



Osnove agrometeorologije i agroklimatologije

Studijski program: Preddiplomski sveučilišni studij, Mediteranska poljoprivreda

Naziv predmeta: Agroekologija i agroklimatologija

Kod predmeta: MPO02

Status predmeta: obavezni

Nositelji predmeta: prof. dr. sc. Danijel Jug, doc. dr. sc. Gabriela Vuletin Selak, doc. dr. sc. Tomislav Radić

Tematska cjelina: Agroklimatologija

Vrsta izvođenja nastave: 20 sati predavanja; 5 sati seminara

Predavač na tematskoj cjelini: Prof. dr. sc. Danijel Jug



Osnovni meteorološki elementi u biljnoj proizvodnji:

Svjetlost



Toplina



Voda

Zrak

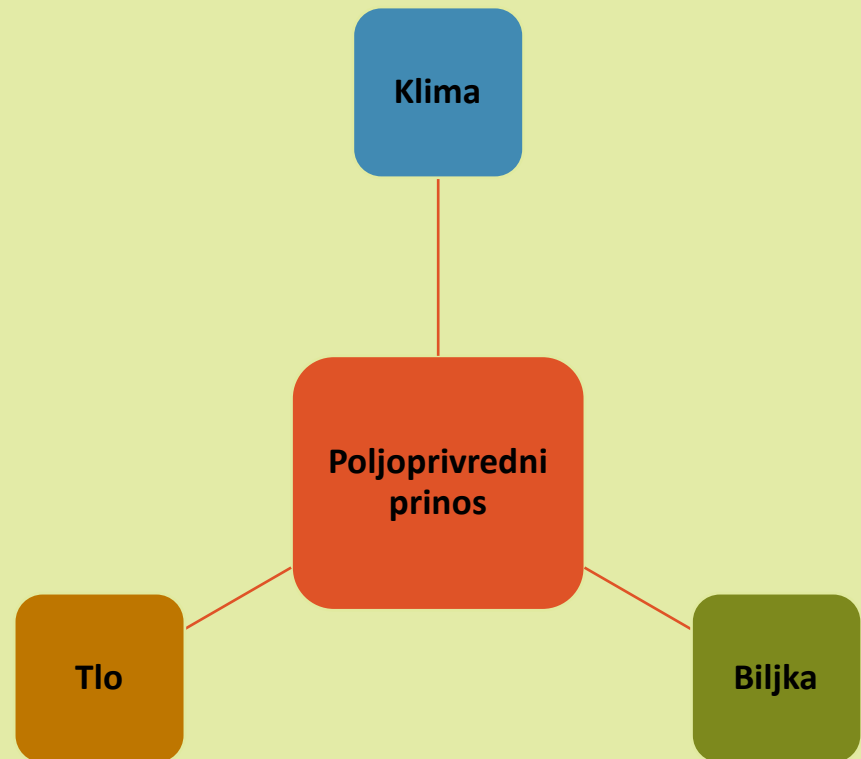


Agrometeorologija – znanost koja se bavi proučavanjem meteoroloških elemenata, pojava i procesa na poljoprivredne kulture

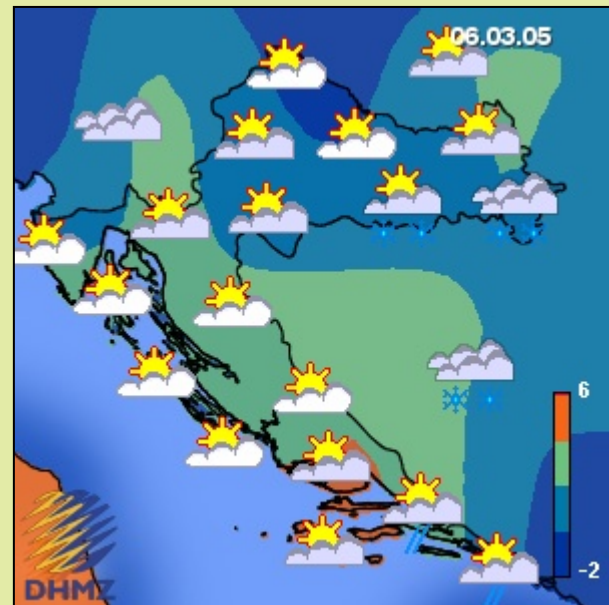
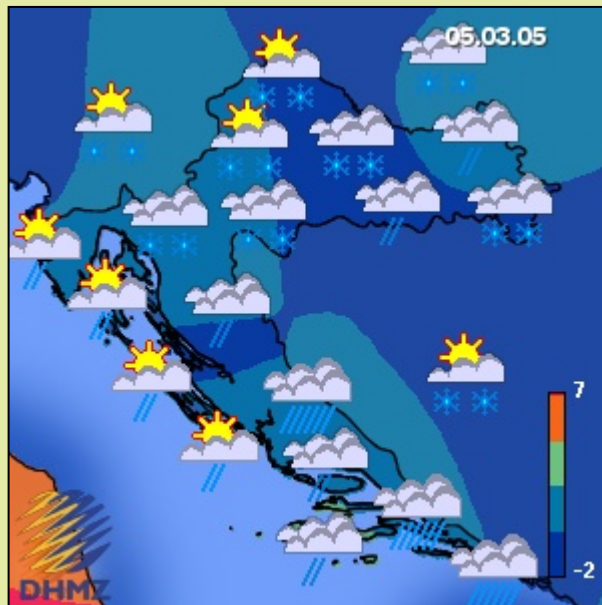
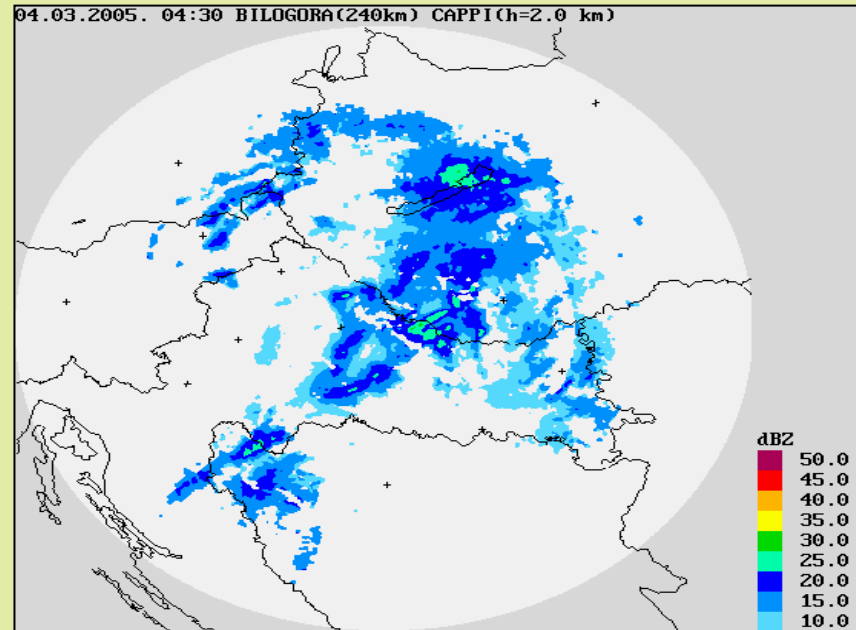
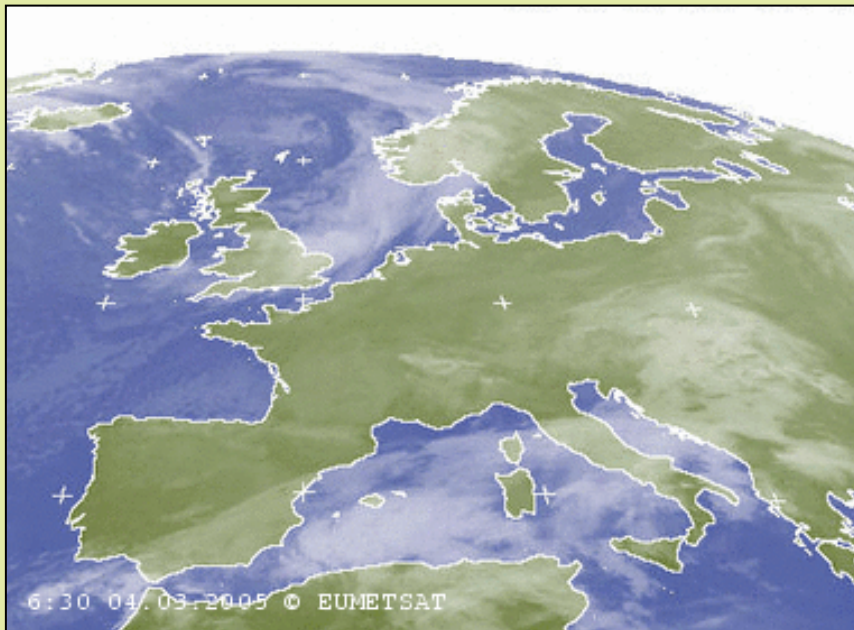
Vrijeme - ukupnost atmosferskih pojava i stanja atmosfere u određenom trenutku na određenom mjestu (odnosno trenutno stanje atmosfere)

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

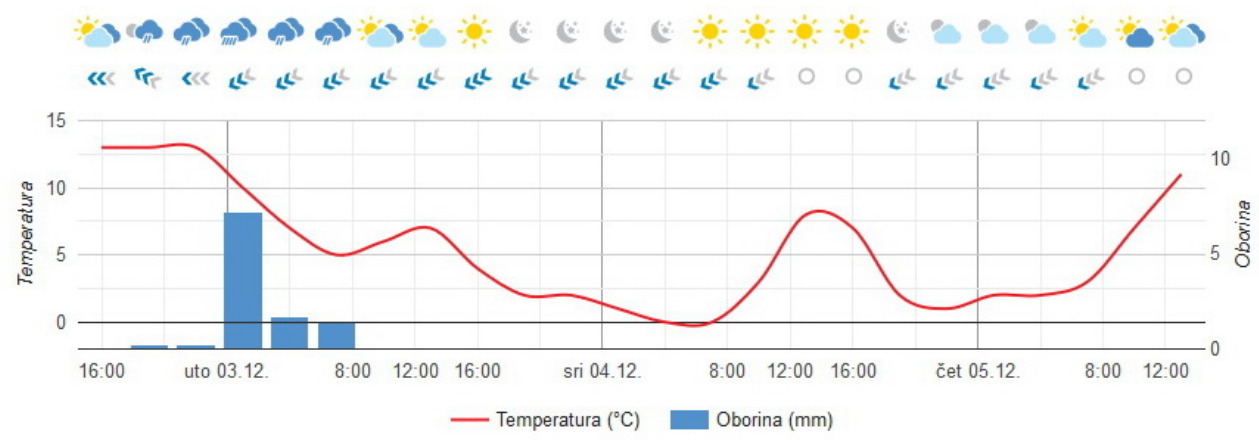


Vrijeme: ukupnost atmosferskih pojava i stanja atmosfere u određenom trenutku na određenom mjestu



Prognoza 3 dana za Hrvatsku

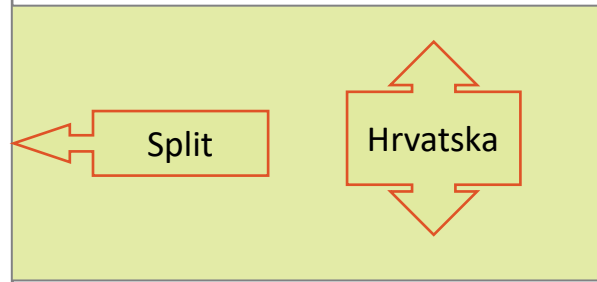
Odaberite



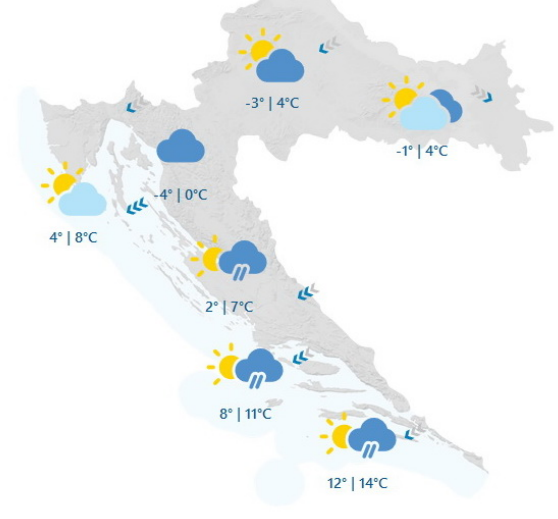
Split [preuzmite meteogram i tablicu](#)

	1:00	4:00	7:00	10:00	13:00	16:00	19:00	22:00
Ponedjeljak 02.12.2019.								
						13 °C	13 °C	13 °C
Utorak 03.12.2019.								
	10 °C	7 °C	5 °C	6 °C	7 °C	4 °C	2 °C	2 °C
Srijeda 04.12.2019.								
	1 °C	0 °C	0 °C	3 °C	8 °C	7 °C	2 °C	1 °C
Četvrtak 05.12.2019.								
	2 °C	2 °C	3 °C	7 °C	11 °C			

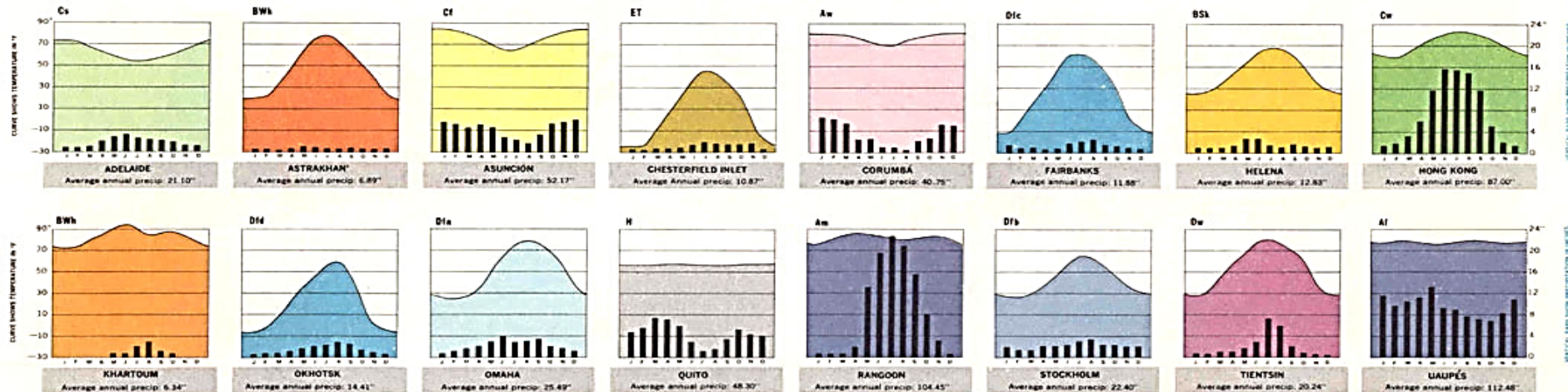
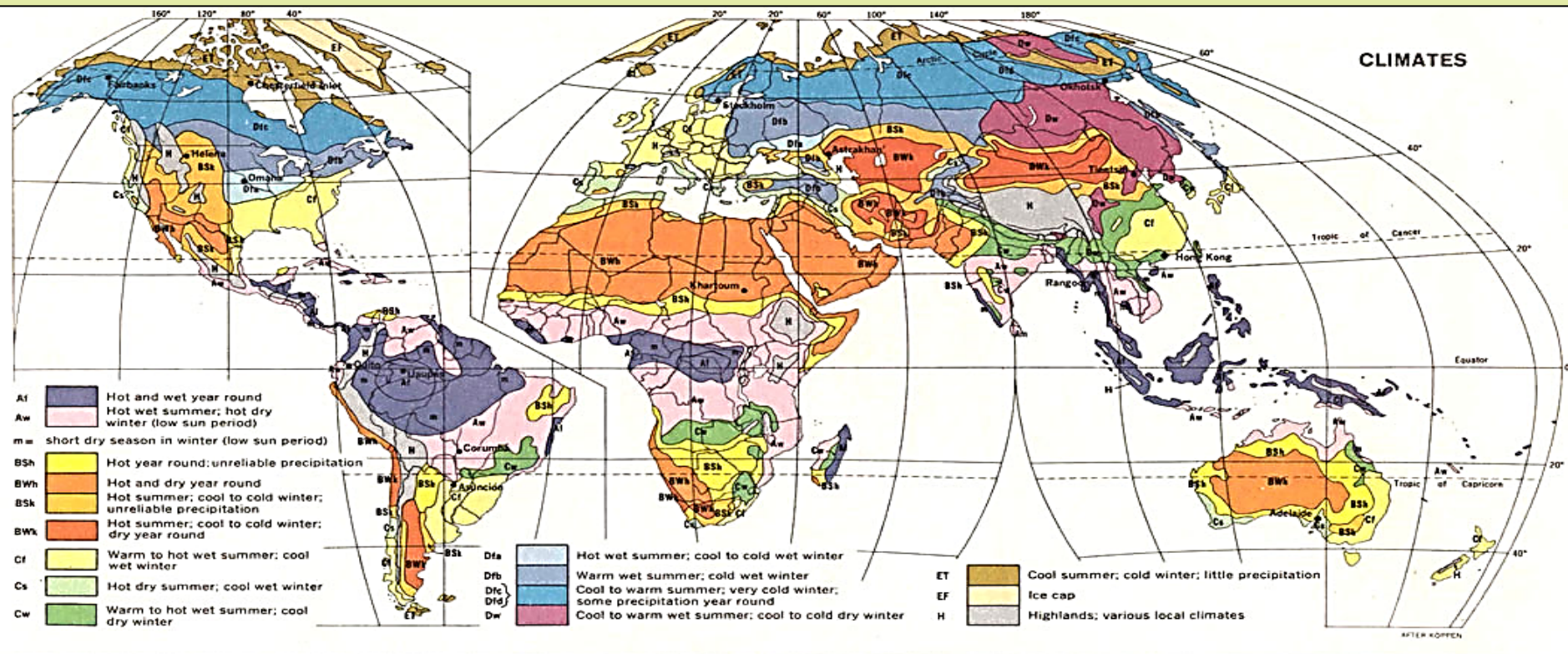
Danas, 02.12.2019.

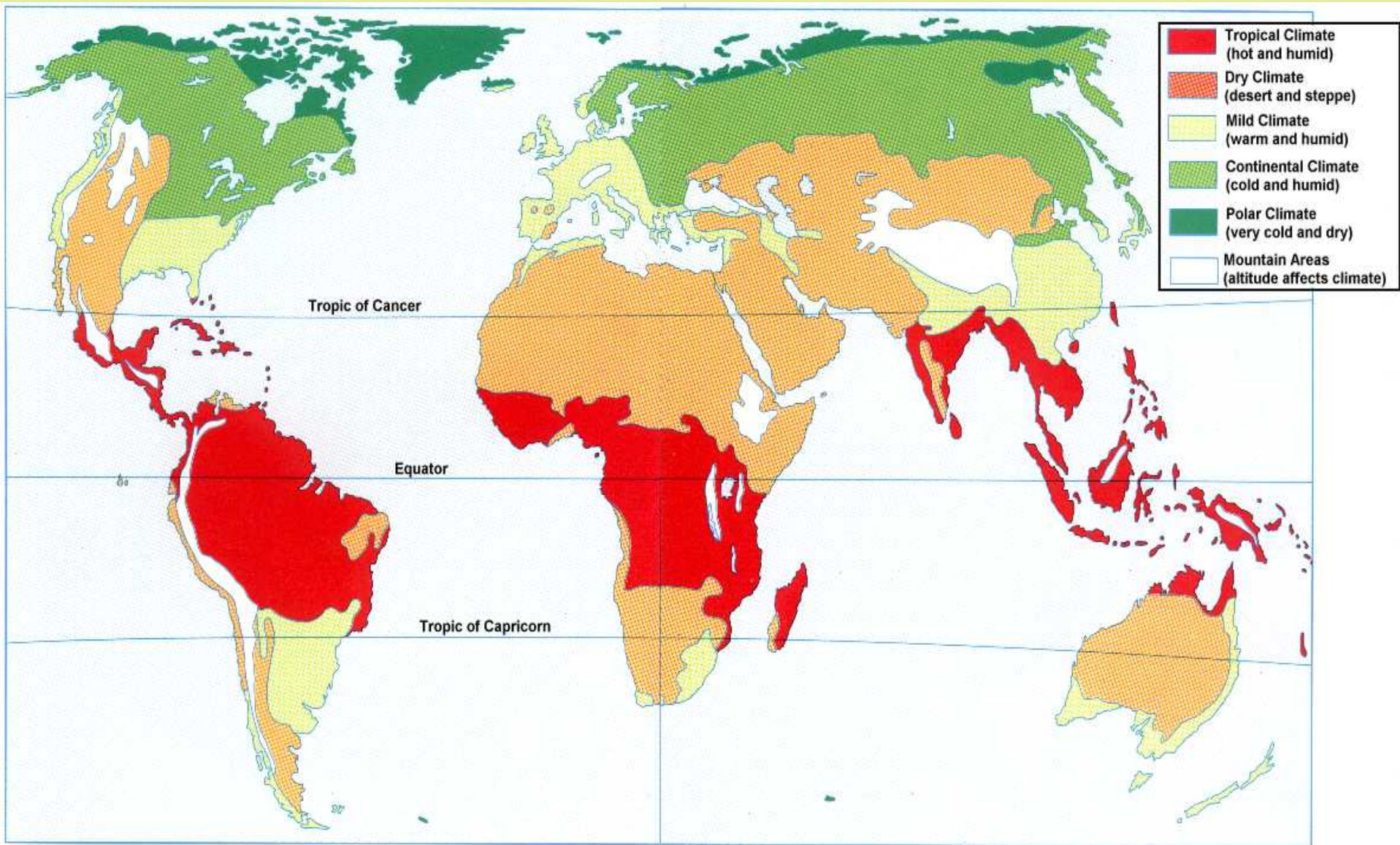


Sutra, 03.12.2019.



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

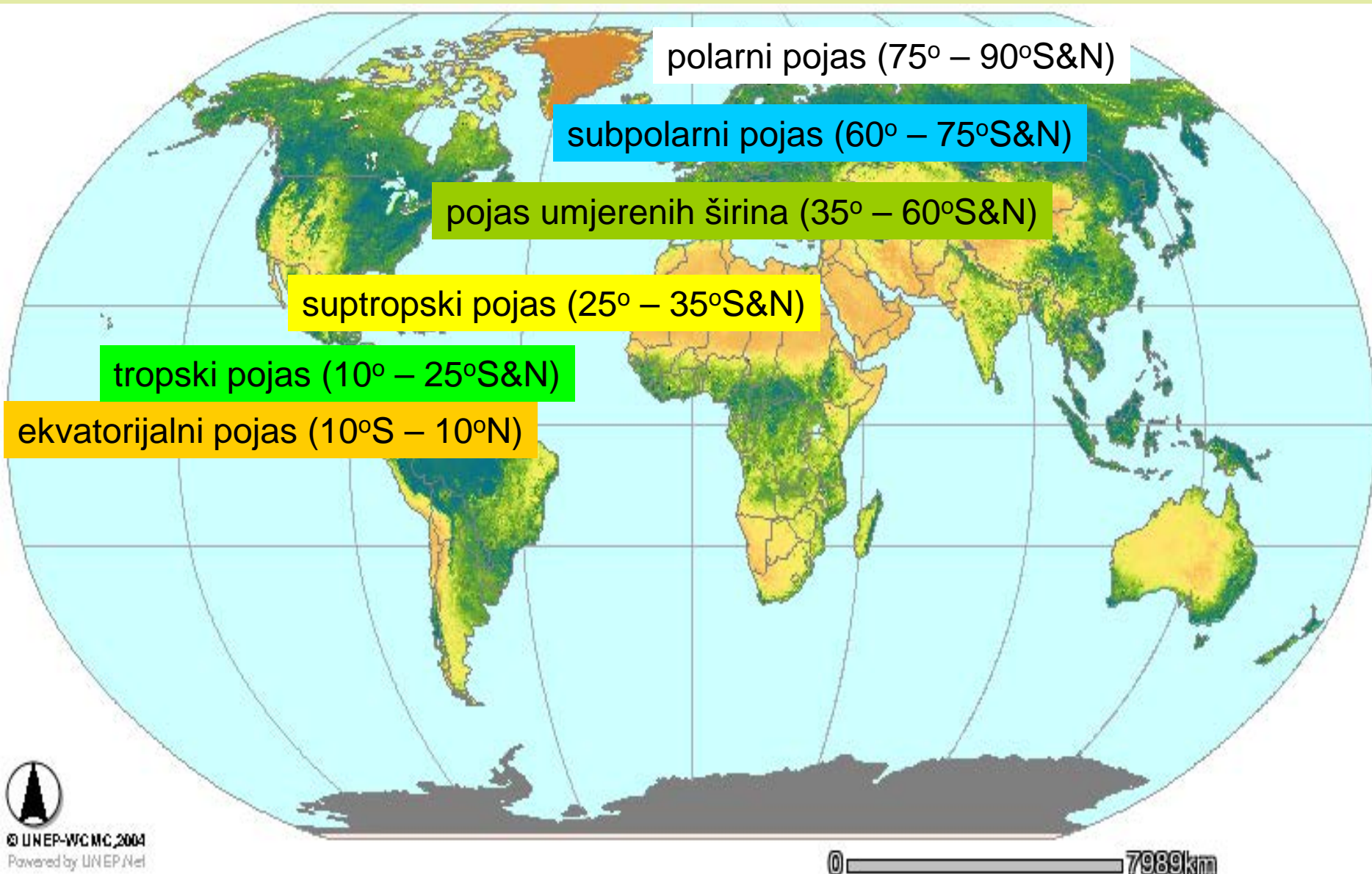




- Vrijeme ima direktan utjecaj na biljni i životinjski svijet, kao i na biljnu i životinjsku proizvodnju
- Vanjski utjecaji na biljku su: meteorološki, geomorfološki, edafski, biotski
- Na klimu danas možemo najmanje djelovati, zato se ona javlja kao dominantan faktor poljoprivredne proizvodnje >>>> **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



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

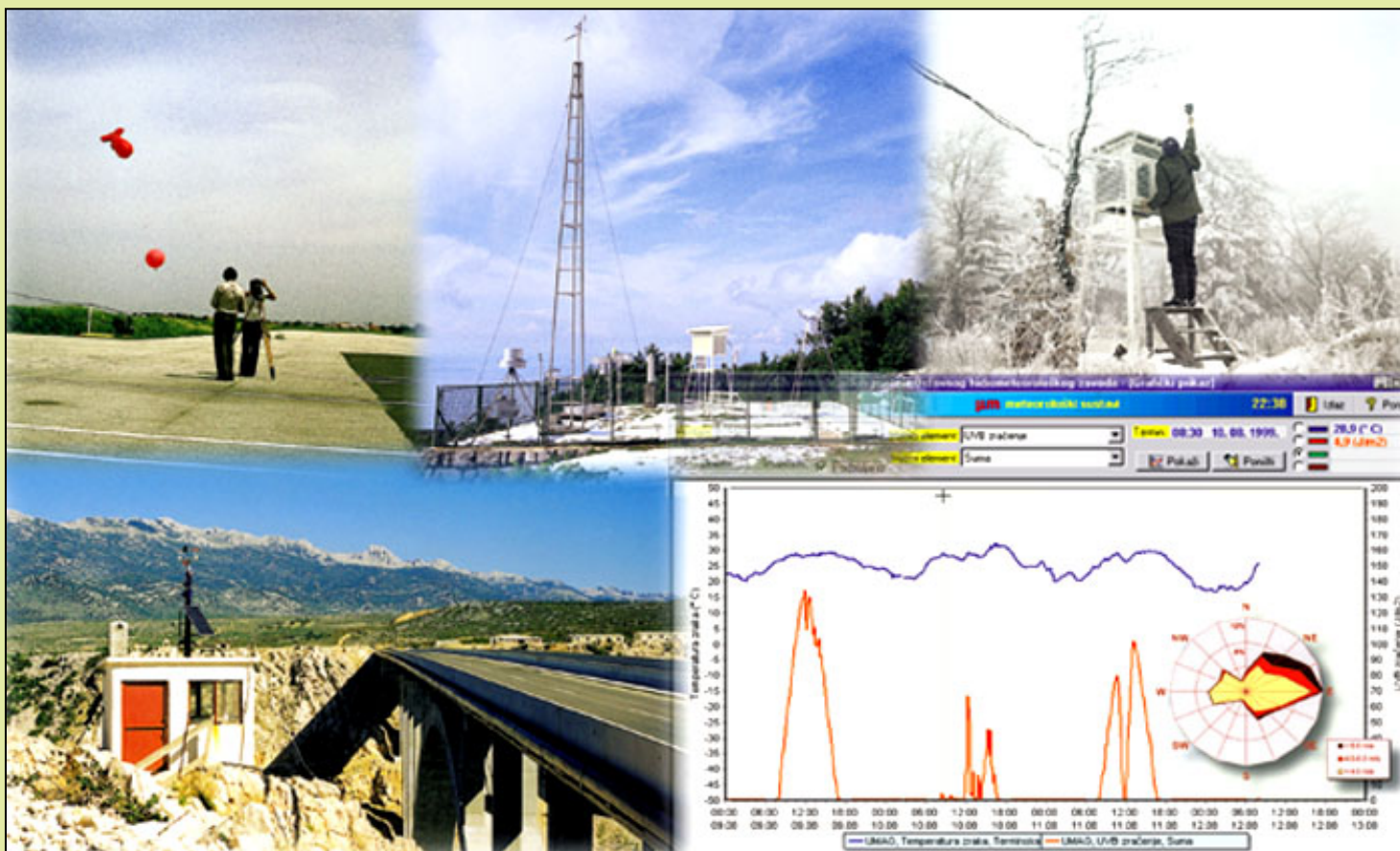


Ustroj meteorološke službe:

- **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

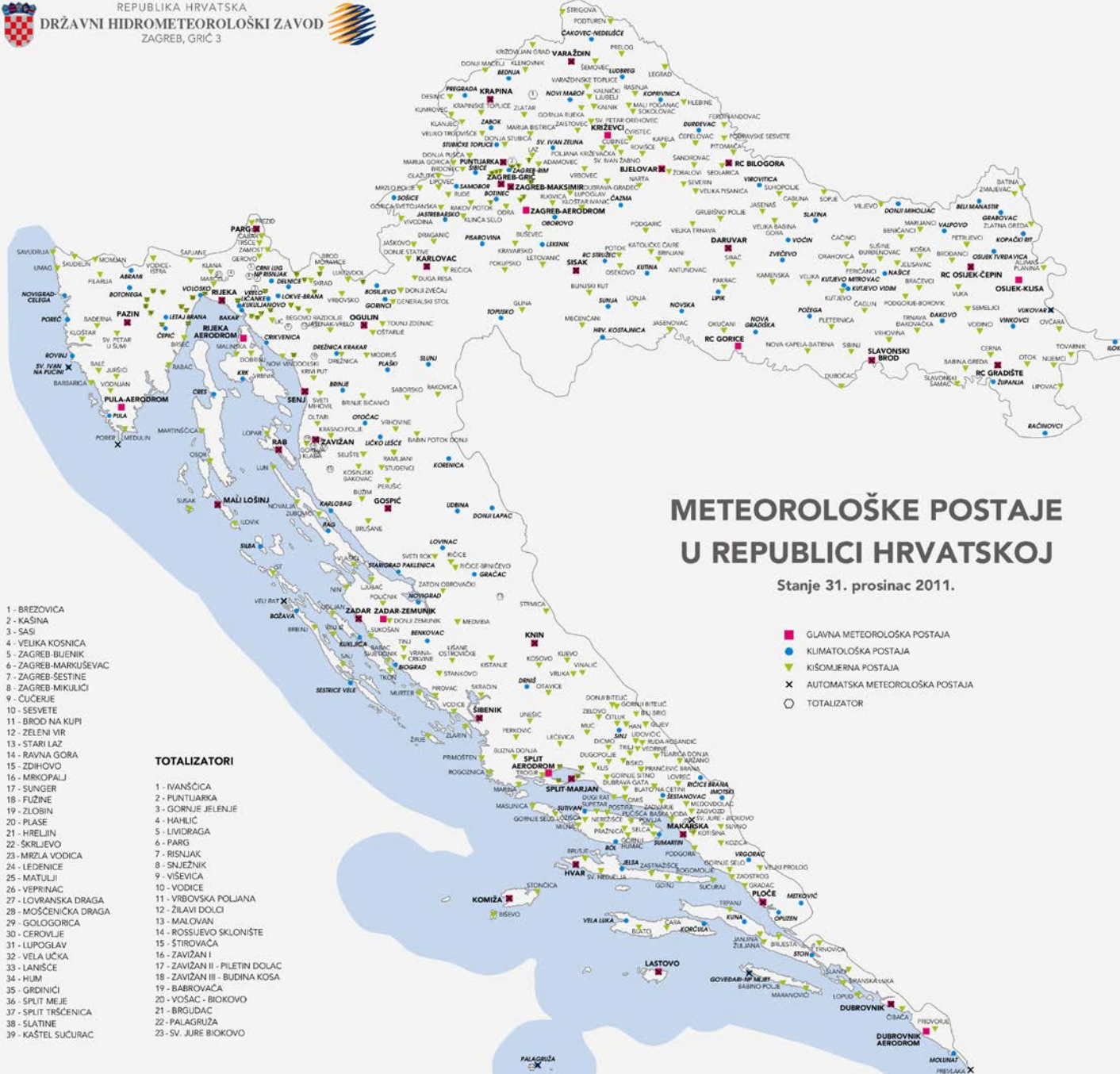
- stacionarne
- mobilne



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)





METEOROLOŠKE POSTAJE U REPUBLICI HRVATSKOJ

Stanje 31. prosinac 2011.

- GLAVNA METEOROLOŠKA POSTAJA
- ▲ KLIMATOLOŠKA POSTAJA
- KISIJEMERNA POSTAJA
- X AUTOMATSKA METEOROLOŠKA POSTAJA
- TOTALIZATOR

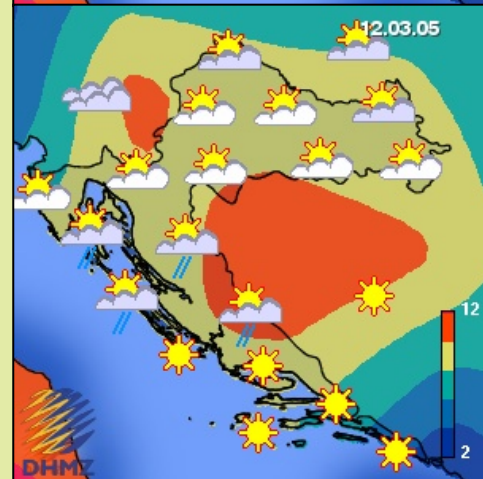
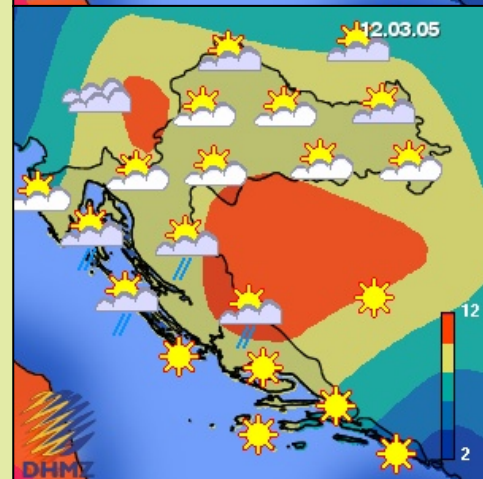
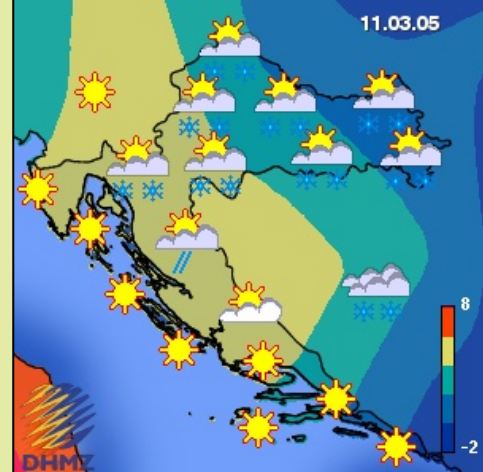
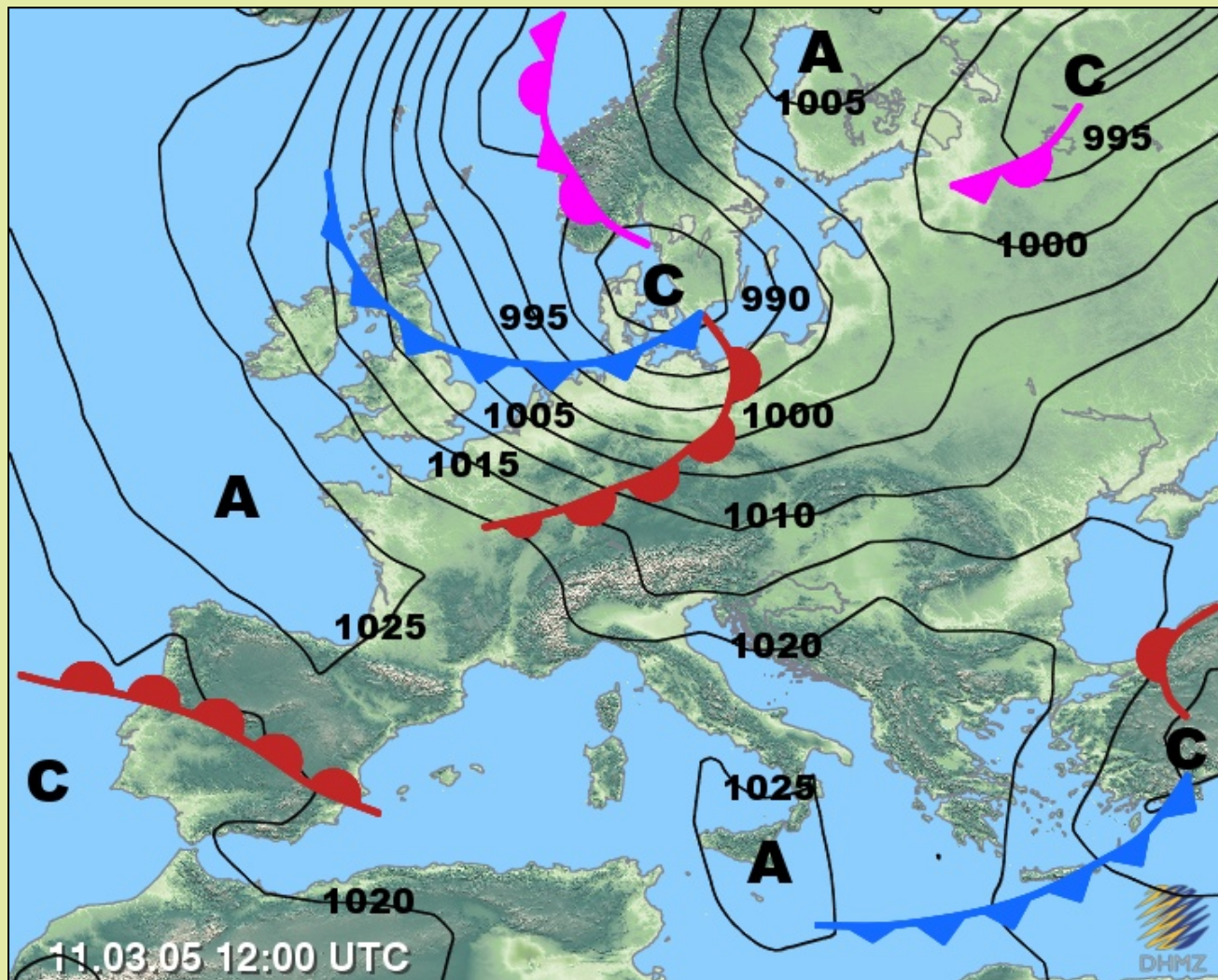
- 1 - BREZOVICA
- 2 - KAŠINA
- 3 - SASI
- 4 - VELIKA KOSNICA
- 5 - ZAGREB-BUJENIK
- 6 - ZAGREB-MARKUŠEVAC
- 7 - ZAGREB-SESTINE
- 8 - ZAGREB-MIKULIĆI
- 9 - ČUČERJE
- 10 - SESETVE
- 11 - BROD NA KUPI
- 12 - ZELENI VIR
- 13 - STARI LAZ
- 14 - RAVNA GORA
- 15 - ZDIHOVO
- 16 - MRKOPALJ
- 17 - SUNGER
- 18 - FUŽINE
- 19 - ZLOBIN
- 20 - PLASE
- 21 - HRELJIN
- 22 - SKRLJEVO
- 23 - MRZLA VODICA
- 24 - LEDNICE
- 25 - MATULJI
- 26 - VEPRINAC
- 27 - LOVRANSKA DRAGA
- 28 - MOŠČENIČKA DRAGA
- 29 - GOLOGORICA
- 30 - CEROVLJE
- 31 - LUPOGLAV
- 32 - VELA UČKA
- 33 - LANŠĆE
- 34 - HUM
- 35 - GRDINČI
- 36 - SPLIT MEJE
- 37 - SPLIT TRŠČENICA
- 38 - SLATINE
- 39 - KAŠTEL SUĆURAC

- TOTALIZATORI**
- 1 - IVANŠČICA
 - 2 - FUNTLJARKA
 - 3 - GORNJE JELENJE
 - 4 - HAHLIC
 - 5 - LIVIDRAGA
 - 6 - PARG
 - 7 - BINSJAK
 - 8 - SNEŽNIK
 - 9 - VIŠEVICA
 - 10 - VODICE
 - 11 - LOVRANSKA POLJANA
 - 12 - ŽILAVI DOLCI
 - 13 - MALOVAN
 - 14 - ROSSIJEVO SKLONIŠTE
 - 15 - STIROVAČA
 - 16 - ZAVIJANI I
 - 17 - ZAVIJANI II - PILETIN DOLAC
 - 18 - ZAVIJANI III - BUDINA KOSA
 - 19 - BABROVAČA
 - 20 - VOŠAC - BIKOVO
 - 21 - BRGDUAC
 - 22 - PALAGRUŽA
 - 23 - SV. JURE BIKOVO



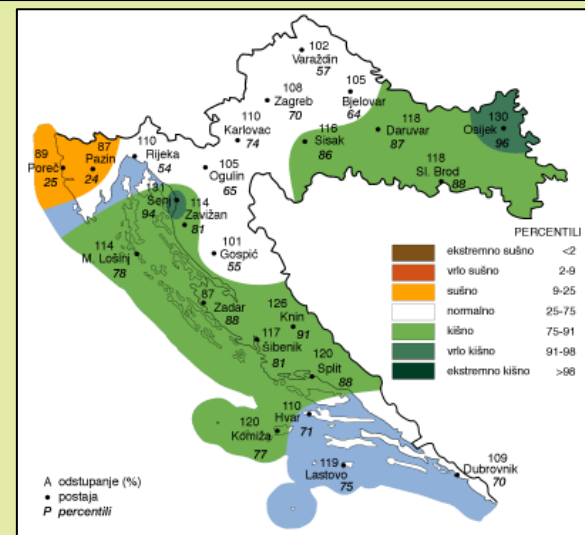
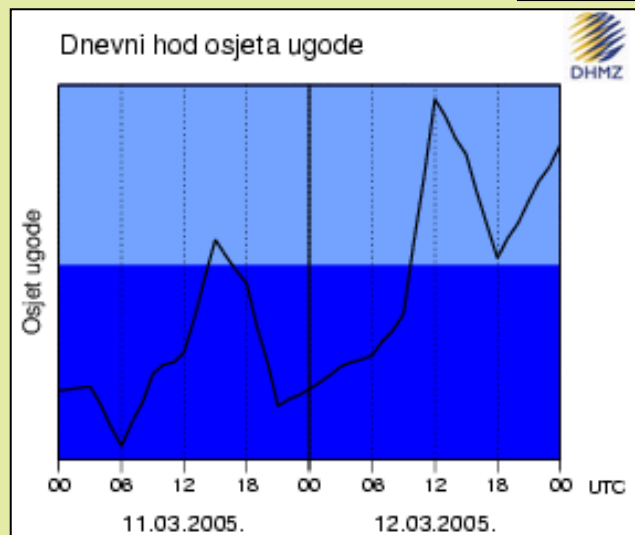
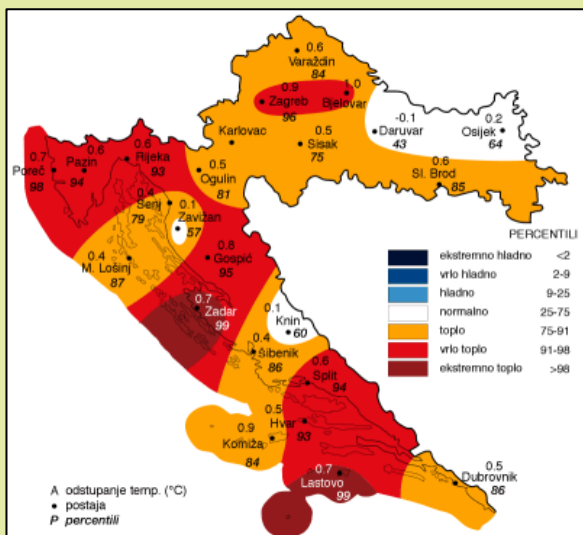
Prognoza vremena:

- vrlo kratkoročna (do 12 sati; *nowcasting* do 3 sata)
- kratkoročna (do tri dana unaprijed)
- srednjoročna (do deset dana unaprijed)
- dugoročna (dulje od deset dana, mjesečne i sezonske)



