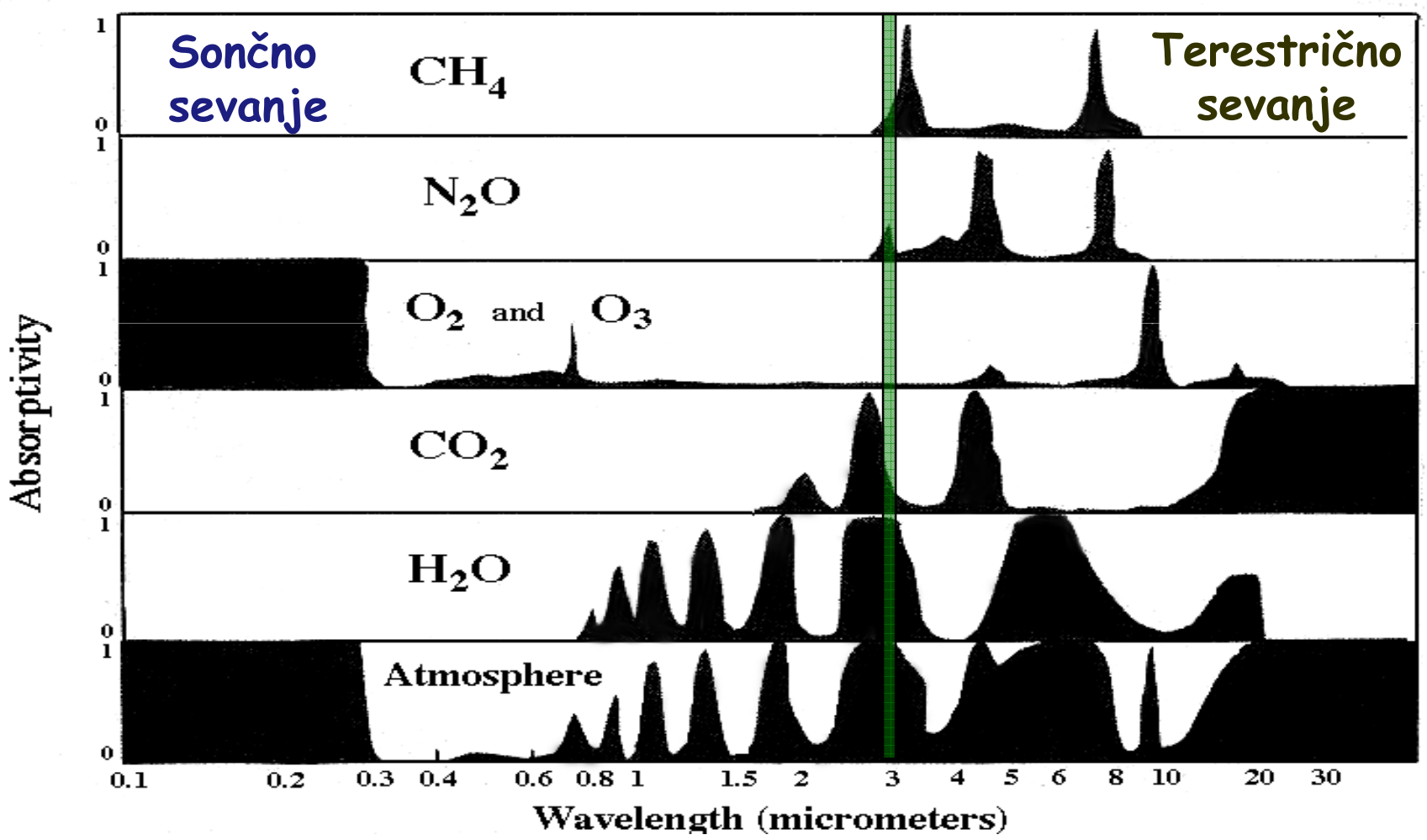
KLIMATSKI DEJAVNIKI (2)

