, danju toplije i noću hladnije od okolnog zraka
pojačana transpiracija uslijed zagrijavanja – jaki uzlazni tokovi vode kroz biljku
vlaga zraka slična okolici šume
vjetar → nejednolik uzrast drveća → vrtložna gibanja vjetra (turbulencije)



Unutrašnjost šume

-posebna klima → manjak svjetla, selekcija prodiranja određenih valnih duljina
-vlažnost zraka viša (ne miješa se s vanjskim zrakom, transpiracija vuče vodu iz tla)
-vodena para upija i protužari toplinu prema tlu i donjem dijelu krošnji – isparavanje vode u paru dodatno može sniziti temperaturu u šumi ← temperatura manje ekstremna
-oborine količinski iste, ali stabla zadrže 4-6 mm dok ne provlaže, onda više ne predstavljaju obranu od kiše
-vjetar slabiji u unutrašnjosti → stabla pružaju otpor



Mijenjanje meteoroloških uvjeta u okolišu biljke i životinje

Svrha umjetnih promjena meteo-utjecaja:

- zaštita uzgajanog organizma,
- pomoć pri rastu i razvoju

Kratkoročne mjere

- zalijevanje
- prskanje
- zaštita od nepovoljnih temperatura
- zaštita od štetnih oborina i nepogoda:
 - olujni vjetar
 - poplave
 - prolom oblaka
 - tuča
 - grom
 - požar

Dugoročne mjere

- melioracije
- sustavi za navodnjavanje
- sadnja drvoreda i živica
- gradnja staklenika, plastenika i sl.



Mijenjanje temperature u prizemnom sloju zraka i biljnom pokrovu

Zaštita od niskih temperatura: **Pasivna** i **Aktivna**

Pasivna:

- - planiranje i/ili odabiranje površina s manjom vjerojatnošću rizika niske temperature
- - određivanje perioda s $t > 0^{\circ}\text{C}$ za uzgoj kultura (statistička obrada višegodišnjih motrenja)
← određivanje datuma sjetve i žetve/berbe
- - odabir kultura/sorti/hibrida s višom tolerancijom na niske temperature

Praktični savjeti:

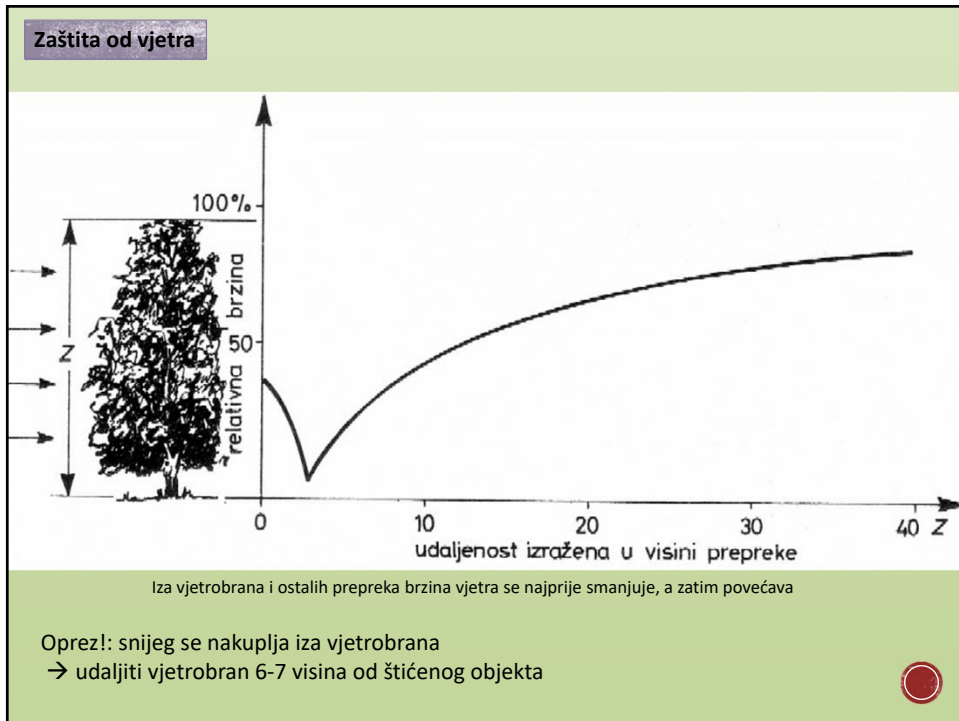
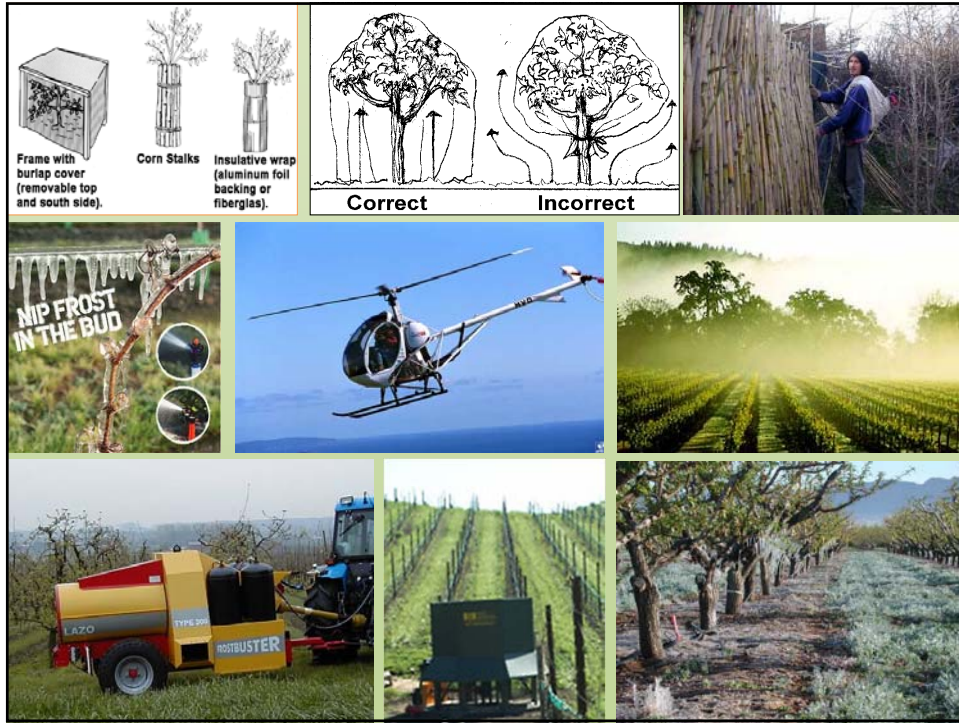
- izbjegavati uzgoj u kotlinama, depresijama i sl. biljaka neotpornih na niske temperature; radije birati obronke
- vodene površine u blizini = manja šansa da se pojavi noćna $t < 0^{\circ}\text{C}$
- ispred prepreka za struju zraka opasnost od hladnoće je veća za advekcijско hlađenje, dok je u zavjetrini moguće noćno hlađenje. U svakom slučaju, prepreke stavljati za zaštitu, npr. na nagnutim terenima, protiv dotjecanja hladnog zraka
- ukoliko je rizik za subzero temperature, ne rahliti/okapati tlo ← sporedni izvor hladnog zraka (kao i suho lišće, korov, slama i sl. malčevi – zastiranja) → površinski dio se ohladi brzo, a kako je takav sloj izolator (pun zraka), ne propušta toplinu iz dubine tla



Aktivna – zaštita u vrijeme neposredne opasnosti od hladnoće

- Pokrivanje bilja, zatvaranje staklenika, klijališta i sl.
- prskanje bilja vodom, vlaženje tla
- grijanje zraka
- stvaranje dimne zavjese ili umjetne magle
- vertikalno miješanje zraka i razbijanje inverzije
- postavljanje zaštitnih ograda





Djelovanje na oblake i oborinu. Obrana od tuče

Moguće djelovanje na oblak dodavanjem umjetnih kondenzacijskih jezgri, međutim:

- 1) Oborina nema ukoliko nema pogodnih oblaka ← pretanki, slojeviti oblaci nestanu
- 2) Oborine se mogu izazvati ukoliko je oblak na visinama gdje je subzero temp. te postoji prehladna voda
- 3) Dodavanjem umjetnih jezgara u suvišku nastaje previše premalih kapljica te se ispare prije nego padnu na tlo