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:

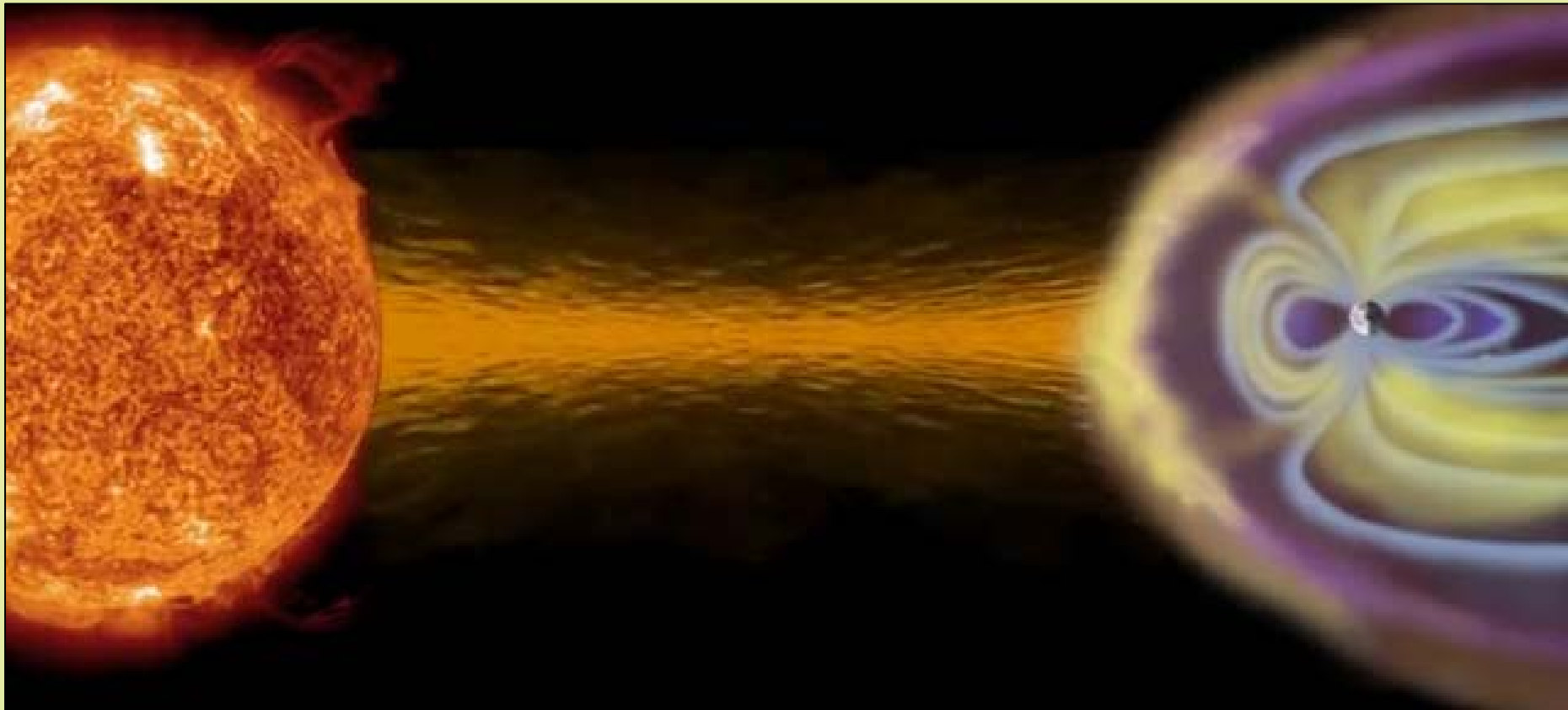
- Svjetlo
- Toplina

$T(\text{Fotosfera})=6\ 000\ \text{K}$

$T(\text{Centar})=15 \times 10^6\ \text{K}$

Prosječna temperatura

Zemlje = $14\ ^\circ\text{C}$



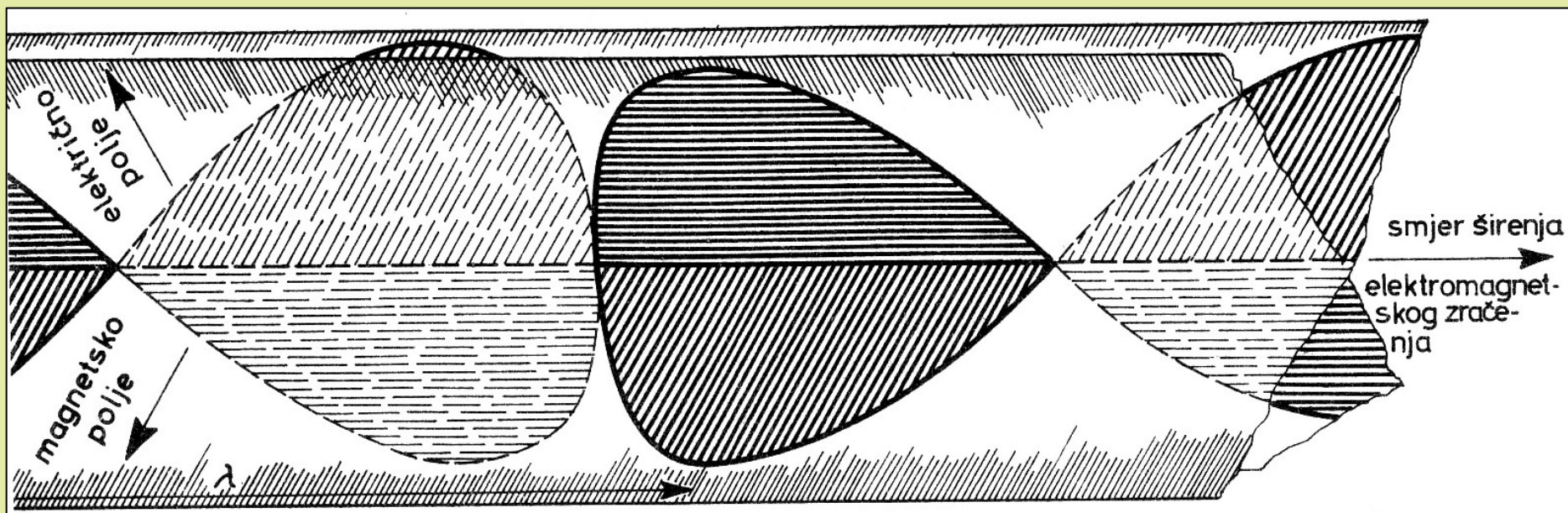
Sunčevo zračenje:

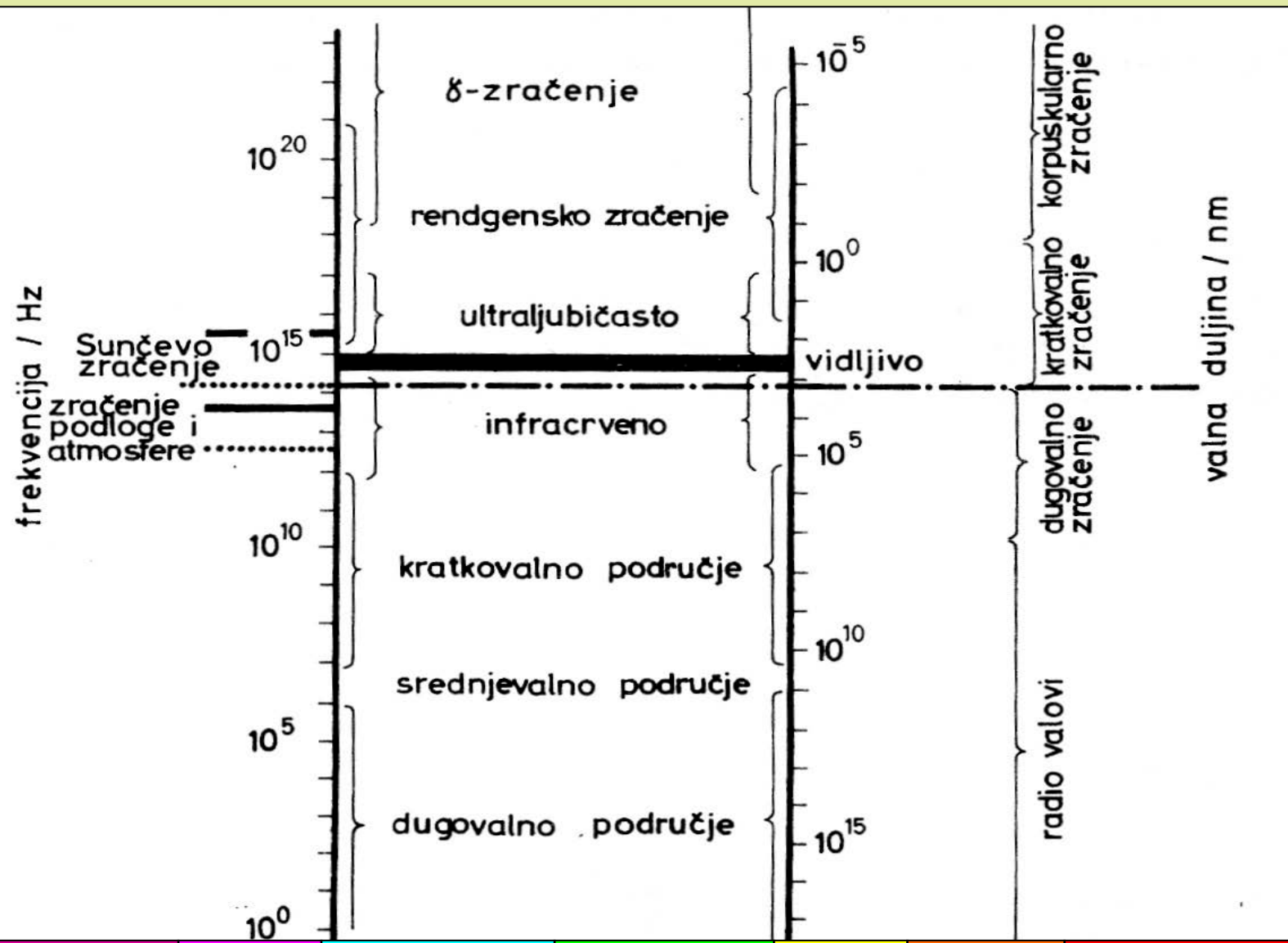
1) Korpuskularno (čestično):

- čestice izbačene iz fotosfere brzinama ($v_{2\text{ SUNCE}}=620\text{ km/s} \leftarrow v_{2\text{ ZEMLJA}}=11.2\text{ km/s}$)
- 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

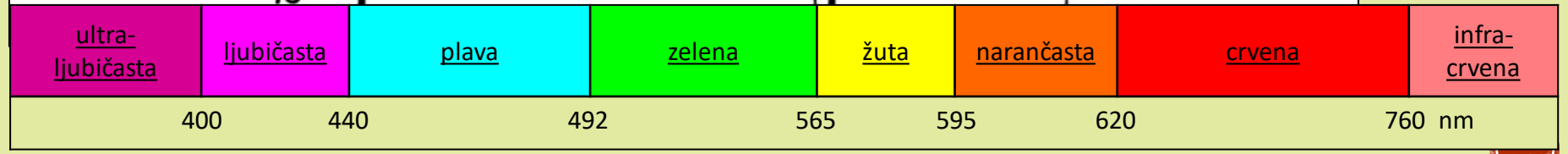
2) Elektromagnetno

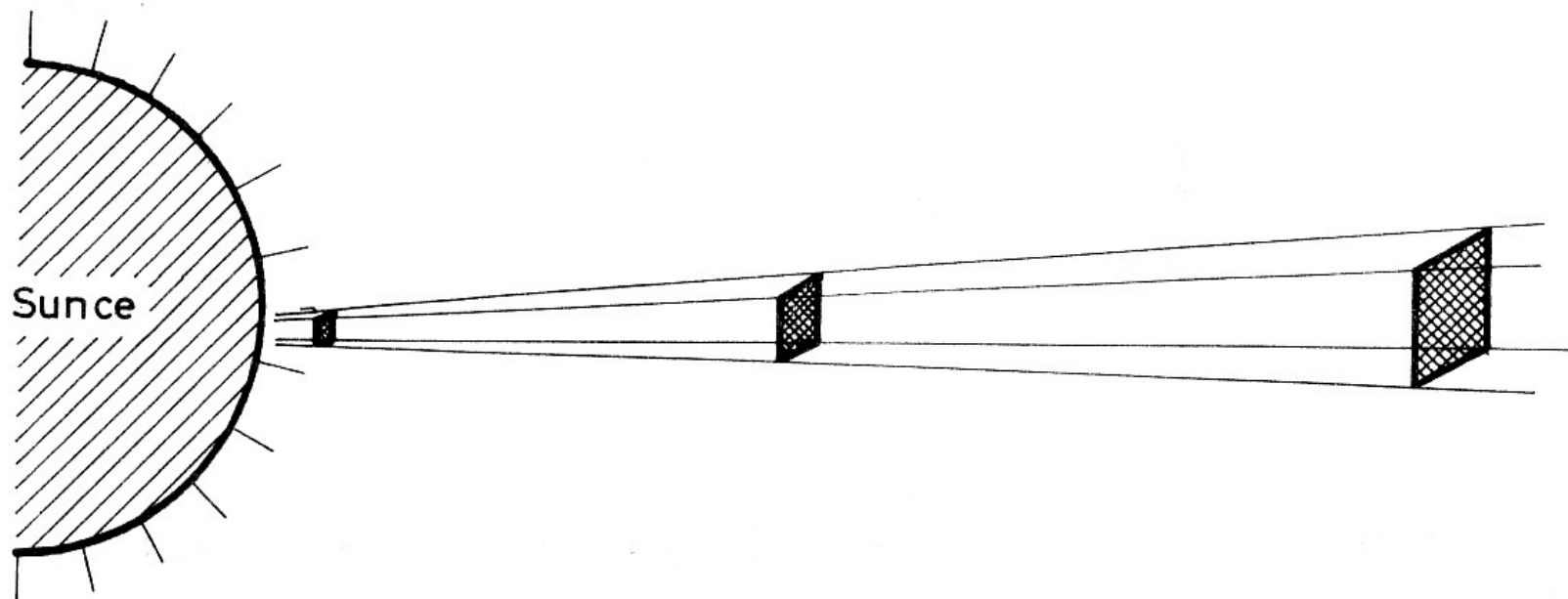
- posljedica titranja elektromagnetskog polja
- neprekidno, uglavnom iste snage i stalne brzine zračenja
- granična $\lambda=4\mu\text{m}$ između kratko- i dugovalnog zračenja





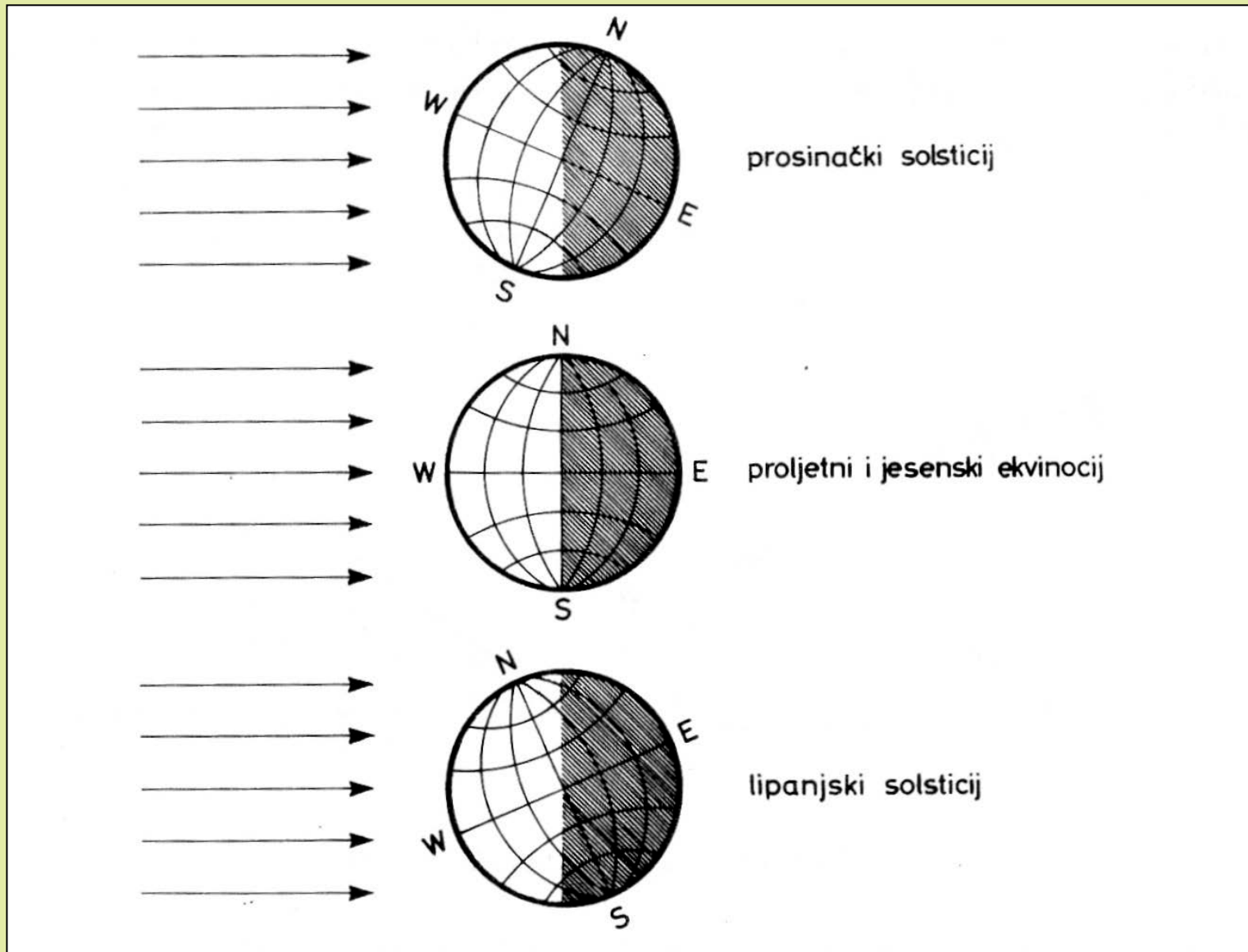
Spektar zračenja prema valnim duljinama i frekvencijama





Gustoća toka energije smanjuje se s porastom udaljenosti od izvora





Na sjevernoj hemisferi:

Solsticij = suncostaj, prvi dan zime (21. prosinca) i ljeta (21. lipnja)

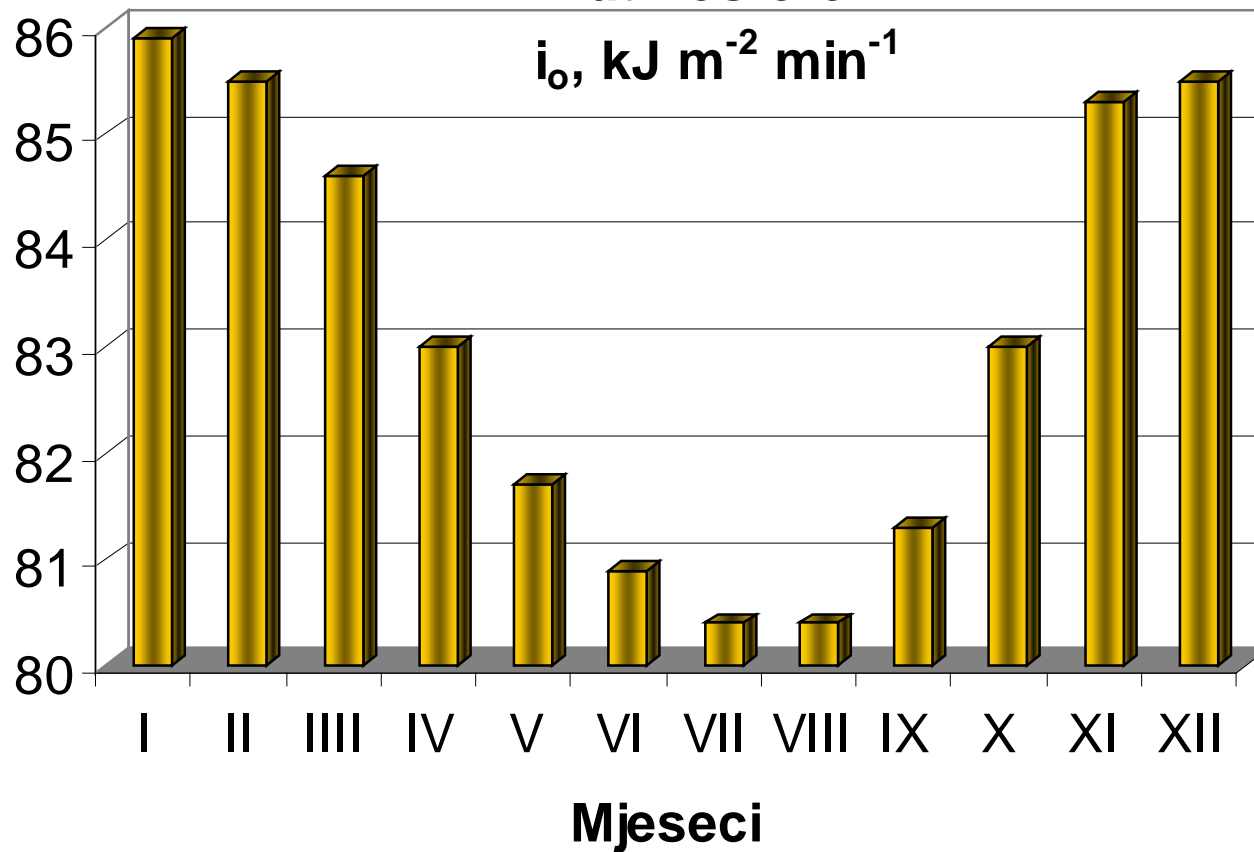
Ekvinocij = ravnodnevnica, prvi dan proljeća (21. ožujka) i jeseni (23. rujna)



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;

$$I_0 = 1.37 \text{ kW m}^{-2} = 82 \text{ kJ min}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

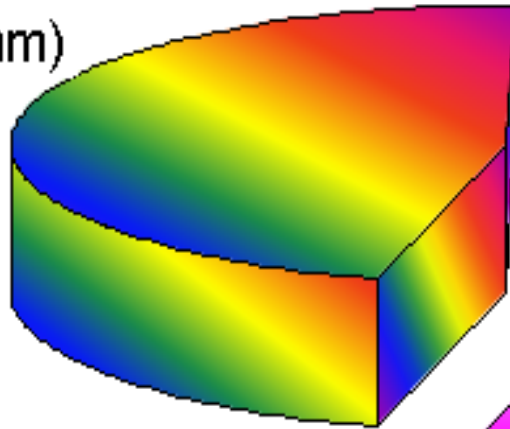
Doznačena Sunčeva energija na rubu Zemljine atmosfere



Raspodjela doznačene Sunčeve energije

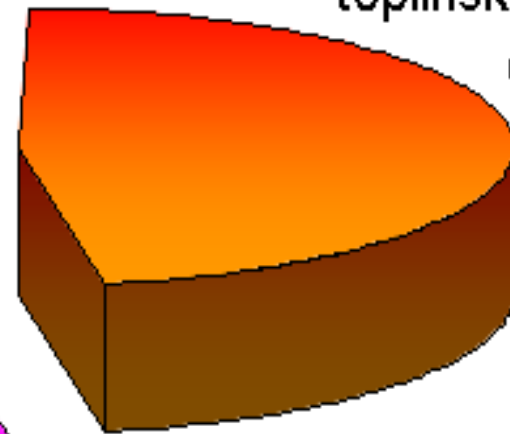
vidljivi spektar
(400-760 nm)

46%

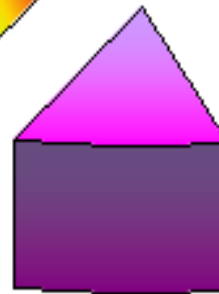


toplinski spektar (IR)
(>760 nm)

47%



7%

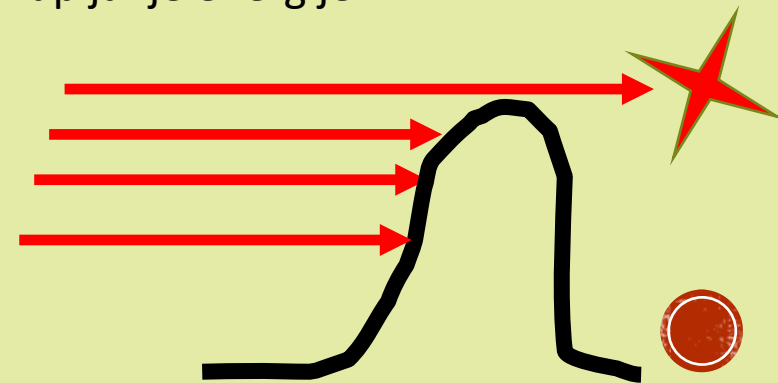


ultraljubičasti (UV) spektar
(200-400 nm)

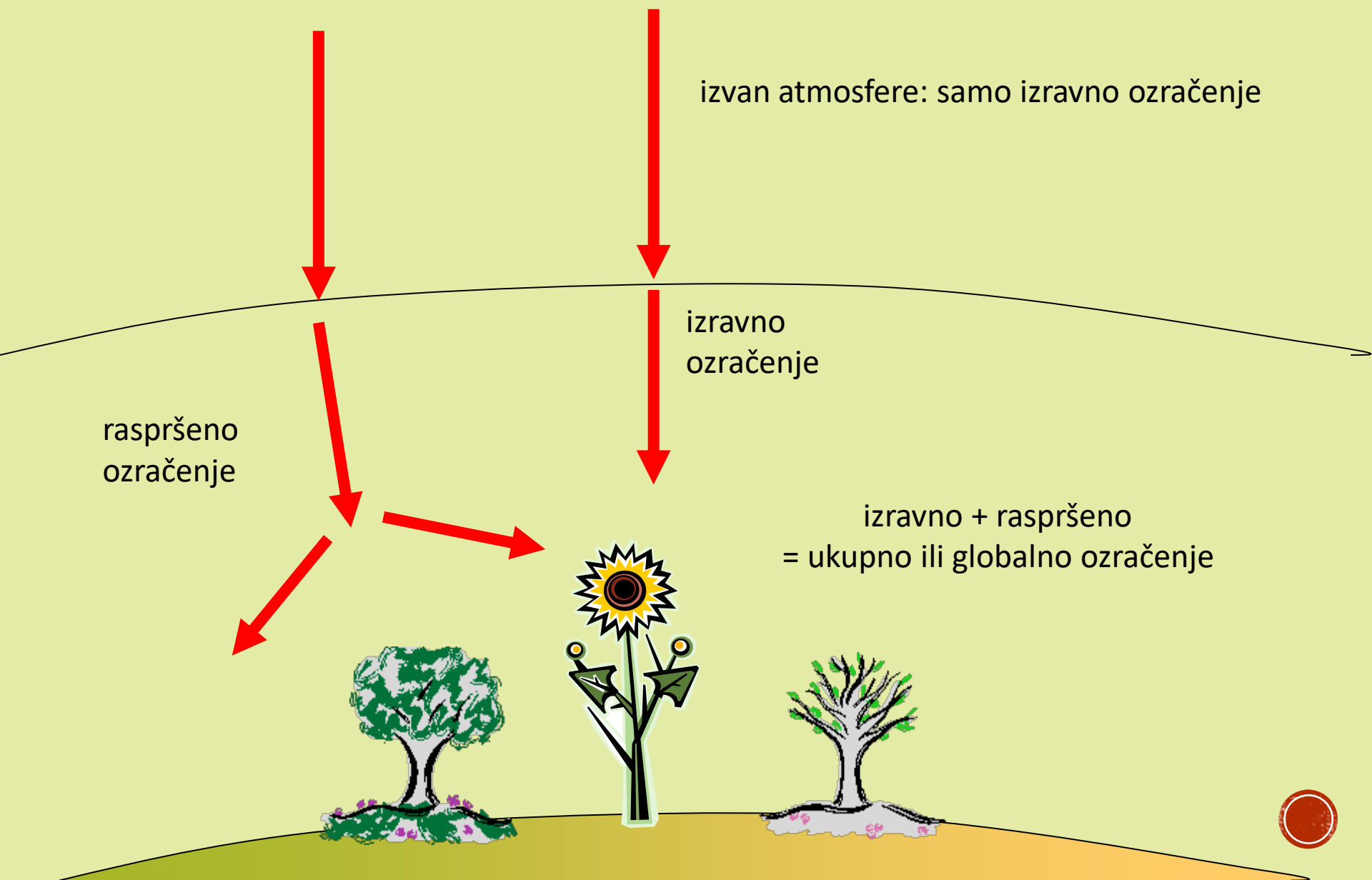
Atmosfera → plinovi → Raspršivanje i upijanje energije

ozračenje:

- izravno ili direktno
- raspršeno ili difuzno ili zračenje neba



Sunčevo ozračenje na Zemljinoj površini



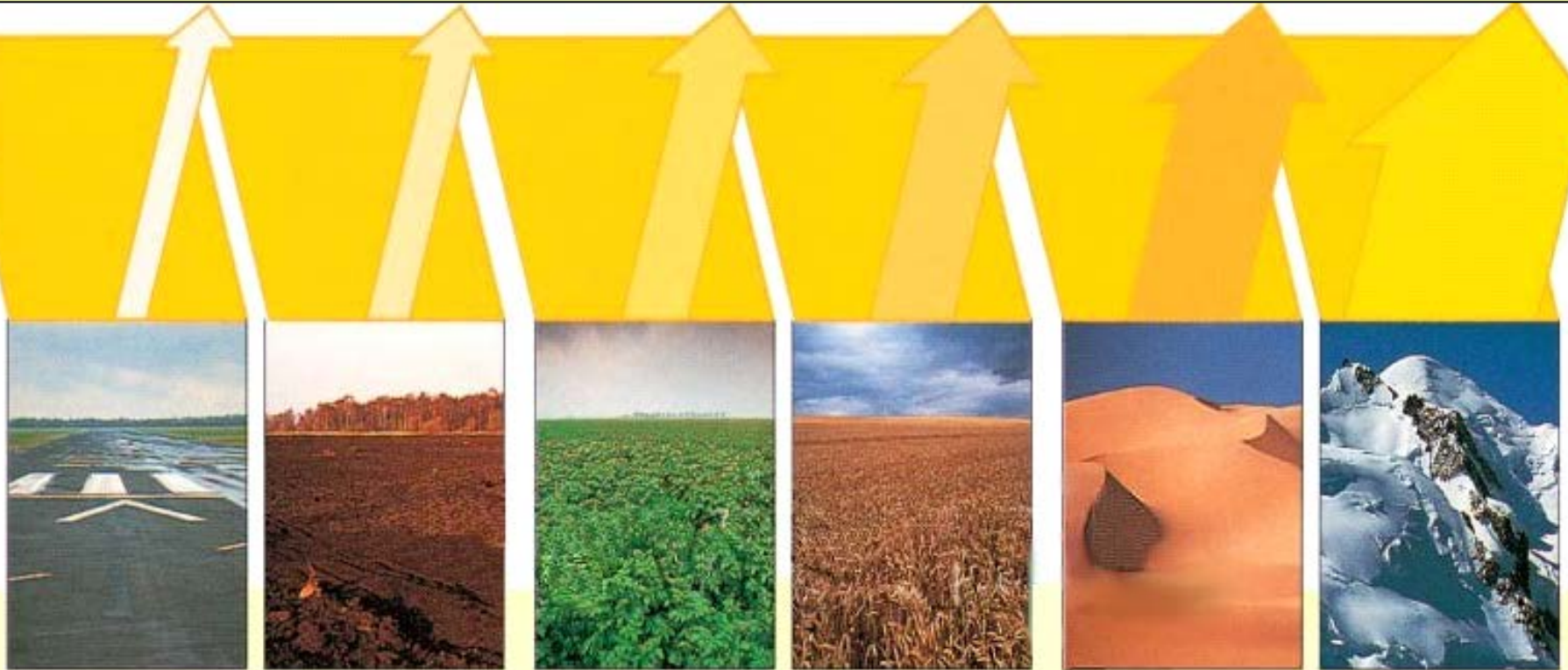
izvan atmosfere: samo izravno ozračenje

izravno ozračenje

raspršeno ozračenje

izravno + raspršeno = ukupno ili globalno ozračenje

$$\text{albedo} = \frac{\text{odbijeno zračenje}}{\text{upadno zračenje}} \times 100$$



Very low albedo

Black, tarred
airstrip absorbs
heat

5%
reflectance

Low albedo

Uncultivated field
with dark soil and
rough surface

5-10%
reflectance

Low-medium albedo

Cultivated field of
green plants and
uniform surface

15-30%
reflectance

High-medium albedo

Field of rust/red plants
(grain) with flat surface

20-40%
reflectance

High albedo

Light coloured
desert
flat surface

40-60 %
reflectance

Very high albedo

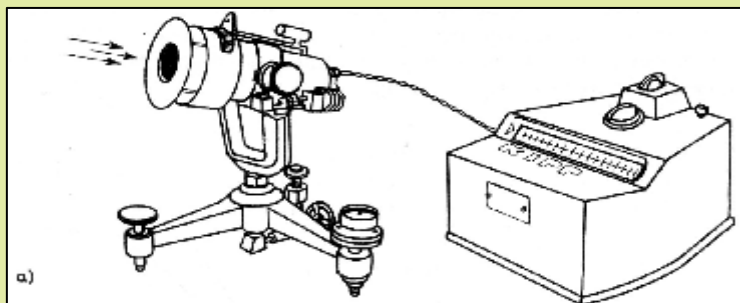
Shiny surfaces
at higher
altitudes

70-85 %
reflectance

Što se više energije odbije, manje je ostaje za grijanje Zemljine površine

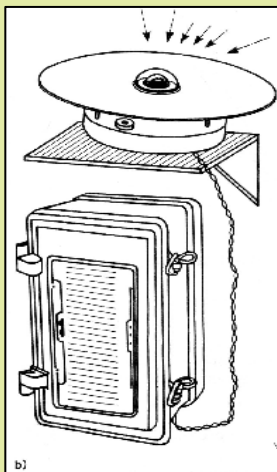


Mjerenje Sunčeva ozračenja, osunčavanja i osvjetljenja



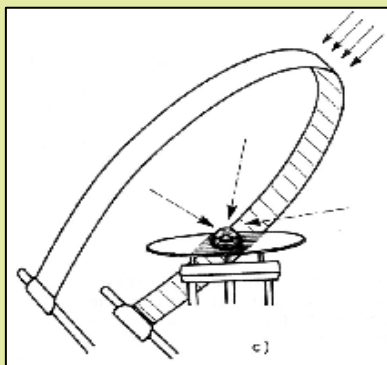
Pirheliometar:

- mjeri izravno ozračenje
- usmjeriti detektor prema Suncu



Piranometar:

- mjeri ukupnu (=izravnu + difuznu) energiju zračenja



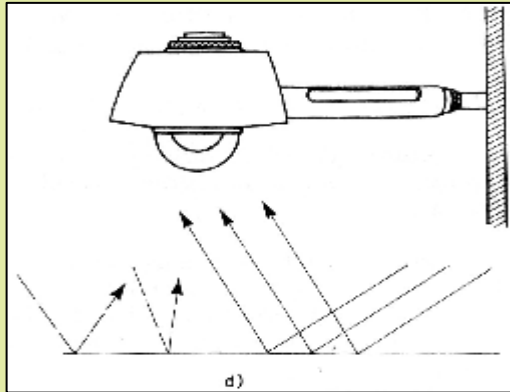
Difuzometar:

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



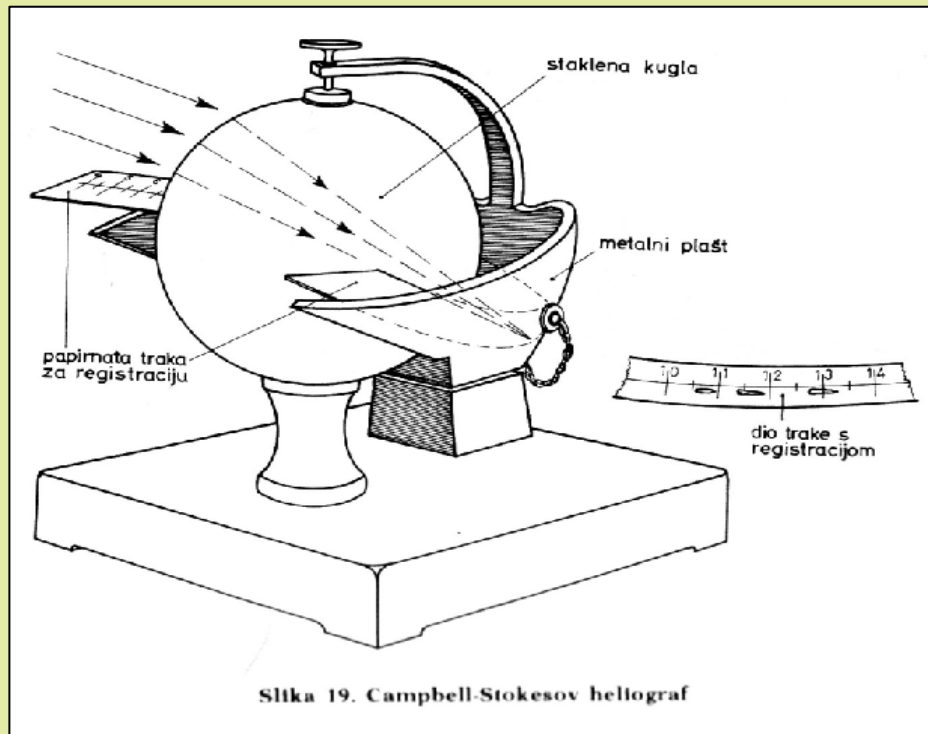
Albedometar:

- za mjerenje albeda (odbijenog Sunčevog zračenja)



Luksmetar:

- mjeri osvjetljenje (ukupno globalno)



Heliograf:

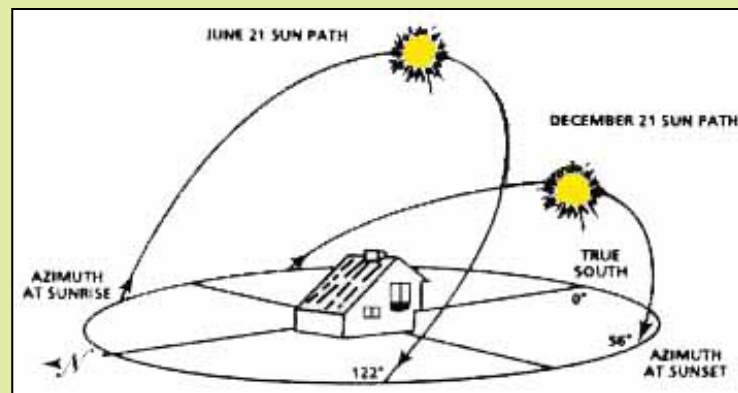
- za mjerenje trajanja insolacije



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 bjelančevina (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 fotonastiju – okretanje biljke prema Suncu (Suncokret)



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

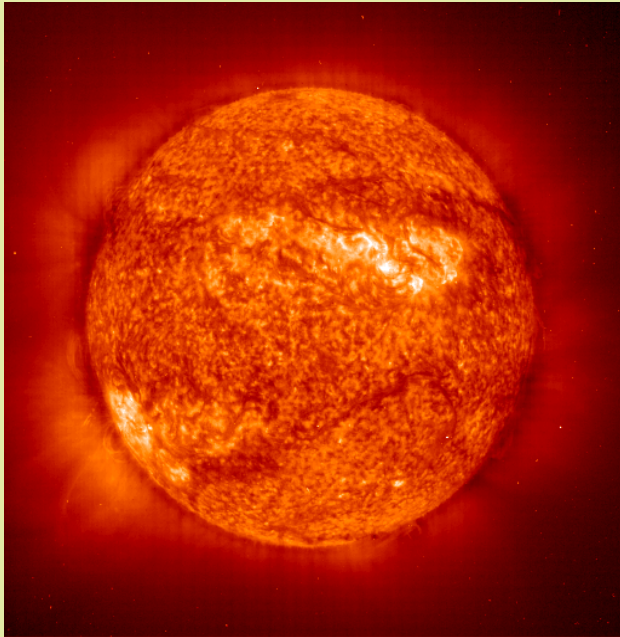
- sunčanica
- očni problemi (konjuktivitis, mrena)
- crvenilo kože





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

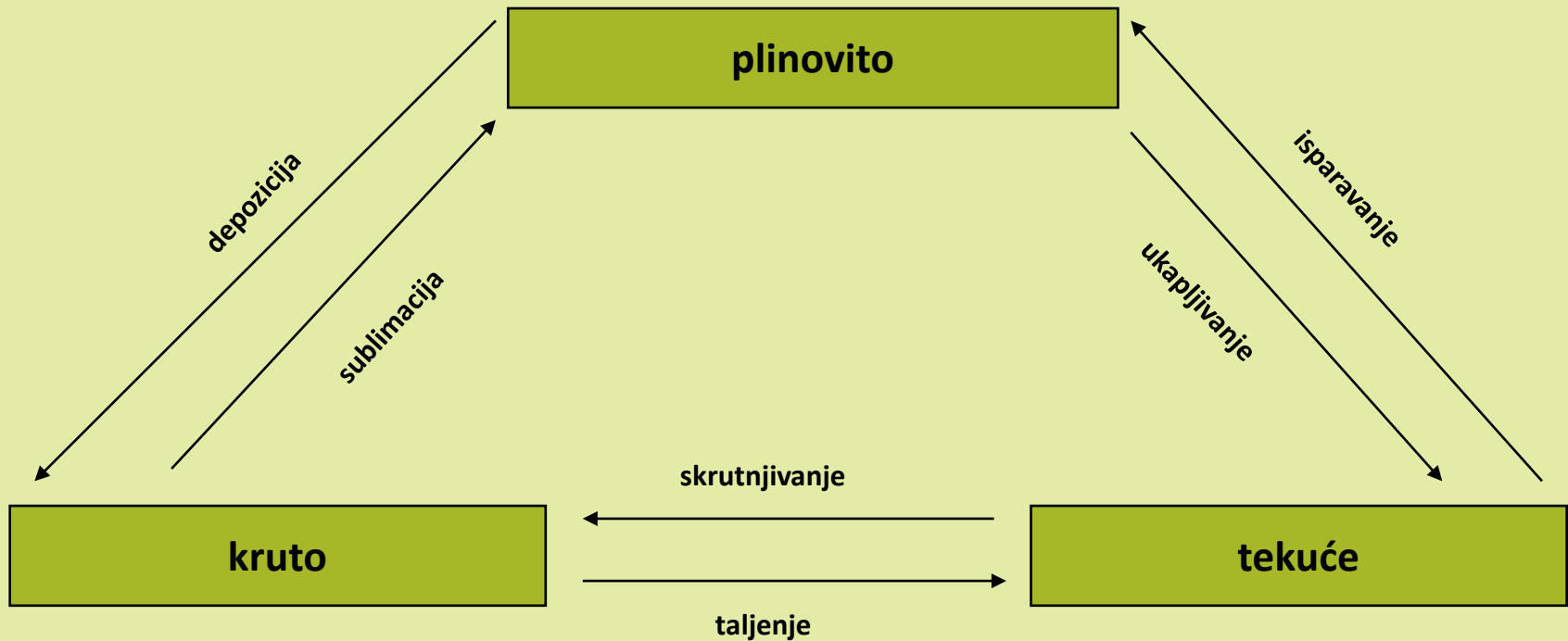
-**TEMPERATURA** – stupanj zagrijanosti objekta (jedinica $K = ^\circ C + 273.15$)

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

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

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 – prienos 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

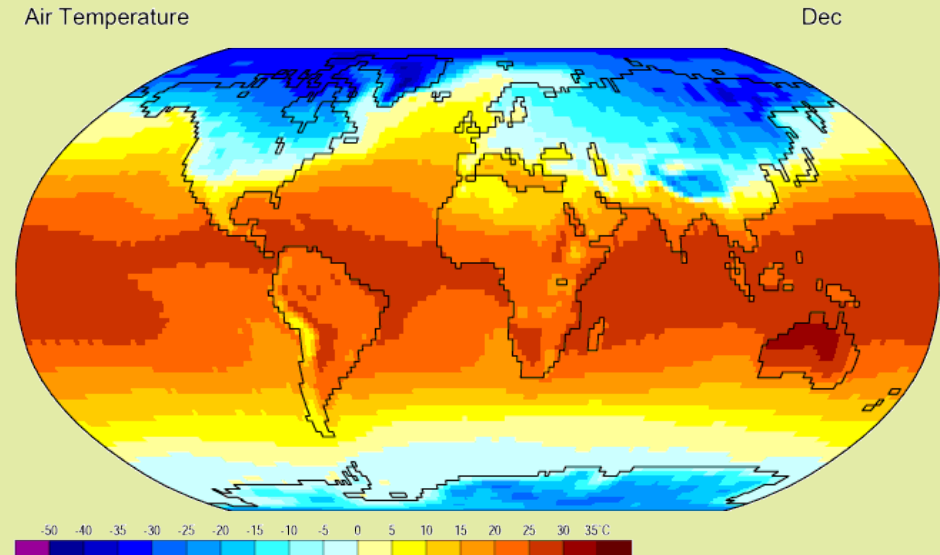
k_t ovisi o materijalu,
veličini čestica,
poroznosti, vlazi.