5 skupin

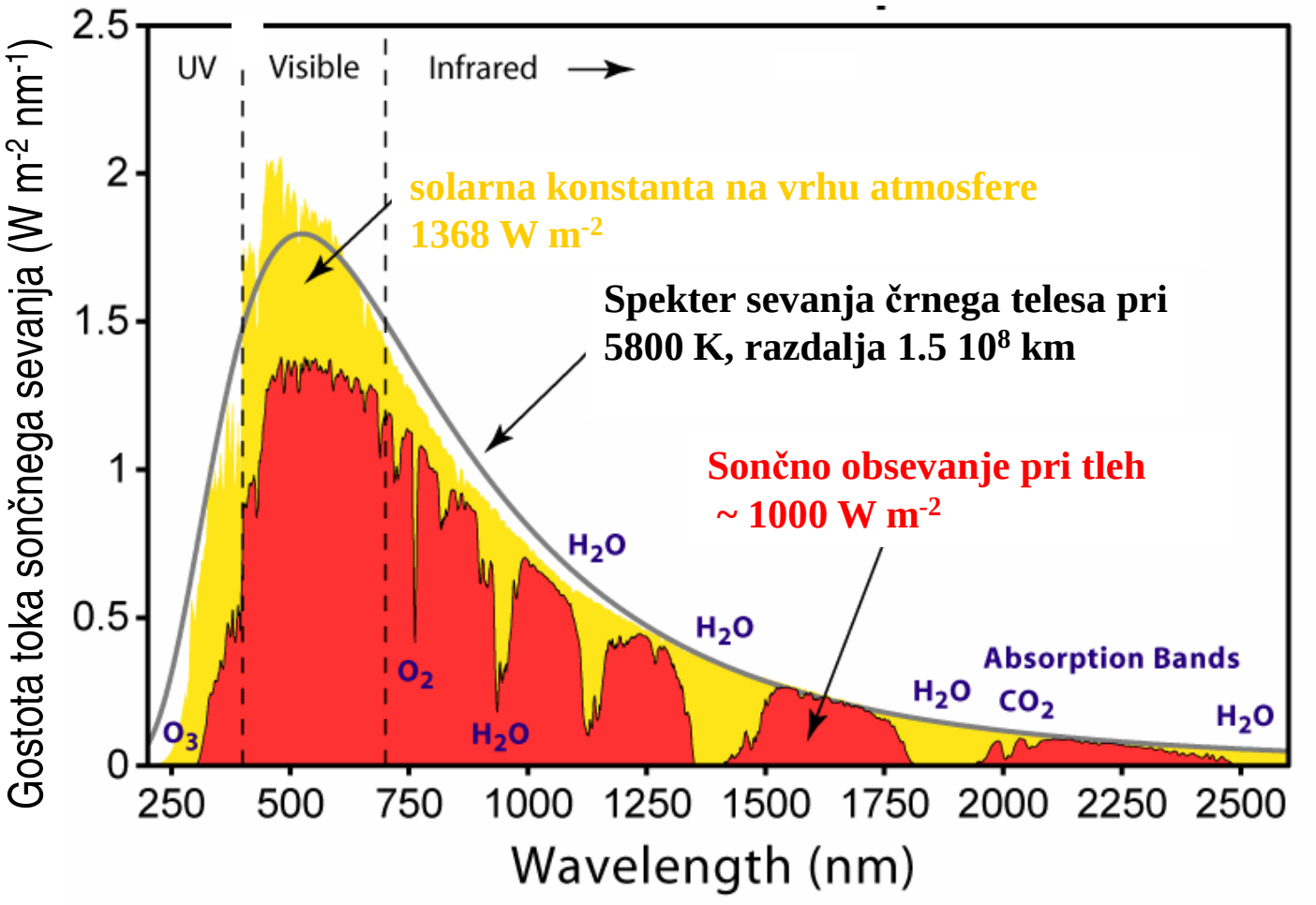
- Sončno obsevanje
- Transmisijske lastnosti atmosfere za prenos različnih sevanj (aerosoli in plini tople grede)
- Cirkulacija atmosfere in oceanov
- Lastnosti površja
- Relief

Atmosferska absorpcija



Fleagle and Businger, 1980: *An Introduction to Atmospheric Physics*, p. 232

Sončno sevanje na vrhu atmosfere in na tleh



http://www.globalwarmingart.com/wiki/File:Solar_Spectrum_png

- **Učinku 3-atomnih (in več-atomnih) plinov na ravnotežje infrardečega sevanja popularno rečemo "učinek tople grede", plinom, ki povzročajo ta učinek pa "plini tople grede“ (TGP)**

Naravni učinek tople grede

Ocena temperature zemeljskega površja, če ne bi bilo atmosfere in njenega efekta tople grede.

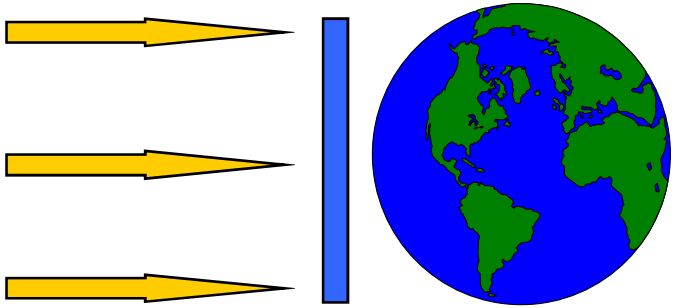
Energija, ki jo Zemlja prejme = Energija, ki jo zemlja odda

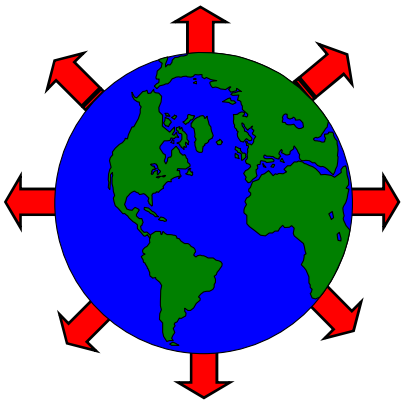
$$(1 - a) j_o \pi r_Z^{\,2}$$

Prejeto obsevanje s Sonca

$$\varepsilon_Z \sigma T^4 4\pi r_Z^{\,2}$$

Oddano sevanje Zemlje





Prispelo oddano

$$(1 - a) j_o \pi r_Z^{\,2} = \varepsilon_Z \sigma T^4 4\pi r_Z^{\,2}$$

j_o sončno obsevanje (*obseva 1/2 zemeljske oble) 1367 W/m^2,*

a povprečni albedo Zemlje (npr. *0,3)*

ε_Z emisivnost ~ 1

r_Z radij Zemlje

σ Štefanova konstanta

Pokrajšamo r_Z in izračunamo temperaturo T

$$T = ((1 - a) j_o / 4\varepsilon_Z \sigma)^{1/4}$$

Ocena velikosti učinka tople grede

Brez ozračja, bi temperatura zemeljskega površja znašala:

$$T_{Zemlje} = \sqrt[4]{\frac{j_0\left(1-a_{Zemlja}\right)}{4\cdot\sigma}} = \sqrt[4]{\frac{1367 Wm^{-2}\left(1-0.3\right)}{4\cdot 5.67\cdot 10^{-8} Wm^{-2}K^{-4}}} = 255{,}2K = -18°C$$

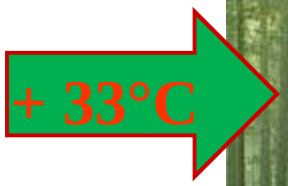
Dejanska temperatura zemeljskega površja pa je 288 K=15 ℃.