Zanimljivo za tri slučaja u praksi:

- razbijanje magle iznad aerodroma
- induciranje kiše iz razvijenih kumulusa/kumulonimbusa nad poljoprivrednim površinama ili hidroakumulacijskim područjem
- protugradna obrana djelovanjem na kumulonimbus



Djelovanje na oblake i oborinu. Obrana od tuče

TUČA: višeslojna nakupina leda, nastaje isključivo u Cb, gdje se jezgre kreću vrlo brzo gore-dolje i na taj način rastu, sve dok im težina ne prevlada uzlazne struje zraka u Cb



Kako djeluje protugradna obrana raketama?

-rakete eksplodiraju na visini stvaranja ledenih jezgri, i eksplozijom raspršuju sitne higroskopne čestice (srebro-jodid (AgI), olovo-jodid (PbI_2), NaCl , MgCl_2 i sl. spojevi)

-oblak se na taj način zasiti jezgričama kondenzacije, pa se stvara veliki broj malih zrna tuče, umjesto malog broja velikih zrna tuče

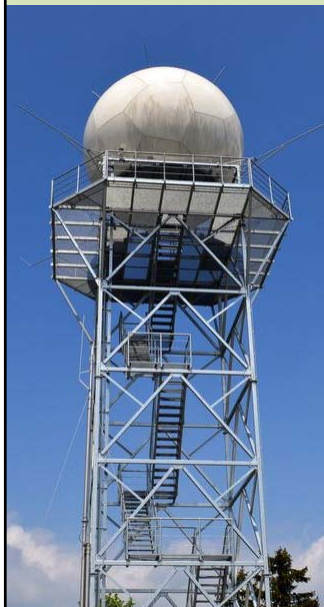


-većina tih, novostvorenih, zrna leda padom prema tlu se otapa, te na tlo dopire kao obična kaplja kiše

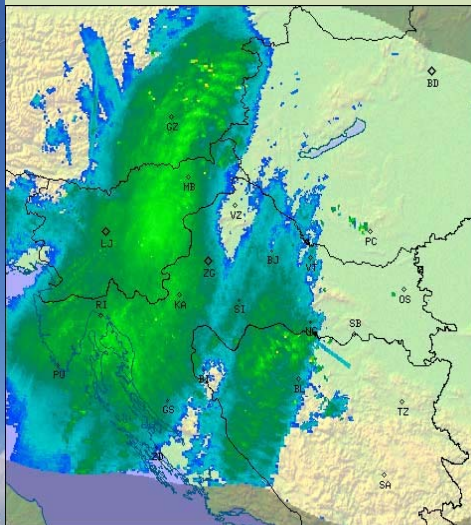
"Saltshaker" – soljenica – montira se na zrakoplov koji je navođen nad sredinu gradonosnog oblaka



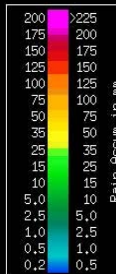
Radarska stanica



Radarska slika oblaka



Composite
N Hours Rainfall
C_RAINN_03
Task: C_RAINN
PRF: 620Hz
Hours:3/3
Max Range:260 km
12:00:00Z
1 SEP 2017 UTC