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



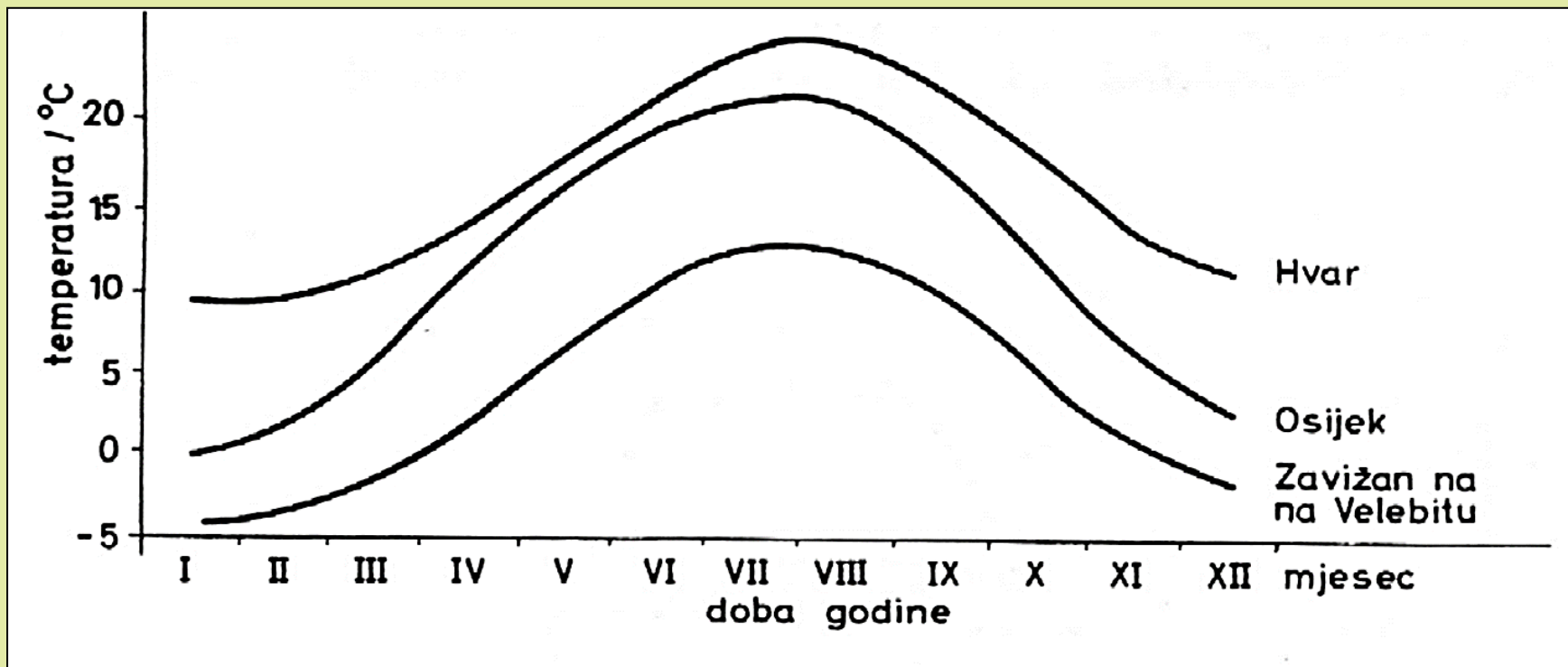
Data: NCEP/NCAR Reanalysis Project, 1959-1997 Climatologies
Animation: Department of Geography, University of Oregon, March 2000

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



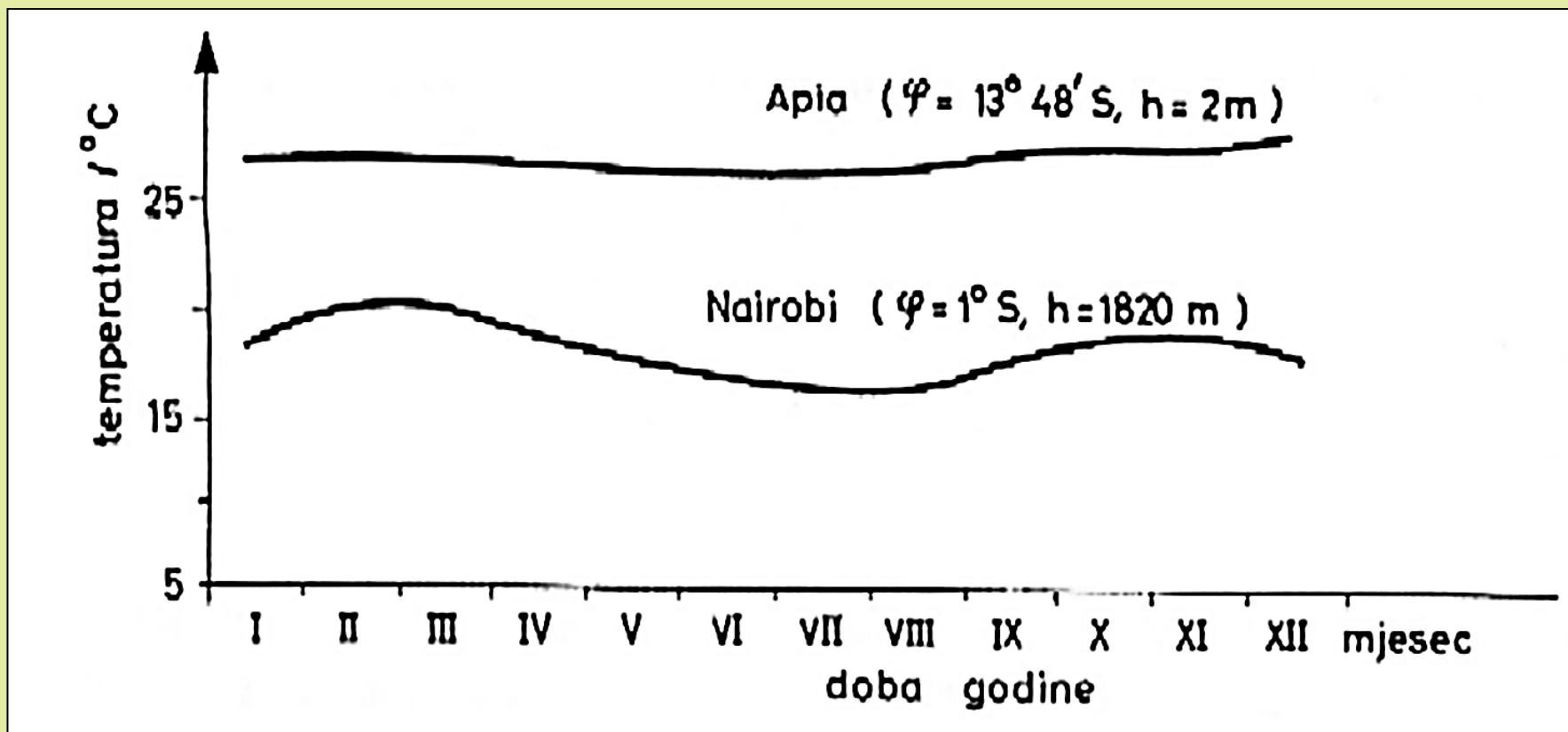


Godišnji hod temperature zraka u nekim našim krajevima

Hladni dani – srednja dnevna temperatura ispod 0°C

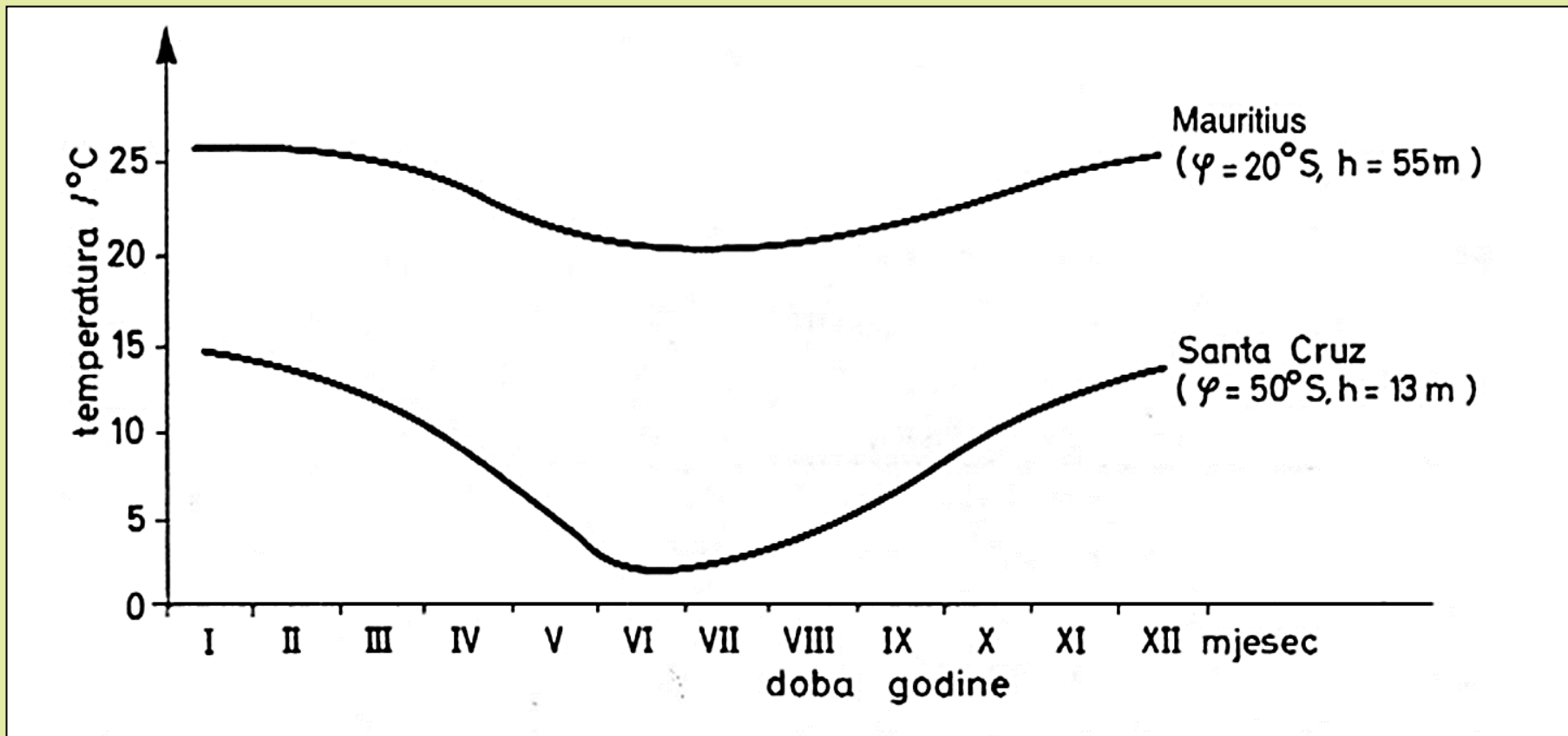
Vrući dani – srednja dnevna temperatura 30°C i iznad





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

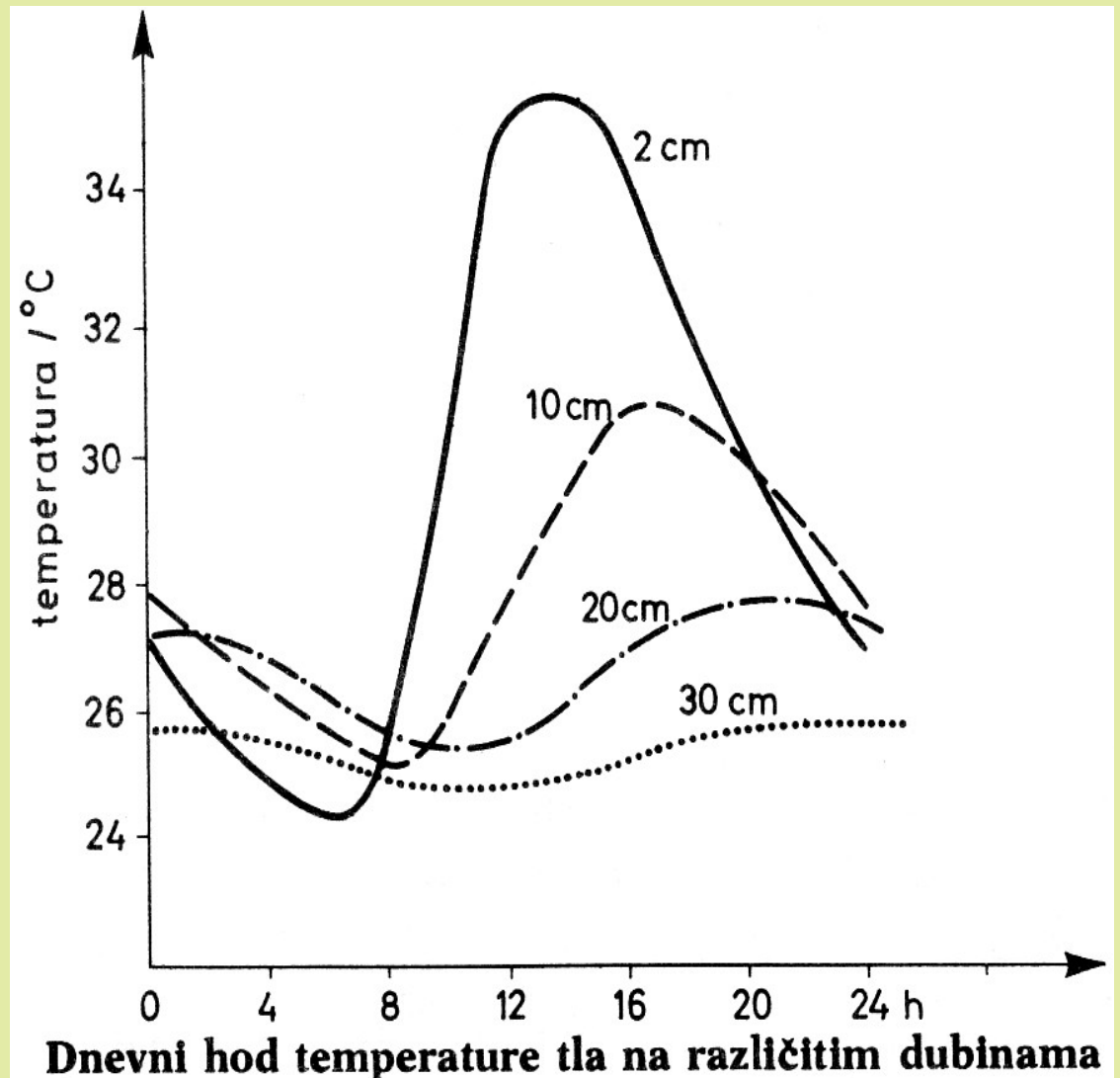
Velike vodene mase (oceani, mora, velika jezera) – polako mijenjaju svoju temperaturu. Promjene temperature morske površine su male (0,5 °C), kao i godišnji rasponi (2,5 – 5 – 8 °C)



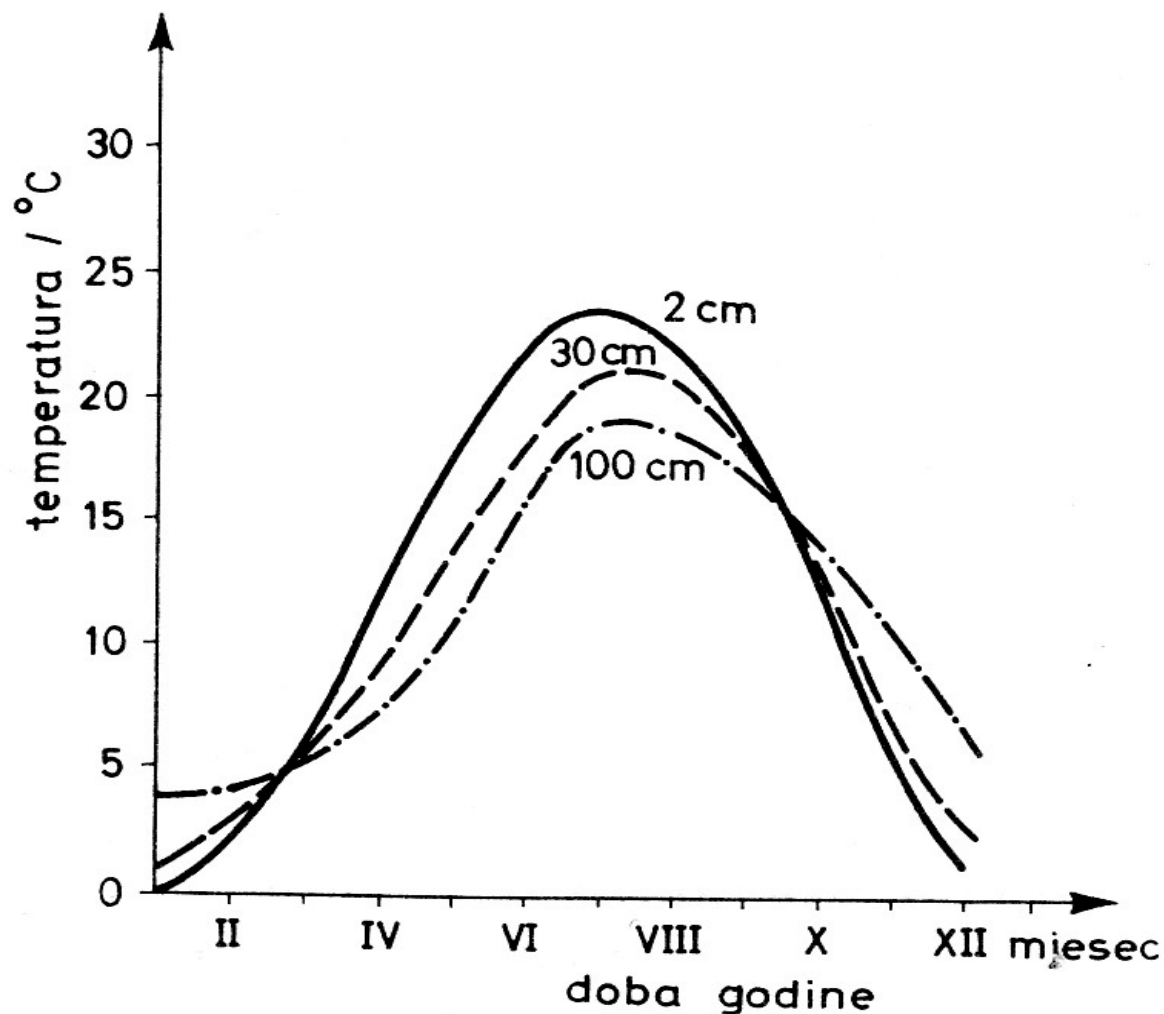
Temperatura tla

-raspon temperatura smanjuje se s dubinom

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

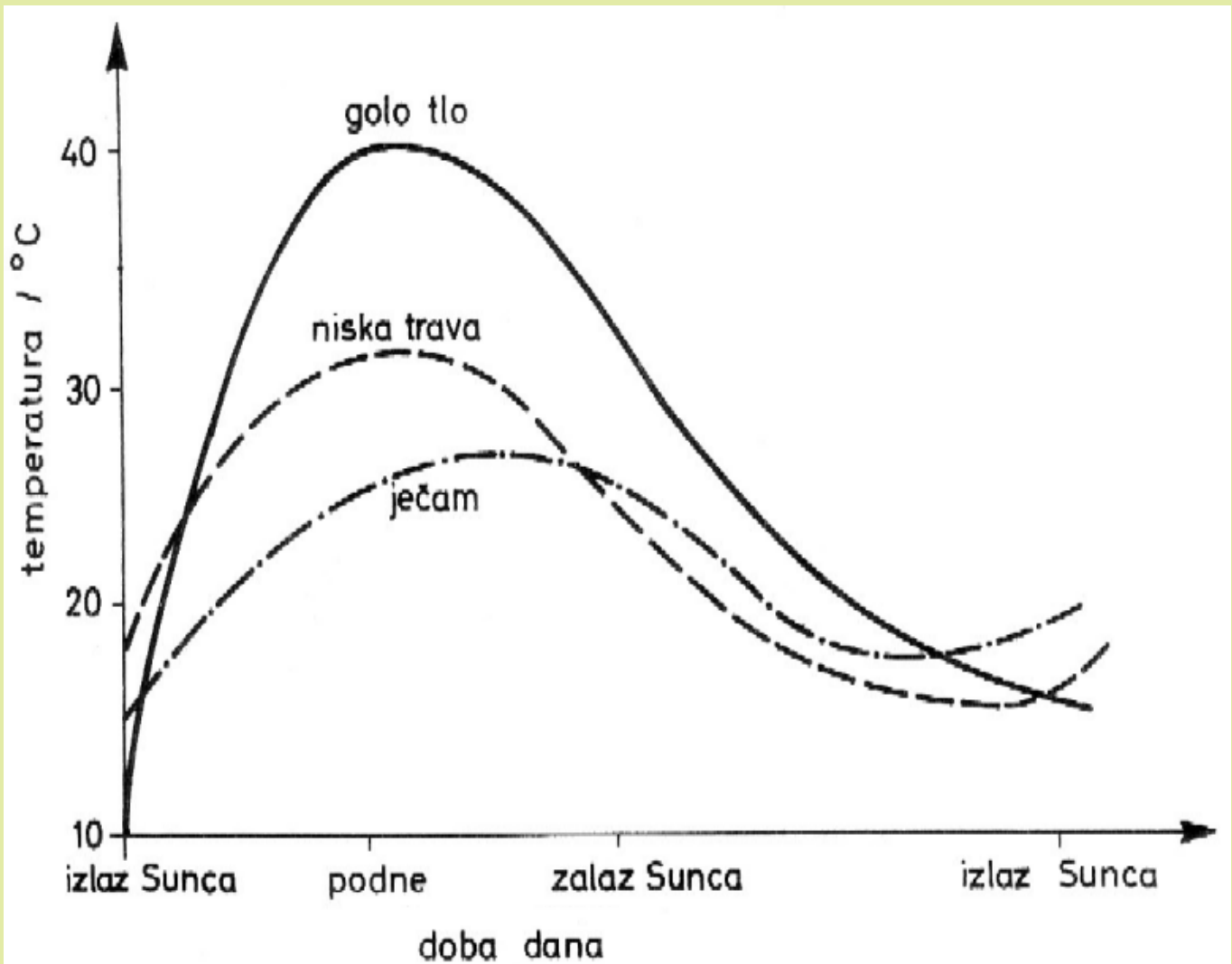


godišnji raspon temperatura u našem području prodire u dubinu tla 8-15 m, a dnevni do 70 cm



Slika 27. Godišnji hod temperature tla na različitim dubinama





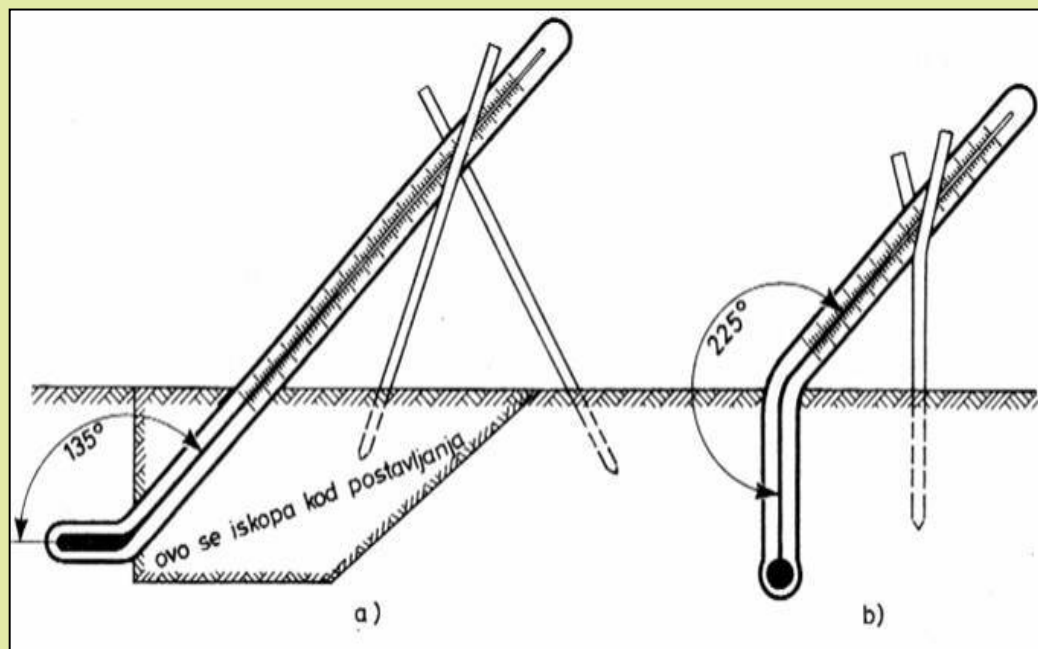
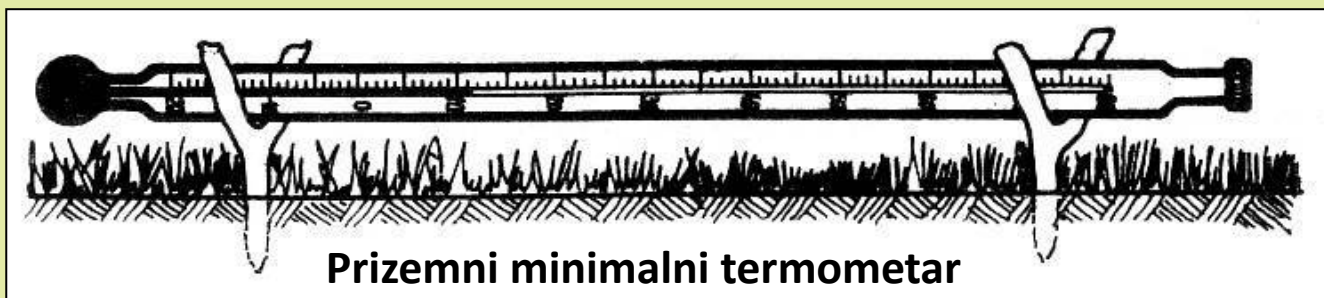
Slika 28. Dnevni hod temperature tla na golom tlu i u vegetaciji

Golo tlo – veće
temperaturne
oscilacije

Tlo obraslo
vegetacijom –
manje
temperaturne
oscilacije



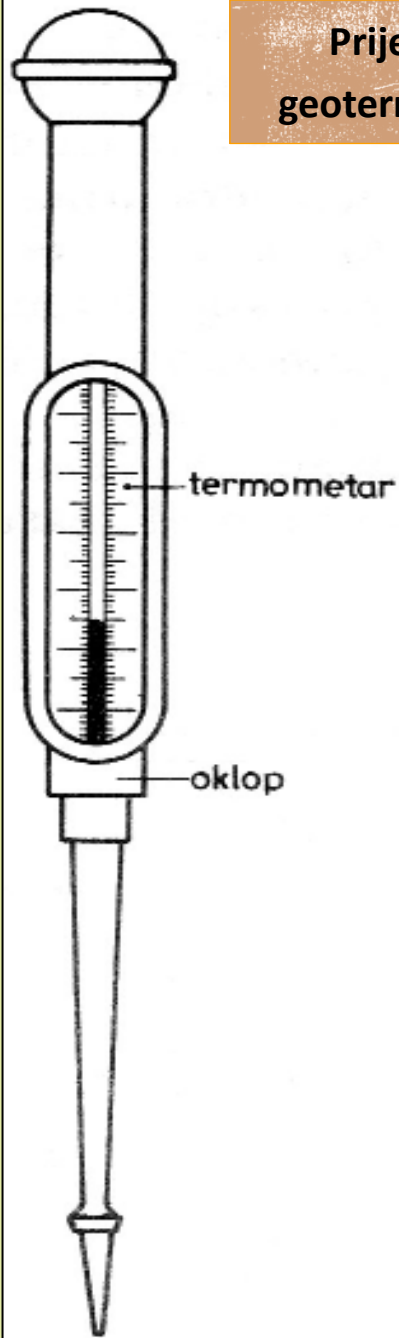
Instrumenti za mjerenje temperature tla



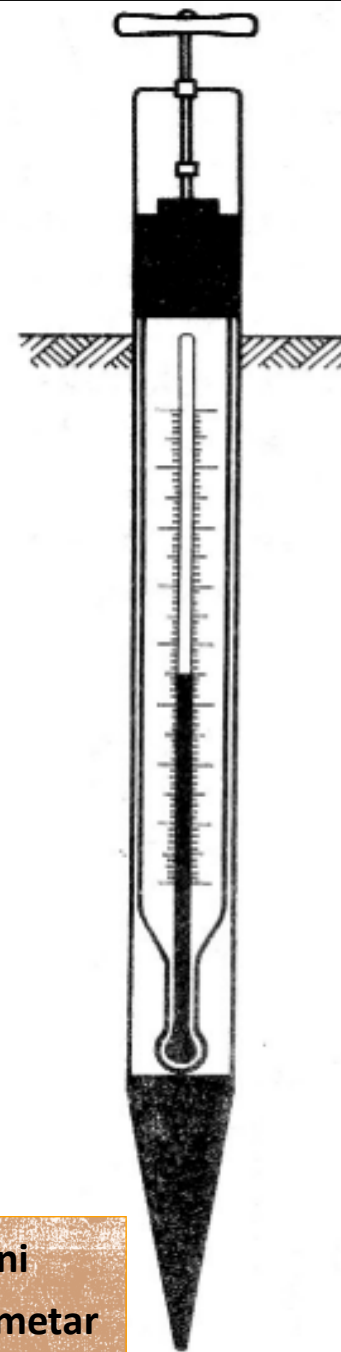
Koljenasti geotermometar svinut pod kutom od 135° i 225°



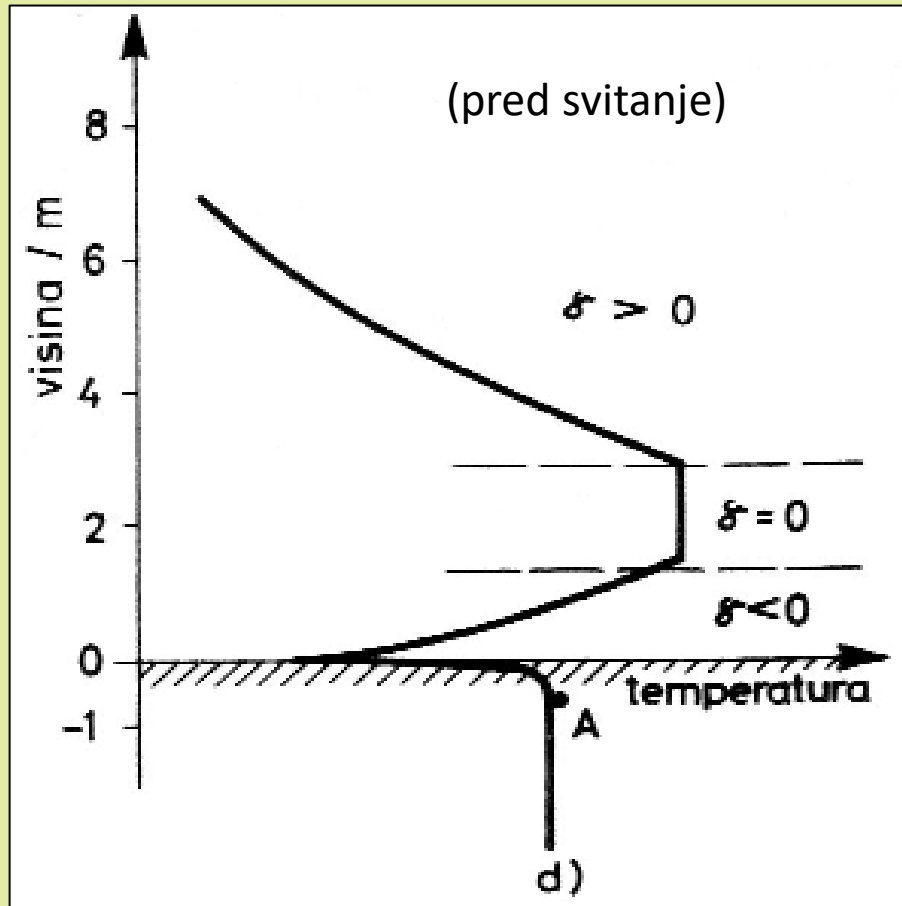
**Prijenosni
geotermometar**



**Oklopni
geotermometar**



Temperaturna inverzija



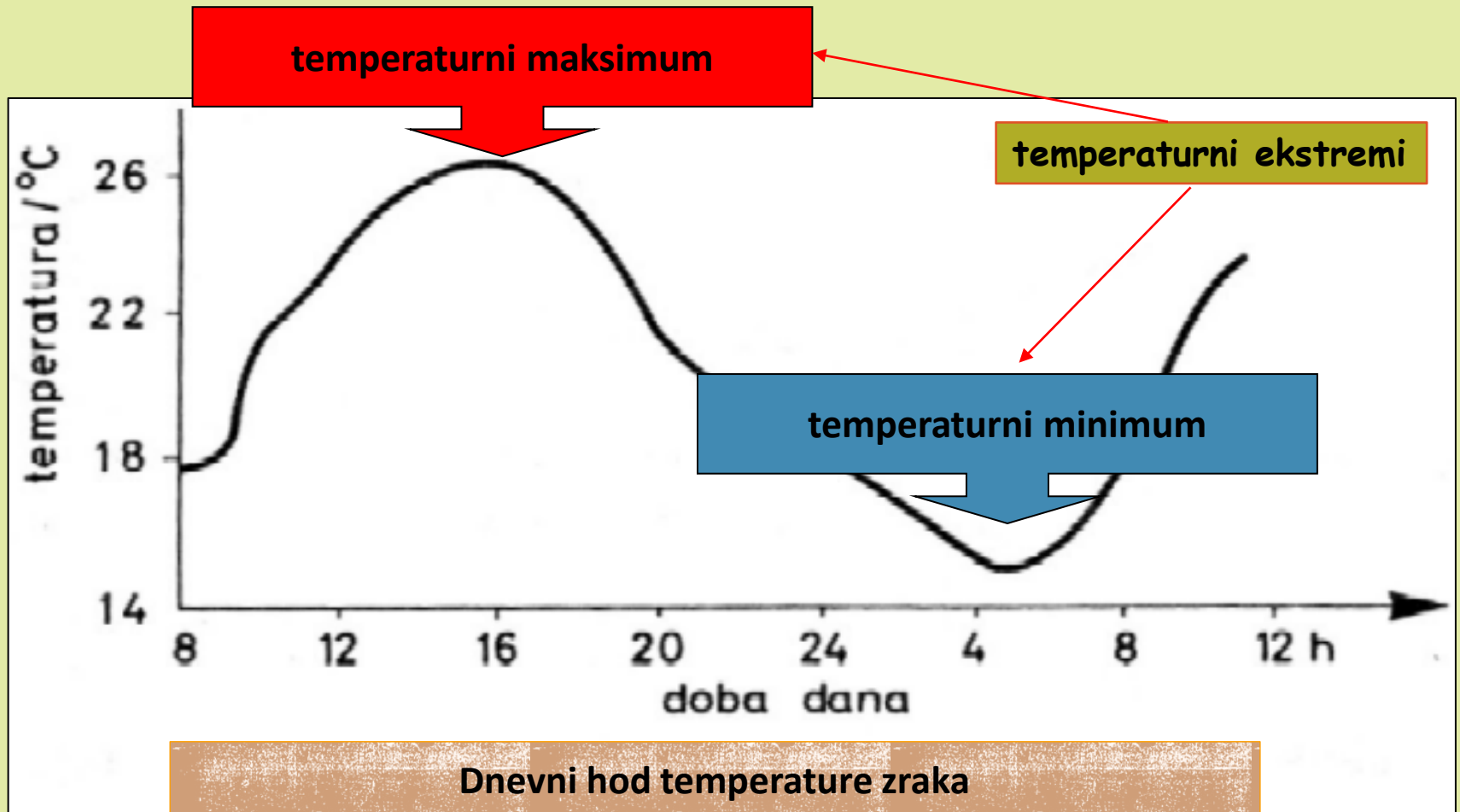
izotermija

inverzija

Uzroci inverzijama:

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

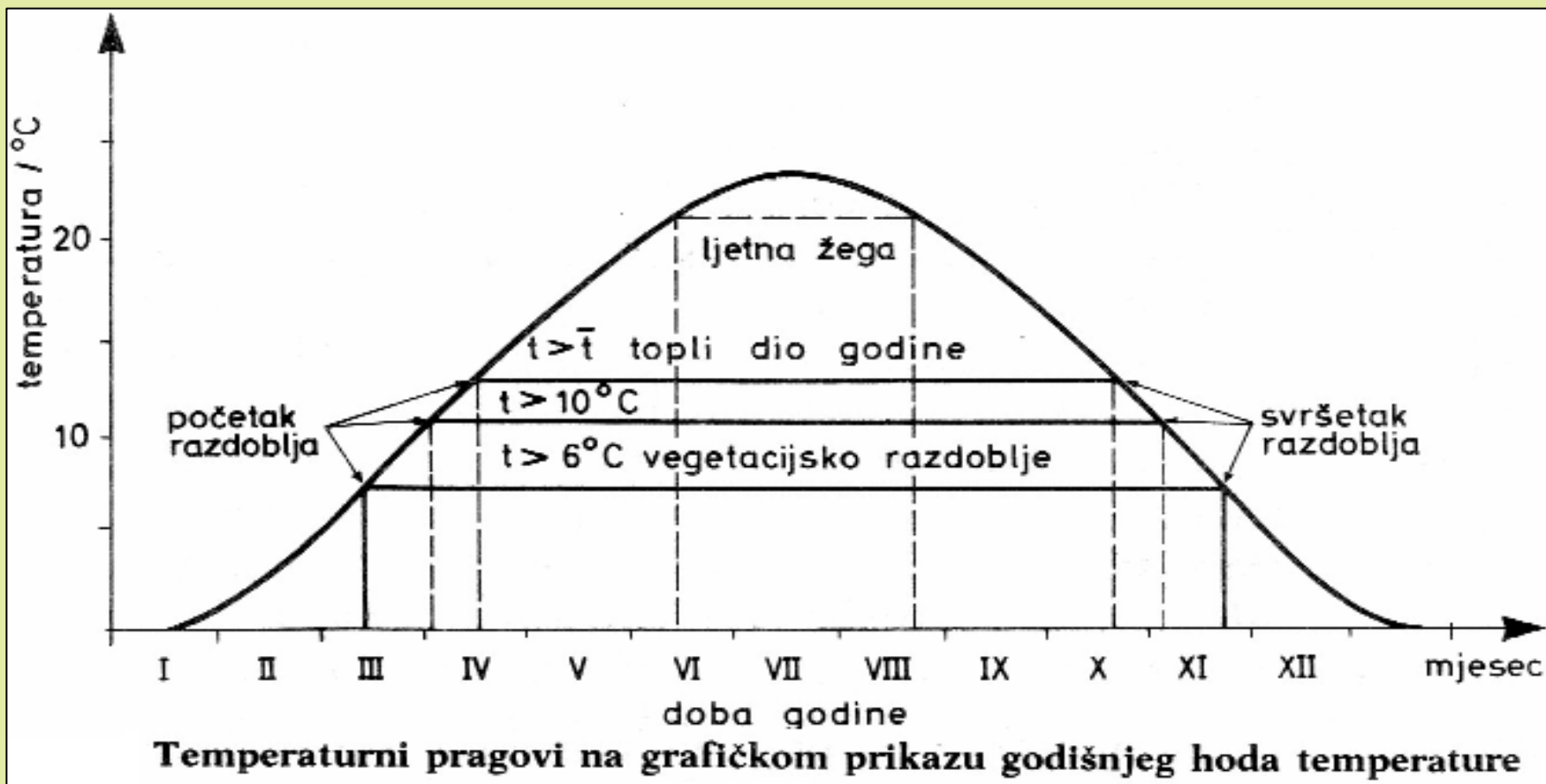




1922., El Azizi, Libija → 57.8°C

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



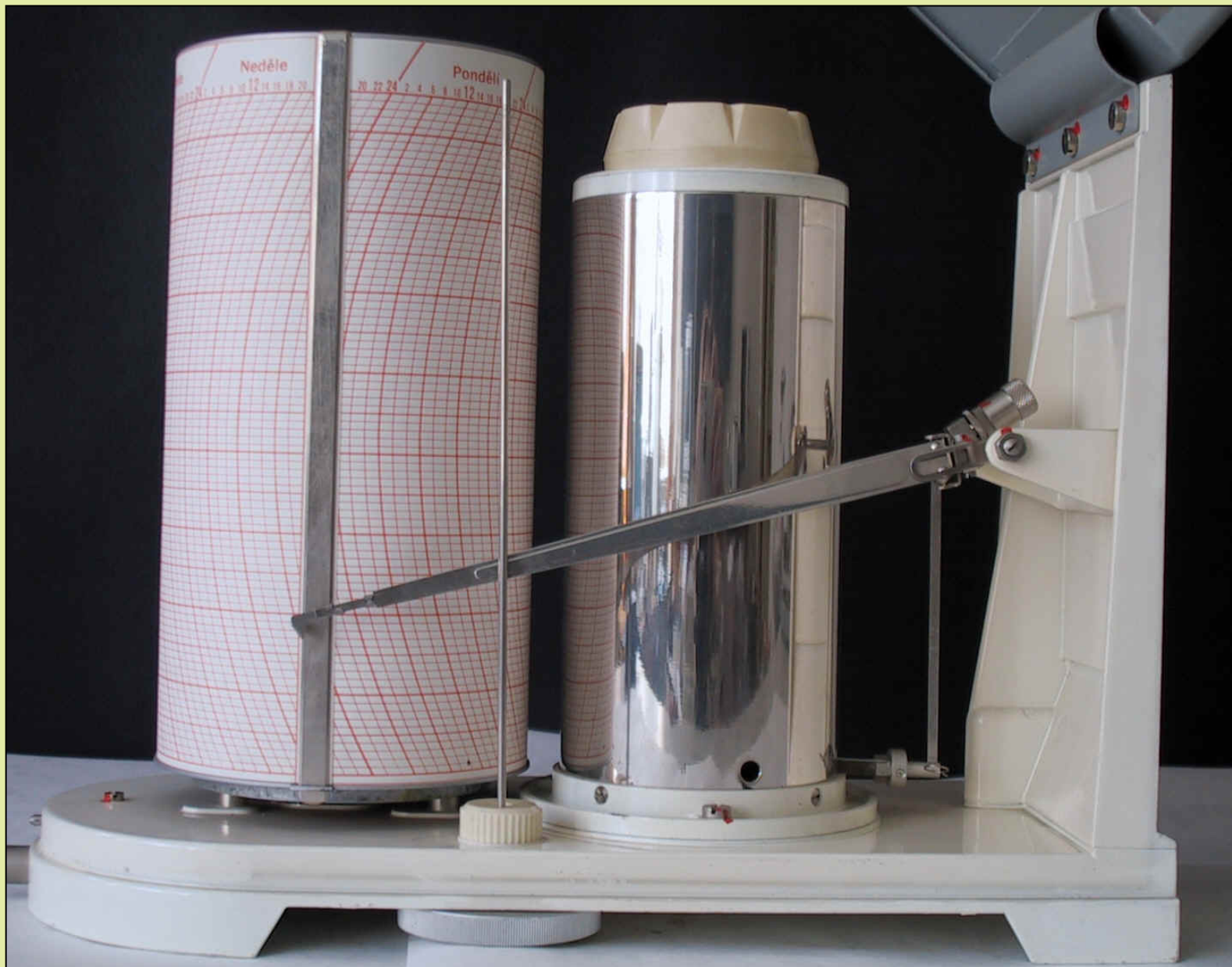


Temperaturni prag: vrijednost temperature ispod koje određena biljka ne raste i ne razvija se

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

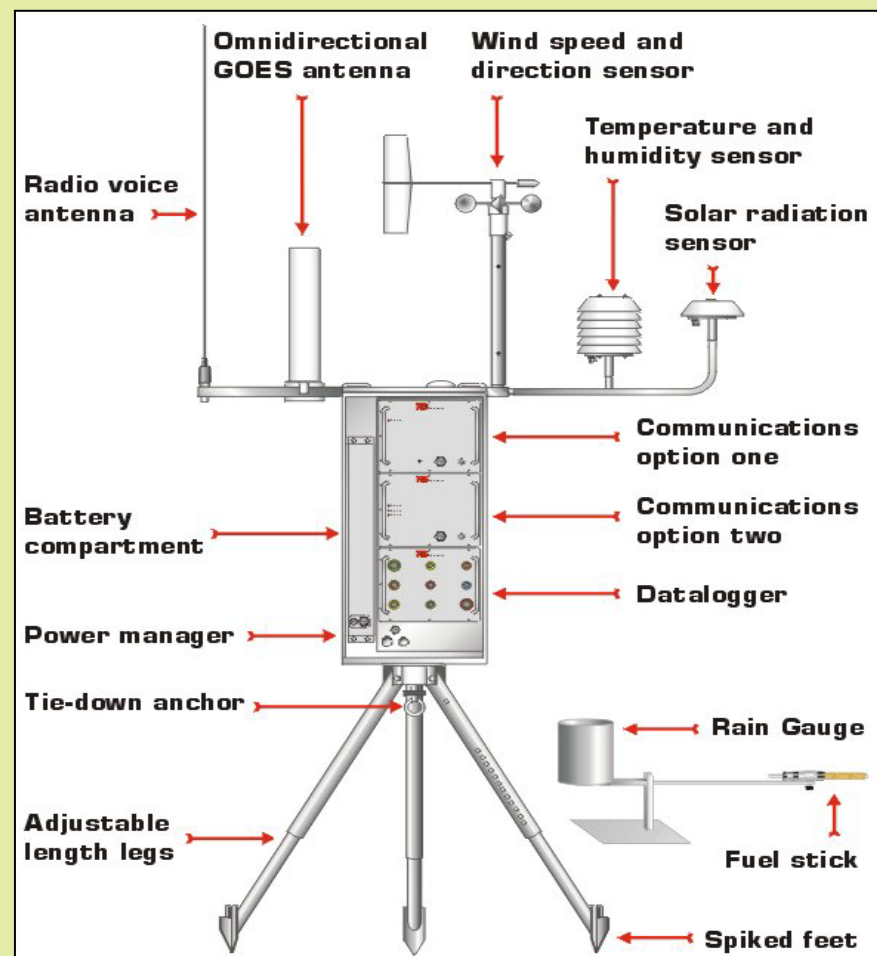


Vratašca moraju gledati na sjever, a podloga mora biti trava, tratina i sl., nikako golo tlo