RAZLIKA $\Rightarrow$ **EFEKT TOPLE GREDE**

Zemeljsko površje torej ne prejema energije le od Sonca, temveč tudi od ozračja.

UČINEK TOPLE GREDE

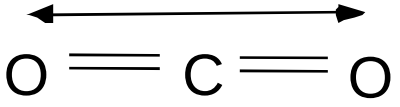
- Naravni učinek tople grede omogoča povprečno temperaturo Zemlje +15℃ namesto –18℃



CO_2 je toplogredni plin

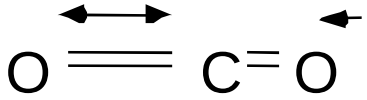
Nevzbujeno stanje

Simetrično raztezanje in krčenje vezi



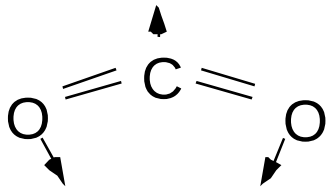
IR neaktivno

Nesimetrično raztezanje in krčenje vezi



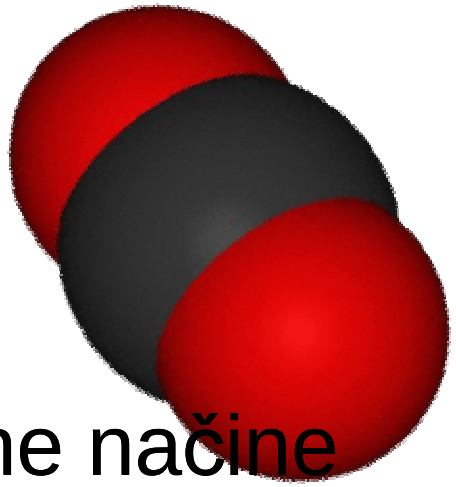
2349 cm^{-1}

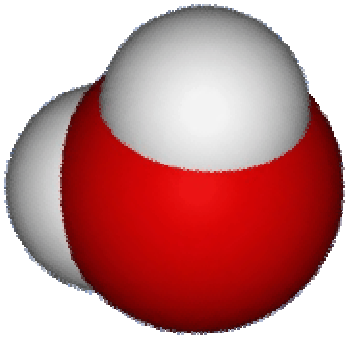
Upogibanje vezi



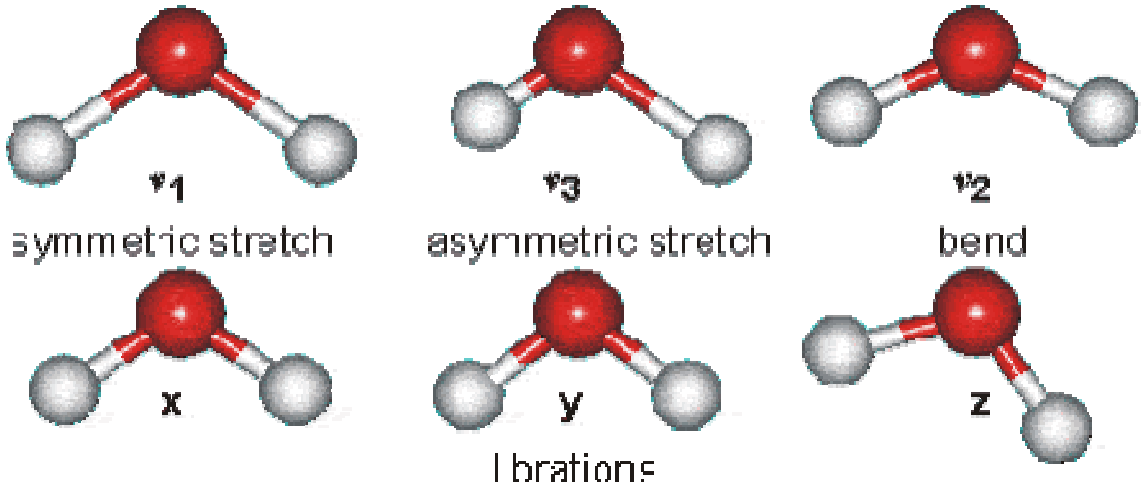
660 cm^{-1}

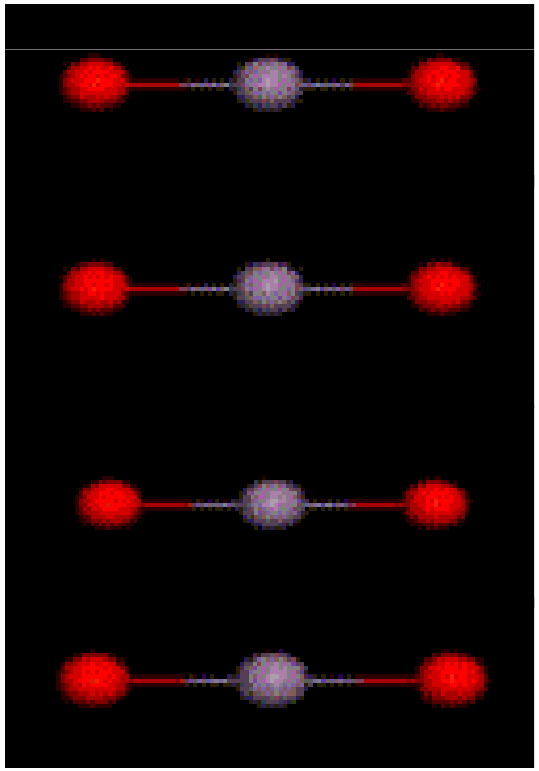
Lastnosti toplogrednih plinov





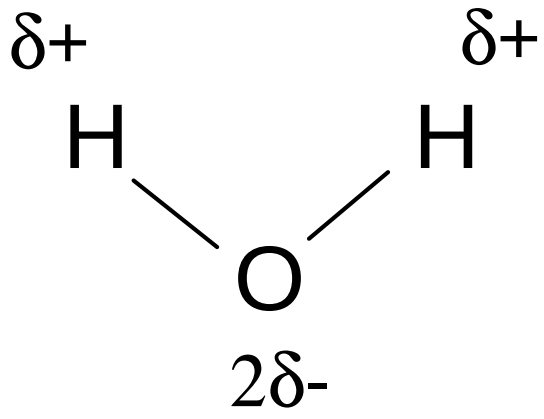
H_2O in CO_2 molekule sevajo energijo na različne načine