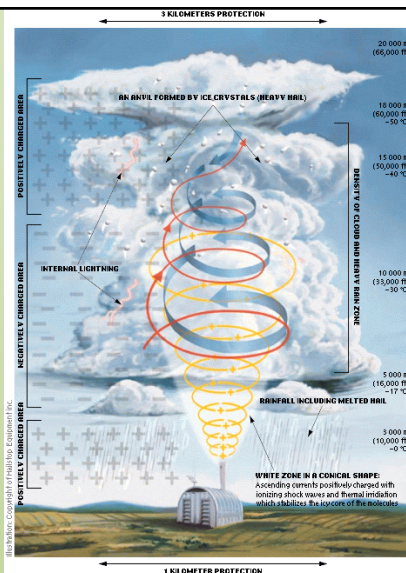


Generatori tuče

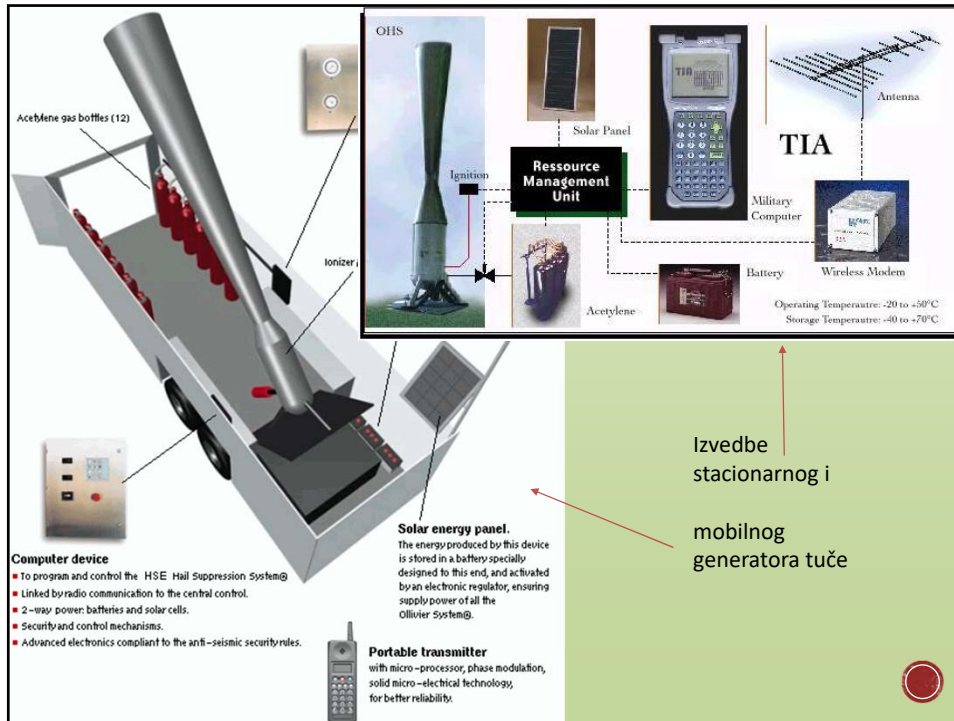
Djelovanje "zvučnim valom"

3.XI 1855. Gospodarske novine:
"... na crne oblake vjetroj tjerane... uz pucjavu topovah sva zvona zvonise... što pomaže ili ne pomaže ... oblake otjera u bližnje susjedstvo...gdje kvara još većeg načiniti može...što pravo neimamo..."

Generira se snažni "zvučni val" brzine 330 m/s izgaranjem acetilena svakih 6 sekundi
-kroz pothlađenu vodu formira se stojni val, pa se čestice ne mogu sudarati i kumulirati u veće čestice
-naboji ubačeni u oblak destabiliziraju uvjete za tuču



Opis	Polumjer	Promjer	Branjena površina
Po sistemu 100% zaštite	500 m (1640 ft)	1 km (0.62 mi.)	80 ha (200 acres)
Grupni sistem 100% zaštite	1000 m (3280 ft)	2 km (1.24 mi.)	220 ha (500 acres)
RADAR – rana detekcija tuče	200 km (124 mi.)	400 km (248 mi.)	40,000 ha (96,000 acres)



Staklenici, plastenici, pokrovi i nastambe

Staklo – propušta u staklenik kratkovalno zračenje, no ne propušta van dugovalno



Plastenici – propušta dugovalno, ali vodena para i CO₂ ga zadržavaju



Pokrovi – prirodni i umjetni materijali – izolacija i viša temperatura pod njima



Regionalizacija poljoprivrednog prostora - agrosfere

Cilj regionalizacije: agroekološka raščlamba – "inventarizacija" agroekoloških prilika, prvenstveno podneblja i tla, koji određuju fitoekološke ili vegetacijske čimbenike u uzgoju poljoprivrednog bilja, i svrstavanje niza sličnih agrobiotopa agrosfere Hrvatske u posebne prostorne cjeline, koje nazivamo *poljoprivredne regije*.