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



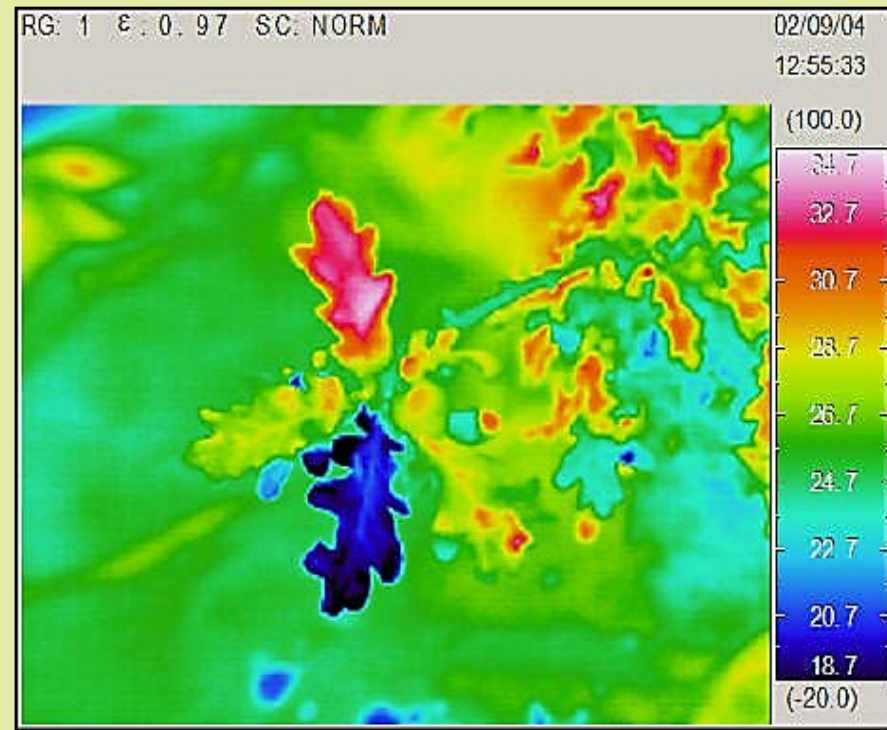
Važnost vanjske temperature za biljke i životinje

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_t)



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 stanici
- 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

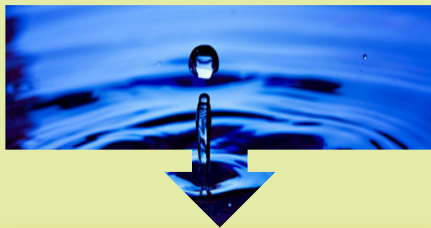


T_{tlo} °C	Vrijeme od sjetve do nicanja u danima
18-20	7
10-12	30

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



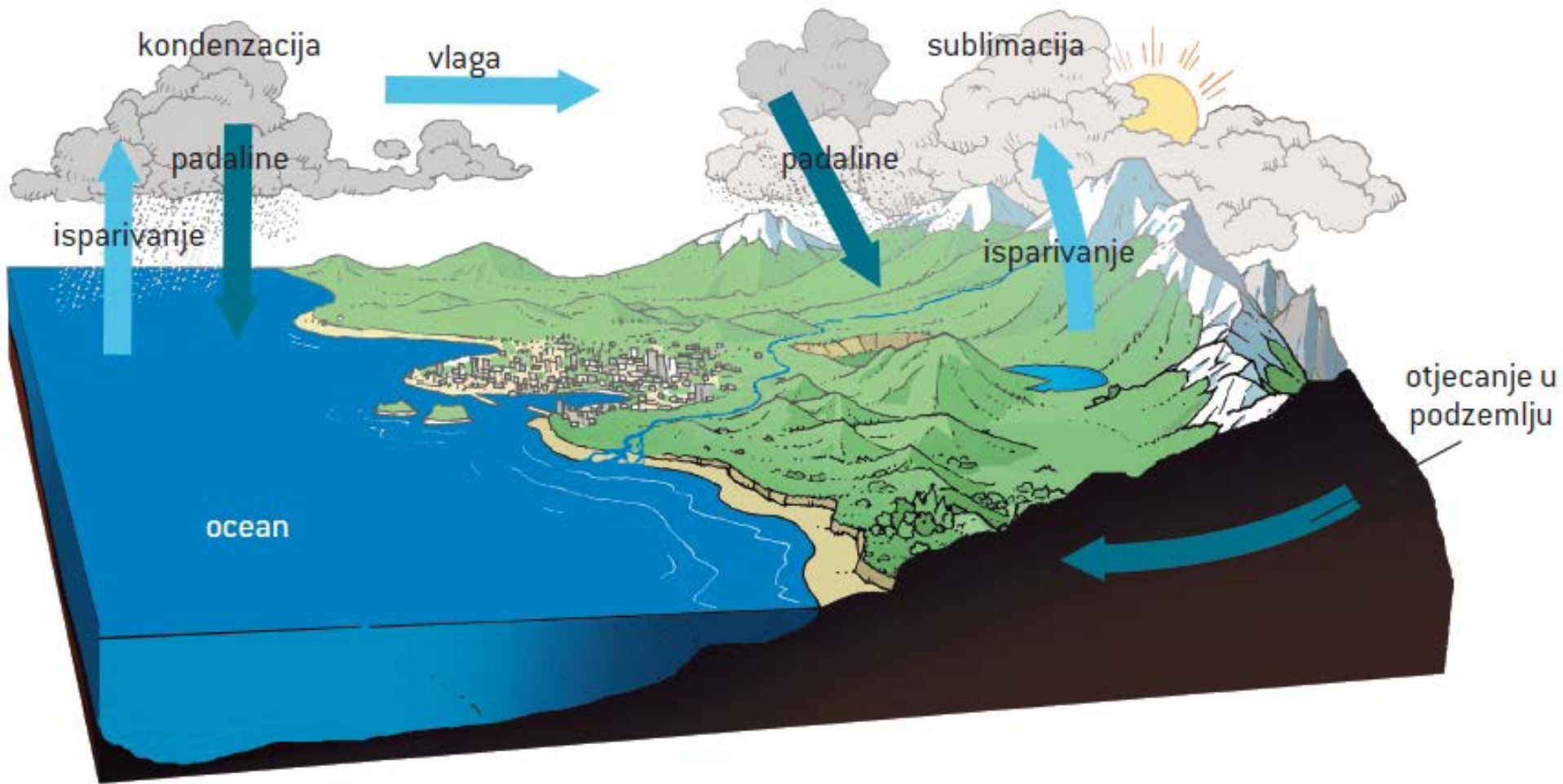


Voda

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:

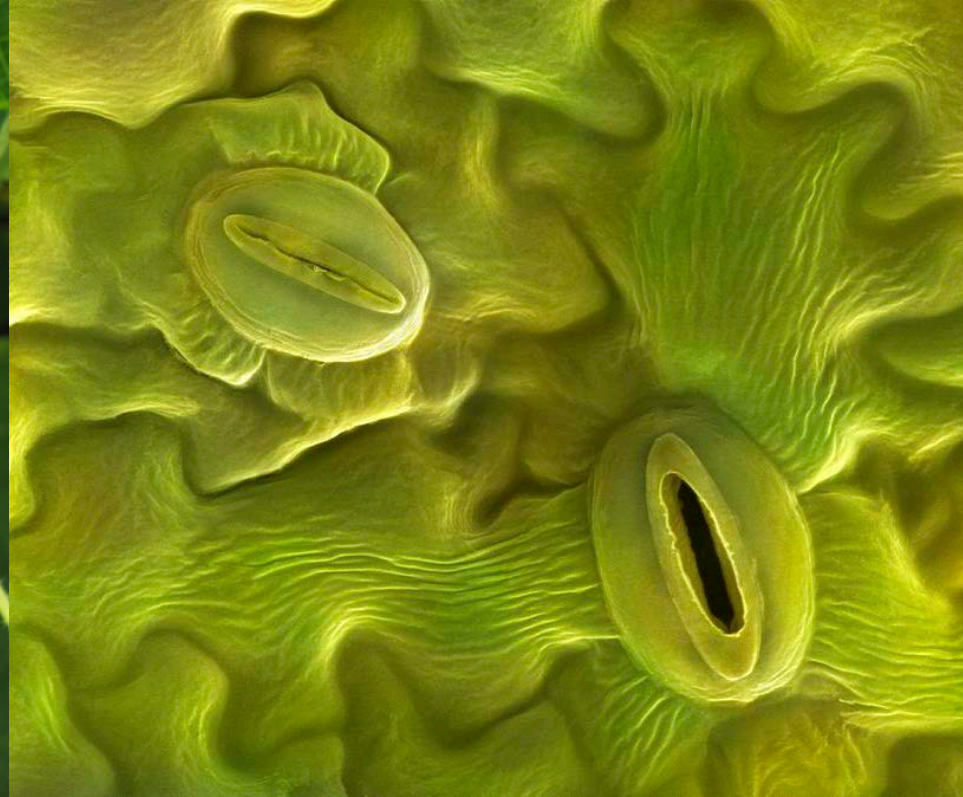
1. temperatura tijela iz koje voda isparava
2. temperatura zraka
3. vlažnost zraka
4. brzina vjetra

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

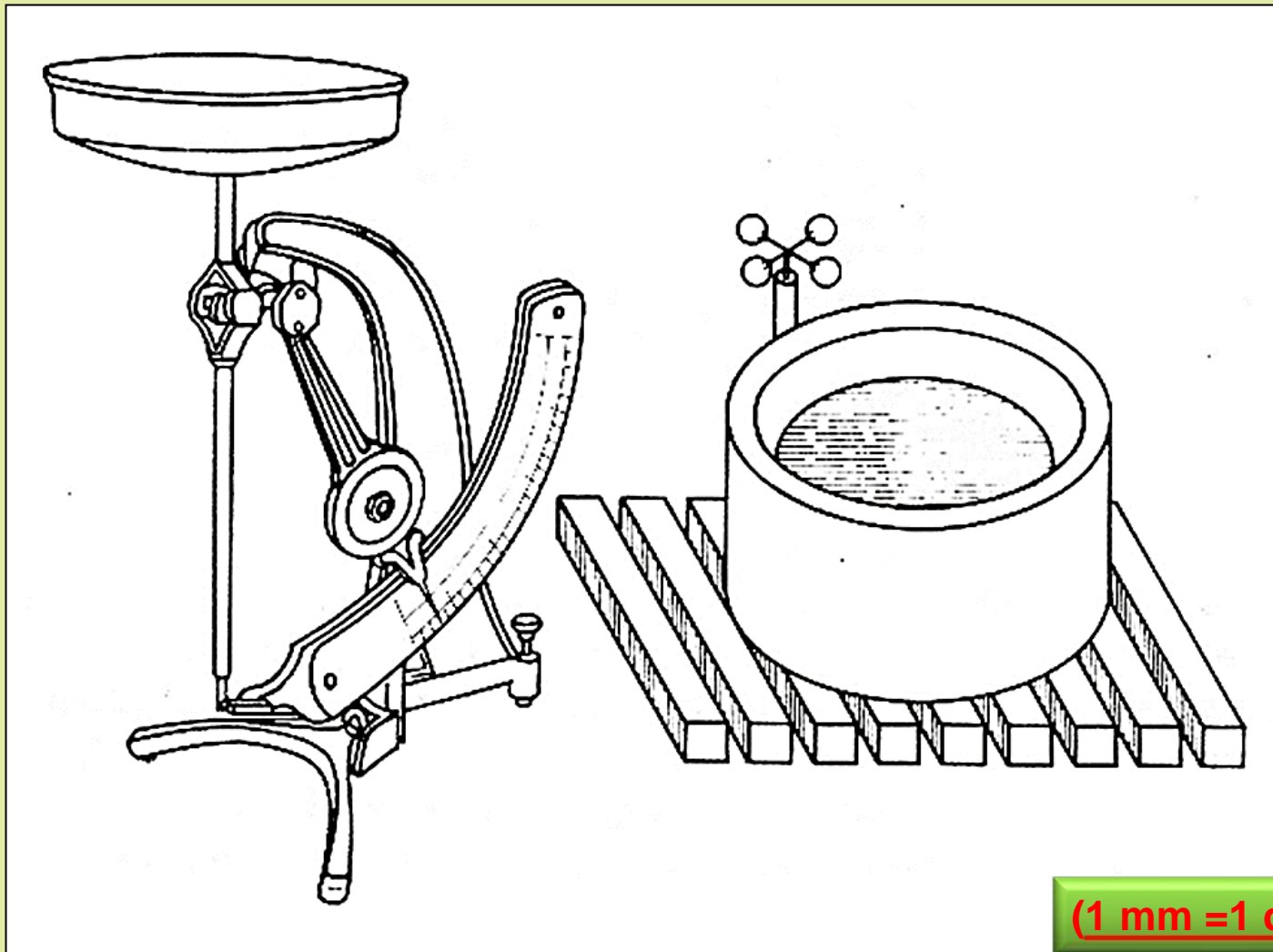
Perspiracija - transpiracija putem kože

Respiracija - transpiracija putem daha



Mjerenje i izračunavanje količine isparene vode

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

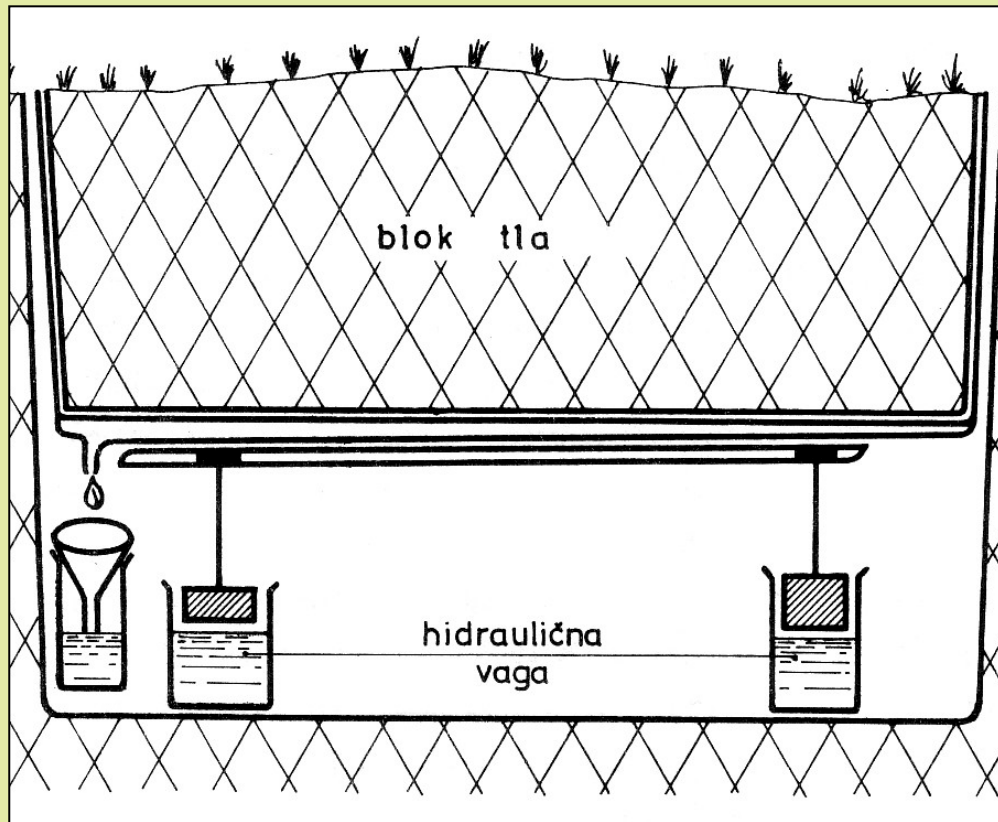


Količina isparene vode najčešće se izražava u mm vodenog stupca

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

Evaporimetri – mjerenje evaporacije s otvorene vodene površine ili tla



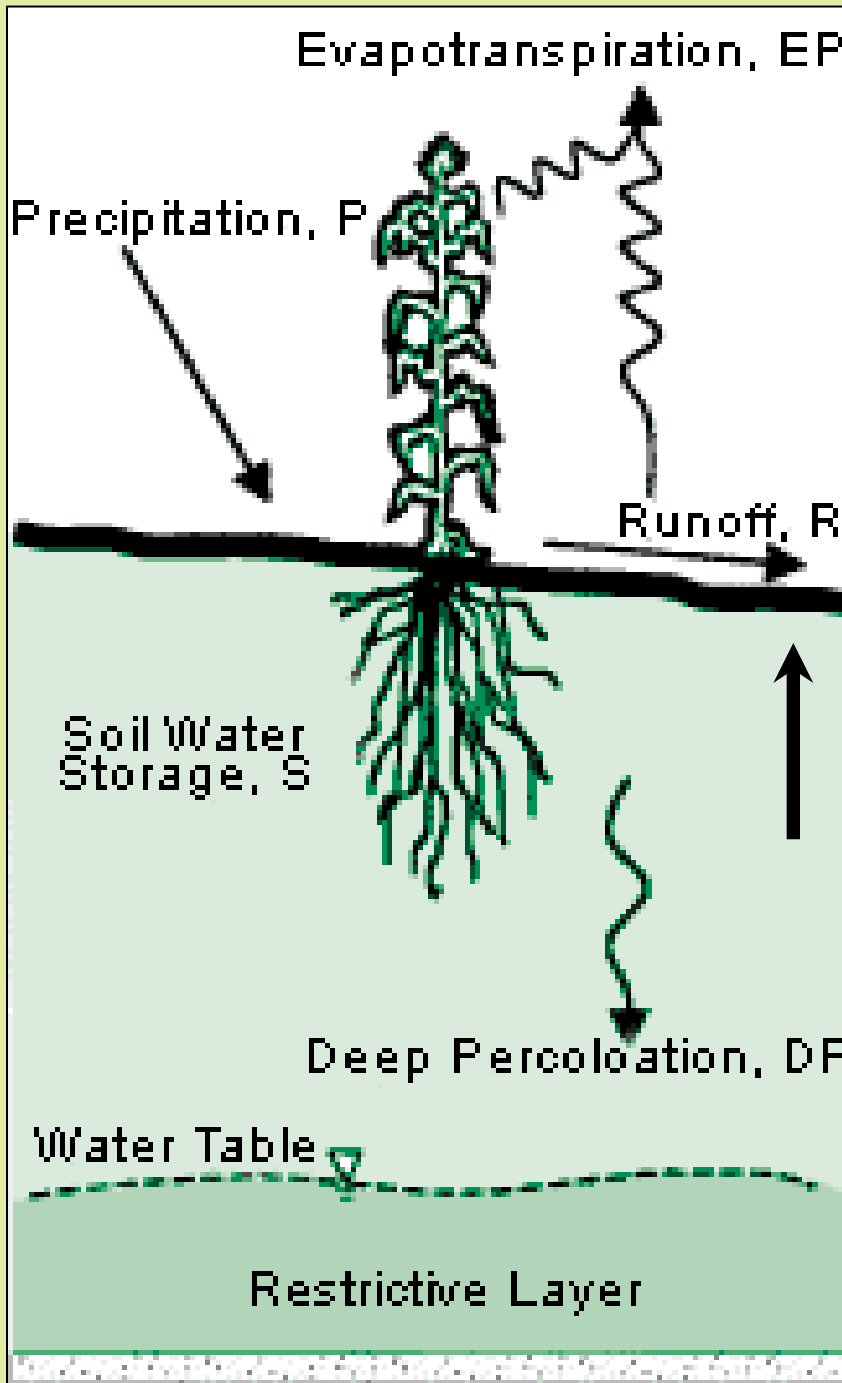


Lizimetar ili evapotranspirometar
(mjerjenje stvarne evapotranspiracije)

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



Voda u tlu



Evapotranspiracija

Oborine

Precipitation, P

Navodnjavanje

Runoff, R

Površinsko otjecanje vode

vlaga tla:

iskazuje se kao:

-mm vode

-relativna vlažnost tla:

$$\frac{\text{m vode}}{\text{m suhog tla}}$$

Kapilarni uspon

Deep Percolation, DP

Ocjedna voda

Water Table

razina podzemne vode

Restrictive Layer

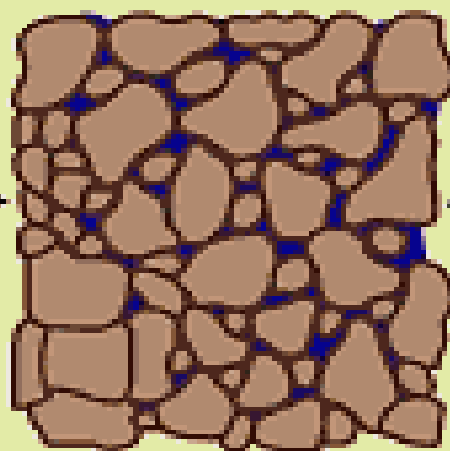
Nepropusni sloj





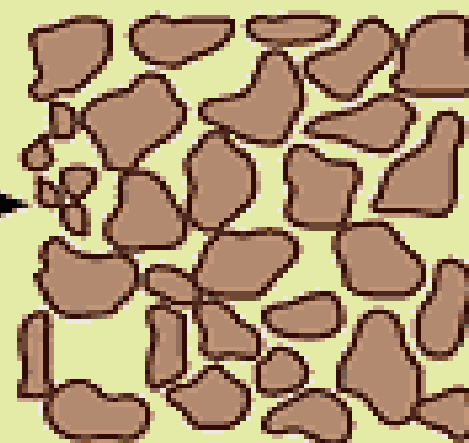
Saturacija:

Sve pore su pune vode.
Ocjedna voda pod
utjecajem gravitacije
odlazi u dublje slojeve



Poljski kapacitet tla za vodu:

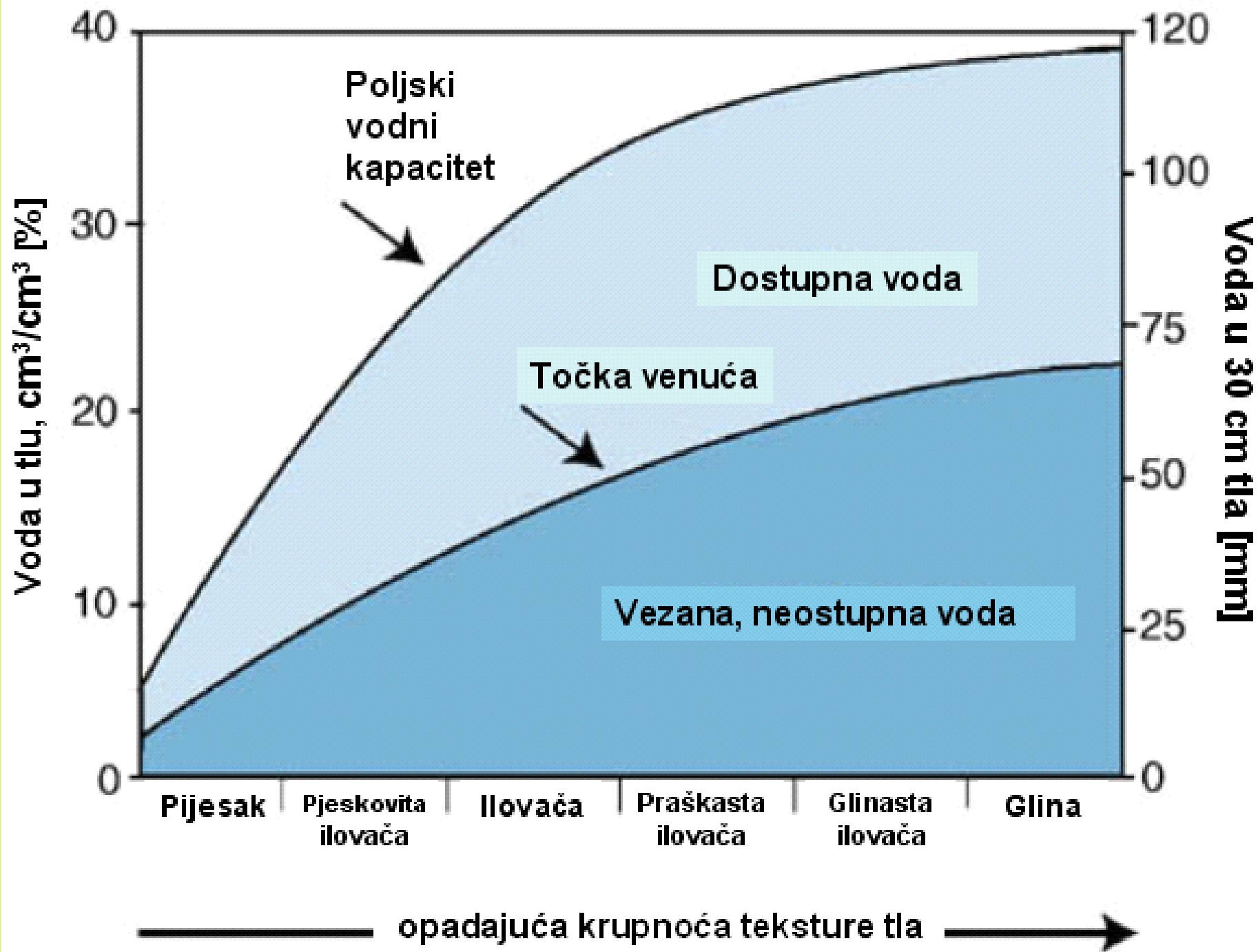
voda dostupna biljci za rast
i razvoj; voda koja
preostaje u porama nakon
što se tlo ocijedi pod
utjecajem gravitacije

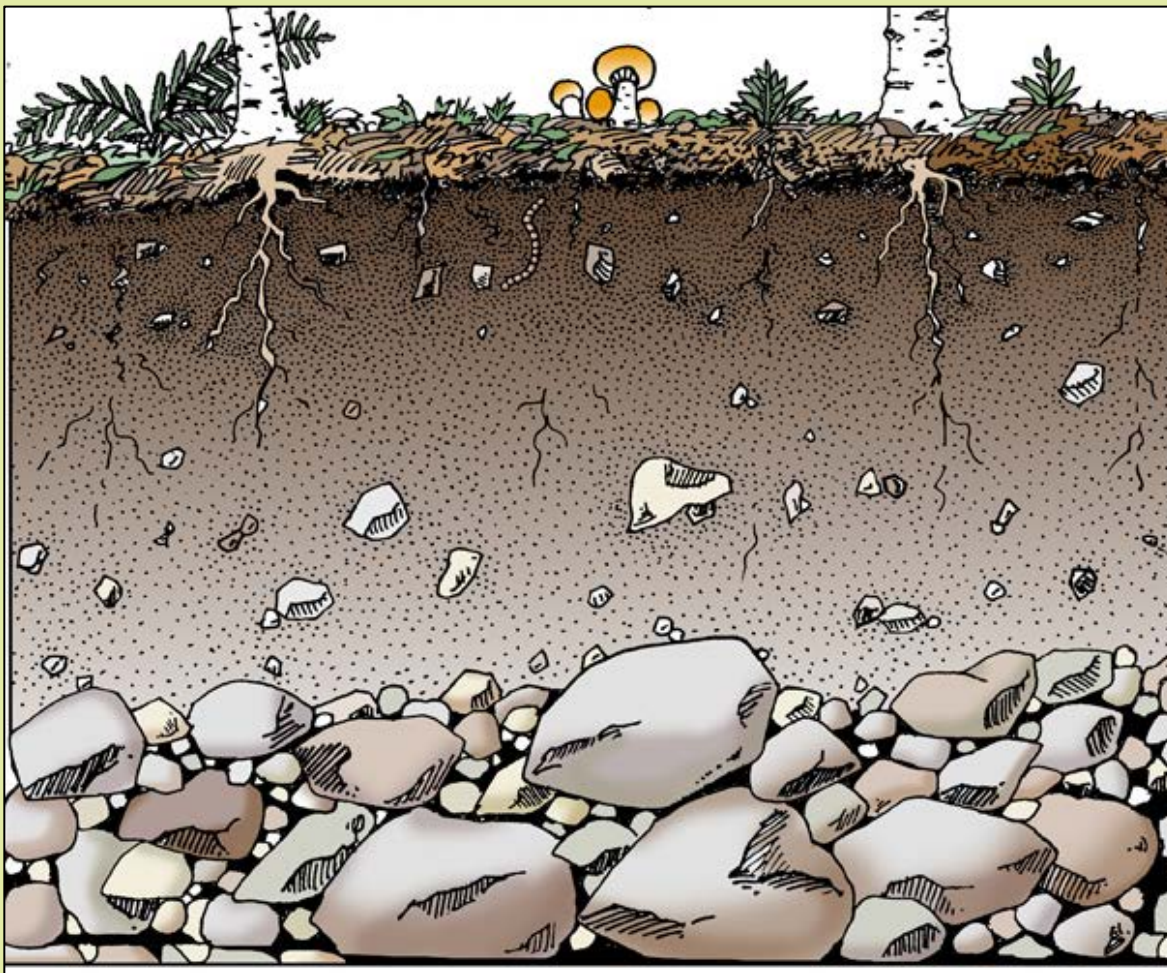


Točka venuća:

nema više vode
dostupne biljci







Oranični 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, začepjenja 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 oraničnog 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 τ 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:

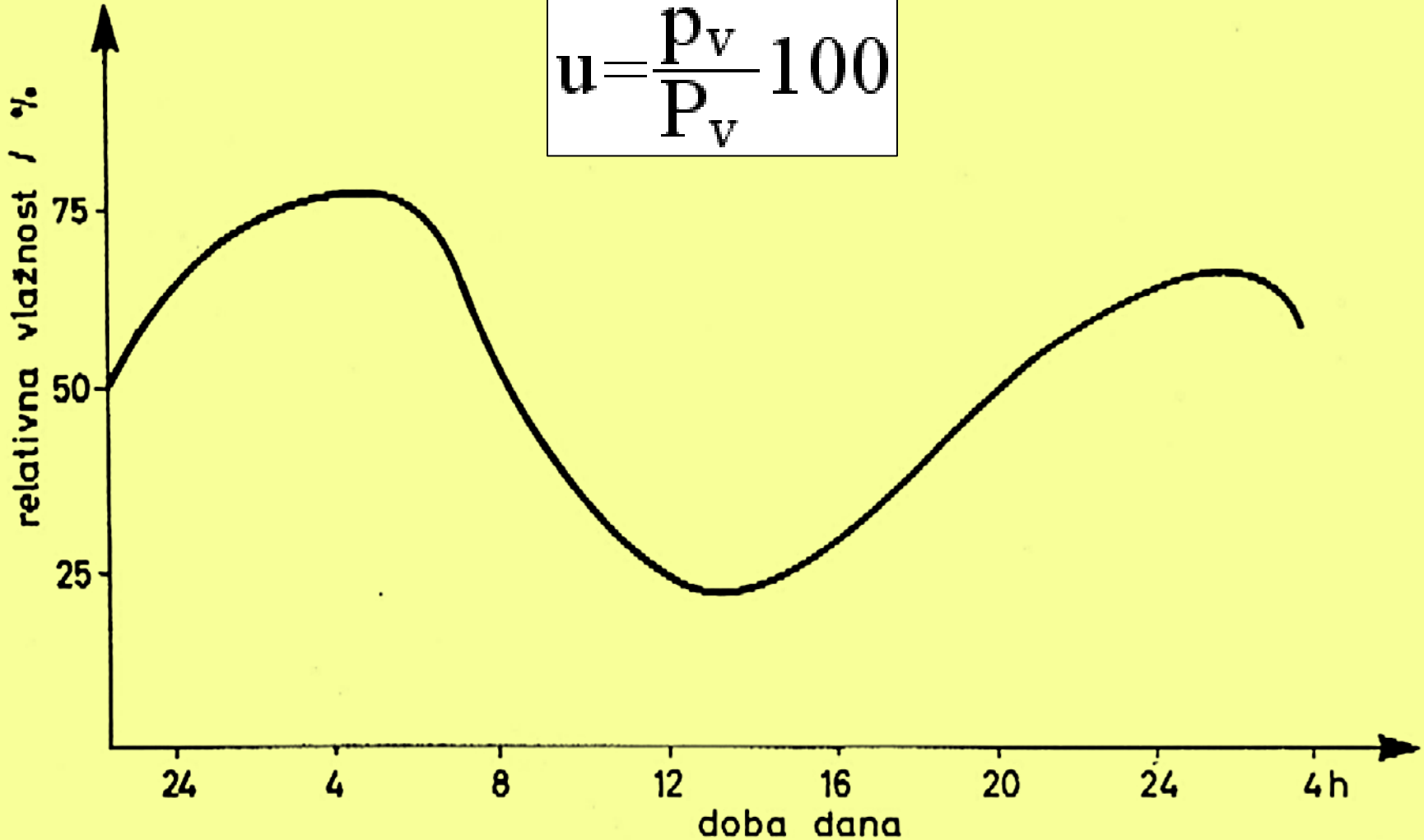
$$a_v = 0.217 \times \frac{p_v}{T}$$

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



Relativna vlažnost zraka, u [%]

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



Dnevni hod relativne vlažnosti zraka



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:

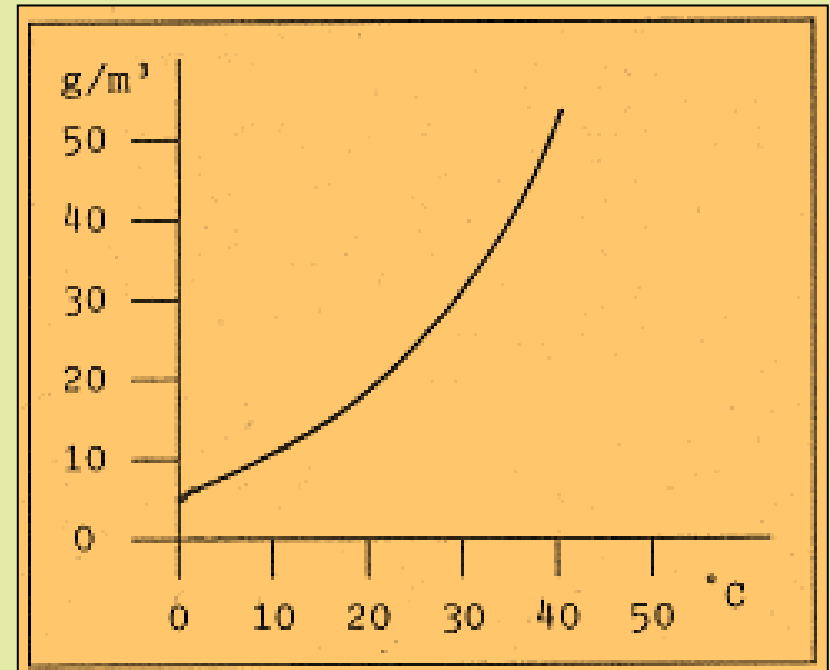
- **Augustov psihrometar**
- **Aspiracijski psihrometar**
- **Assmannov aspiracijski psihrometar**
- **Obrtni psihrometar**

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**



<i>Temperatura</i>	<i>Maksimalna zasićenost (saturacija)</i>
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 ← upijaju vlagu već pri $u=70\%$
 - ako se zrak dalje ohlađuje, rel. vlažnost raste, i više molekula se taloži na jezgre → 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 → *prehladna voda*
 - za prijelaz u led, moraju postojati tzv. *ledene jezgre*, nehigroskopne, heksagonalnog oblika, na kojima se stvaraju ledeni kristali ← dovoljno već svega -4 do -6°C
 - moguć i direktan prijelaz vodene pare u ledene kristaliće: depozicija (taloženje) → 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*)



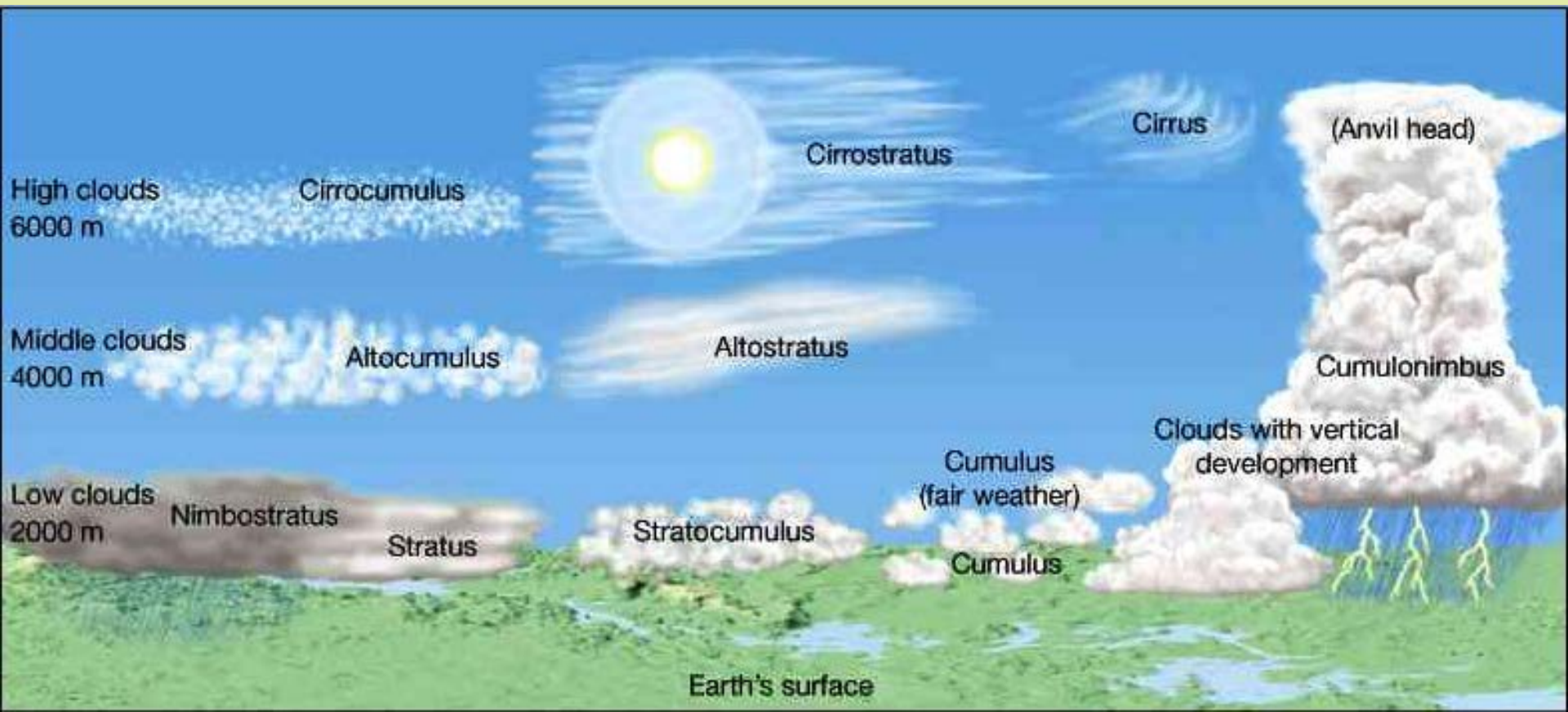
Podjela oblaka prema obliku i postanku

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

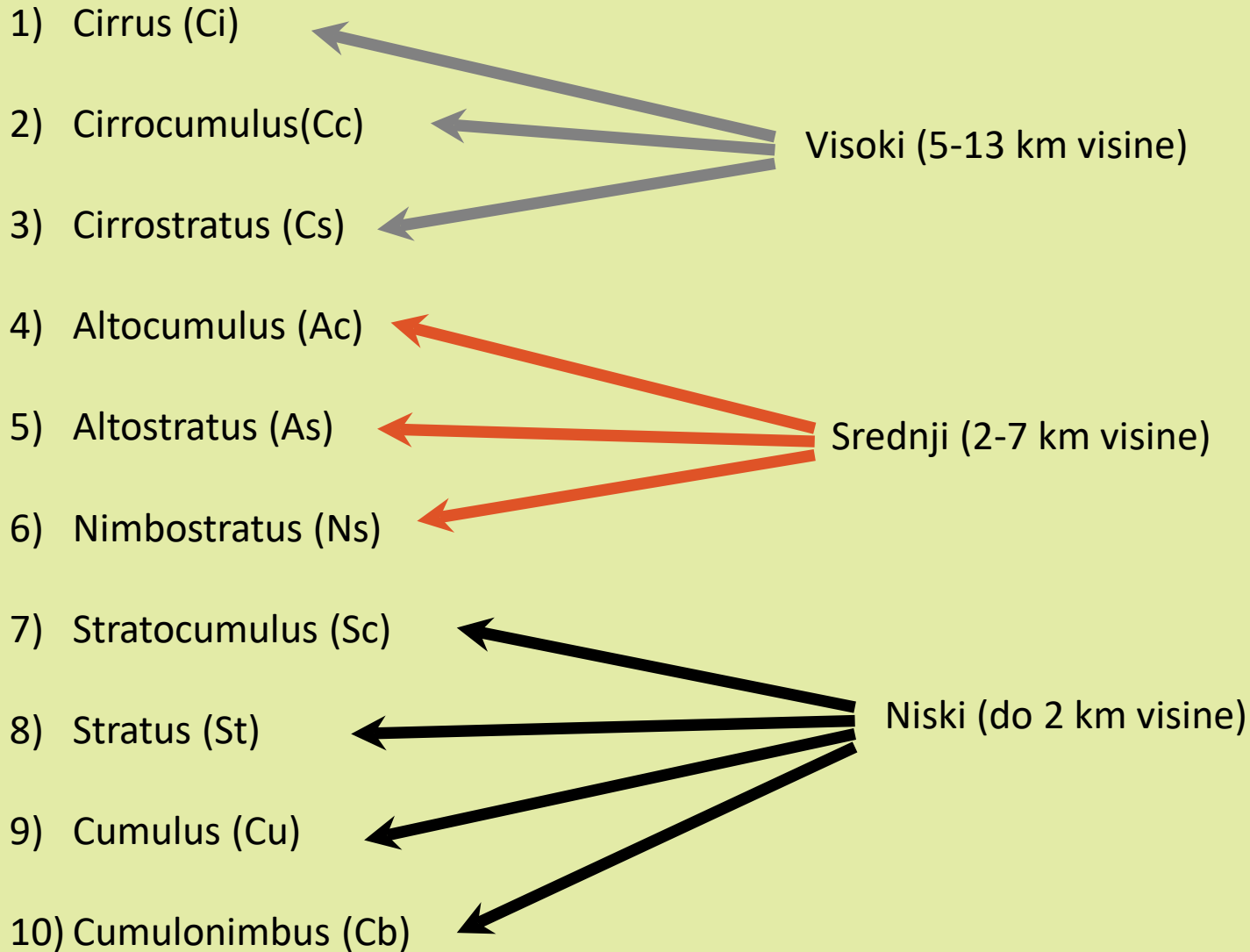
Osnovni oblici oblaka:

- vlaknasti
- slojeviti
- grudasti
- oborinski



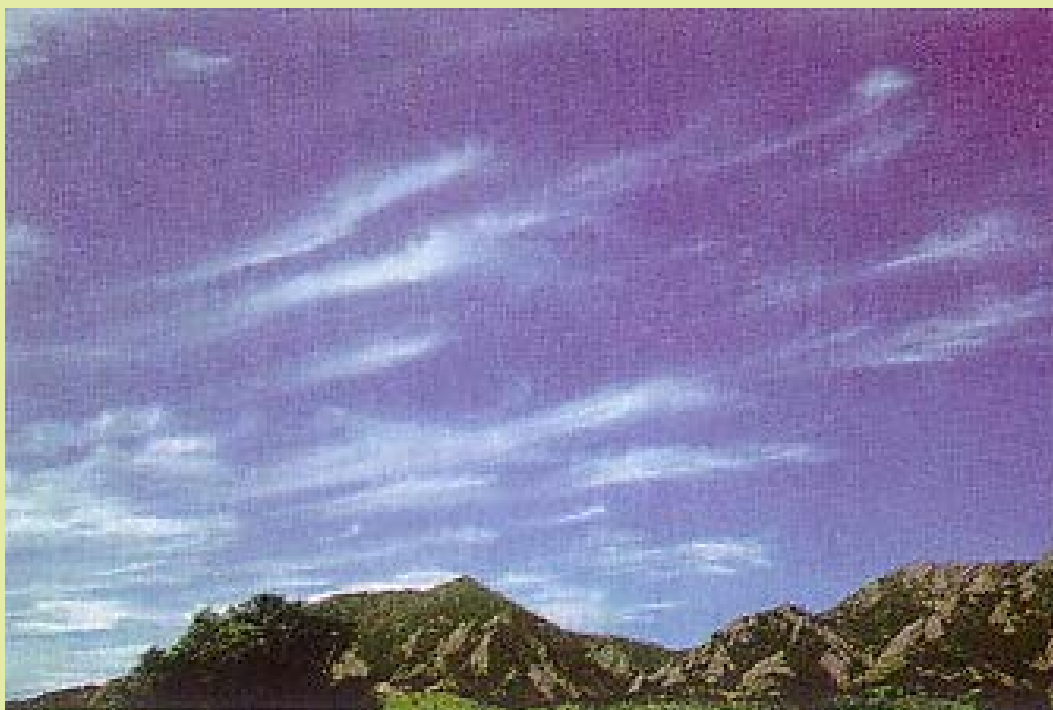
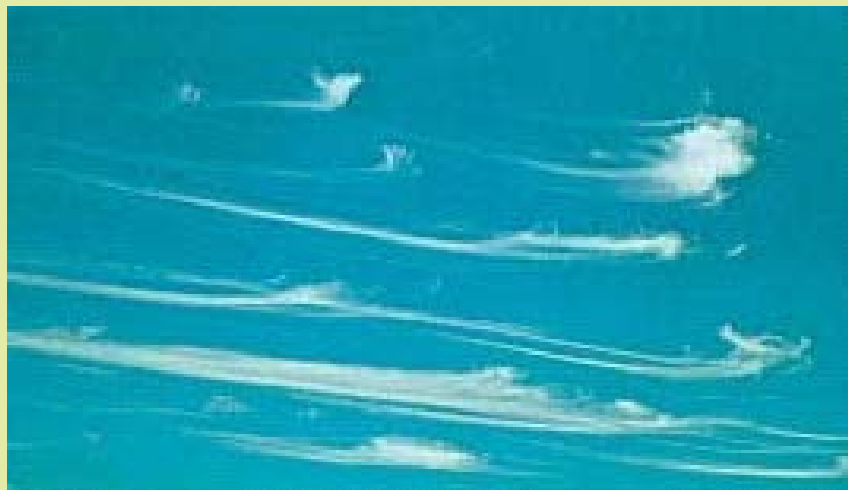
Prema visini "podnice":