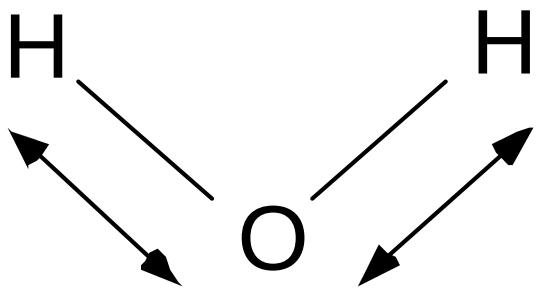


Vodna para je TGP

Resting State

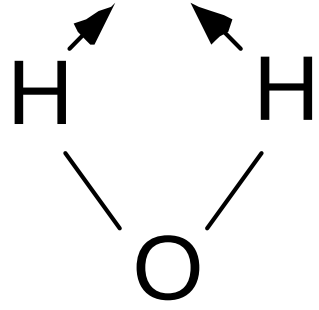


Symmetric Stretch



3657 cm^{-1}

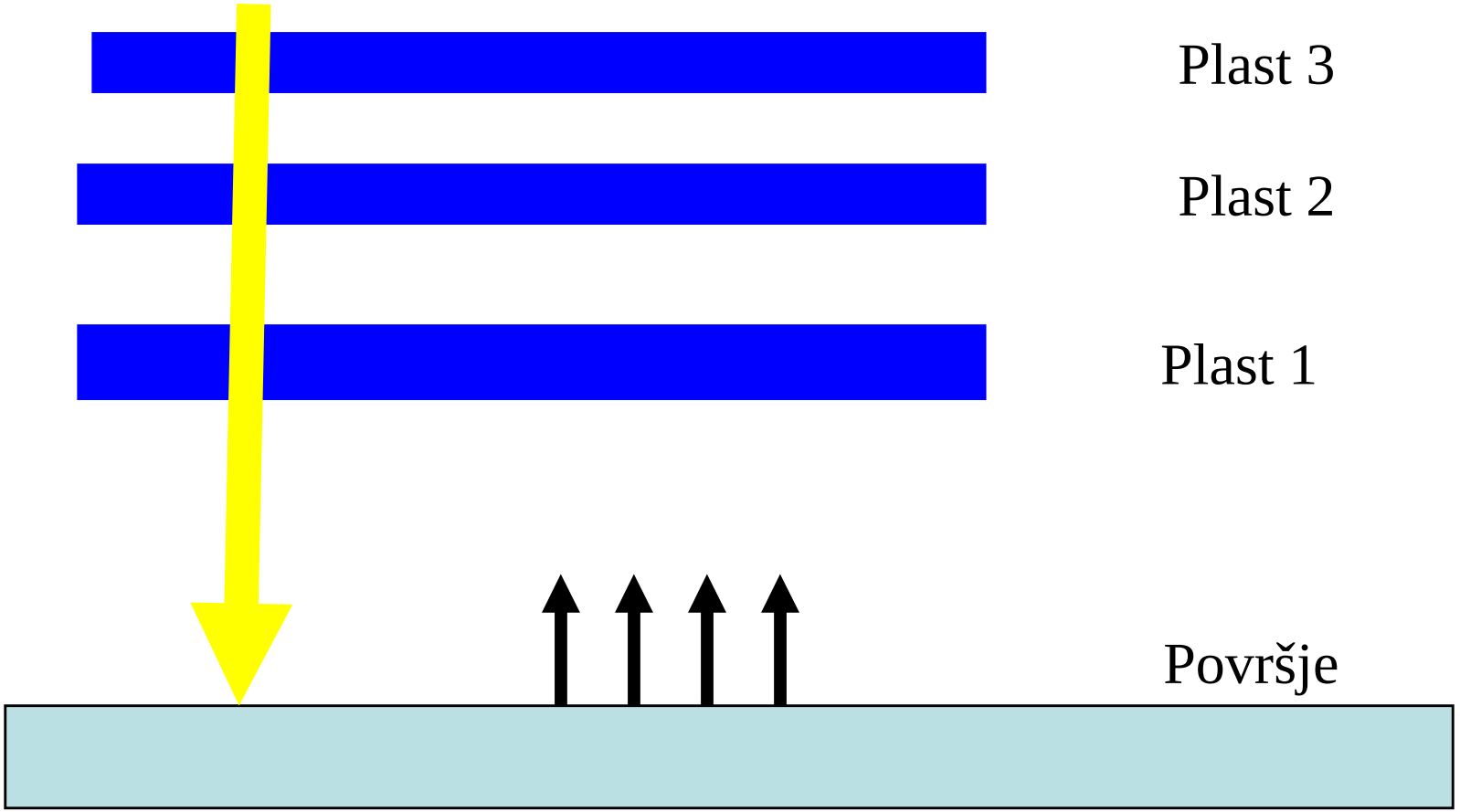
Bend



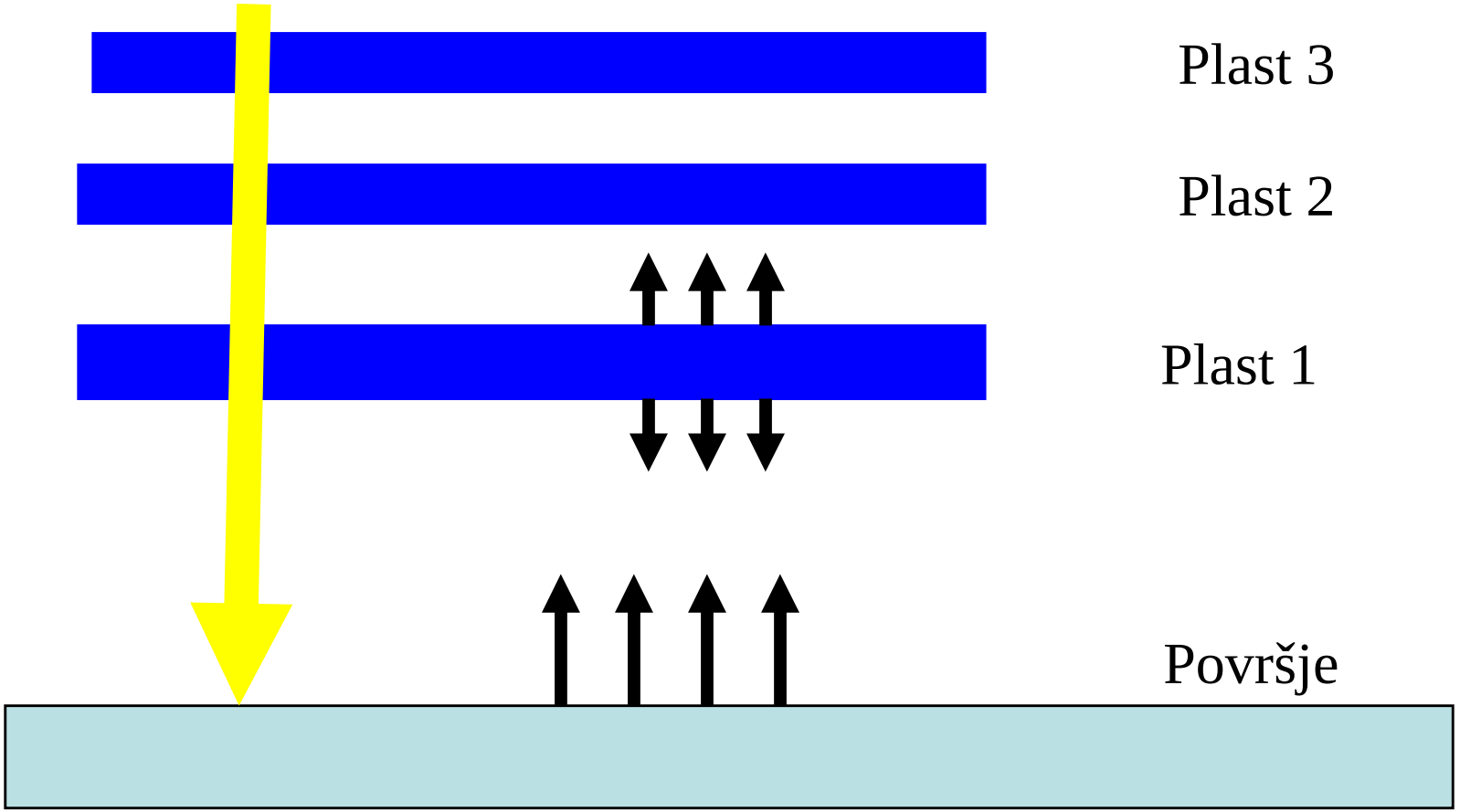