Temeljni ciljevi:

- Izdvajanje poljoprivrednih regija i njihov prikaz na zemljovidu Hrvatske
- Prikazati temeljne značajke podneblja, koje ga čine manje ili više povoljnim za uzgoj poljoprivrednog bilja
- Naznačiti najprimjereniji izbor usjeva i optimalne sustave uzgoja bilja za svaku poljoprivrednu regiju
- Utvrditi najrasprostranjenije tipove tala i prikazati njihovu pogodnost za uzgoj važnijih usjeva
- Ukazati na najpogodnije korištenje tala za uzgoj ratarskih usjeva, povrća i nasada vinove loze
- Temeljem izdvajanja poljoprivrednih regija i podregija stvoriti osnovu za stimuliranje najpovoljnijih proizvodnih programa, odnosno sustava gospodarenja - intenzivne, održive ili ekološke poljoprivrede



PANONSKA REGIJA

- *Istočno panonska podregija (P-1)*
- *Središnja panonska podregija (P-2)*
- *Zapadno panonska podregija (P-3)*
- *Sjeverozapadna panonska podregija (P-4)*

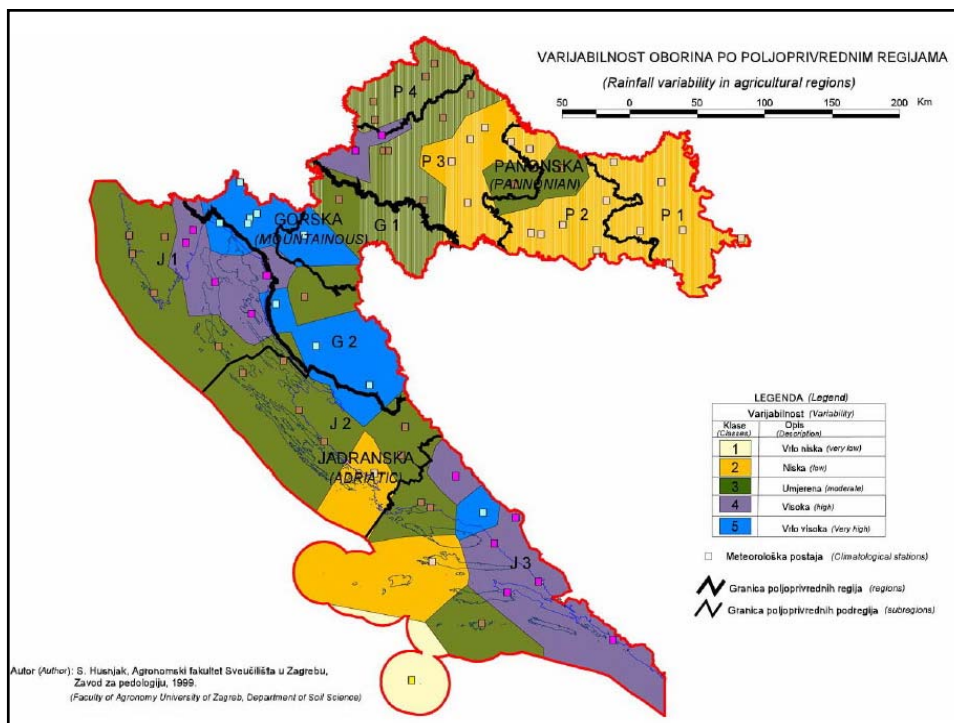
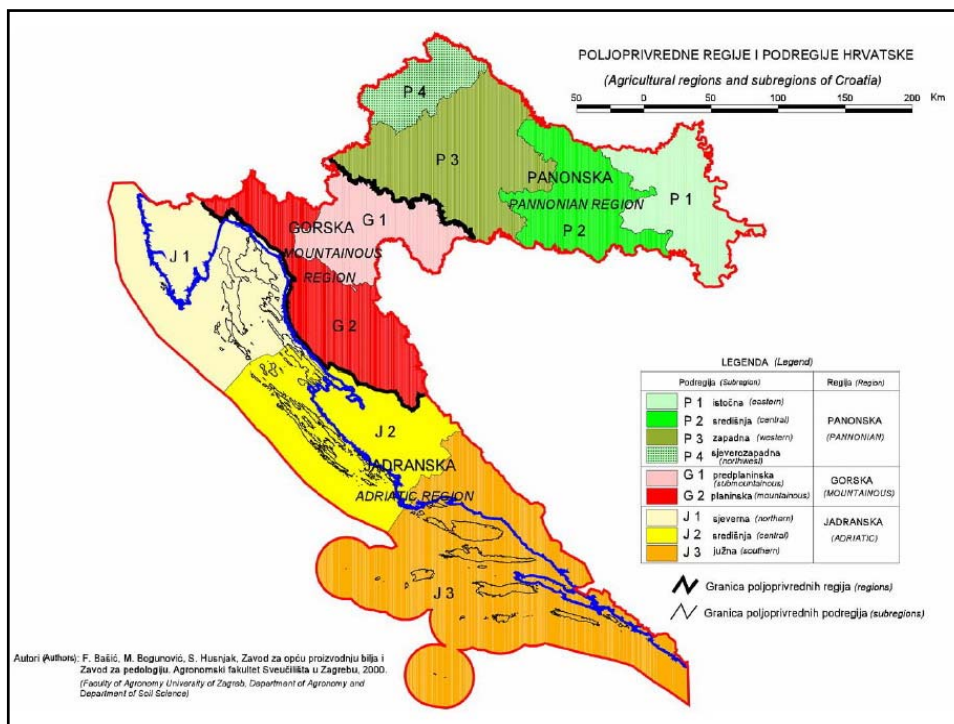
GORSKA REGIJA