10 rodova oblaka:



CIRRUS (Ci)

- visoki, vlaknasti oblak
- sastavljen od ledenih kristalčića
- oblika nježnih niti, uskih krpa ili pruga
- tanak, zrake Sunca prolaze kroz njega, nema sjene
- bijeleg 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 zalediti

-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 razvuče, pa početnu grmljavinu zamijeni mirna kiša koja može trajati satima



STRATOCUMULUS (Sc)

-vrlo čest za naše krajeve

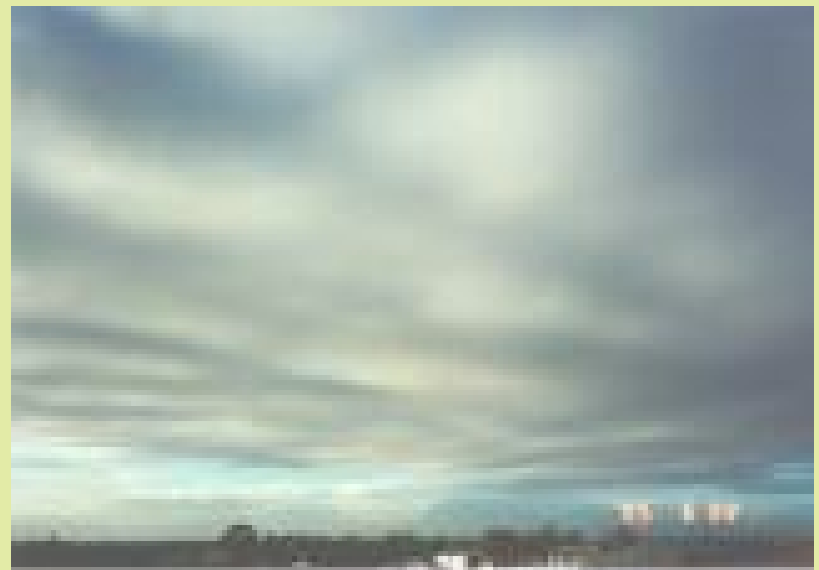
-**obično bez oborina**

-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° 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)

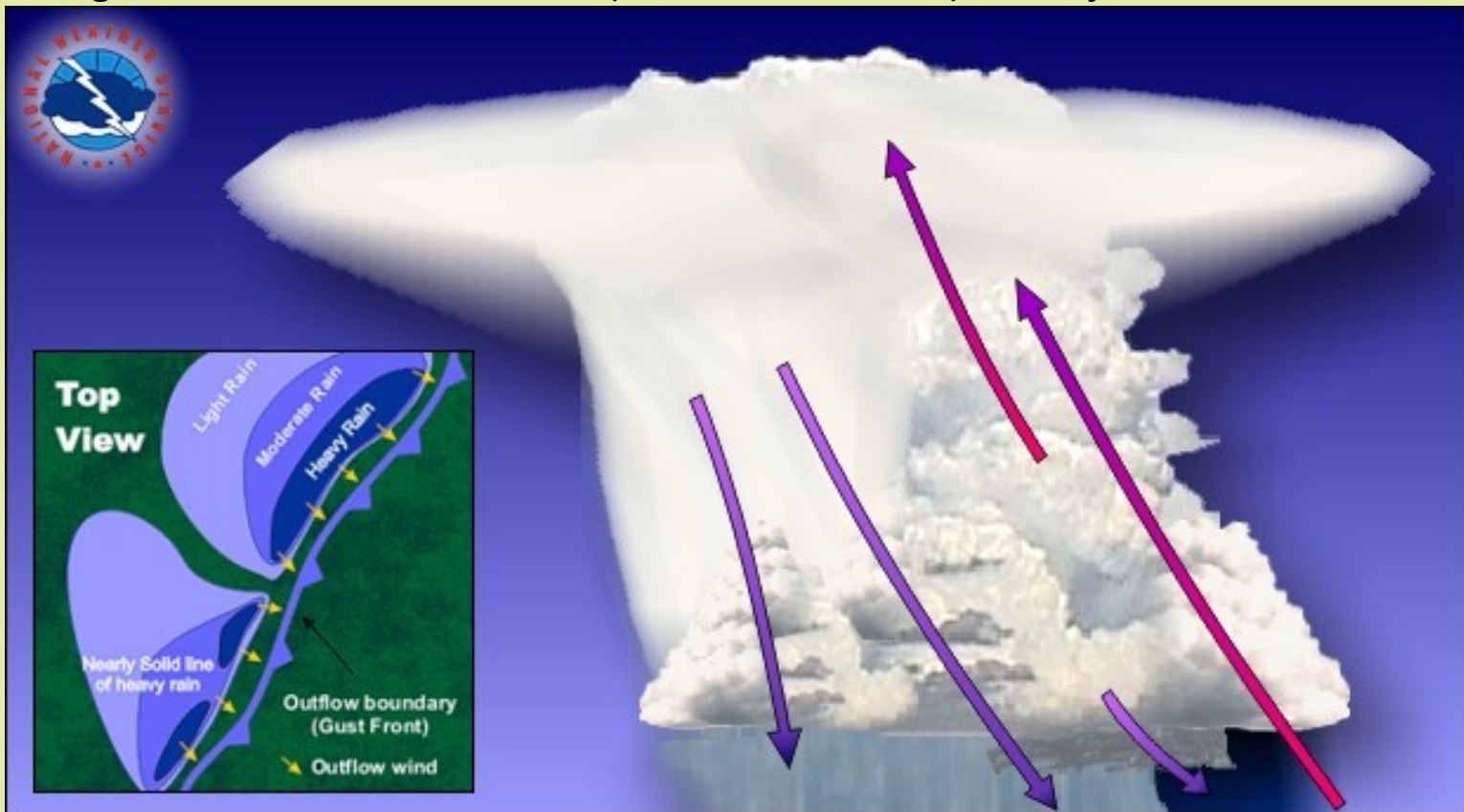
-tipični grmljavinski oblak

-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 navisoko i naširoko

-oblikom može podsjećati i na nakovanj

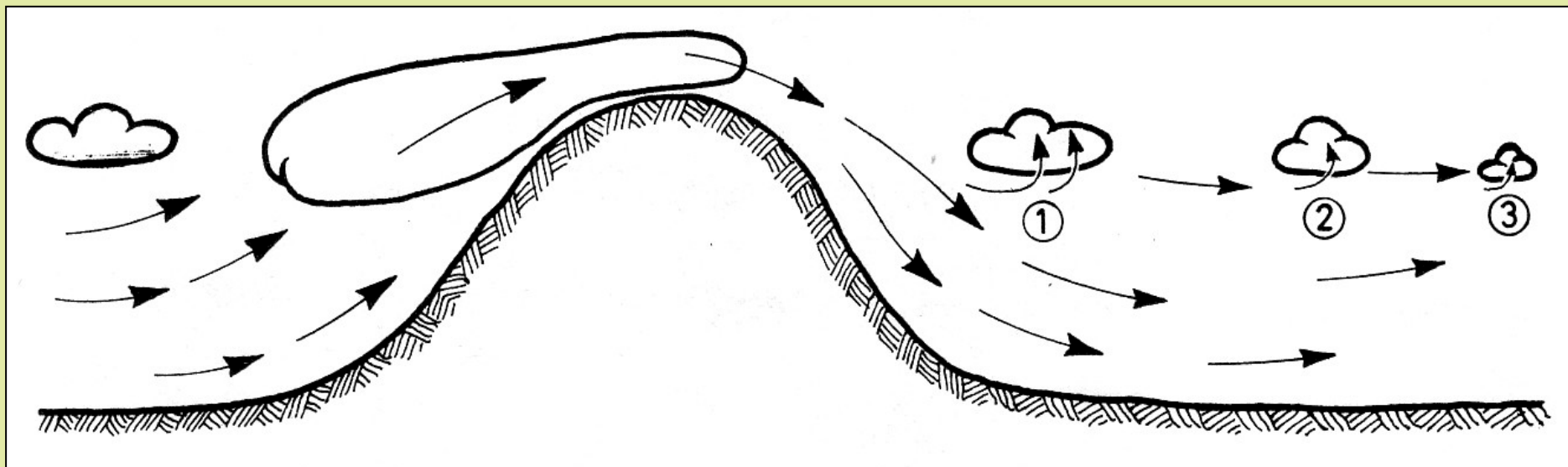
-iz njega mogu nastati svi rodovi oblaka („*Tvornica oblaka*”), no najčešće Ns, Ci i Sc



Genetska klasifikacija oblaka (prema uzrocima ohlađivanja zraka)

1) Orogenetski oblaci

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



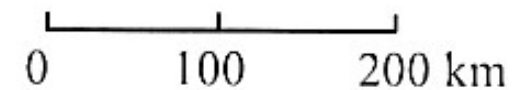
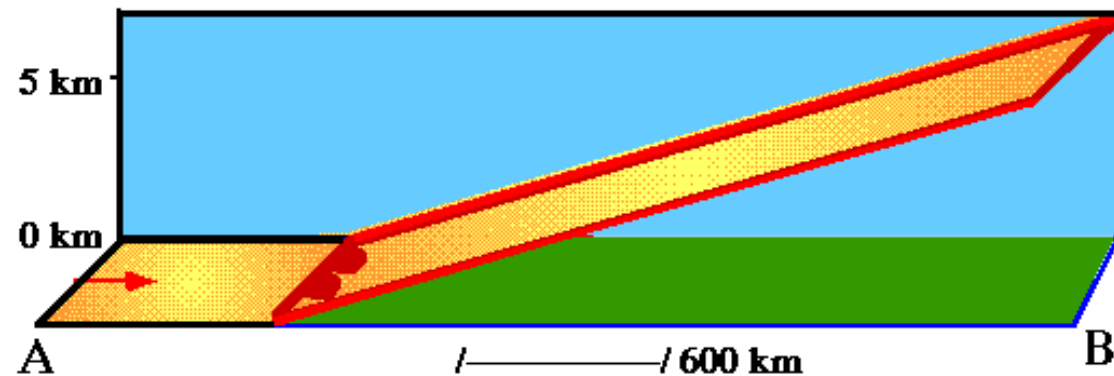
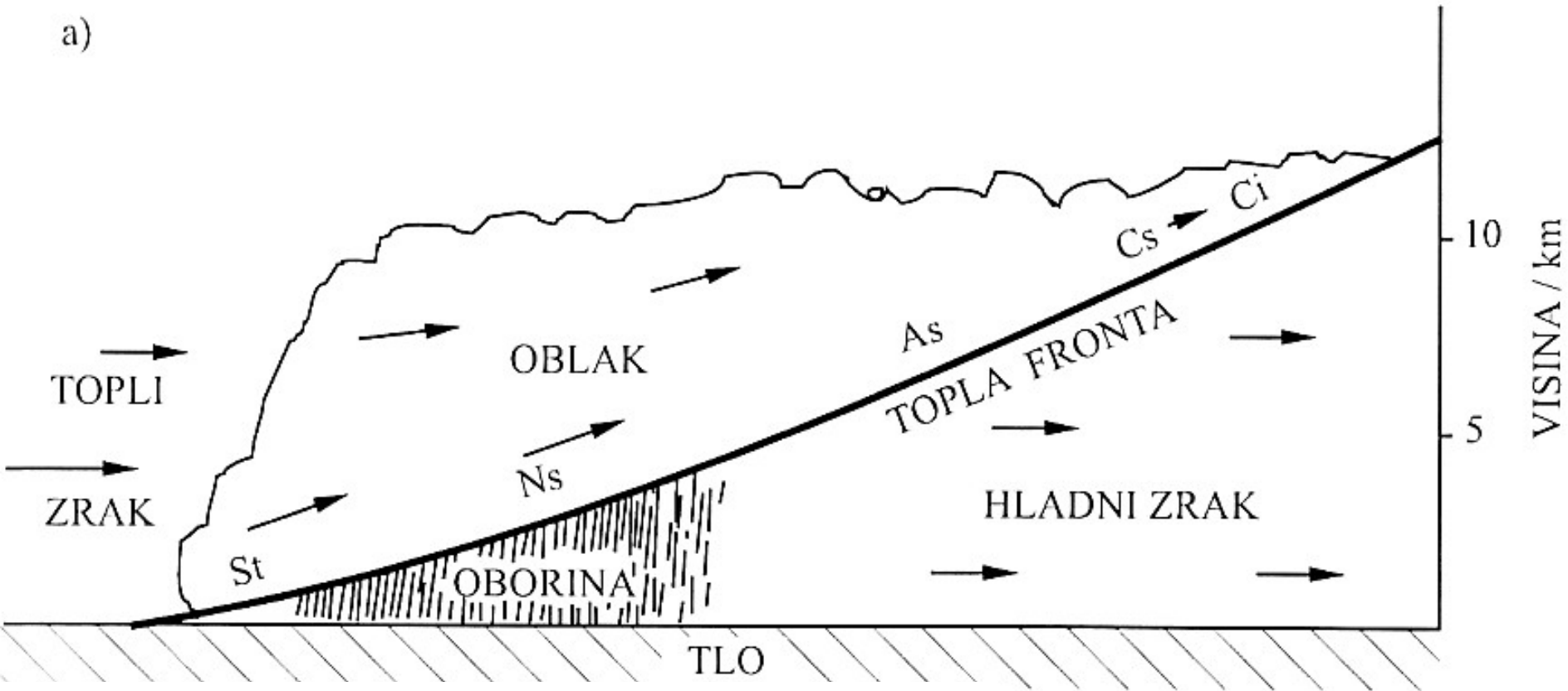
Orografski oblaci sa zavjetrinskim valovima; na mjestima dizanja zraka 1, 2, 3 stvaraju se oblaci u obliku pruga paralelnih s planinom



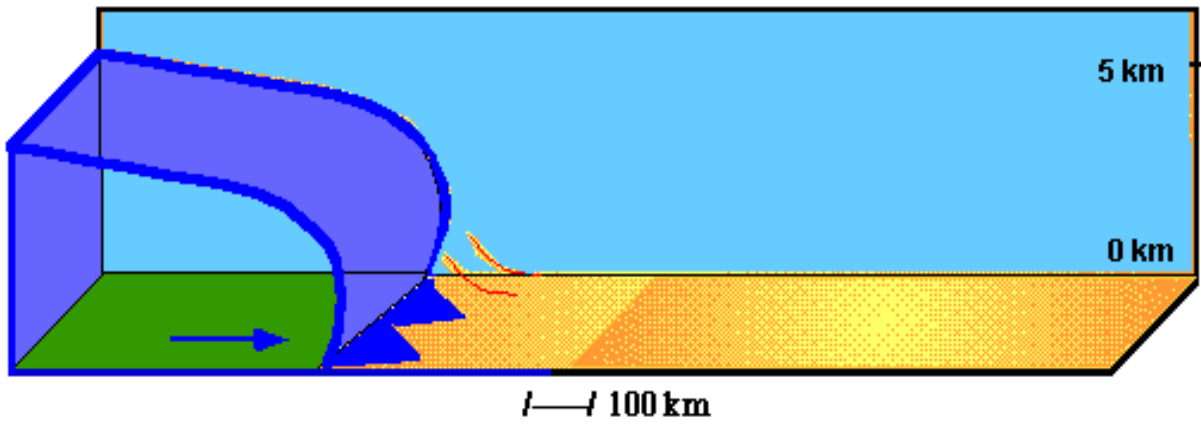
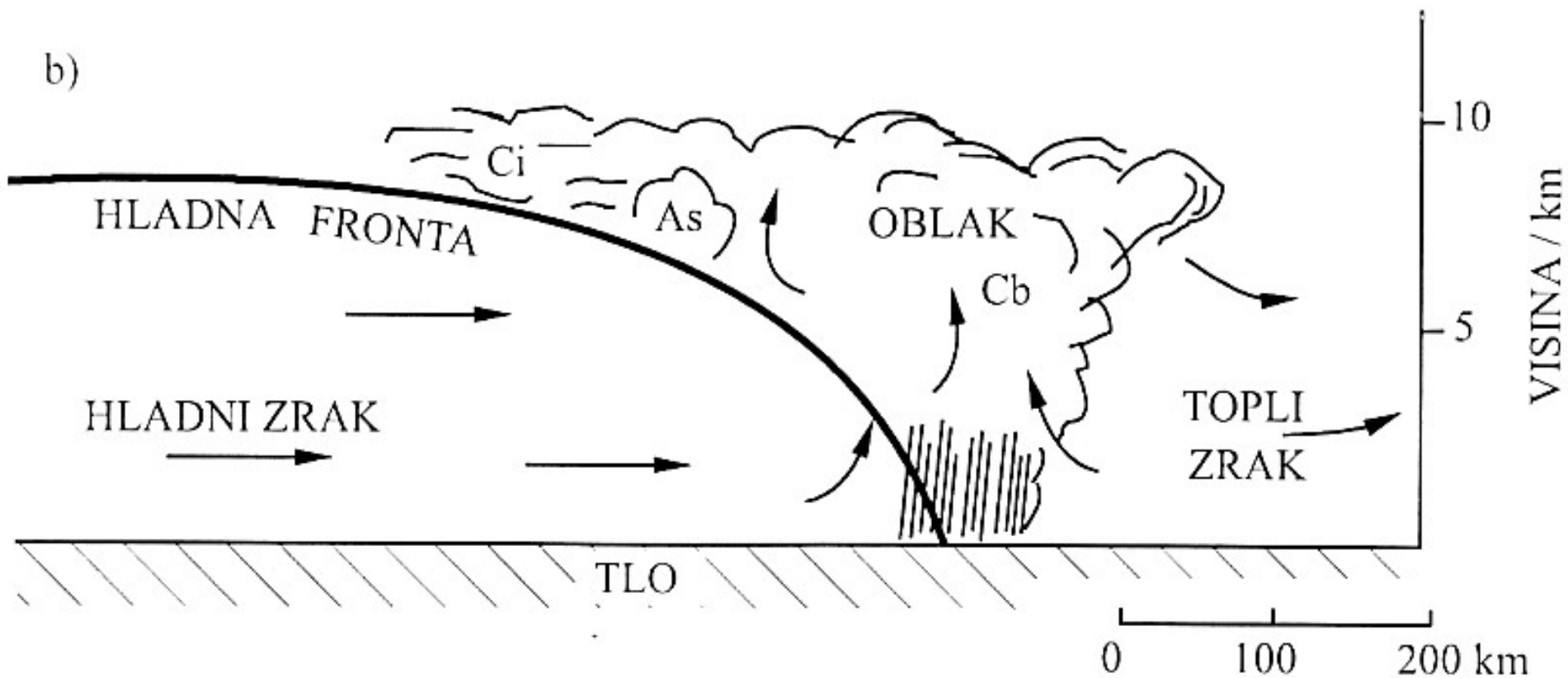
2) Frontalni oblaci

- sudaranje tople i hladne fronte stvara oblake

a)

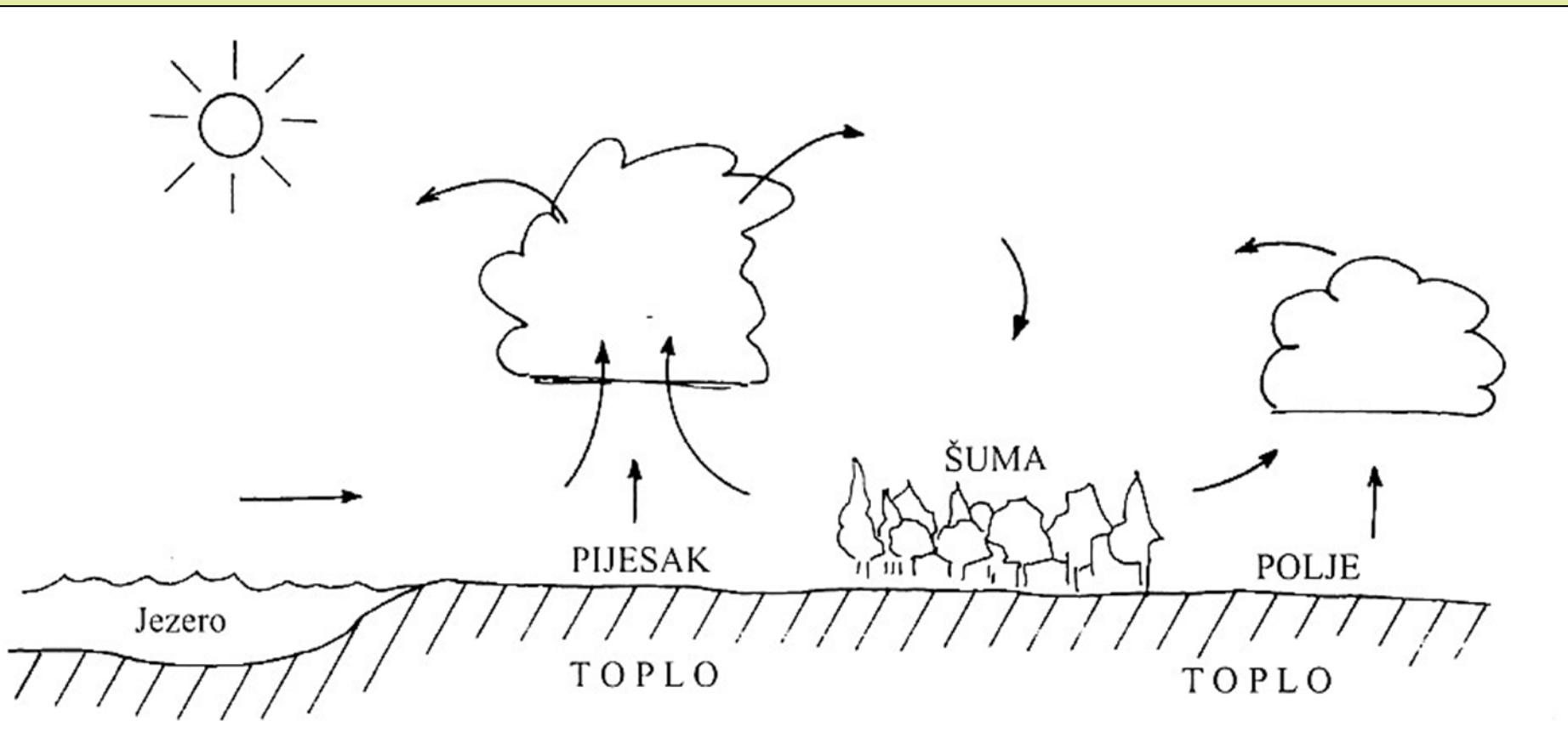


b)



3) Konvekcijski oblaci

- miješanje zračnih masa zbog nejednolikog zagrijavanja površine

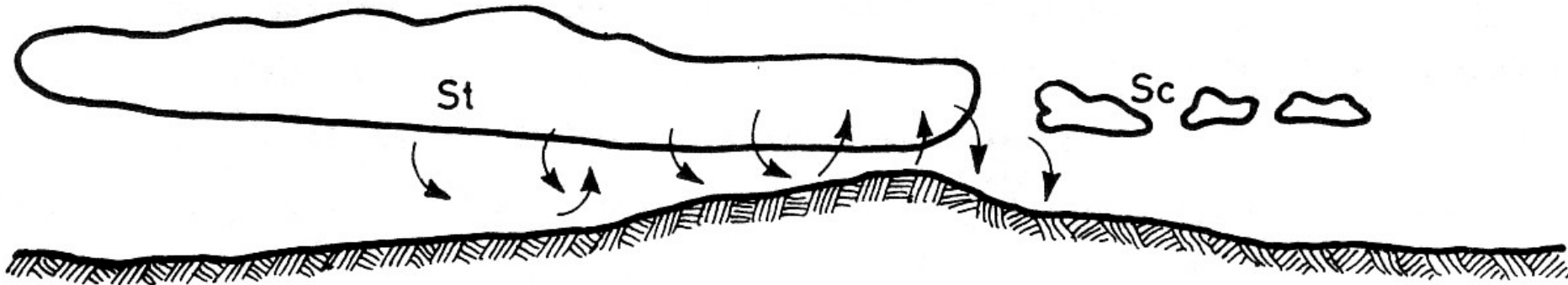


Konvekcijski oblaci razvijaju se nad jače ugrijanom podlogom



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

Izonefe: 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 \rightarrow vodena para se brzo istaloži iz pristupačnog zraka: prebrzi vjetar \rightarrow τ se ne dostigne i dio rose ispari



ukoliko se smrzne: bijela rosa
u pustinjskim klimama,
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 zgrušnjavanja.

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 $\tau < 0^{\circ}\text{C}$, a zrak se ohladi ispod rosišta

Adveksijski 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 razvedranje, 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)

– svjež snijeg – manje gustoće/vodnosti – 10 mm snijega = 1 mm vode

– stari, zgnječeni snijeg – velike gustoće/vodnosti – 10 mm snijega – 9 mm vode



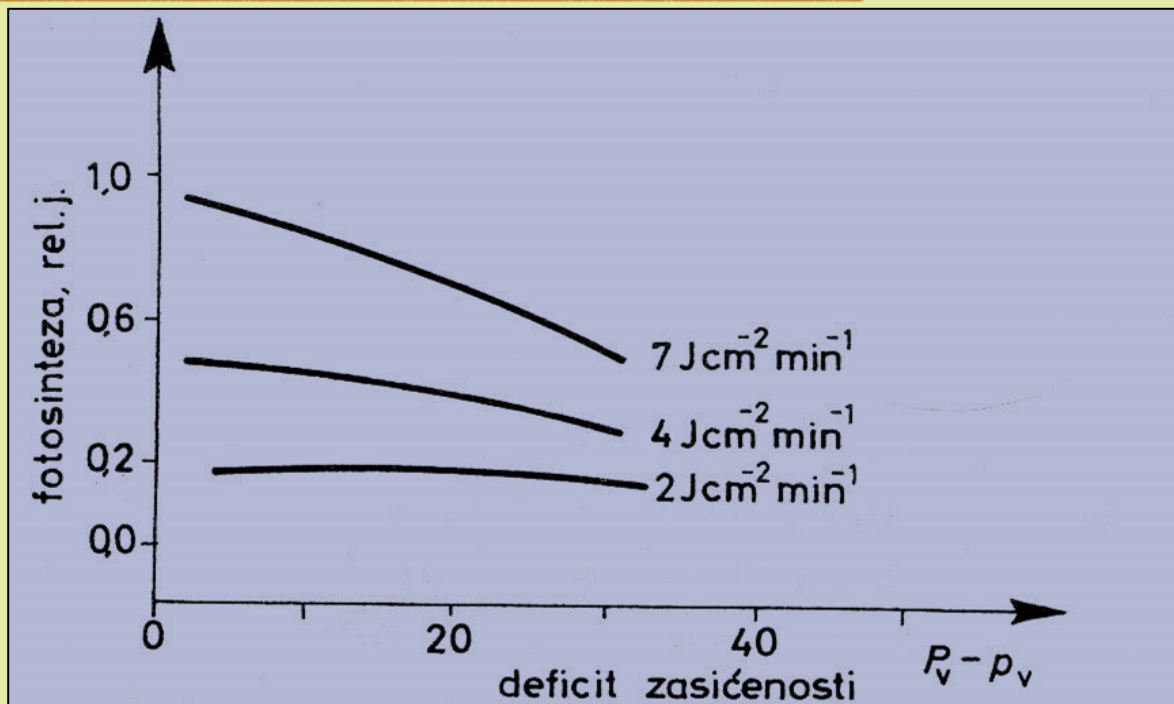
Drozometar



**Mjerenje visine
snijega**



Važnost atmosfere vode za biljke i životinje



Ovisnost fotosinteze o deficitu zasićenosti pri određenom upadnom zračenju

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

• Mass movement



Soil creep

Where vegetation is cleared on steep slopes, waterlogged soils creep downhill at up to 20 cm/yr.

Slip, surface lubricated by groundwater
Trees and poles lean downhill



Grassy patches not eroded by running water

Earth flow

Water saturated clay that moves downslope as a viscous mass usually in channel



Mud flow

Avalanche of mud and rock that is >60% water. Often rapid and disastrous



Landslide

Consolidated soil slides downhill or



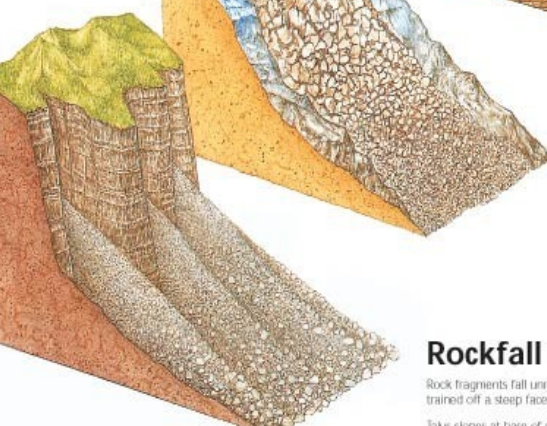
Mud deposition

A mud flow in 1985 in Colombia buried a town of 25,000 people in 15m of mud

Exposed surface subject to accelerated erosion

Rockslide

Downslope movement of blocks of bedrock. Sudden events caused by earthquakes, eruptions and the weight of large dams



Rockfall boulders stacked at cliff base

Rockfall

Rock fragments fall unretained off a steep face

Talus slopes at base of cliff composed of weathered fragments

Mass wasting refers to the downslope movement of earth materials under gravity

Sources: Visual Dictionary, Science Guides and Evidences Series. © DK Dordun Kişinler, London. For further study at home or in the library, see also DK, Geography of the World and DK World Atlas.

Zb.14.3
DKGm
English
Zb.14.3
DKGm
visualdict



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 (podlublivanje: 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



Zrak



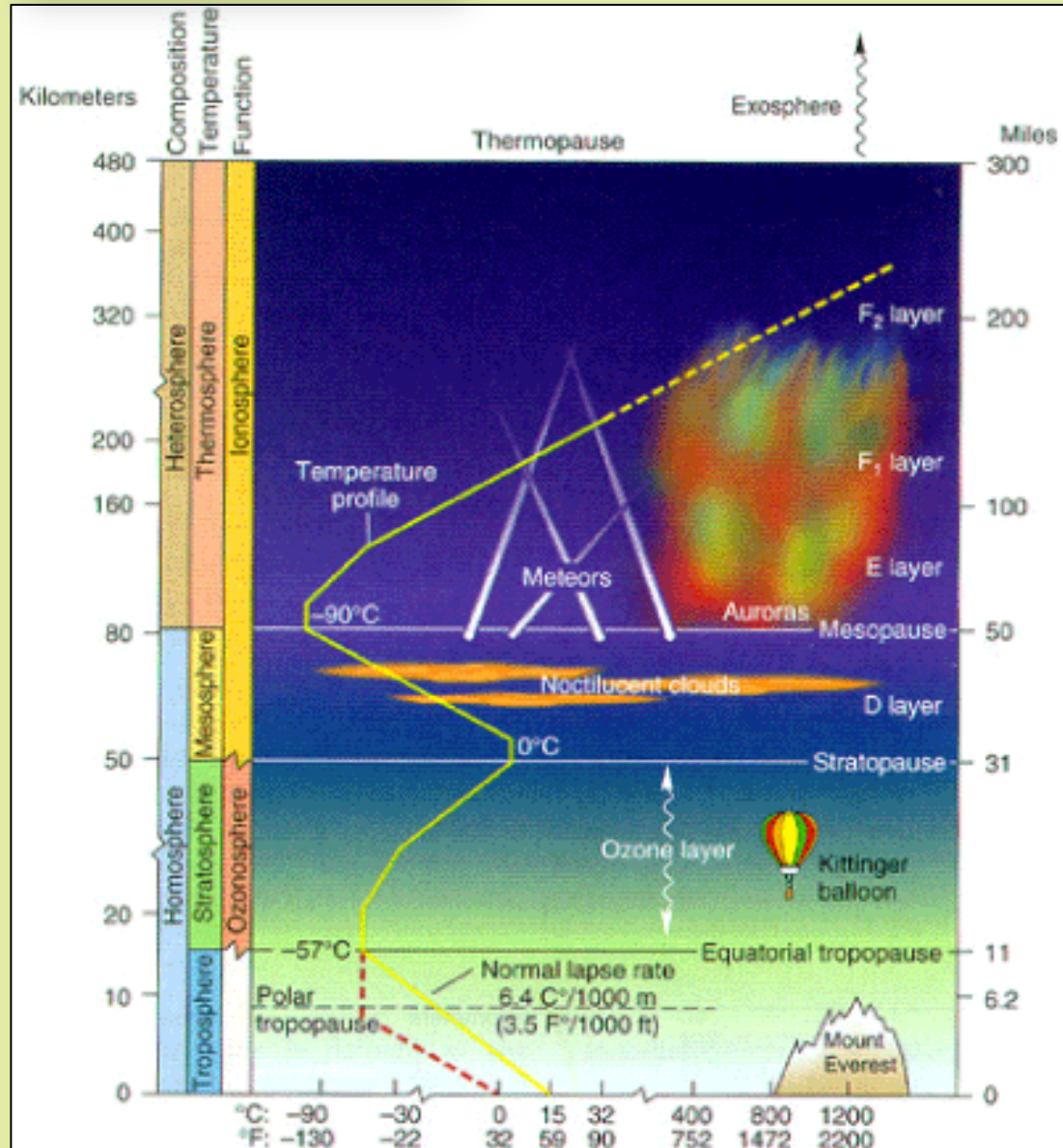
atmosfera

termosfera

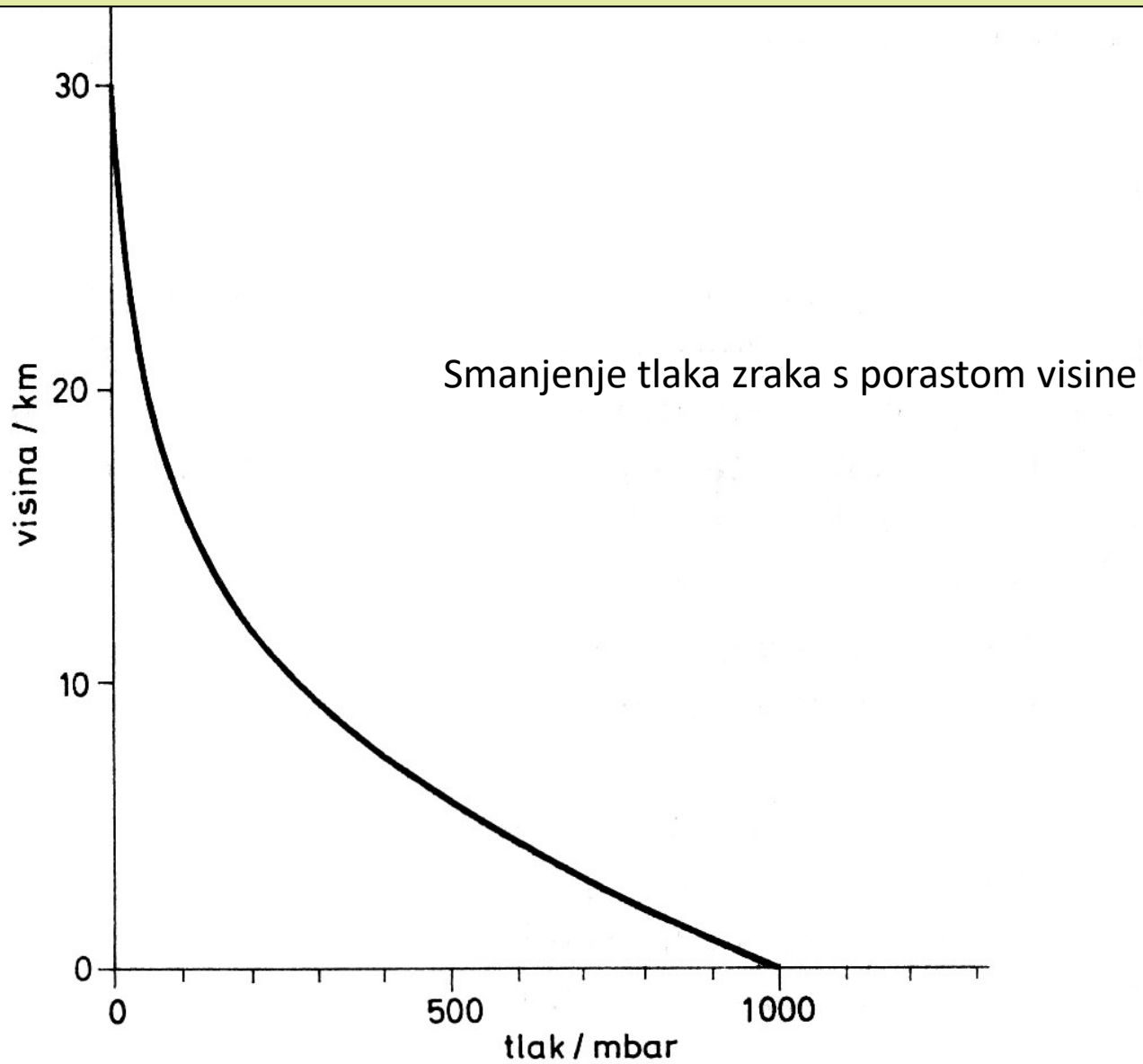
mezosfera

stratosfera

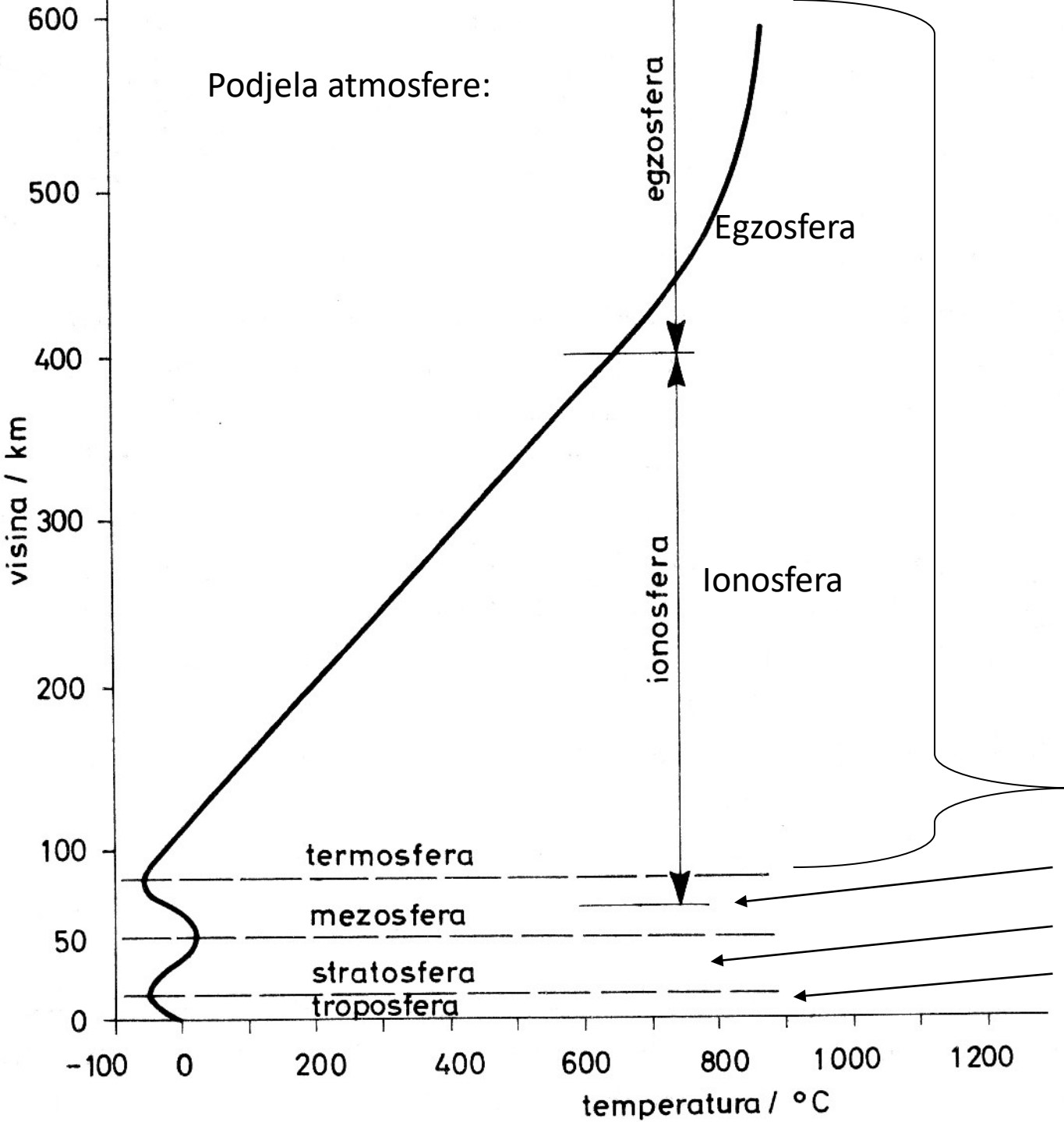
troposfera



Podjela atmosfere po visini



Podjela atmosfere:



TERMOSFERA
MEZOSFERA
STRATOSFERA
TROPOSFERA



**Podjela
atmosfera**

Izvan planetarni sloj

Egzosfera > 800 km

**TERMOSFERA
90-800 km**

Ionosfera

Ionosfera F 180-

Ionosfera E 85-180 km

Ionosfera D 60-85 km

odbijanje radio-valova

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

**TROPOSFERA
0-11 km**

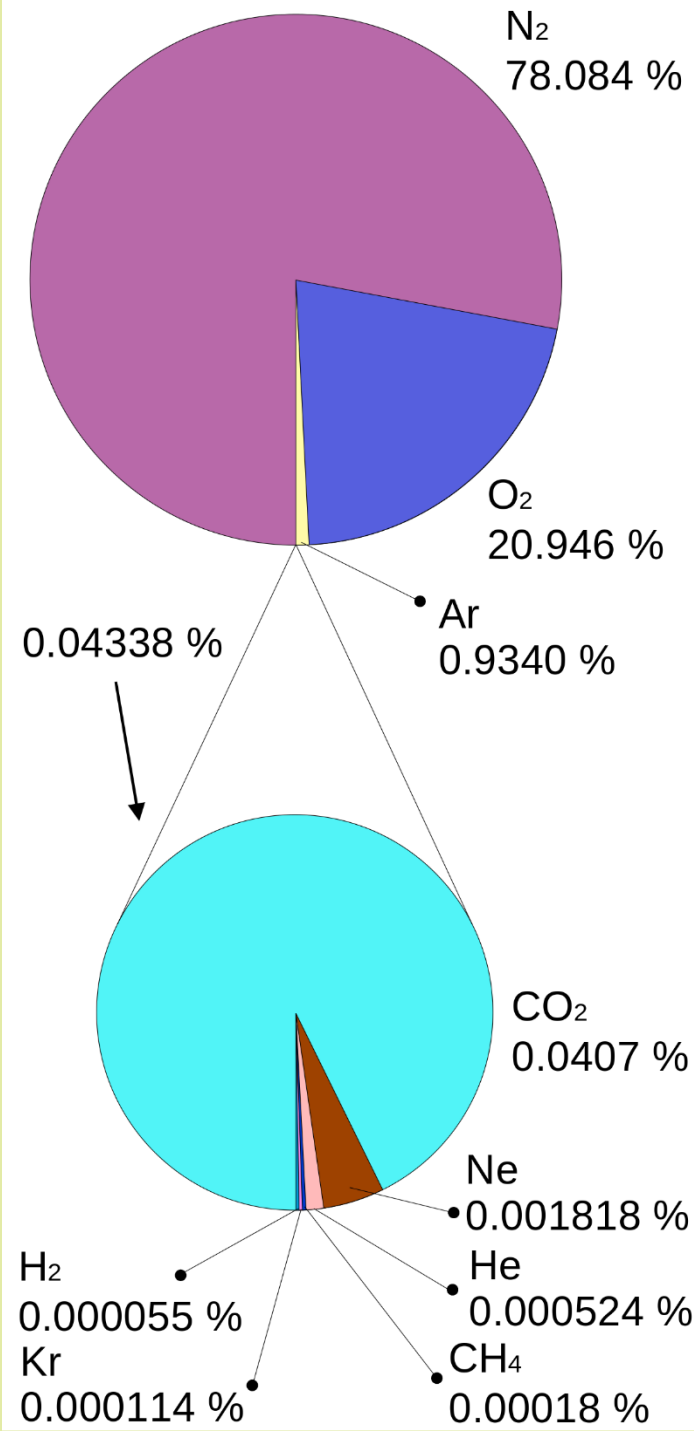
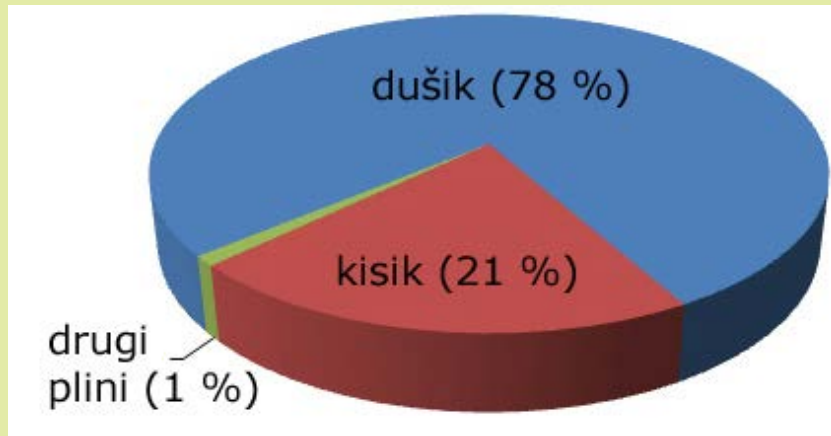
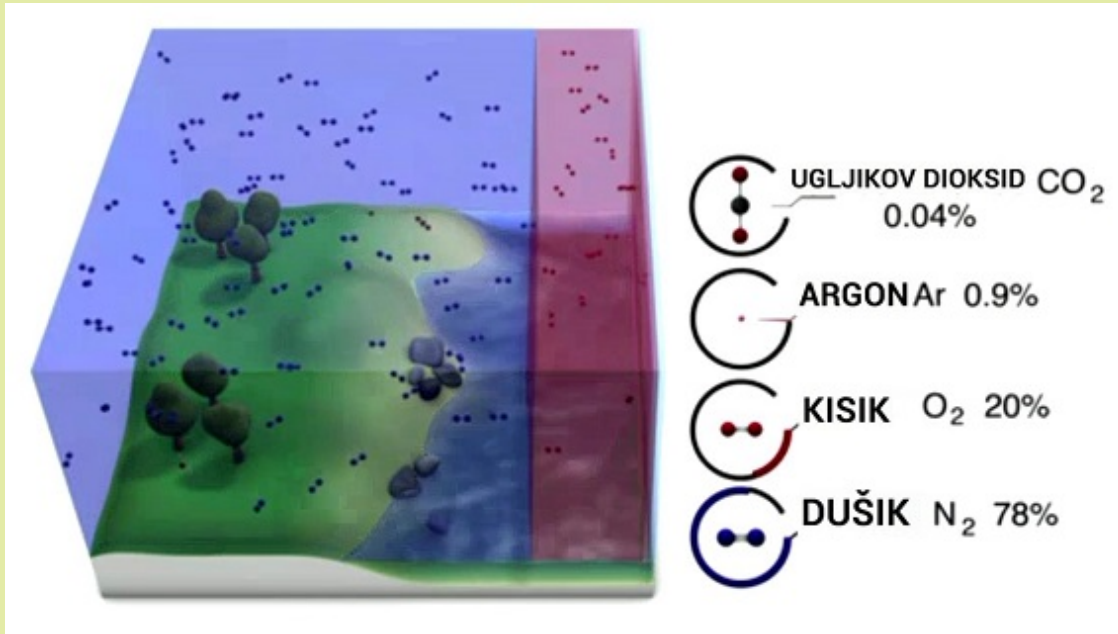
slobodna troposfera: 1,5-11 km

planetarni granični sloj: 2 m-1,5 km

prizemni sloj: 0-2 m visine (najveće promjene temperature noć/dan)



Sastav zraka u prirodnim uvjetima

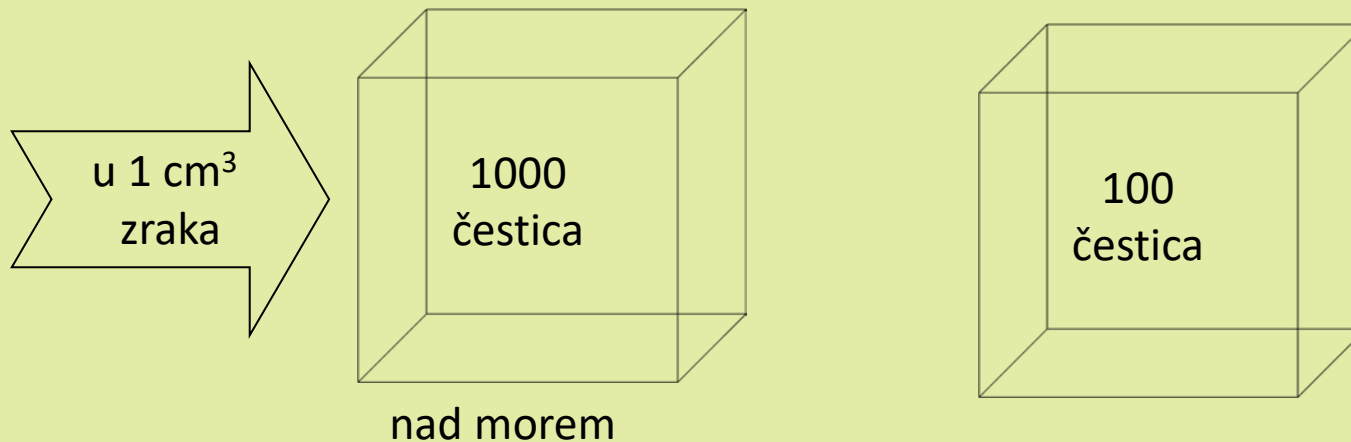


U zraku je prisutno i mnoštvo drugih primjesa:

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



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** ($\text{mbar} = 10^2 \text{Pa} = \text{hPa}$)

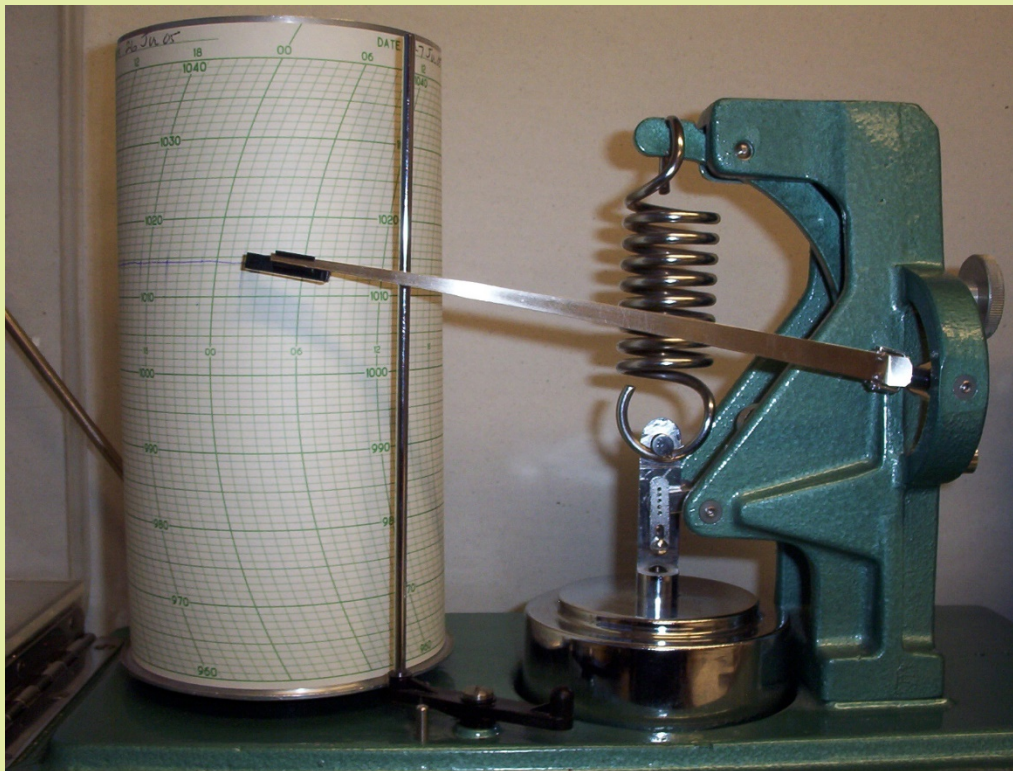
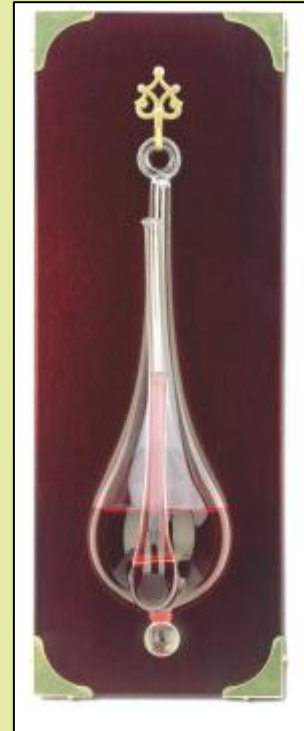
Tlak zraka numerički je jednak težini vertikalnog stupca zraka koji se pruža od stajališta do vrha atmosfere, a ima jedinični presjek. Tlak se mjeri tako da se težina stupca zraka dovede u ravnotežu s težinom stupca žive.

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:
 $\text{mmHg} \times 1.3332 = \text{hPa}$

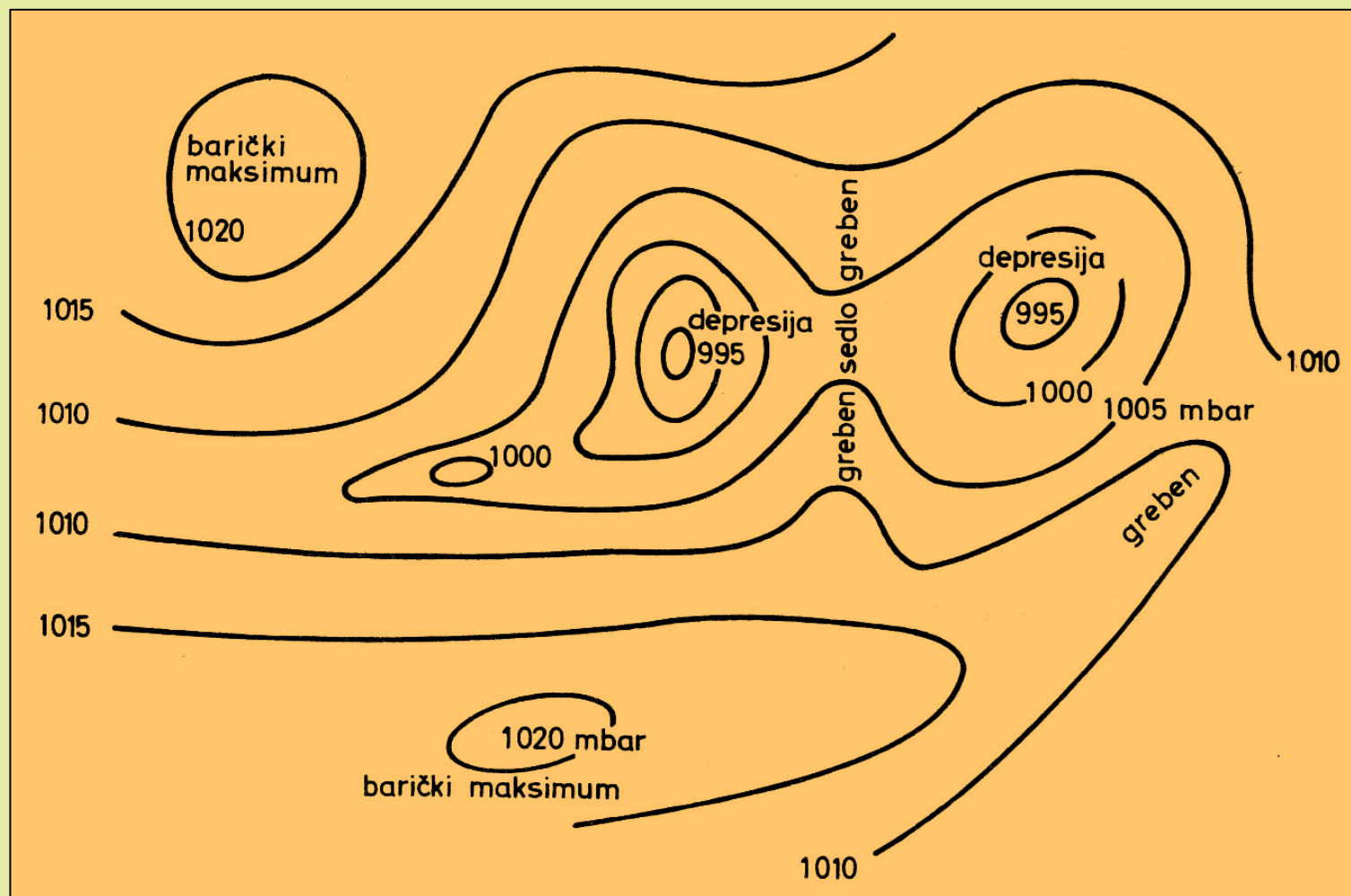


Barometar instrument za mjerenje tlaka zraka

Barograf - za neprekidno bilježenje tlaka zraka



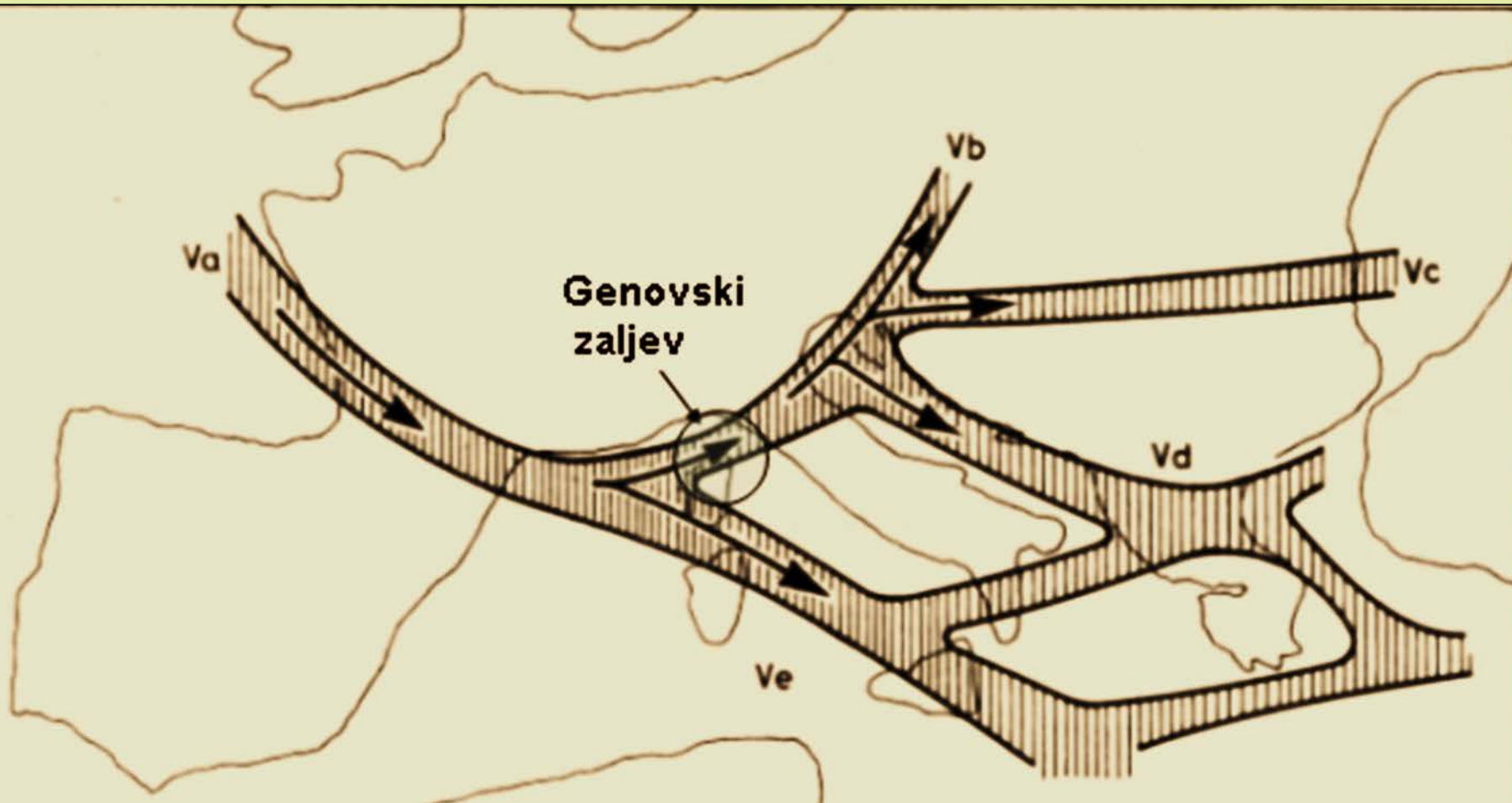
Izobare pokazuju oblik baričkog polja. Ti oblici imaju nazive adekvatne tipovima reljefa zemljišta. Tako u području niskog tlaka imamo **depresije, korita, doline**, a u području visokog tlaka **barometarski maksimum, greben** i **most**, dok se prijelaz između dva niska i dva visoka dijagonalno položena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



Tipovi baričkog polja



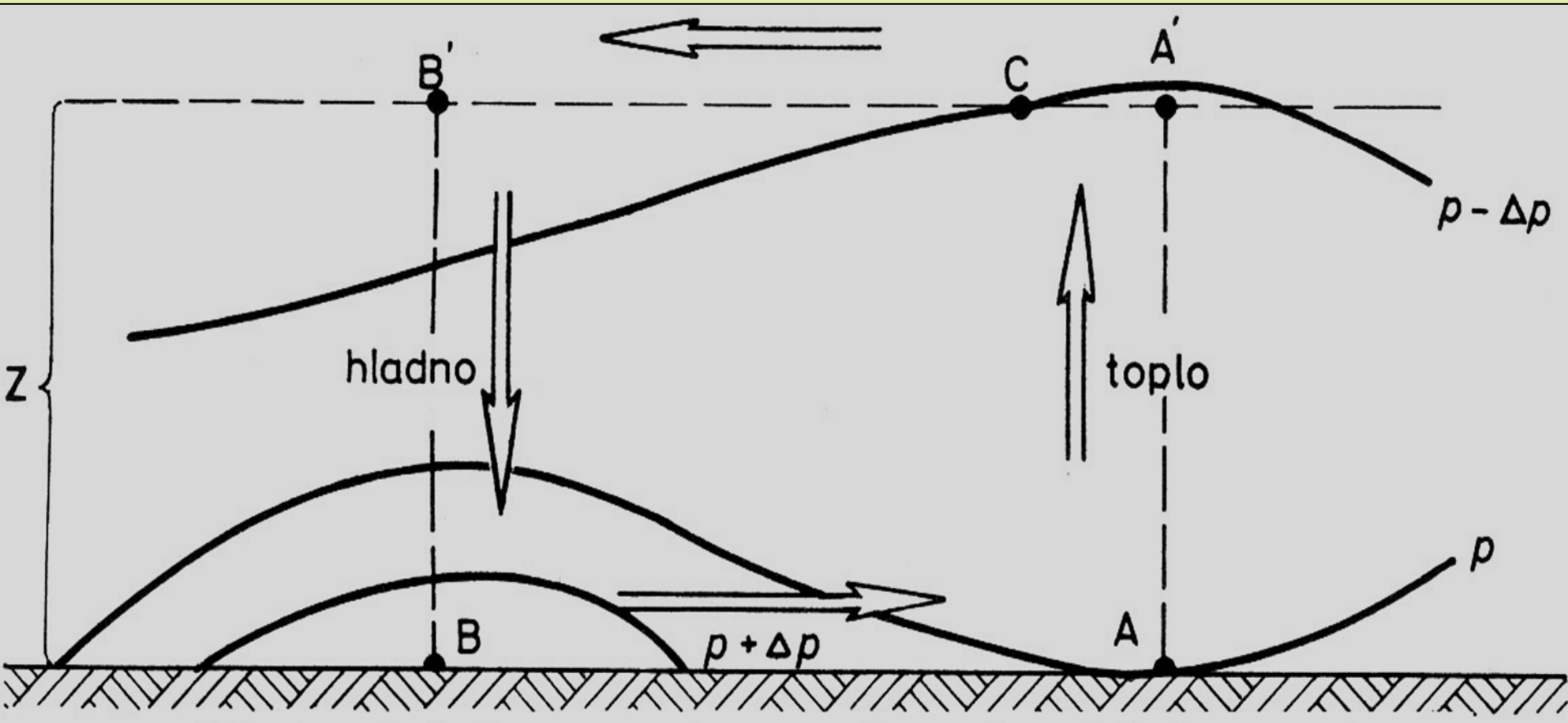
RH: pod utjecajem polja visokog tlaka nad Atlantikom (Azorska anticiklona) cijele godine, a zimi i anticiklone iznad euroazijskog kontinenta. Ciklone nam nailaze s Islanda ili Genovskog zaljeva tijekom cijele godine



Ogranci ciklonske staze V prema Van Vebberu



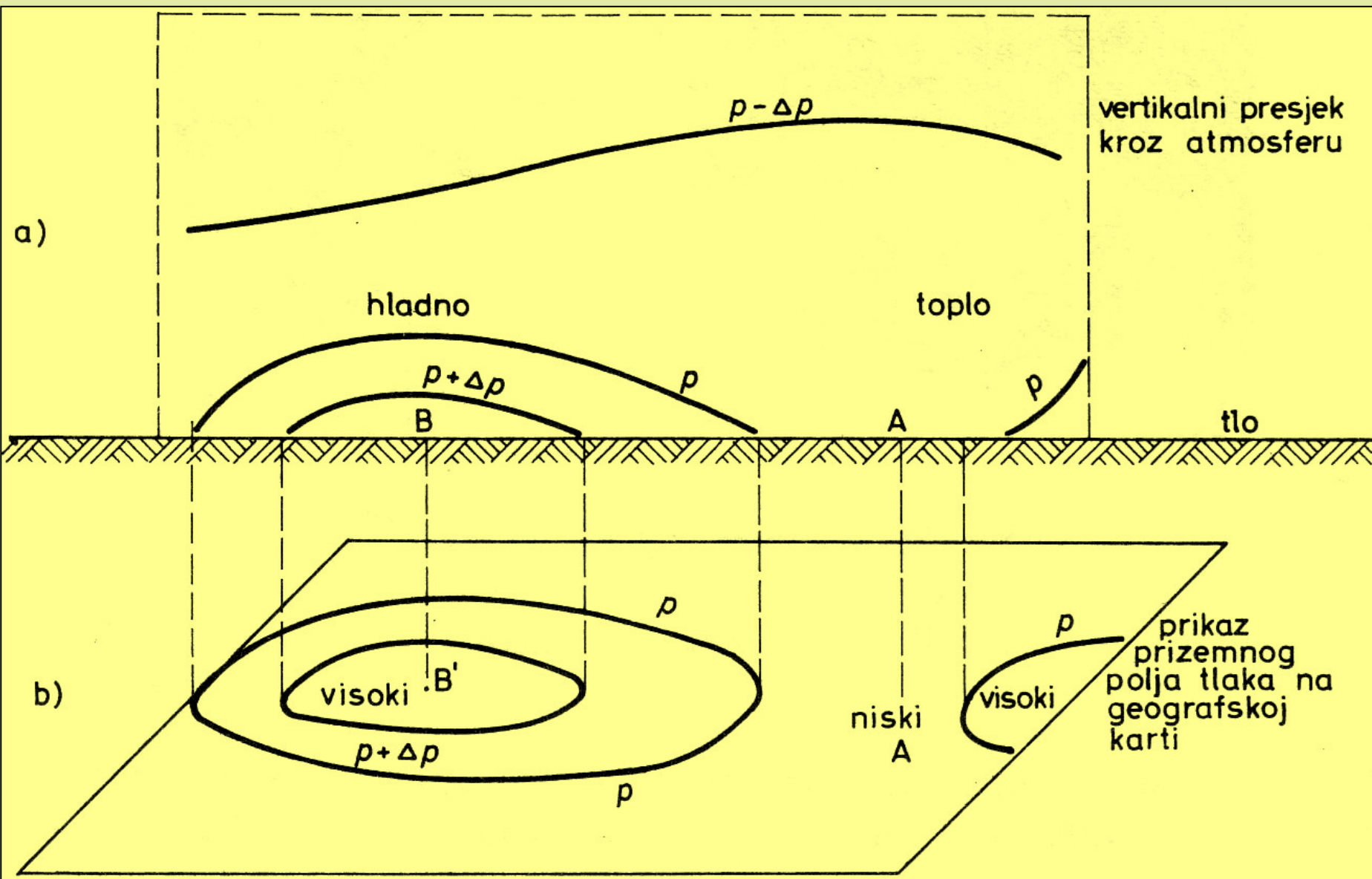
Atmosfersko strujanje



Cirkulacija zraka između toplog i hladnog područja
(vertikalni presjek)



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



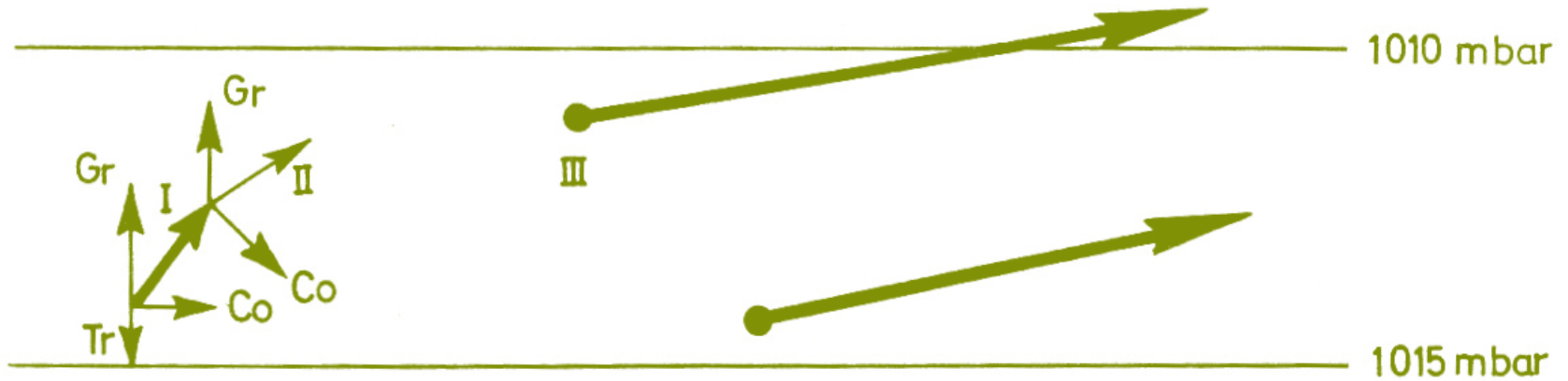
Prikaz raspodjele tlaka: a – na vertikalnom presjeku i b – na horizontalnoj projekciji

Gr – gradijentna sila

Tr – sila trenja

Co – Coriolisova sila

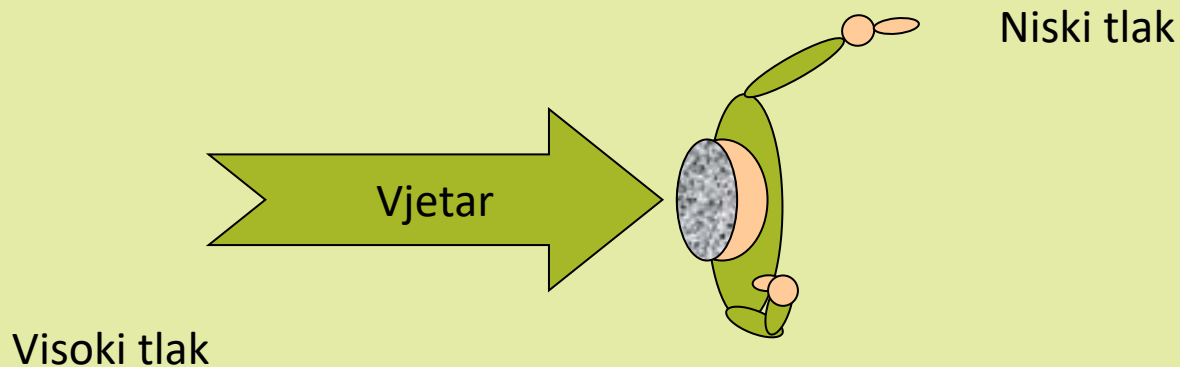
Geostrofički vjetar-paralelan s ravnim izobarama
(kod zakrivljenih izobara javlja se još i centrifugalna sila)



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

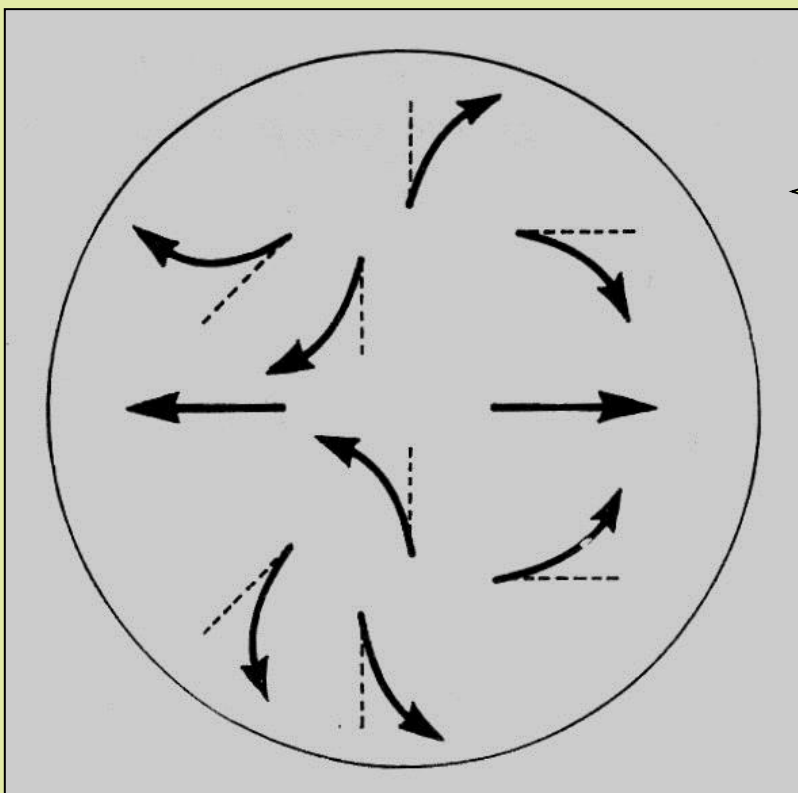
Buys-Ballotovo pravilo:

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 njoj atmosferi: tzv. Coriolisov efekt



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

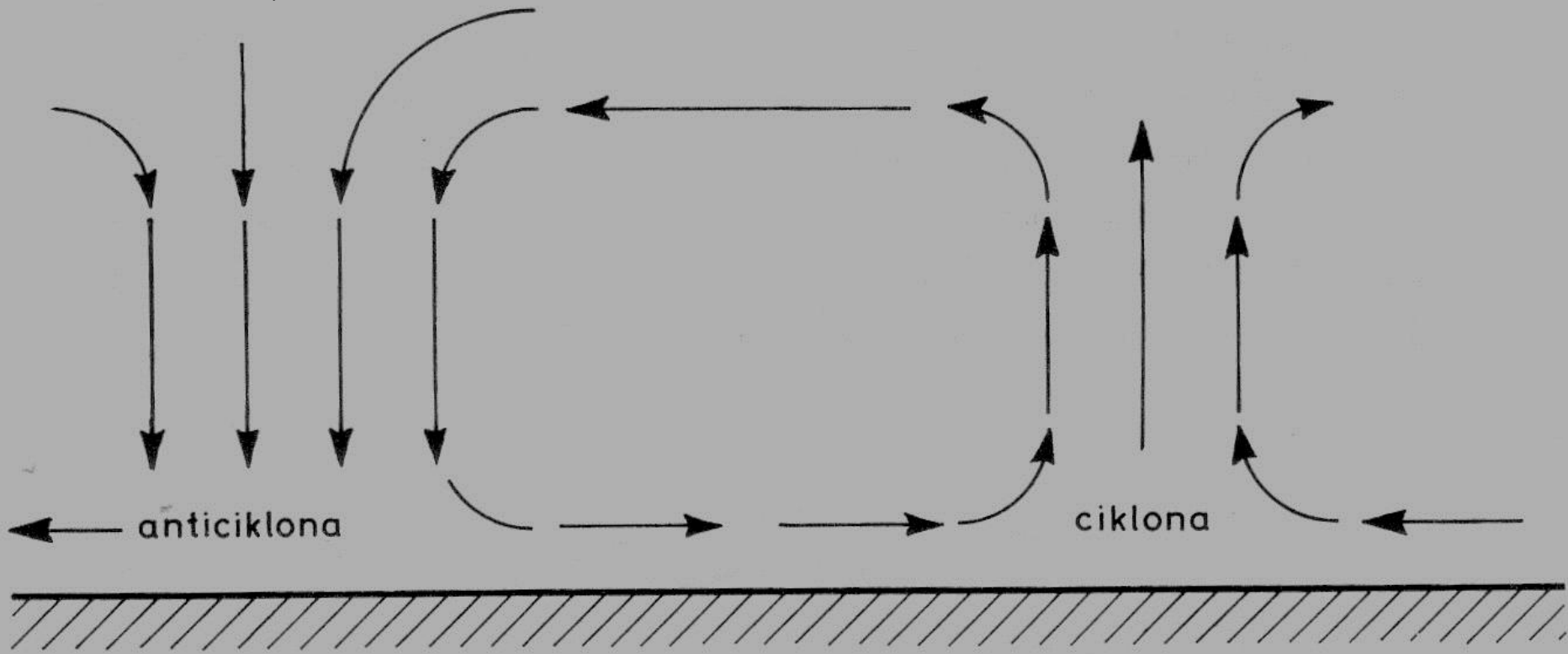
Na južnoj polutci:
kontra smjera
kazaljke na satu
(ulijevo)

Coriolisov efekt



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

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

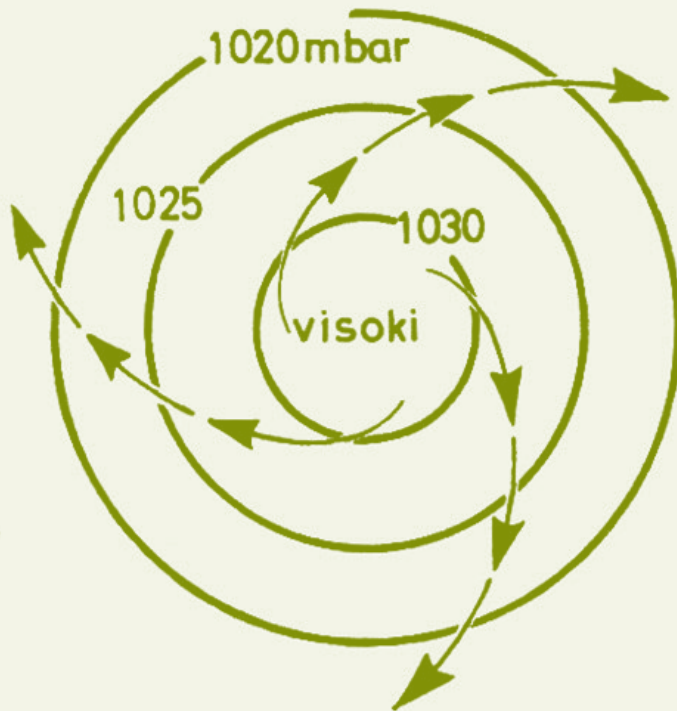


Vertikalni presjek kroz područje visokog i niskog tlaka s prikazom cirkulacije



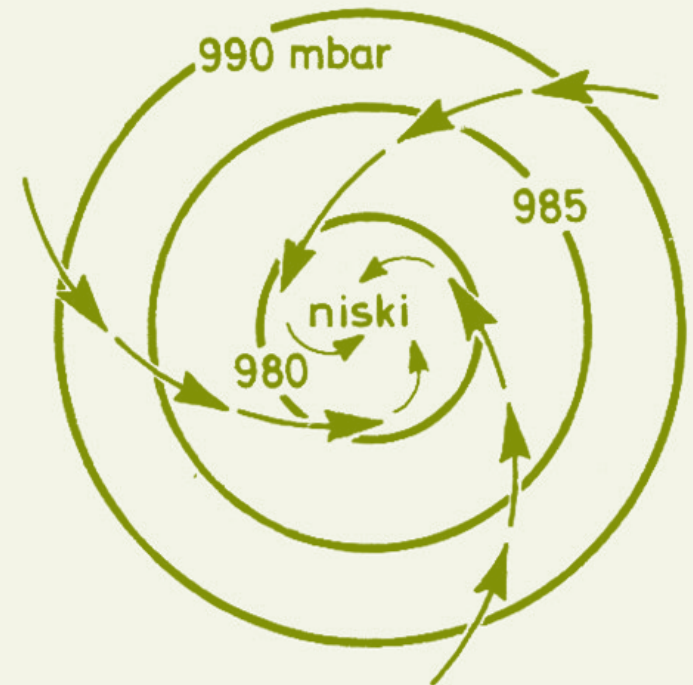
Anticiklona

Divergentno gibanje
od centra visokog tlaka



Ciklona

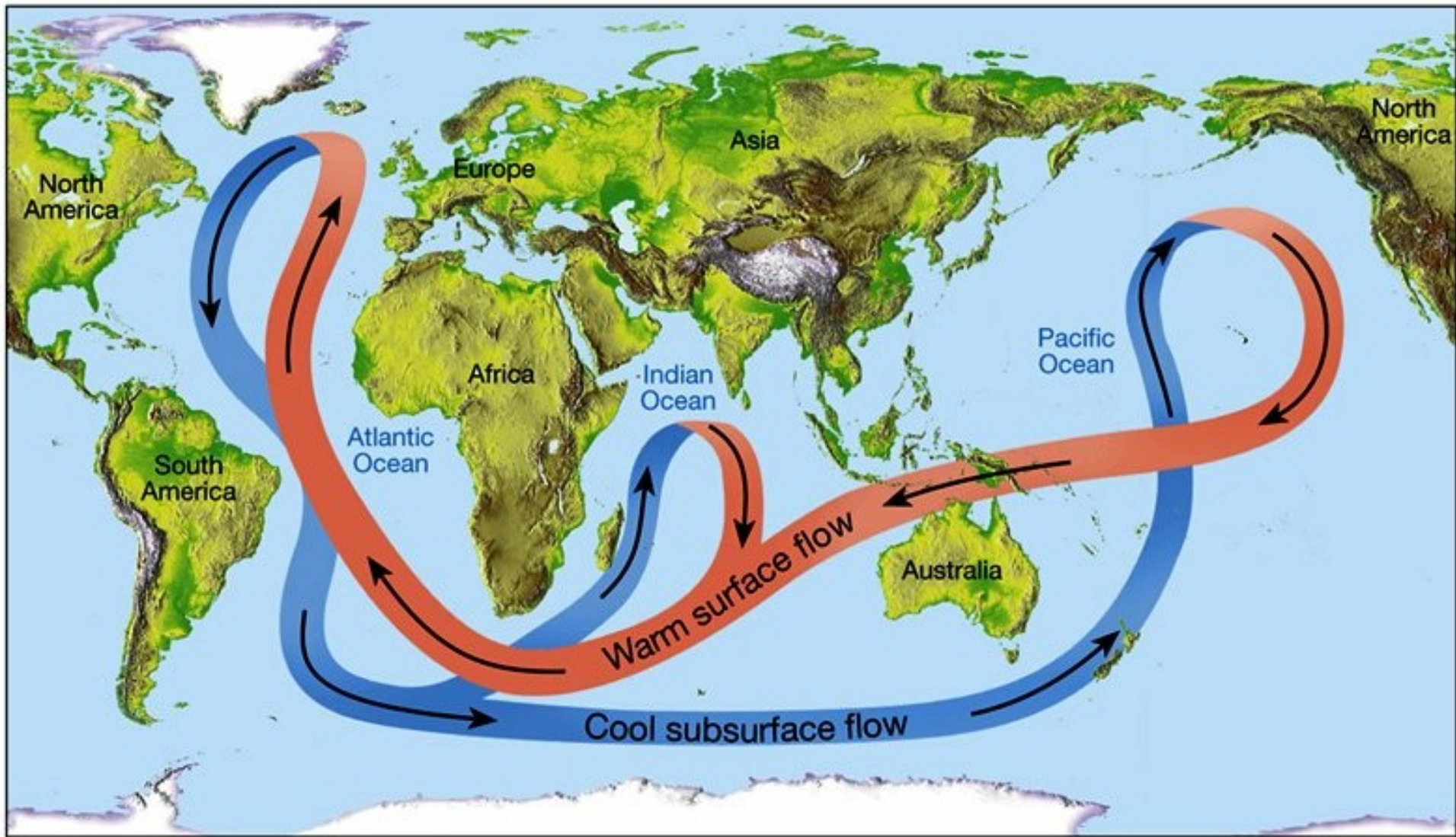
Konvergentno gibanje
prema centru niskog tlaka



Smjer prizemnog vjetra u području baričkog maksimuma i u depresiji



Velika-globalna oceanska struja

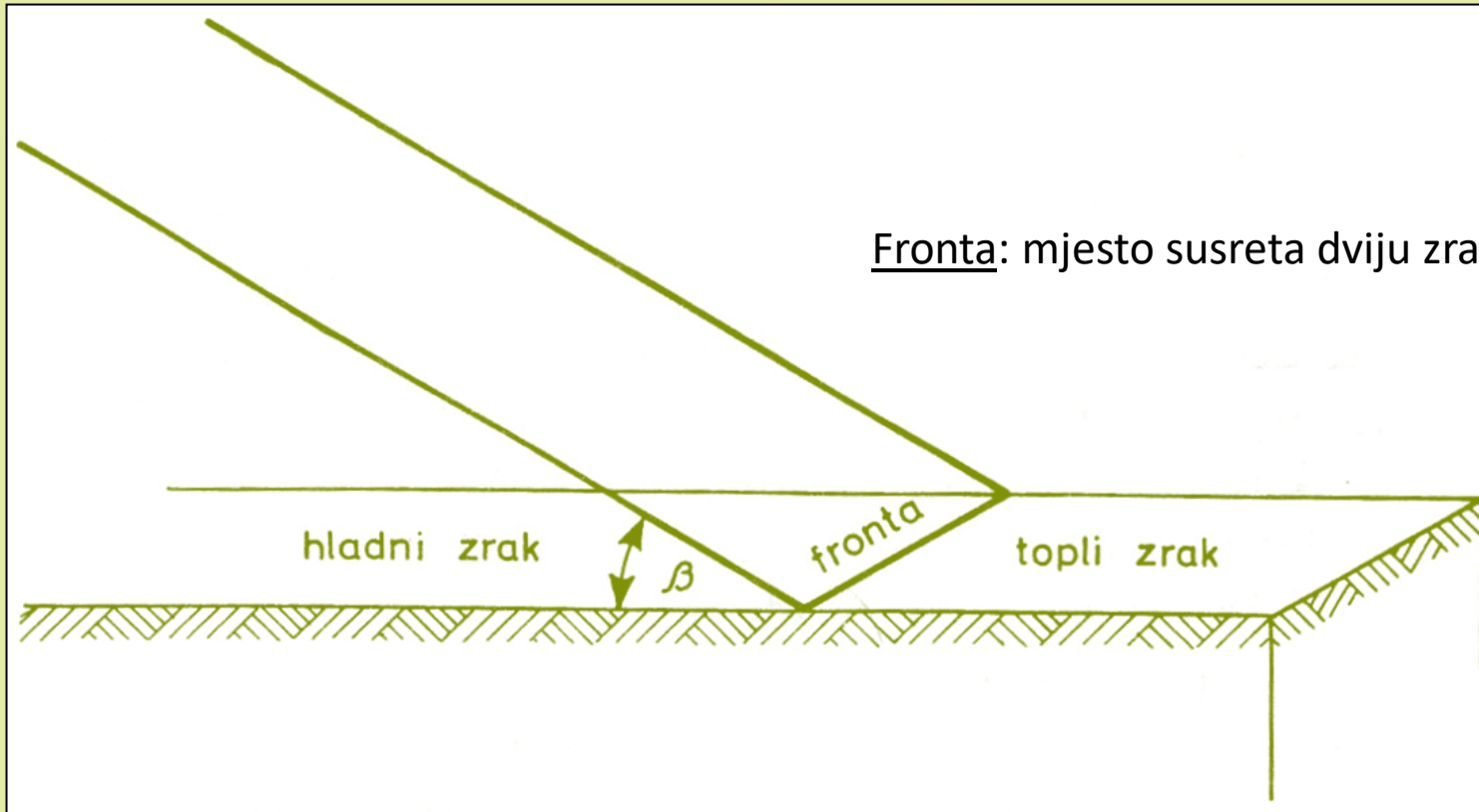


Zračne mase, fronte, ciklone

Zračne mase po postanku:

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

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



Fronta: mjesto susreta dviju zračnih masa

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

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

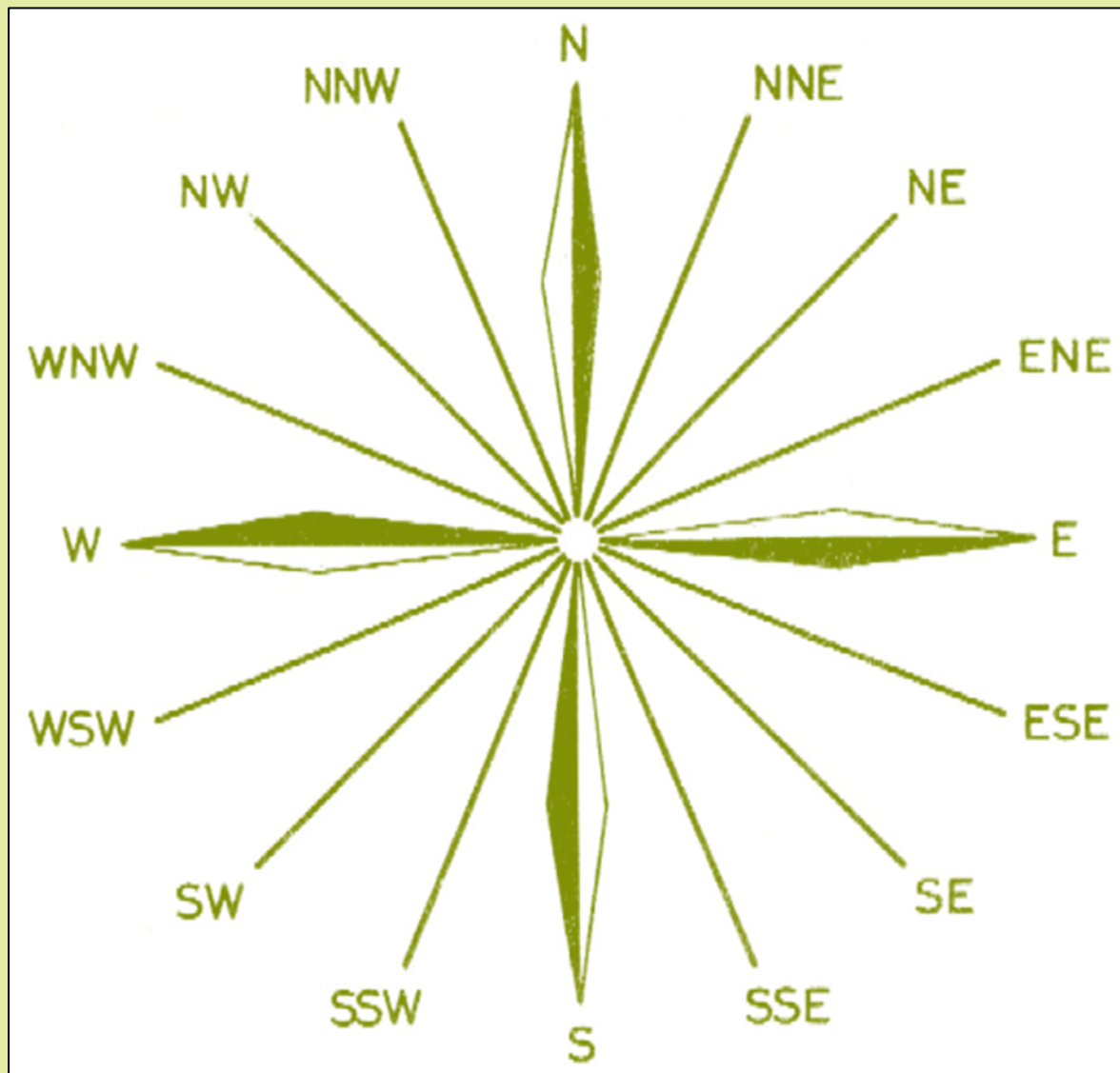
jedinice: m/s ili čvorovi \rightarrow 1 morska milja na sat = 1852 m / 3600 s = 0.514 m/s
shodno tome, 1 m/s = 1/0.514 kn = 1.944 kn (=knots – čvorovi)

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.