1594 cm^{-1}

Sončno KV sevanje

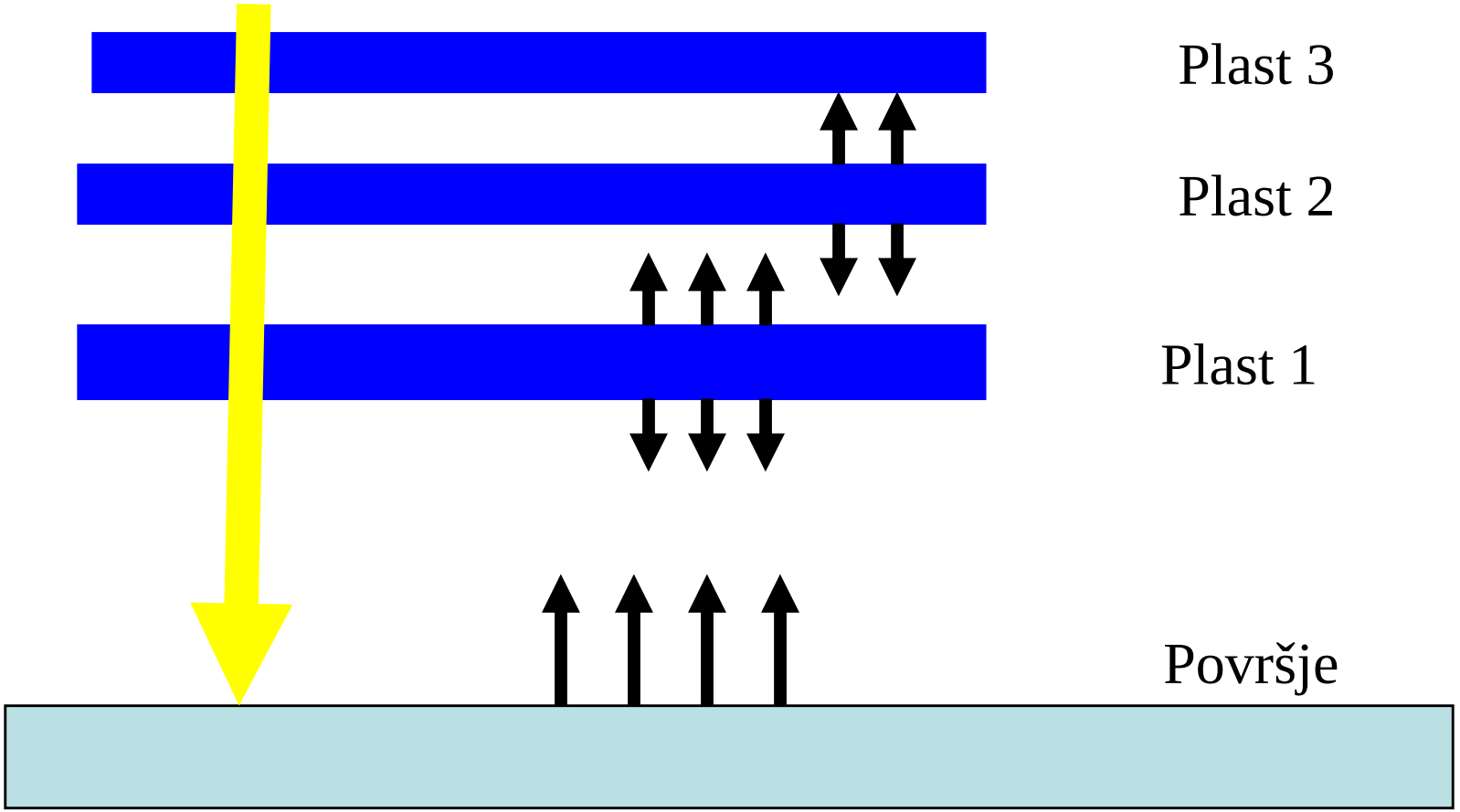
Sončno KV sevanje