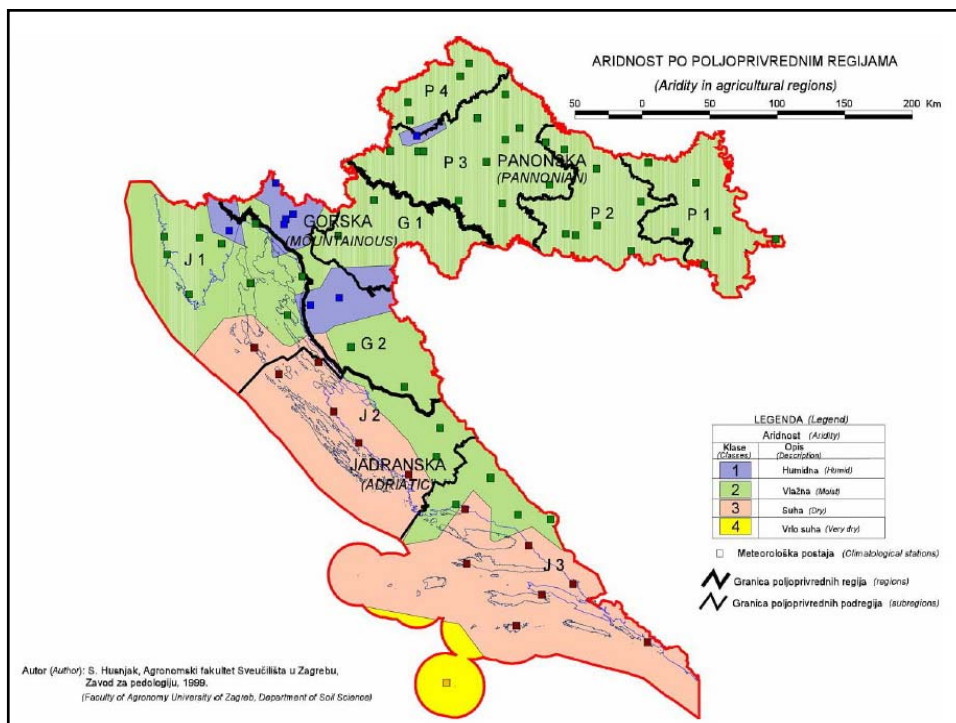
- *Predplaninska podregija (G-1)*
- *Planinska podregija (G-2)*