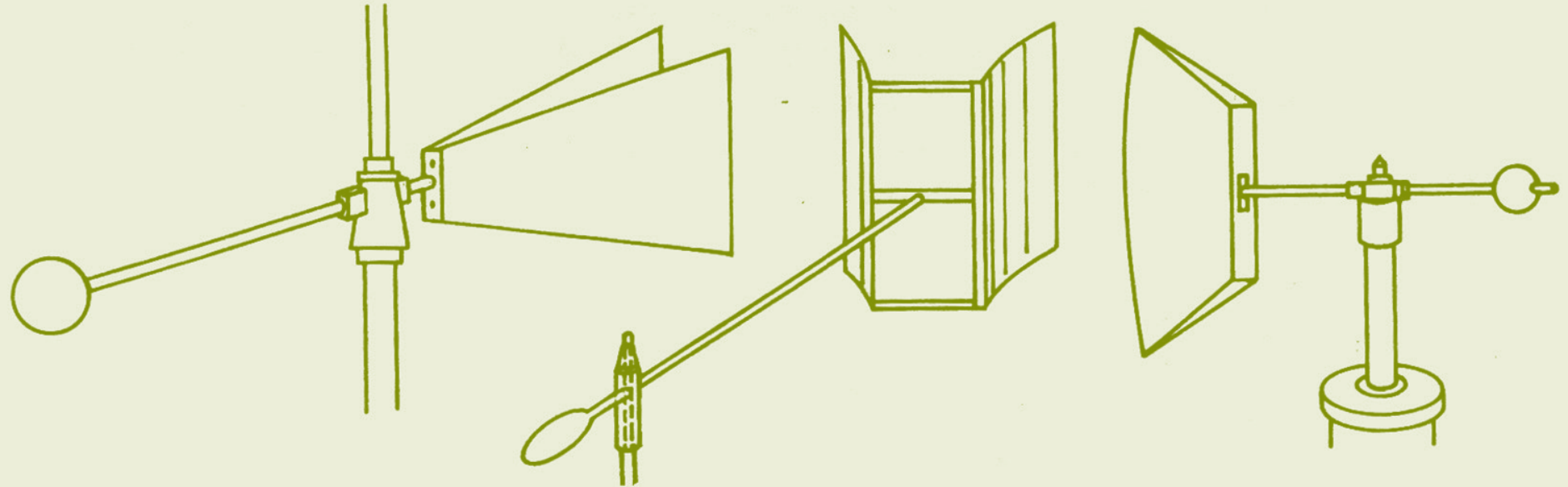
Smjer vjetra se imenuje u skladu sa stranom svijeta odakle puše



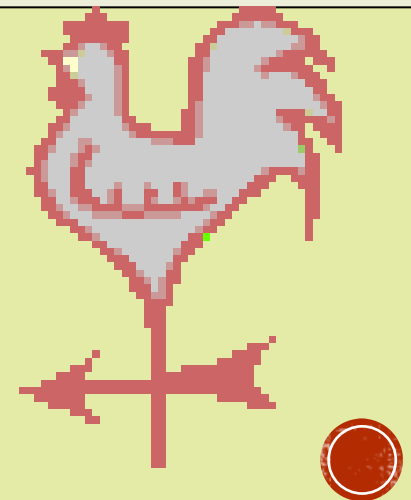
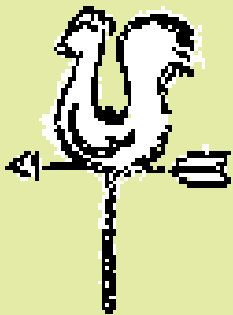
Međunarodne oznake za smjerove vjetra



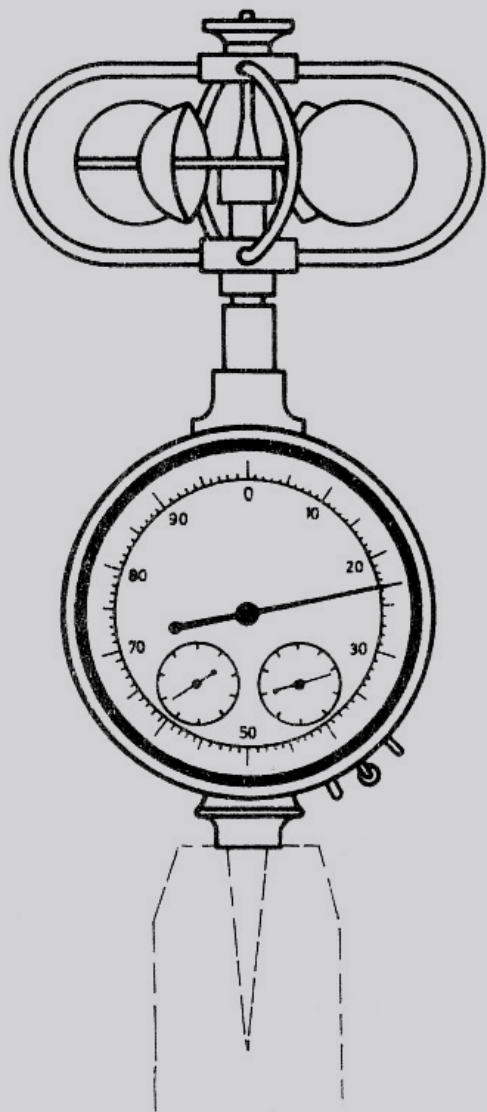
Mjerenje smjera vjetra - vjetrulje



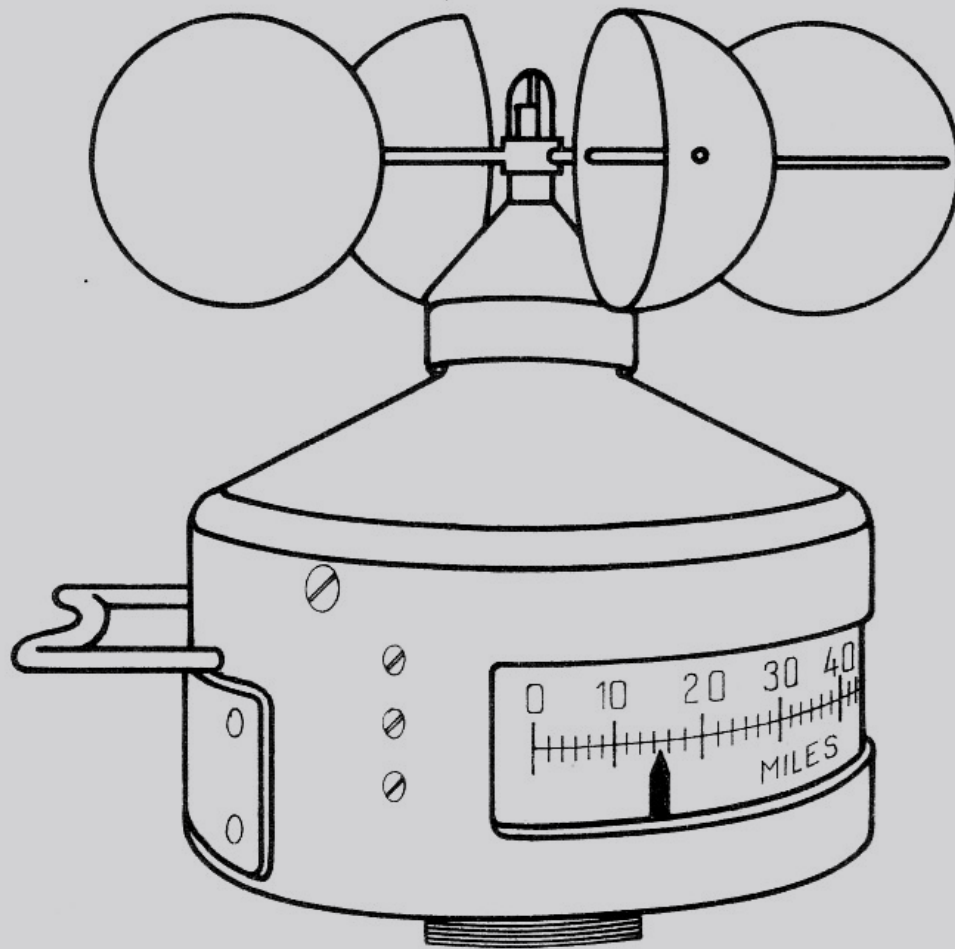
Različiti tipovi vjetrulja



Mjerenje brzine vjetra-anemometri



a)



b)

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



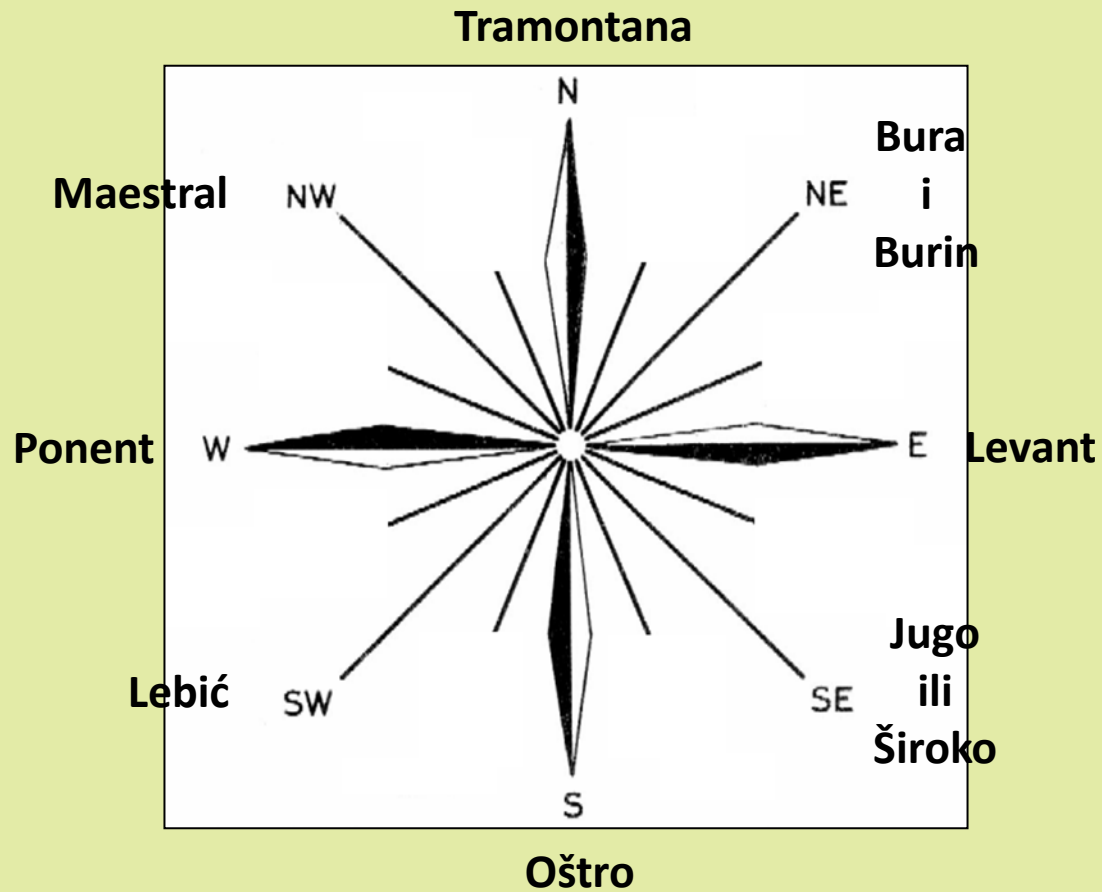
Douglasova skala

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 sliči 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 otpuhnete 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

Vjetrovi Jadrana

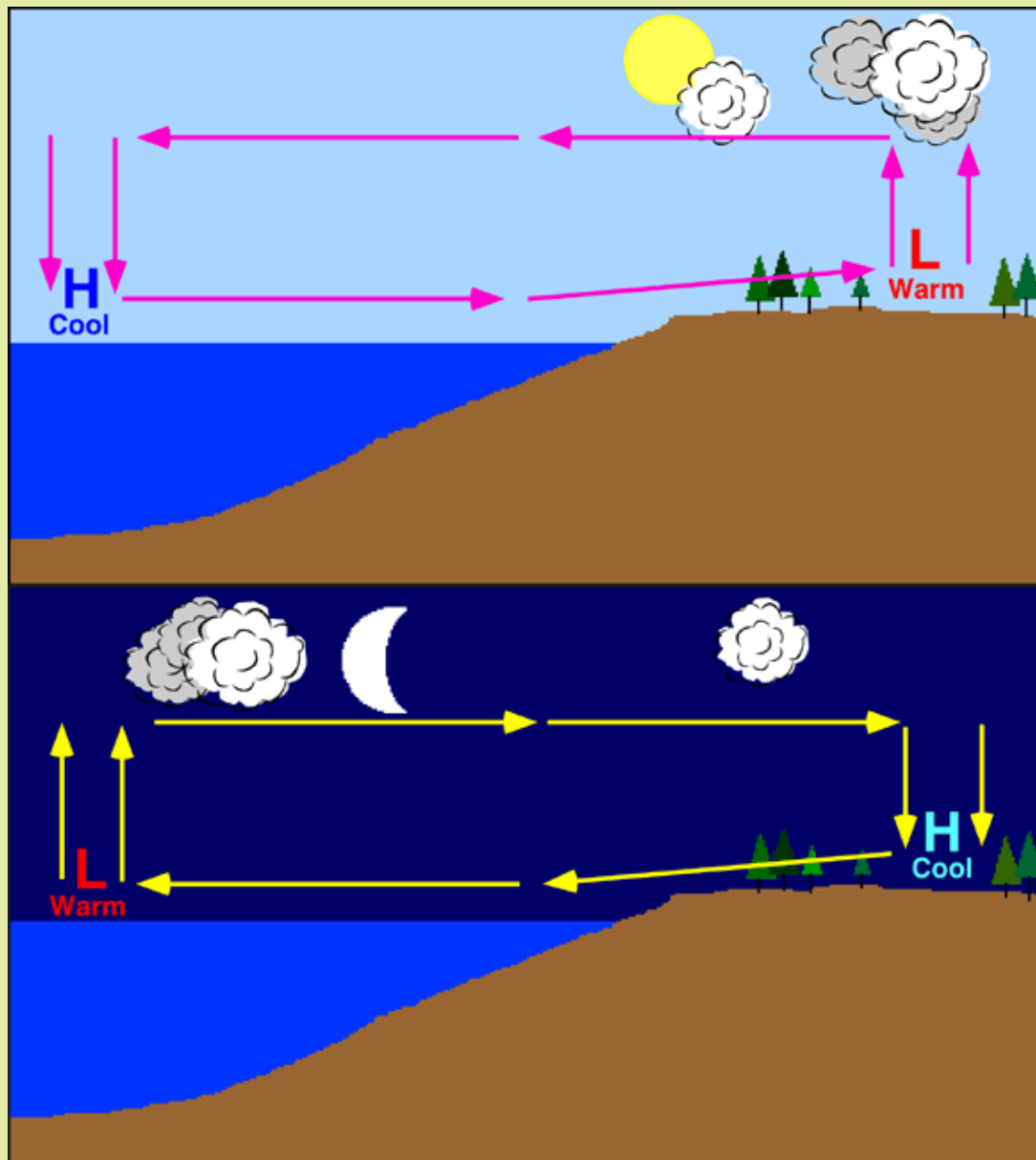


Utjecaj podloge i reljefa na miješanje i strujanje zraka

Strujanje zraka more-kopno

Visoki tlak
(*H-High Pressure*)

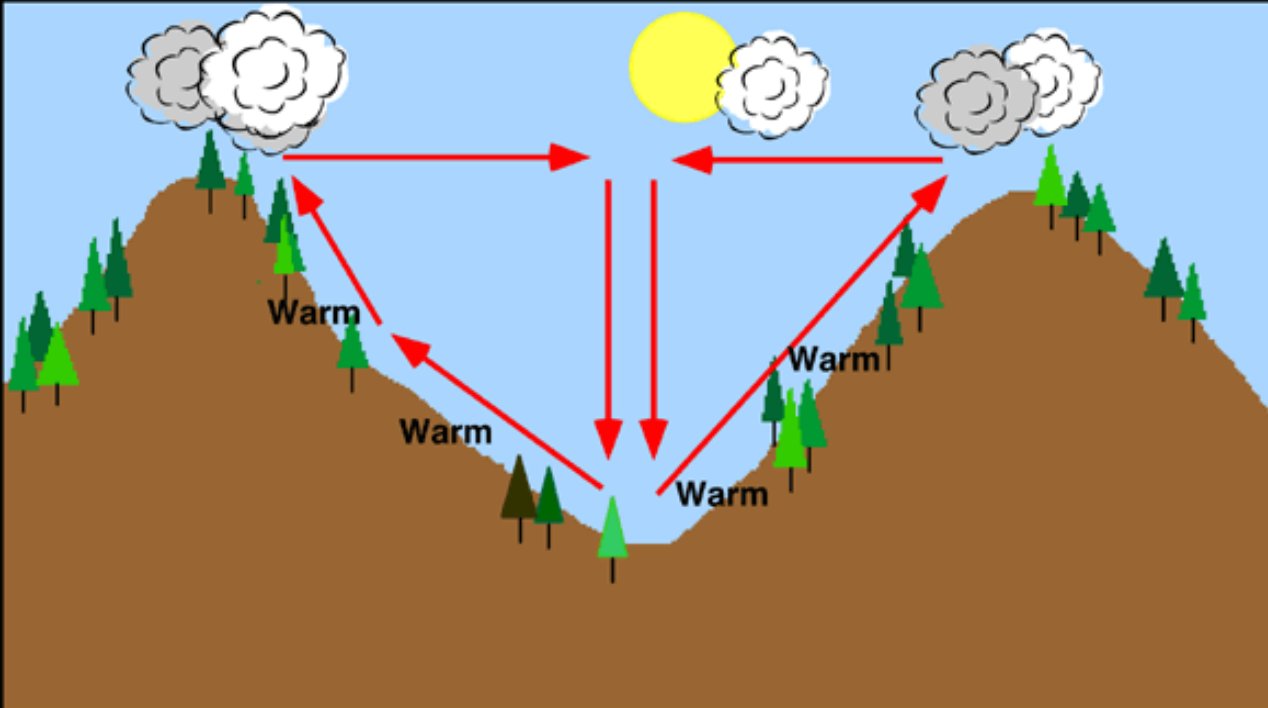
Hladno
(*Cool*)



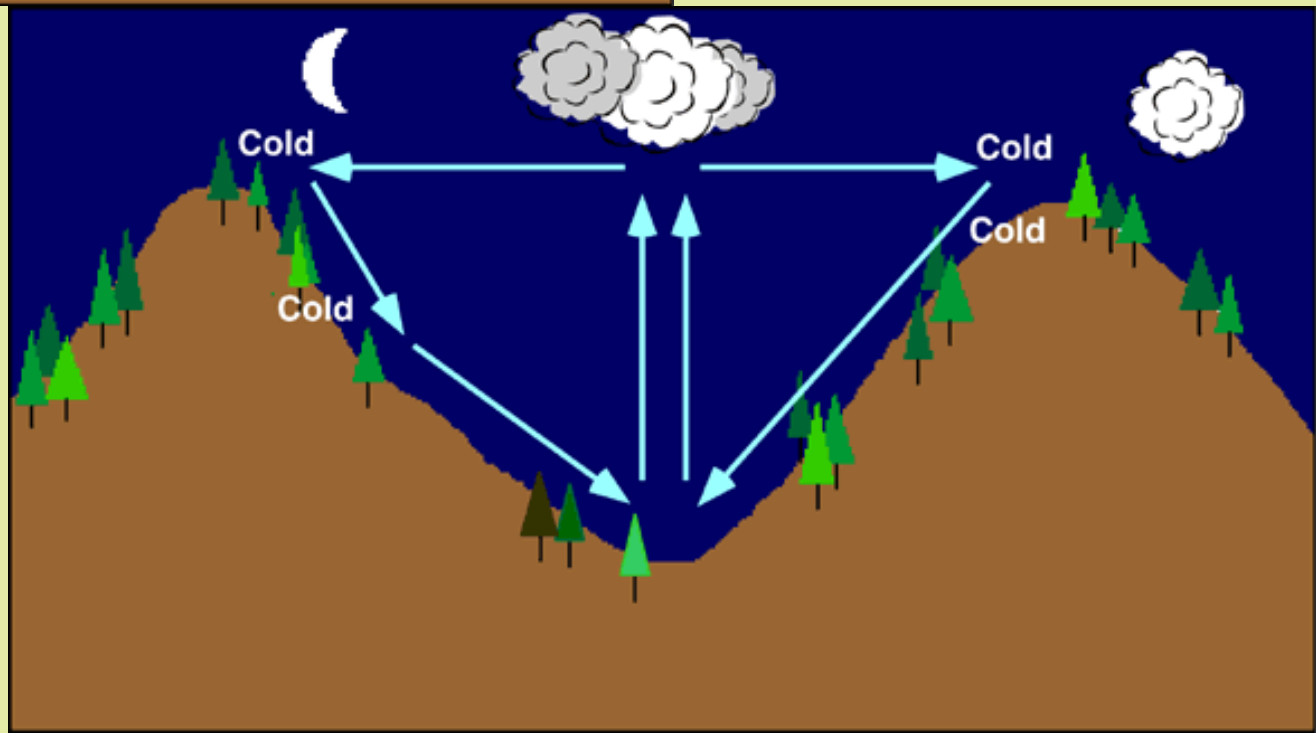
Niski tlak
(*L-Low pressure*)

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 1m^2 godišnje padne 700-1000 kg=litara vode (\rightarrow gustoća vode= $1\text{kg}/\text{dm}^3$)

Miješanje zraka vjetrom:

- razmjena topline, CO_2 , H_2O pare, prijenos peluda, spora, sjemena, čestica tla i snijega

Ukoliko zrak miruje = temperaturni ekstremi

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

Blagi vjetar – povoljan utjecaj na fotosintezu \leftarrow svjež dotok CO_2 i vlage (rosa)

Jak vjetar – povećanje ET \leftarrow 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)



Snijeg i vjetar:

- ogoljavanje tla – biljke nezaštićene od hladnoće
- stvaranje nanosa, zapuha i sl. - lomovi grana

Mehaničko djelovanje vjetra: samo jaki vjetrovi

-korištenje energije vjetra ($v > 6$ m/s)

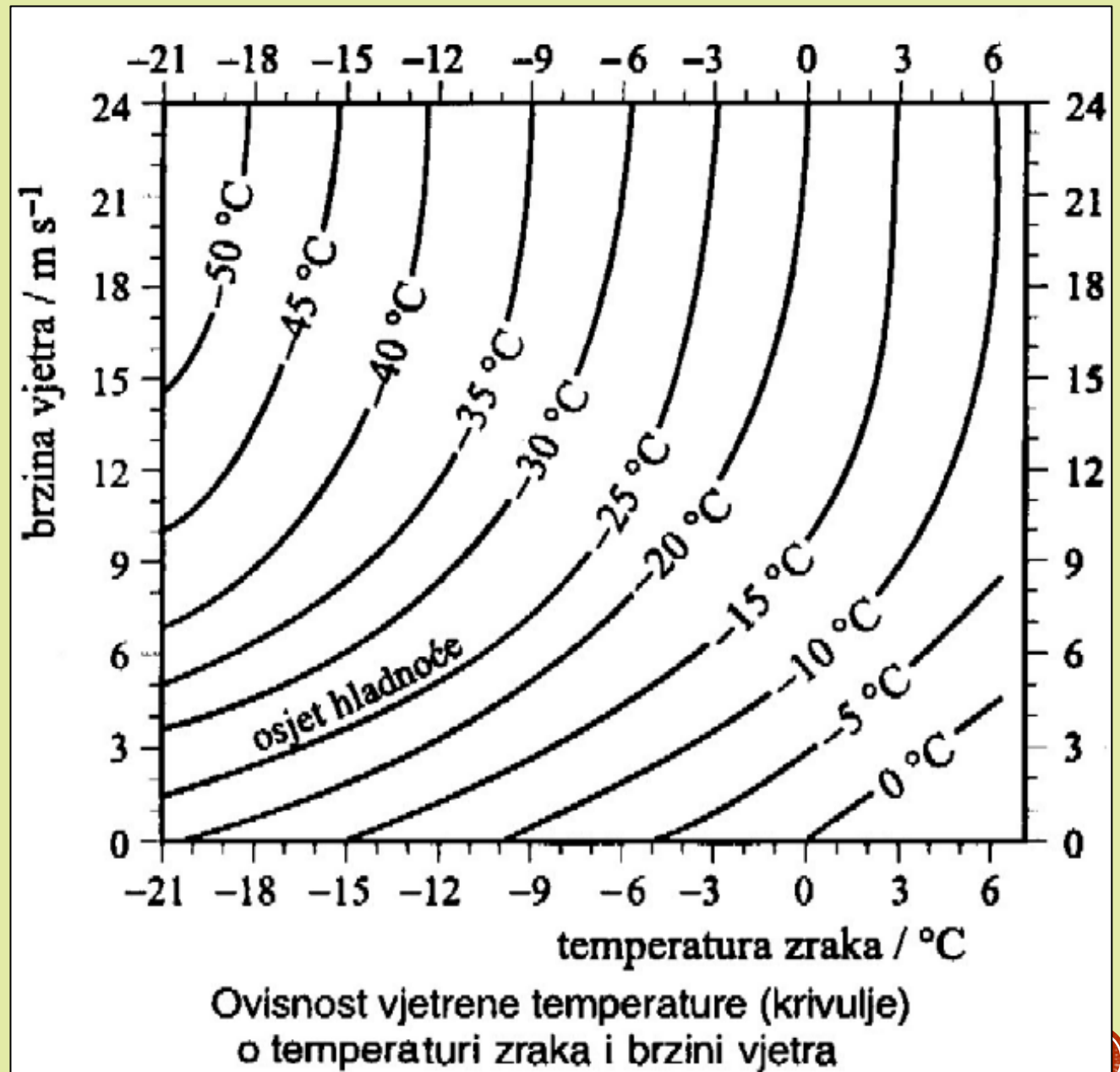


Vjetrena temperatura (Wind chill)

-osjet hladnoće izazvan
vjetrom

-za vjetrove kod
temperature zraka
ispod 6°C

-odnosi se toplina
-zbog isparavanja znoja
podloga-koža se hladi



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



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 zagrijaniju 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



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

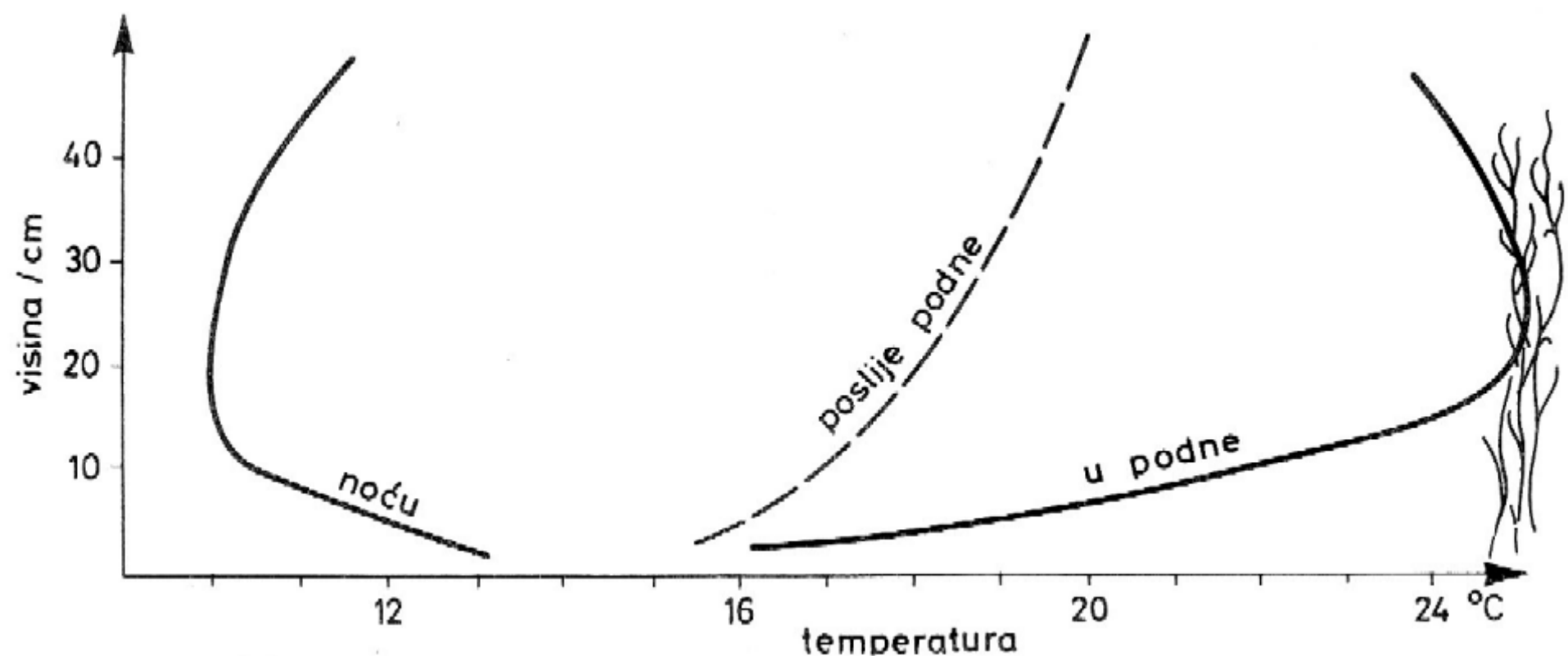


Sklop raslinstva → temperatura zraka

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

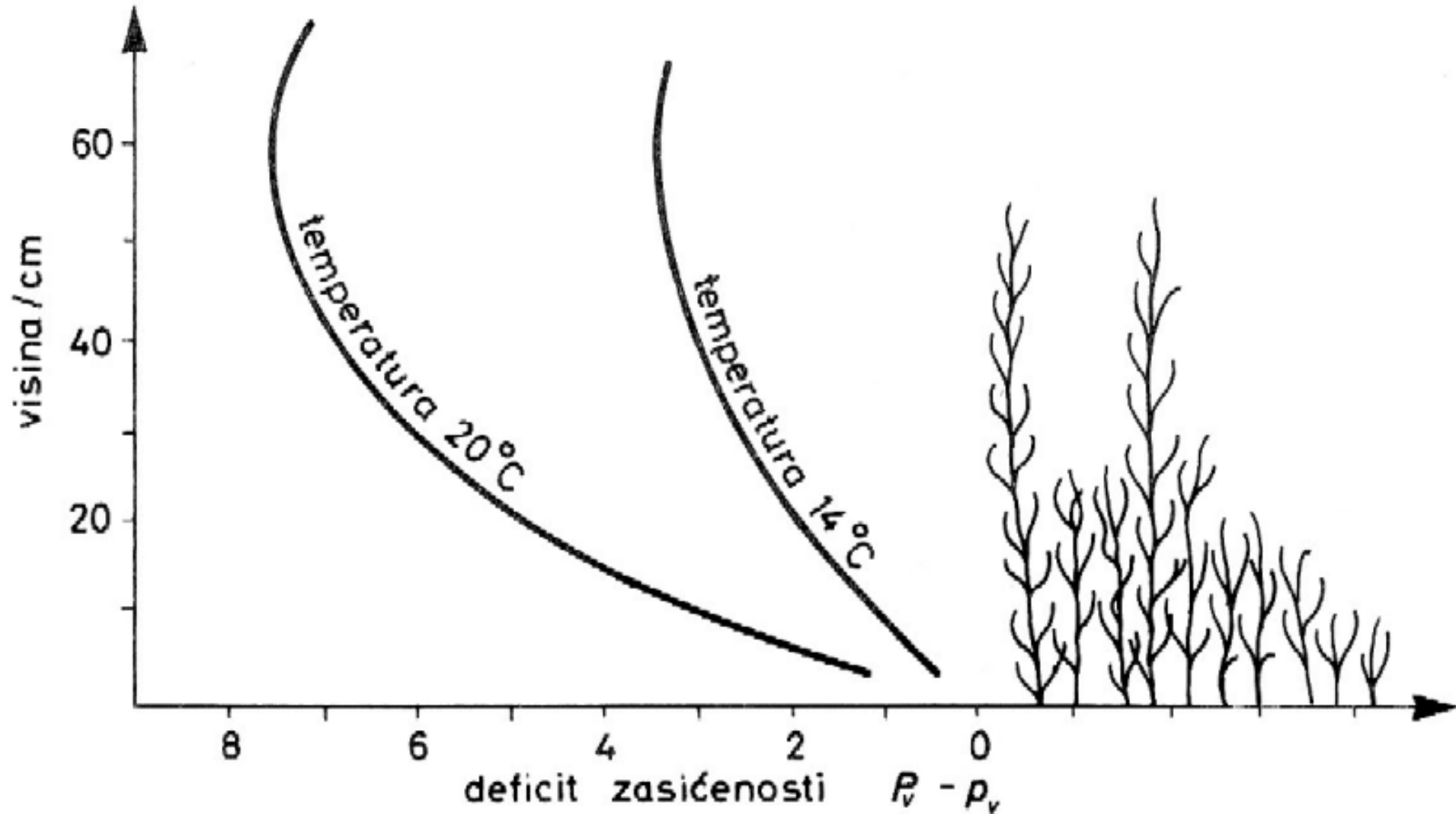
Poslije podne: Sunce obasjava samo vrhove biljaka, shodno tome i temperatura zraka

Noću: najniža temperatura nešto iznad tla i ispod vrhova biljaka



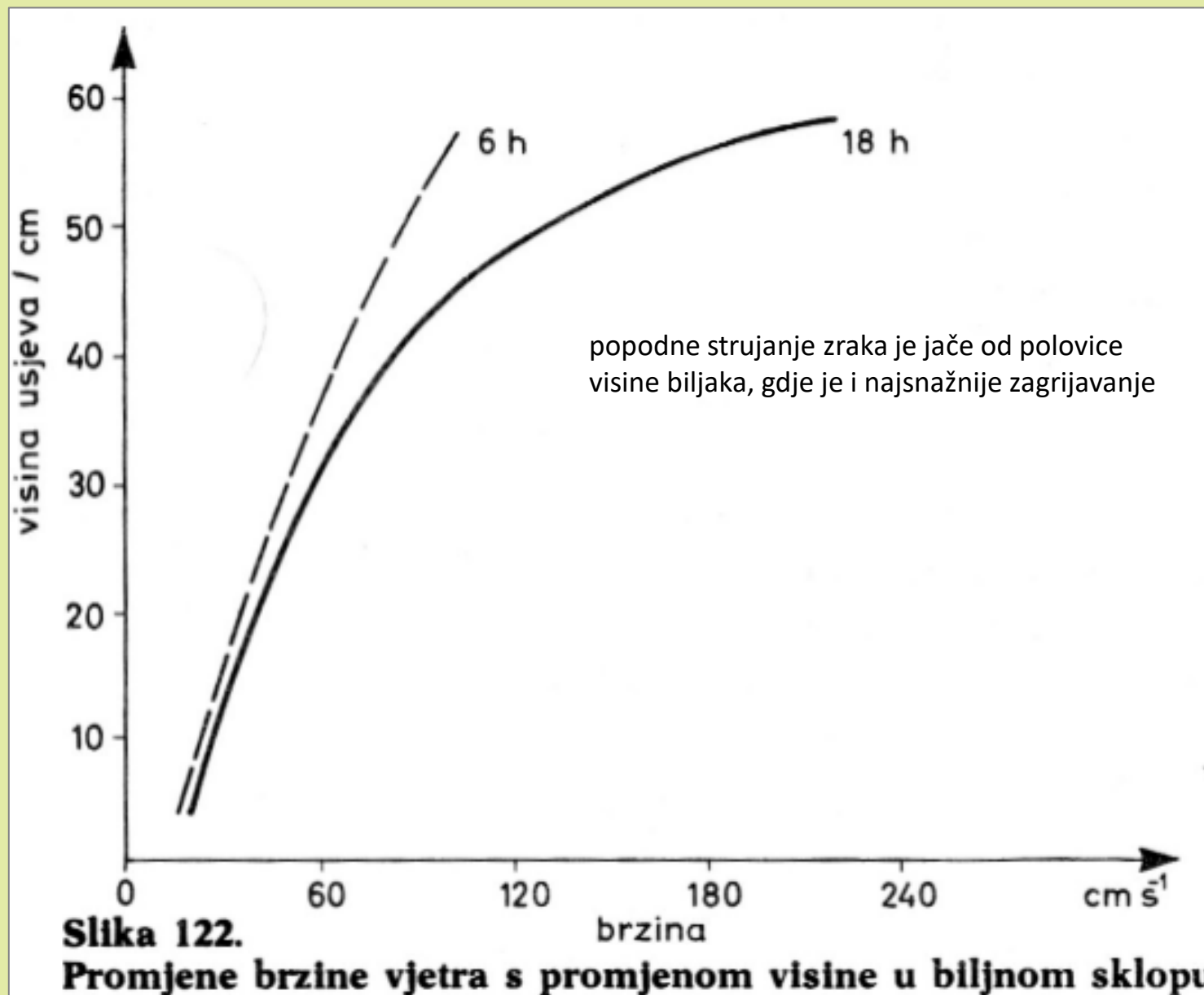
Slika 120. Vertikalni profil temperature zraka u visokoj travi

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



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



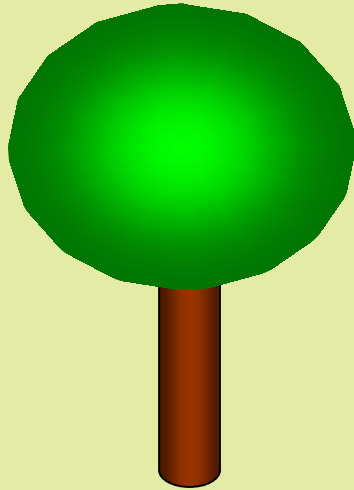
Mikroklima osamljenog stabla, voćnjaka i šume

interakcije meteo-parametara i raslinstva uvjetovane su:

- veličinom, oblikom i gustoćom raslinstva

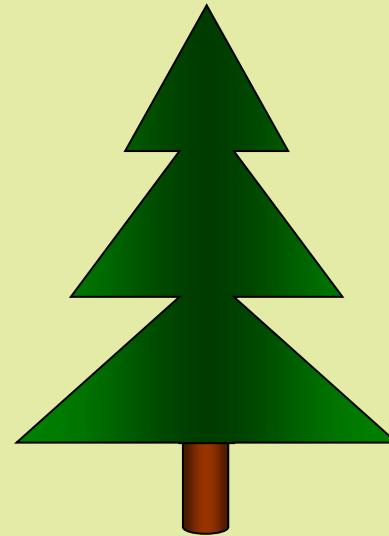
Osamljeno stablo:

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

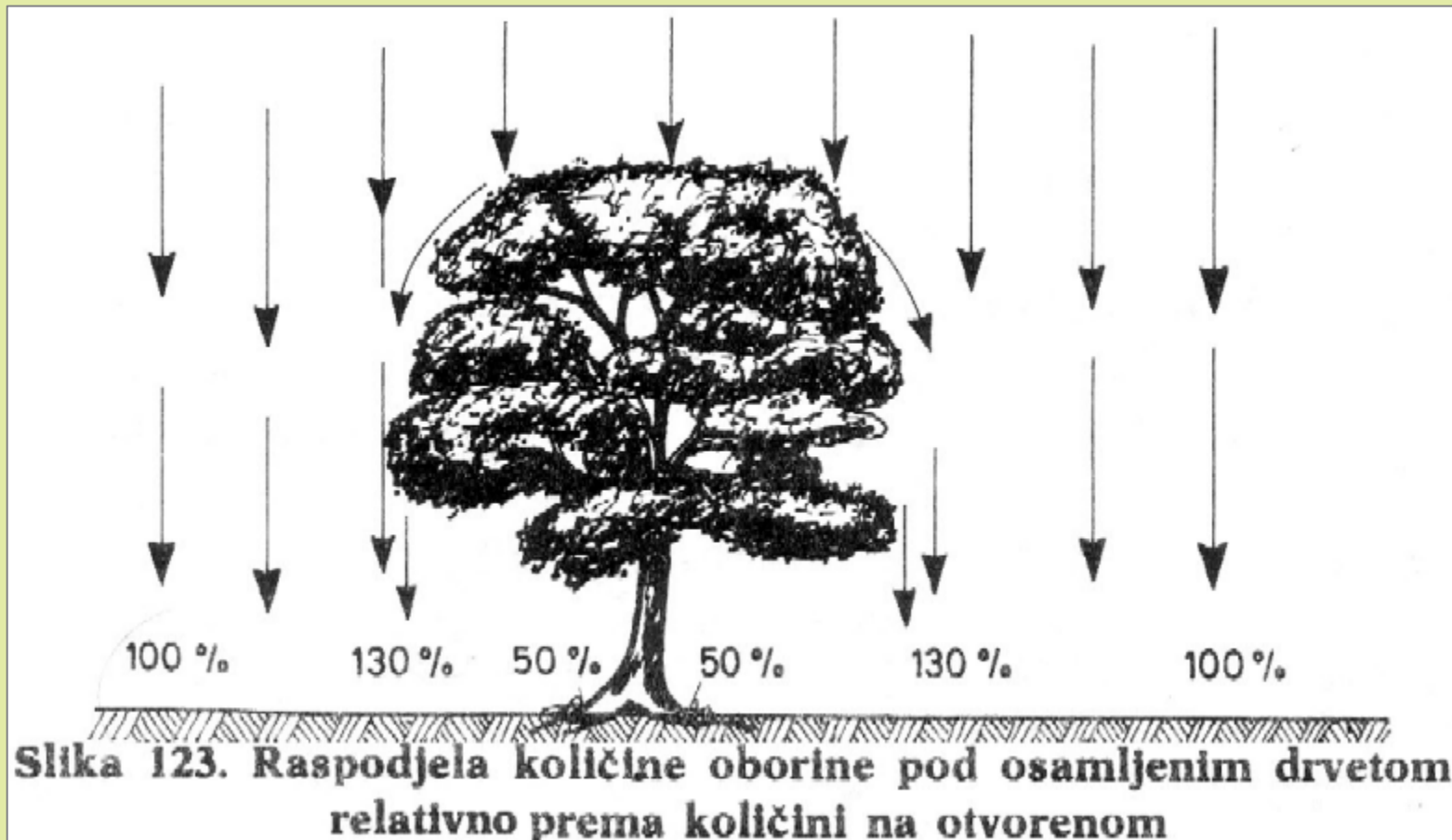
Krošnja počinje nisko, pa najveći dio ne dobiva puno zračenje