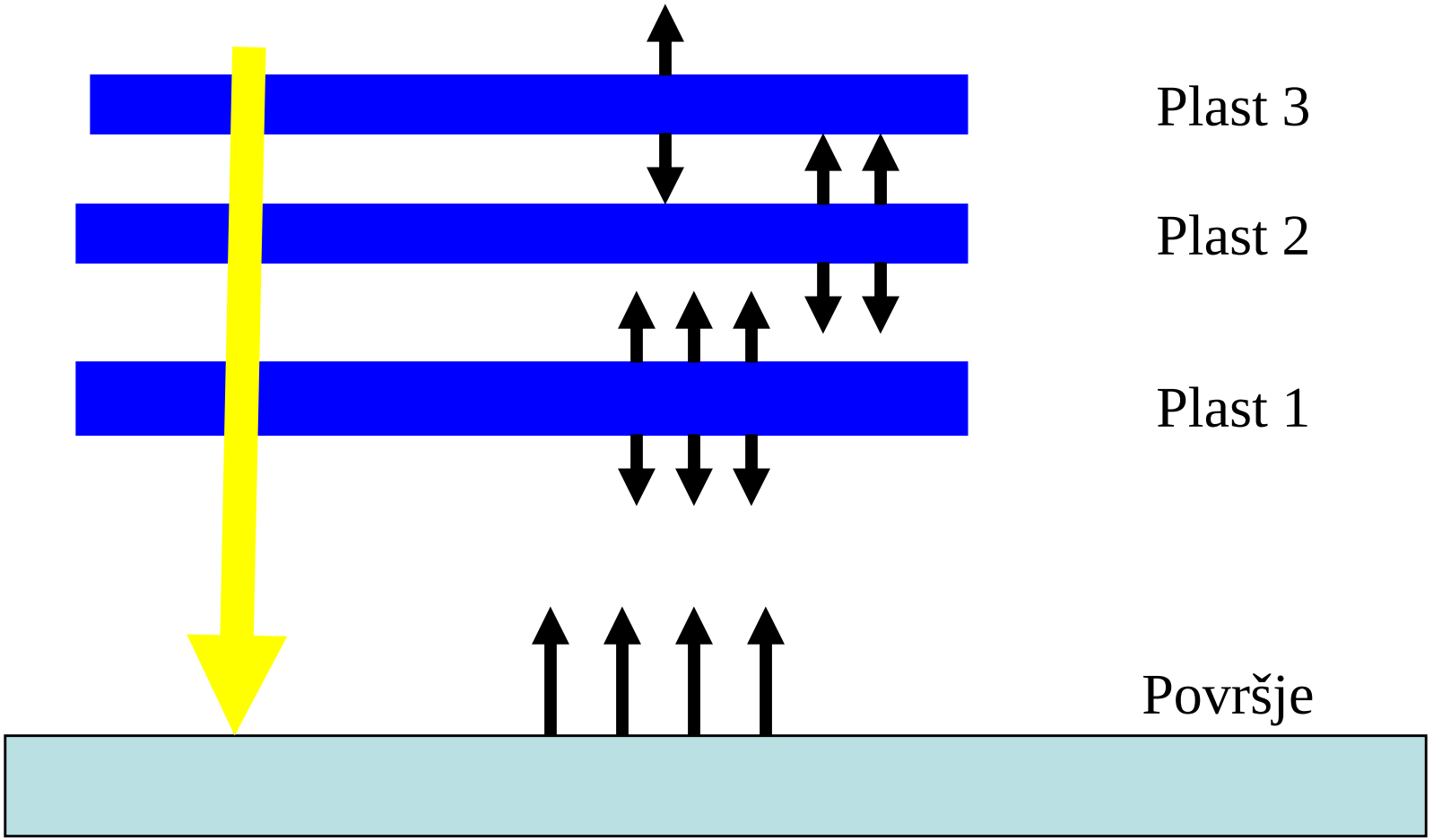
Sončno KV sevanje

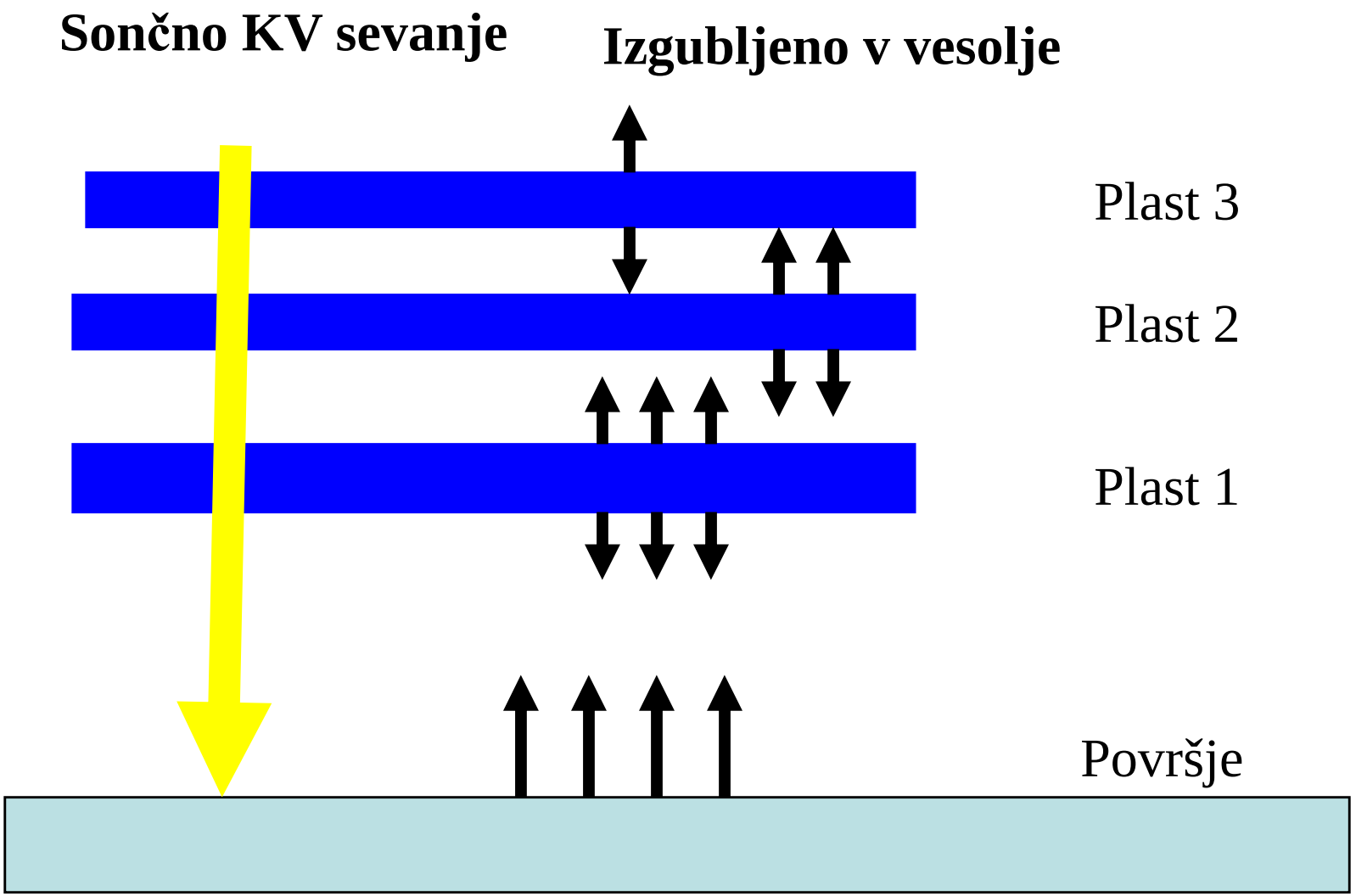