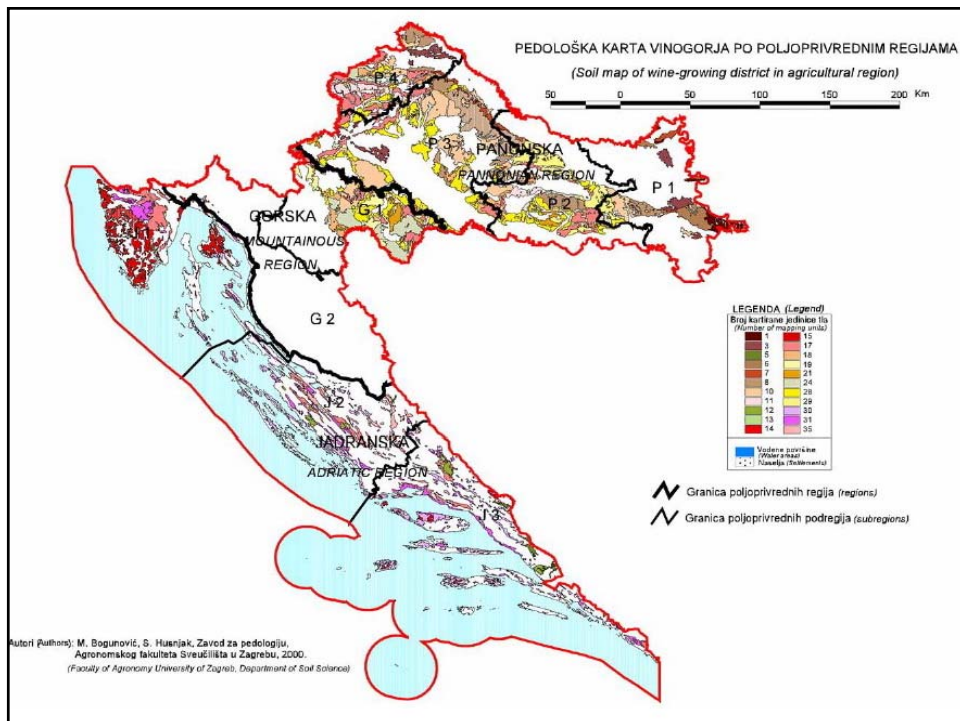
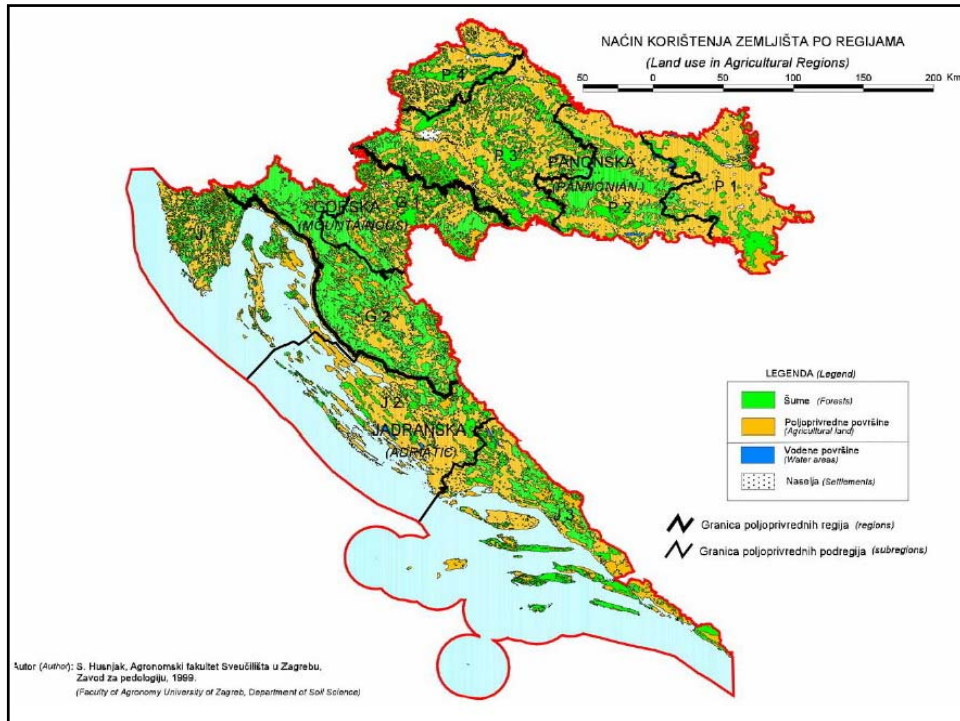
JADRANSKA REGIJA

- *Sjeverno jadranska podregija (J-1)*
- *Središnja jadranska podregija (J-2)*
- *Južno jadranska podregija (J-3)*











Hvala na pozornosti