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

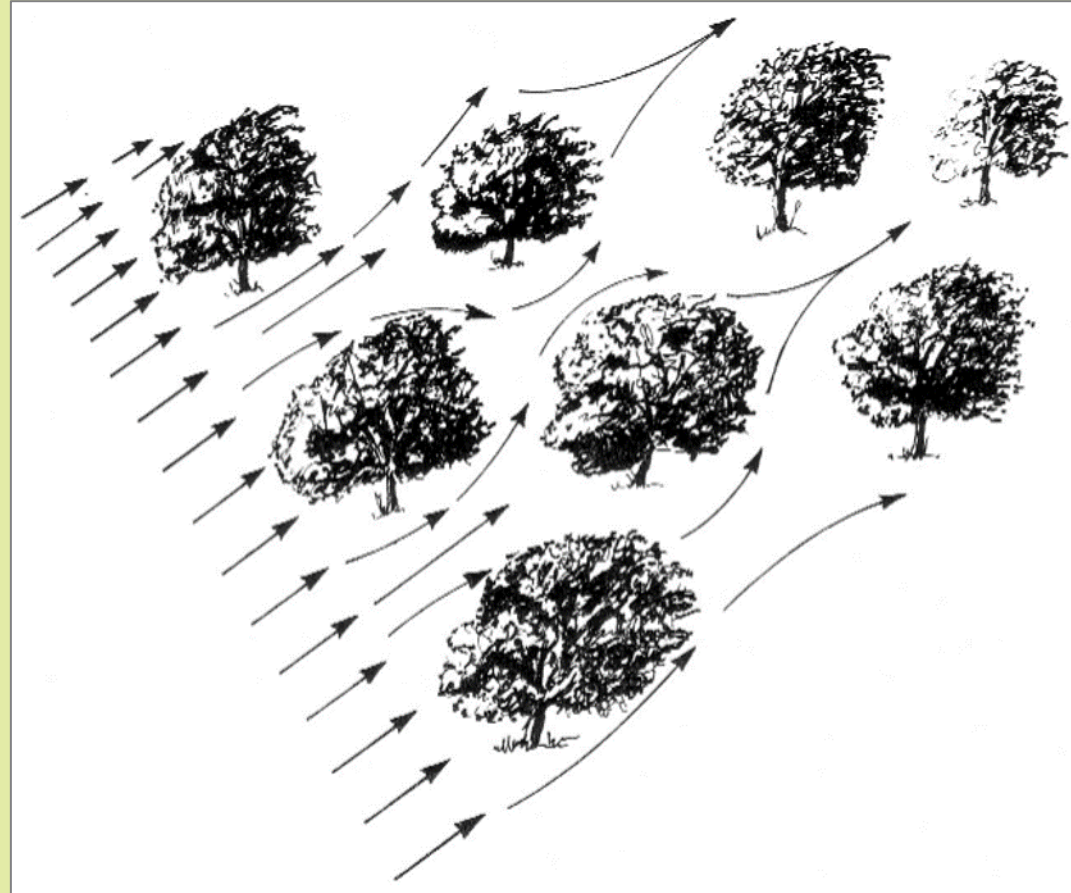
-mehaničko – jači, stalni vjetrovi iskrivljuju stablo u smjeru puhanja vjetra

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

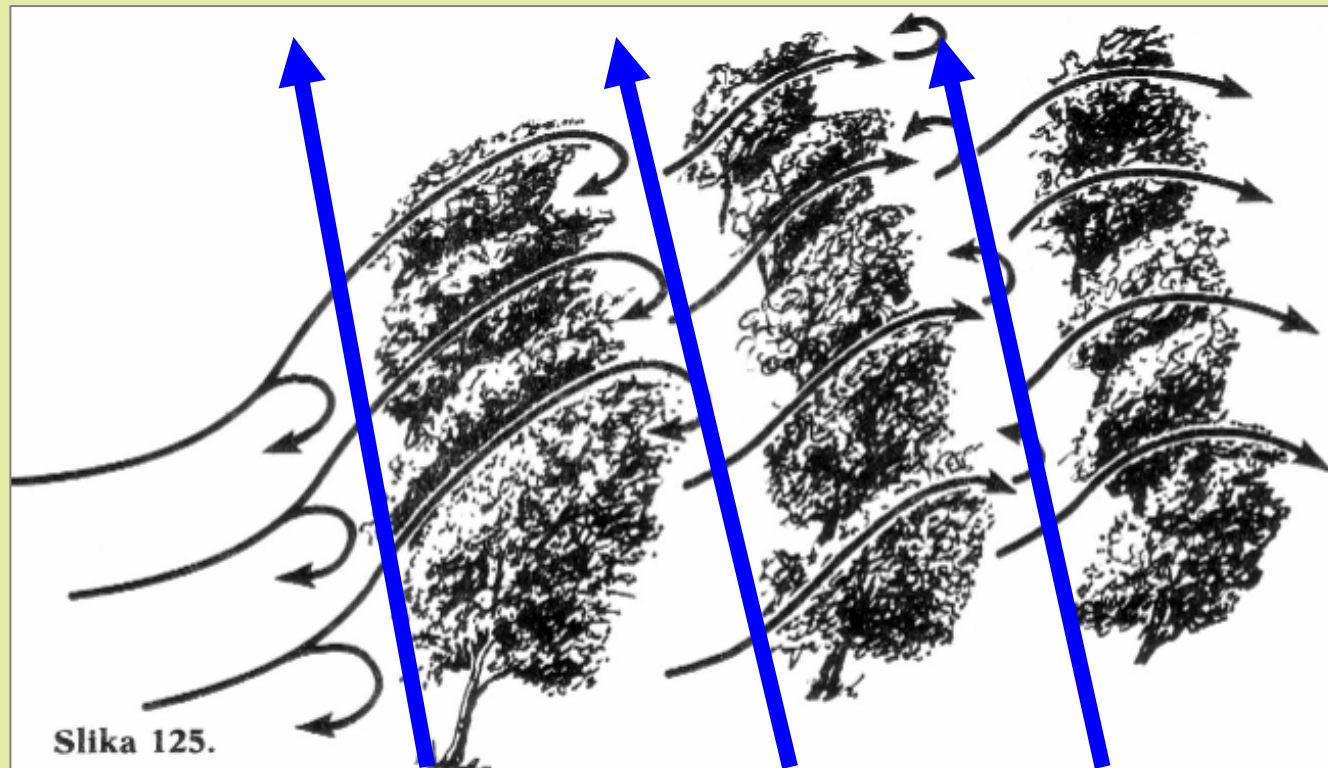


Ukoliko je voćnjak sađen u gustim redovima ← grane se dodiruju → stabla više nisu odijeljene sastavnice, nego je sad red cjelina

- 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 krošanja brzina povećana, u međurednom prostoru moguća vrtložnja

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

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

Rub šume

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



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 adveksijsko 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

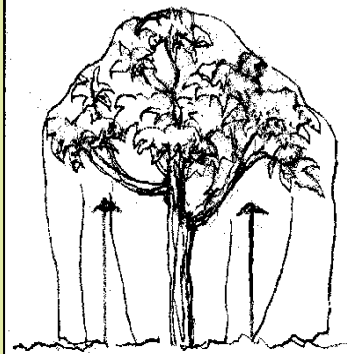




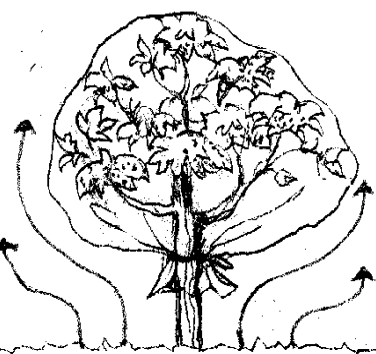
Frame with burlap cover (removable top and south side).

Corn Stalks

Insulative wrap (aluminum foil backing or fiberglass).

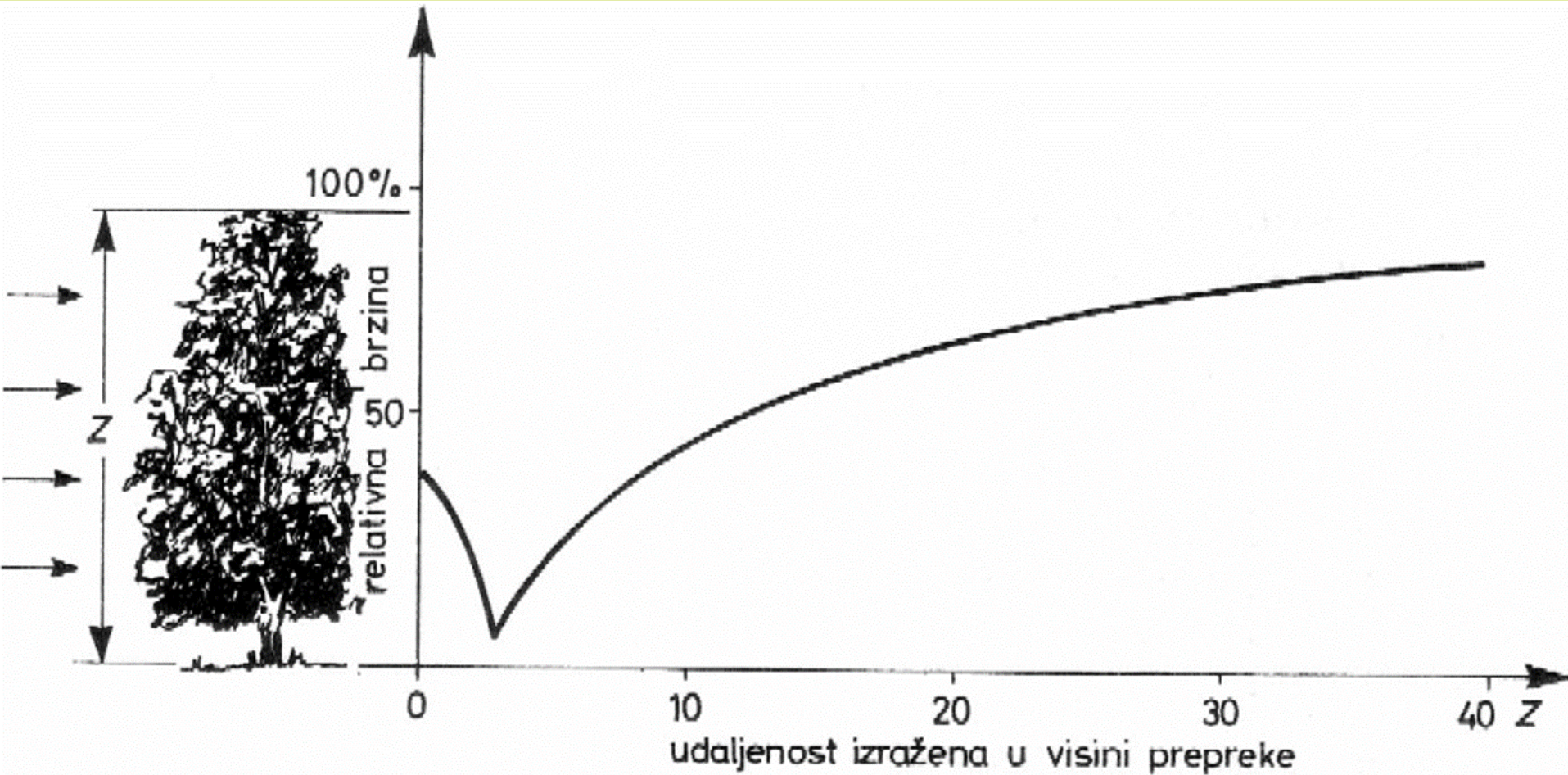


Correct



Incorrect





Iza vjetrobrana i ostalih prepreka brzina vjetra se najprije smanjuje, a zatim povećava

Oprez!: snijeg se nakuplja iza vjetrobrana

→ udaljiti vjetrobran 6-7 visina od štice objekta



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



Slika 84. Presjek kroz zrno tuče

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 jezgricama 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

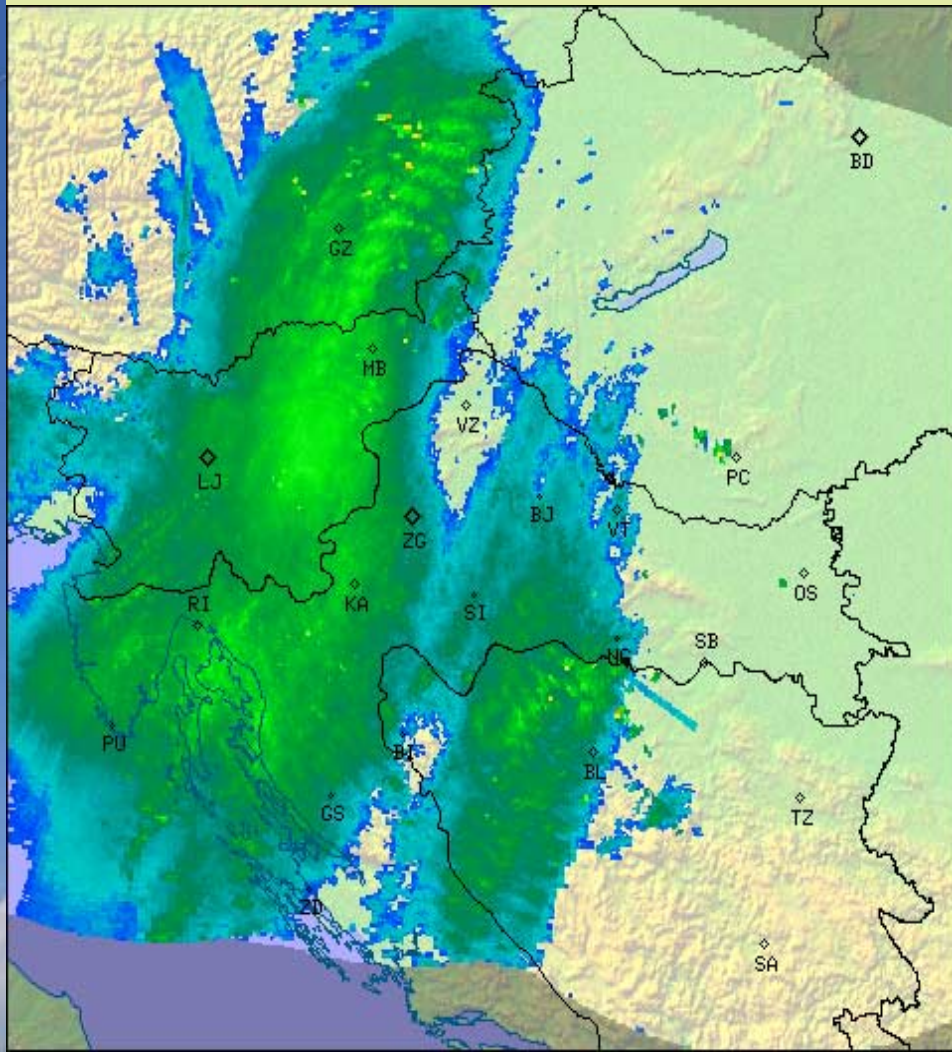
"Saltshaker" – soljenica – montira se na zrakoplov koji je navođen nad sredinu gradonosnog oblaka



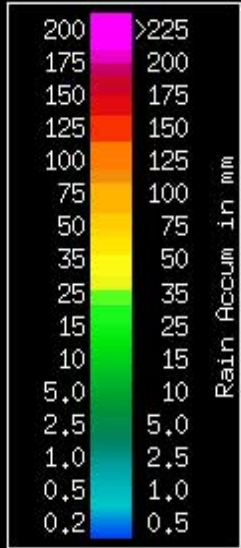
Radarska stanica



Radarska slika oblaka



Composite
N Hours Rainfall
C_RAINN_03
Task: C_RAIN1
PRF: 620Hz
Hours: 3/3
Max Range: 260 km
12:00:00Z
1 SEP 2017 UTC

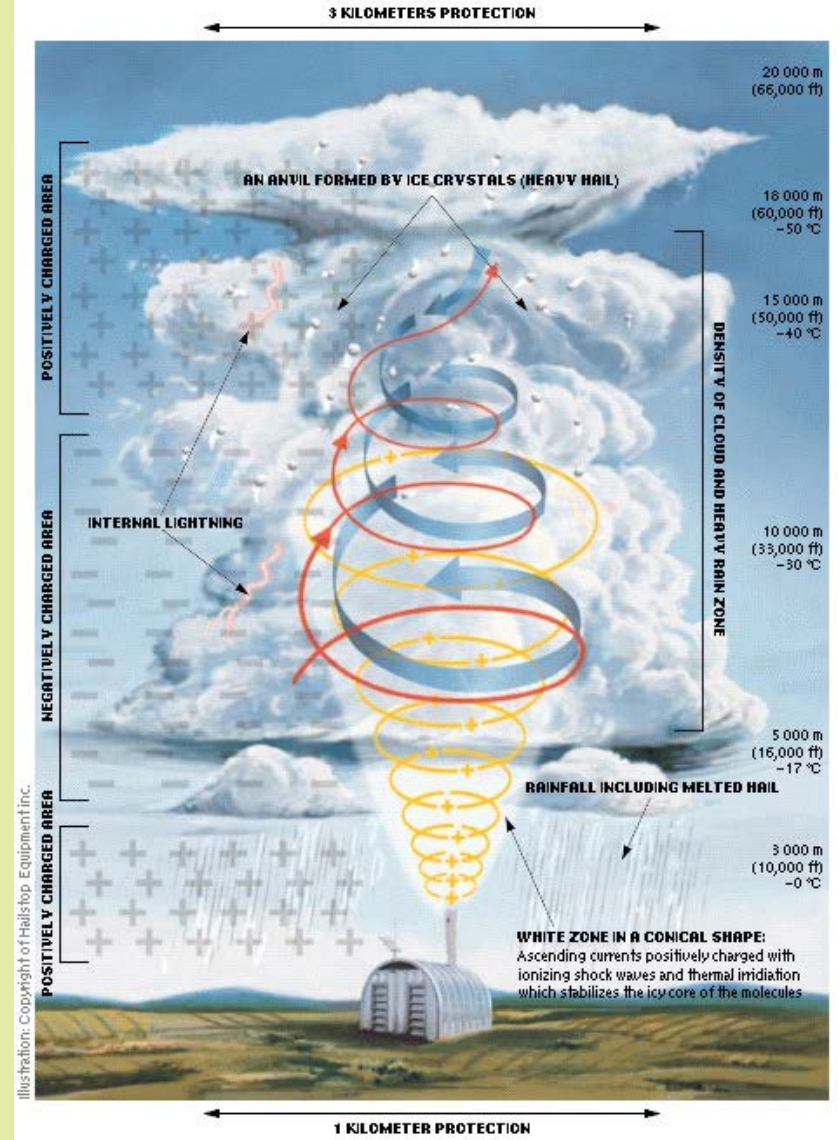


Generatori tuče

Djelovanje "zvučnim valom"

3.XI 1855. Gospodarske novine:
"... na crne oblake vjetrom tjerane... uz pucnjavu topovah sva zvona zvoniše... 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

Po sistemu 100% zaštite

Grupni sistem 100% zaštite

RADAR – rana detekcija tuče

Polumjer

500 m (1640 ft)

1000 m (3280 ft)

200 km (124 mi.)

Promjer

1 km (0.62 mi.)

2 km (1.24 mi.)

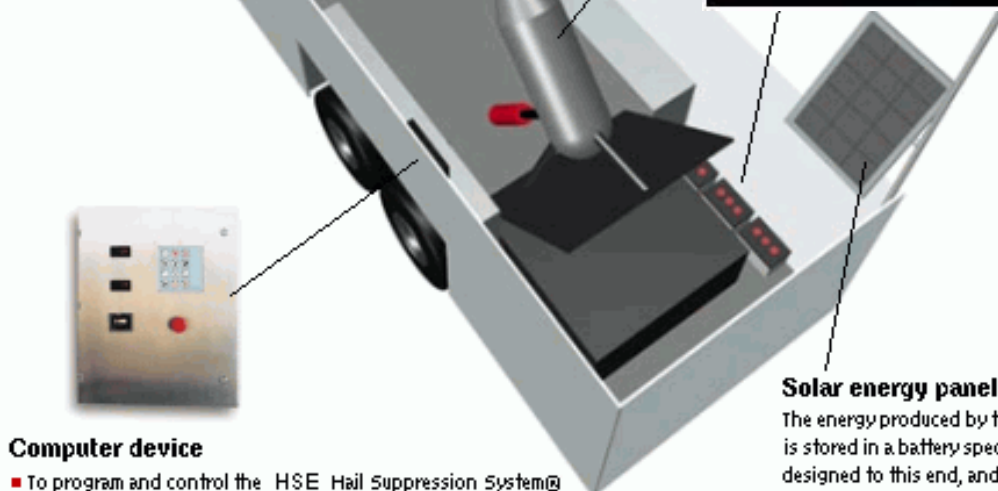
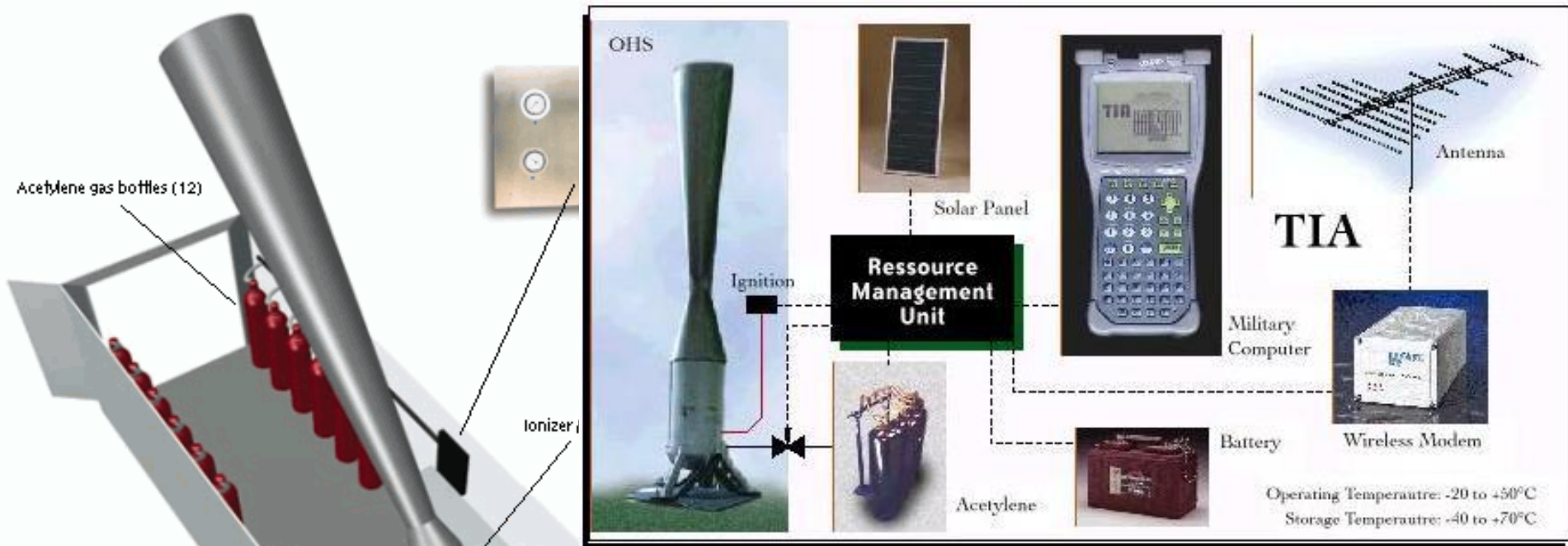
400 km (248 mi.)

Branjena površina

80 ha (200 acres)

220 ha (500 acres)

40,000 ha (96,000 acres)



- Computer device**
- To program and control the HSE Hail Suppression System®
 - Linked by radio communication to the central control.
 - 2-way power: batteries and solar cells.
 - Security and control mechanisms.
 - Advanced electronics compliant to the anti-seismic security rules.

Portable transmitter
with micro-processor, phase modulation, solid micro-electrical technology, for better reliability.

Solar energy panel.
The energy produced by this device is stored in a battery specially designed to this end, and activated by an electronic regulator, ensuring supply power of all the Ollivier System®.

Izvedbe stacionarnog i mobilnog generatora tuče



Staklenici, plastenici, pokrovi i nastambe

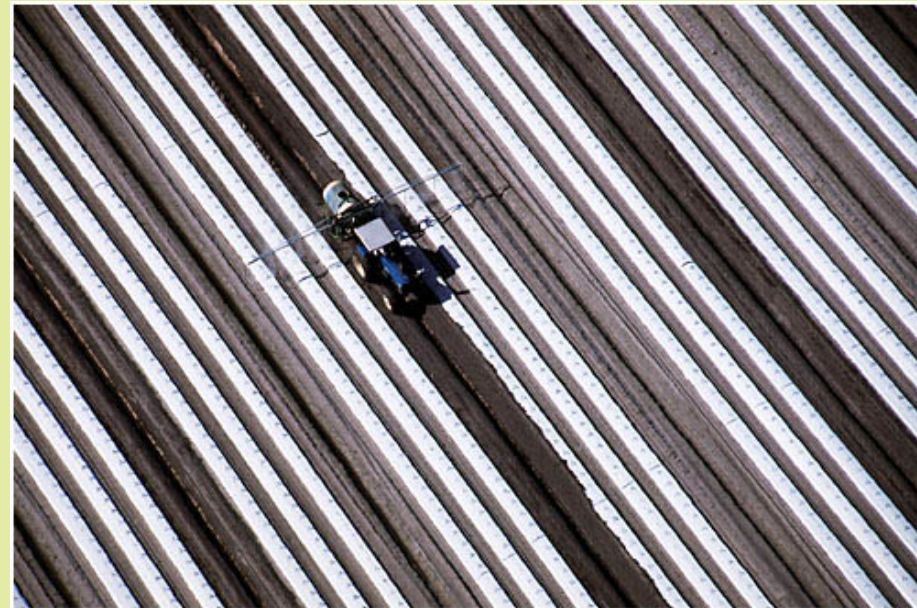
Staklo – propušta u staklenik kratkovalno zračenje, no ne propušta van dugovalno



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



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



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)*

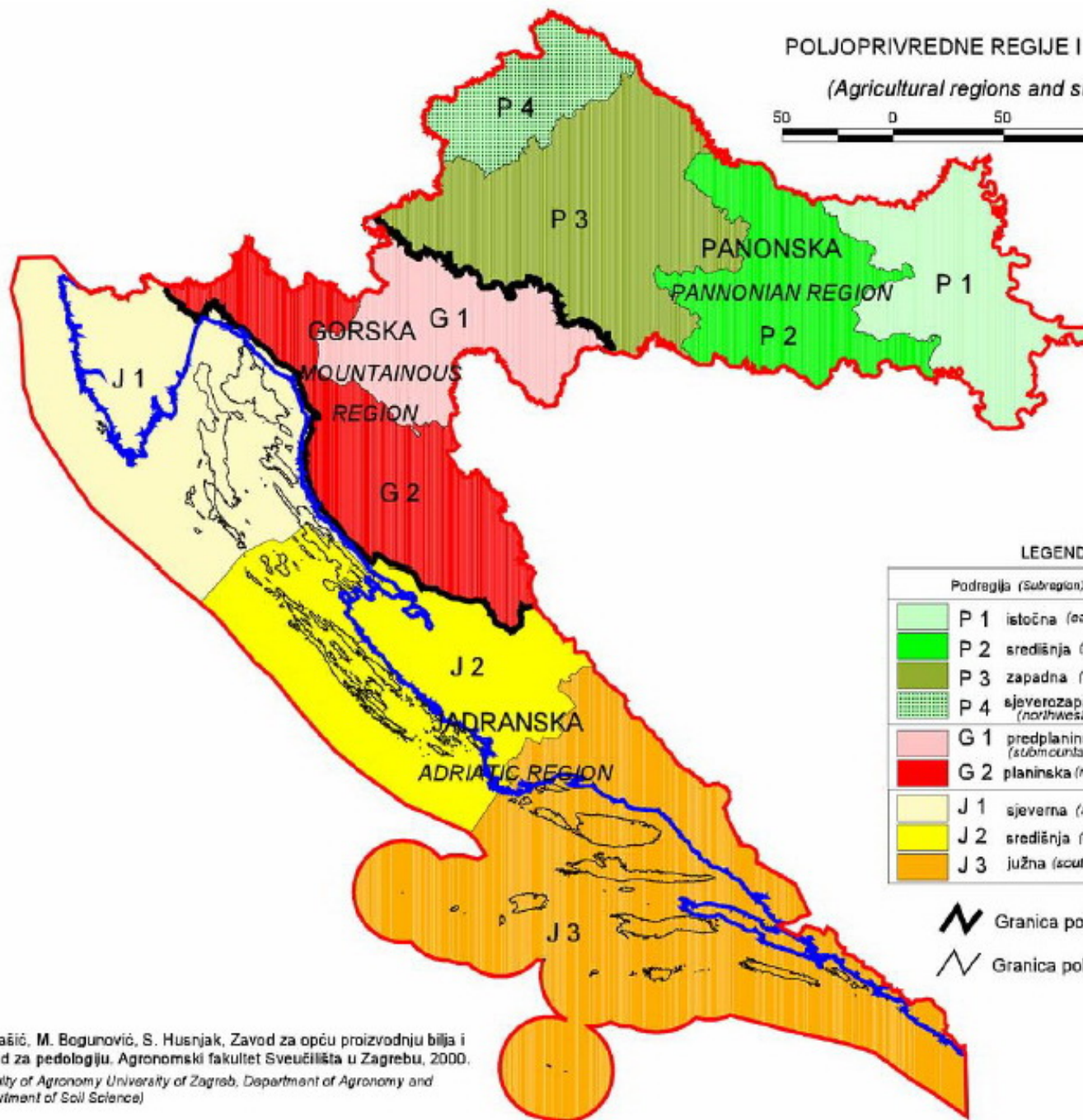
JADRANSKA REGIJA

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



POLJOPRIVREDNE REGIJE I PODREGIJE HRVATSKE

(Agricultural regions and subregions of Croatia)



LEGENDA (Legend)

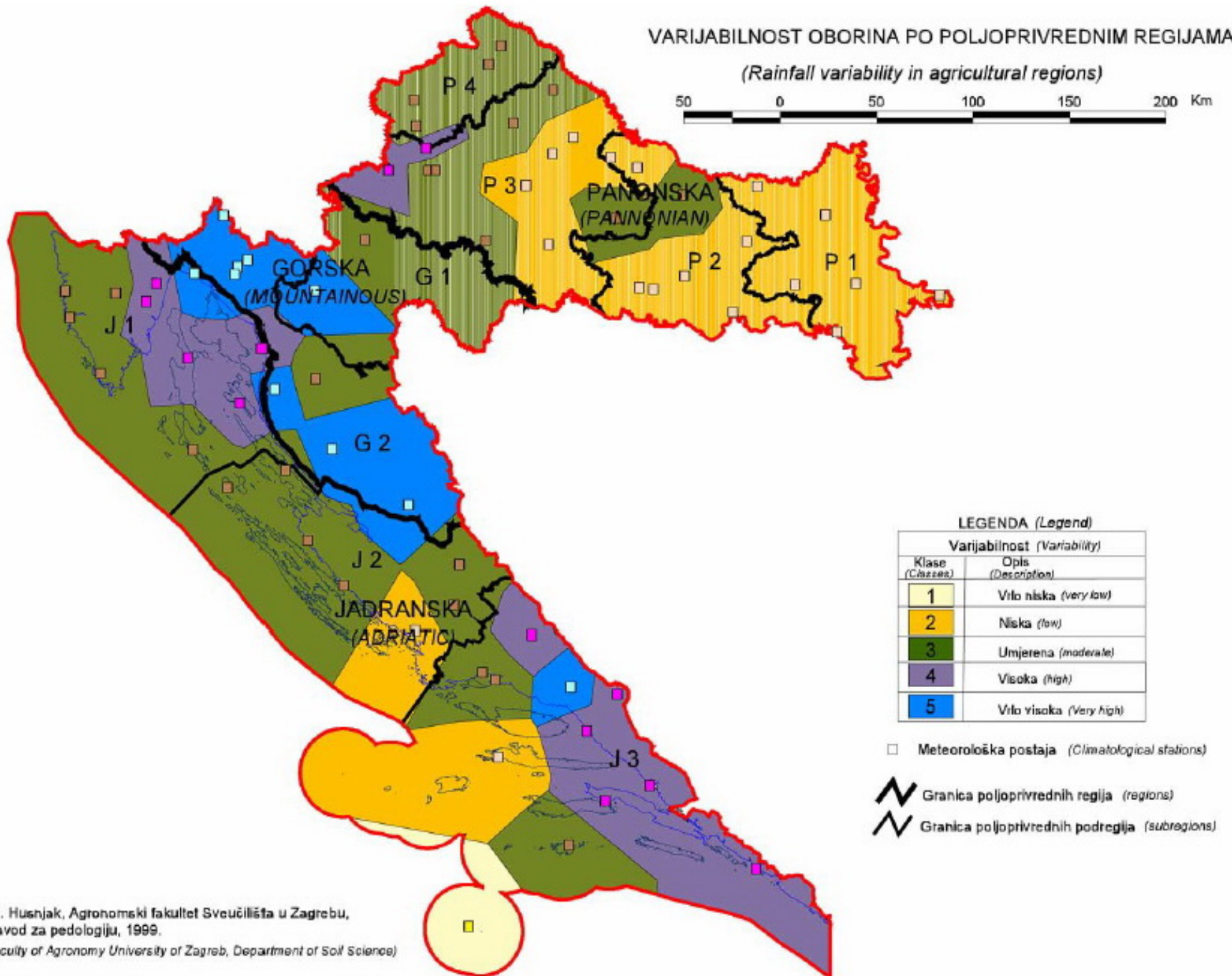
Podregija (Subregion)		Regija (Region)
	P 1 istočna (eastern)	PANONSKA (PANNONIAN)
	P 2 središnja (central)	
	P 3 zapadna (western)	
	P 4 sjeverozapadna (northwest)	
	G 1 predplaninska (submountainous)	GORSKA (MOUNTAINOUS)
	G 2 planinska (mountainous)	
	J 1 sjeverna (northern)	JADRANSKA (ADRIATIC)
	J 2 središnja (central)	
	J 3 južna (southern)	

Granica poljoprivrednih regija (regions)

Granica poljoprivrednih podregija (subregions)

VARIJABILNOST OBORINA PO POLJOPRIVREDNIM REGIJAMA

(Rainfall variability in agricultural regions)



EROZIVNOST OBORINA PO POLJOPRIVREDNIM REGIJAMA

(Rainfall erosivity in agricultural regions)



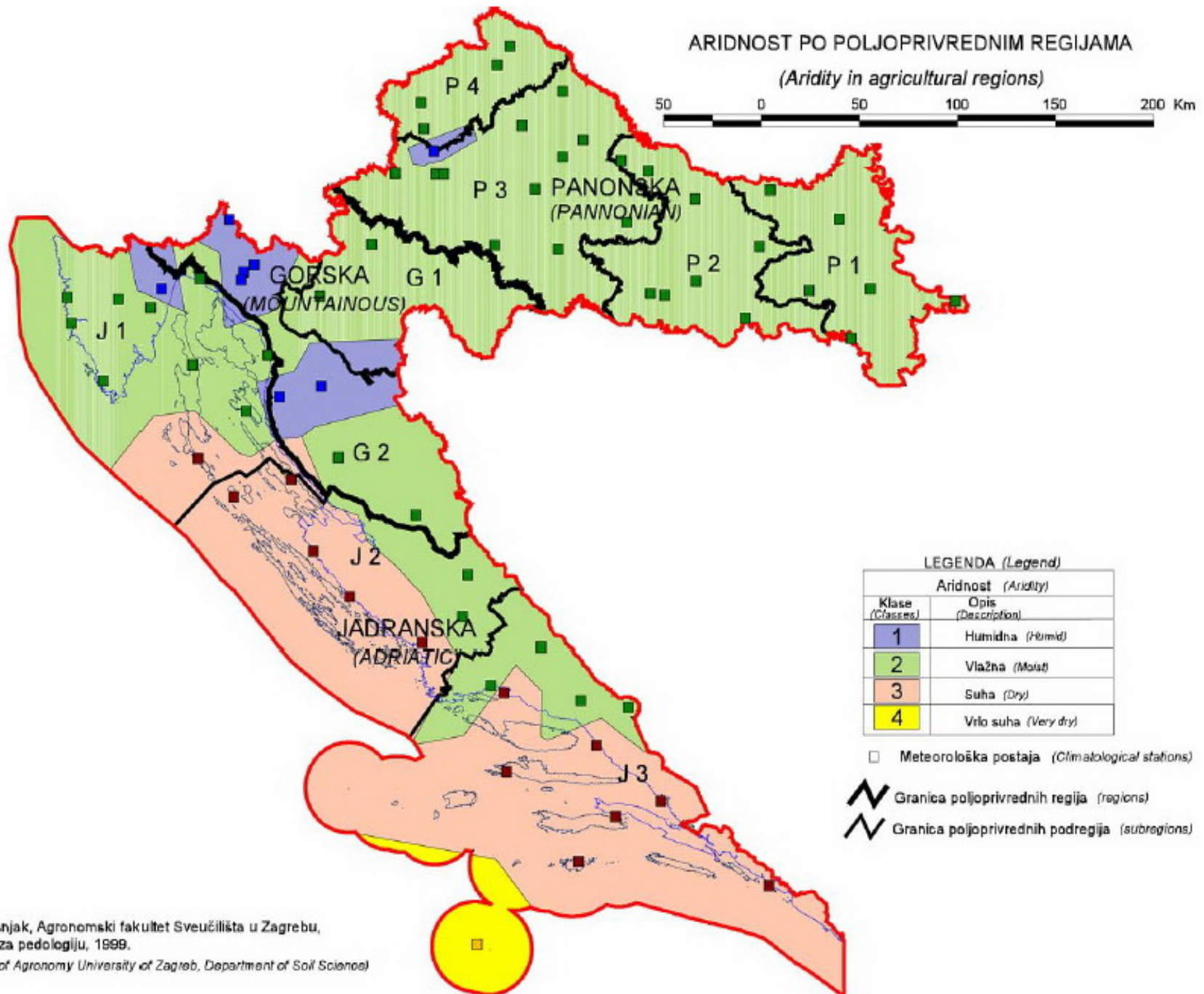
LEGENDA (Legend)

Erozivnost oborina (Rainfall erosivity)	
Klase (Classes)	Opis (Description)
1	Niska (Low)
2	Umjerena (Moderate)
3	Visoka (High)

- Meteorološka postaja (Climatological stations)
- Granica poljoprivrednih regija (regions)
- Granica poljoprivrednih podregija (subregions)

ARIDNOST PO POLJOPRIVREDNIM REGIJAMA

(Aridity in agricultural regions)



LEGENDA (Legend)

Aridnost (Aridity)	
Klase (Classes)	Opis (Description)
1	Humidna (Humid)
2	Vlažna (Moist)
3	Suha (Dry)
4	Vrlo suha (Very dry)

□ Meteorološka postaja (Climatological stations)

≡ Granica poljoprivrednih regija (regions)

≡ Granica poljoprivrednih podregija (subregions)

NAČIN KORIŠTENJA ZEMLJIŠTA PO REGIJAMA

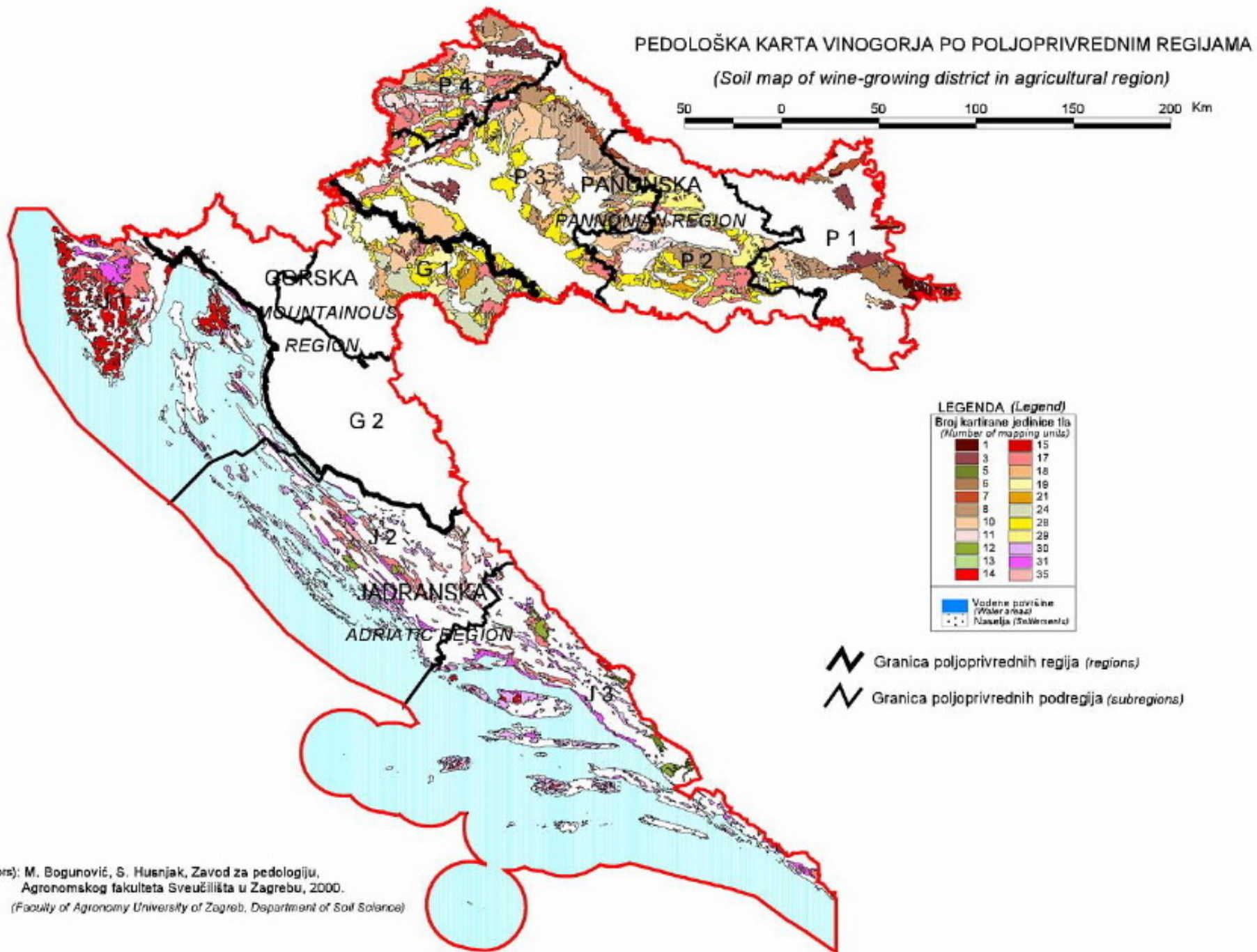
(Land use in Agricultural Regions)

50 0 50 100 150 200 Km



PEDOLOŠKA KARTA VINOGORJA PO POLJOPRIVREDNIM REGIJAMA

(Soil map of wine-growing district in agricultural region)



REGIONALIZACIJA VINOGRADARSKIH PODRUČJA HRVATSKE

Autor: N. Mirošević i sur.



LEGENDA

REGIJA	PODREGIJA	VINOGRADSKA
PANONSKA	P1 STOČNA	1 BARANJSKO 2 ERDUŠKO 3 BRLEMSKO 4 BAKOVAČKO
		P2 SREDIŠNJA
	P3 ZAPADNA	1 PLEŠIČKO 2 VUKOMERČKE GORICE 3 ZAGREBAČKO 4 DUGOSELJSKO-VRBOVEČKO 5 MOSLAVAČKO 6 KALNIČKO 7 KOPRIVNIČKO 8 BJELOVARSKO 9 DARUVARSKO
		P4 SJEVERO-ZAPADNA
GORSKA	G1 PREDPLANSKA	1 PETRINSKO-OLINSKO 2 KARLOVAČKO
ISTARSKA	J1 SJEVERNA	1 ZAPADNO ISTARSKO 2 ISTOČNO ISTARSKO 3 SREDIŠNJE ISTARSKO 4 RUIČKO 5 KVARNERSKO
		J2 SREDIŠNJA
	J3 JUŽNA	1 SPLITSKO 2 SINJSKO 3 MAKARSKO 4 IMOTSKO 5 VIRGDRAČKO 6 NERETVANSKO 7 DUBROVAČKO-MLJETSKO 8 PELJEŠKO 9 KORČULANSKO 10 LASTOVSKO 11 VIŠKO 12 HVARSKO 13 BRAČKO 14 ŠOLTANSKO

Hvala na pozornosti