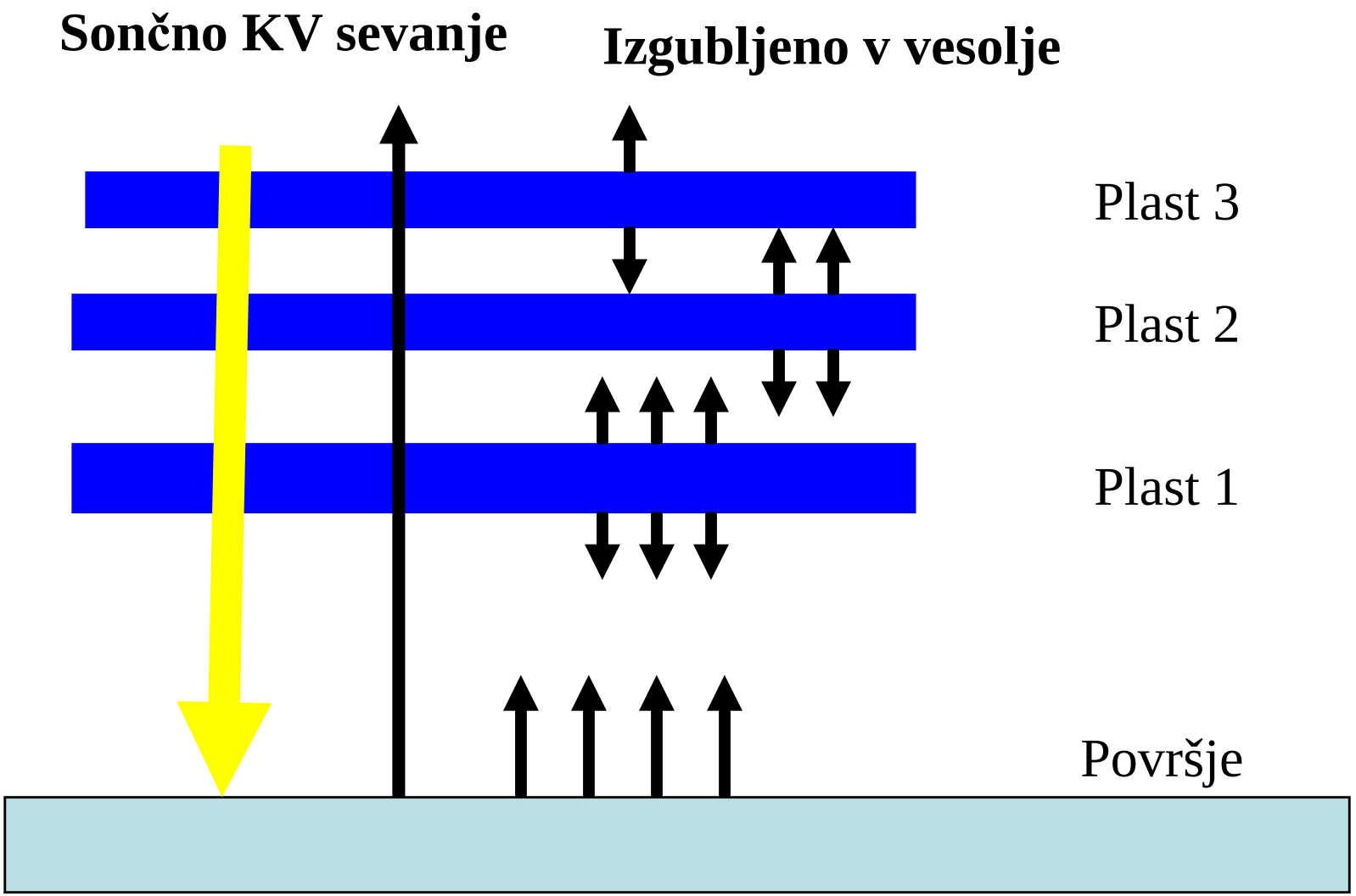
Sončno KV sevanje



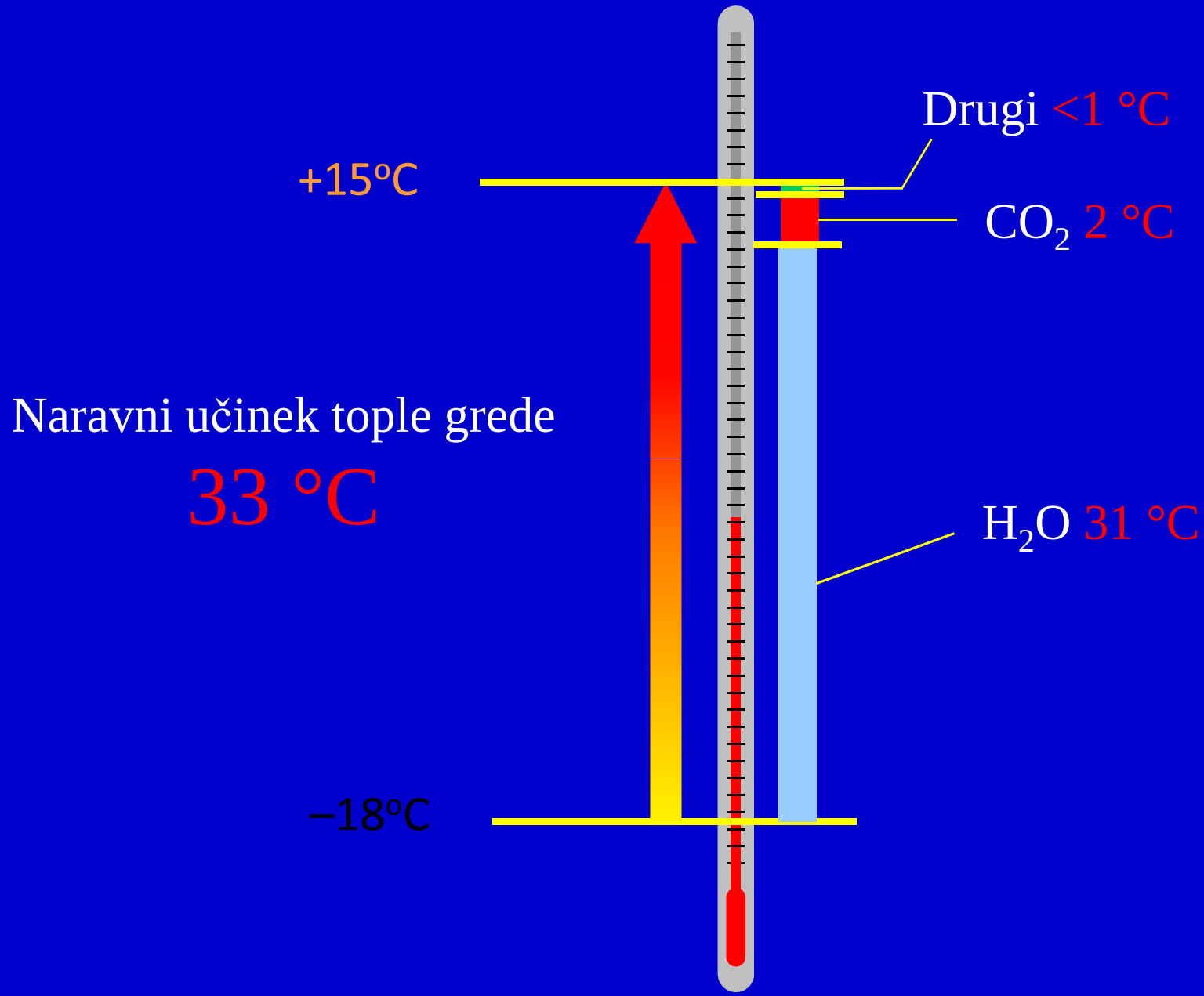
Sončno KV sevanje

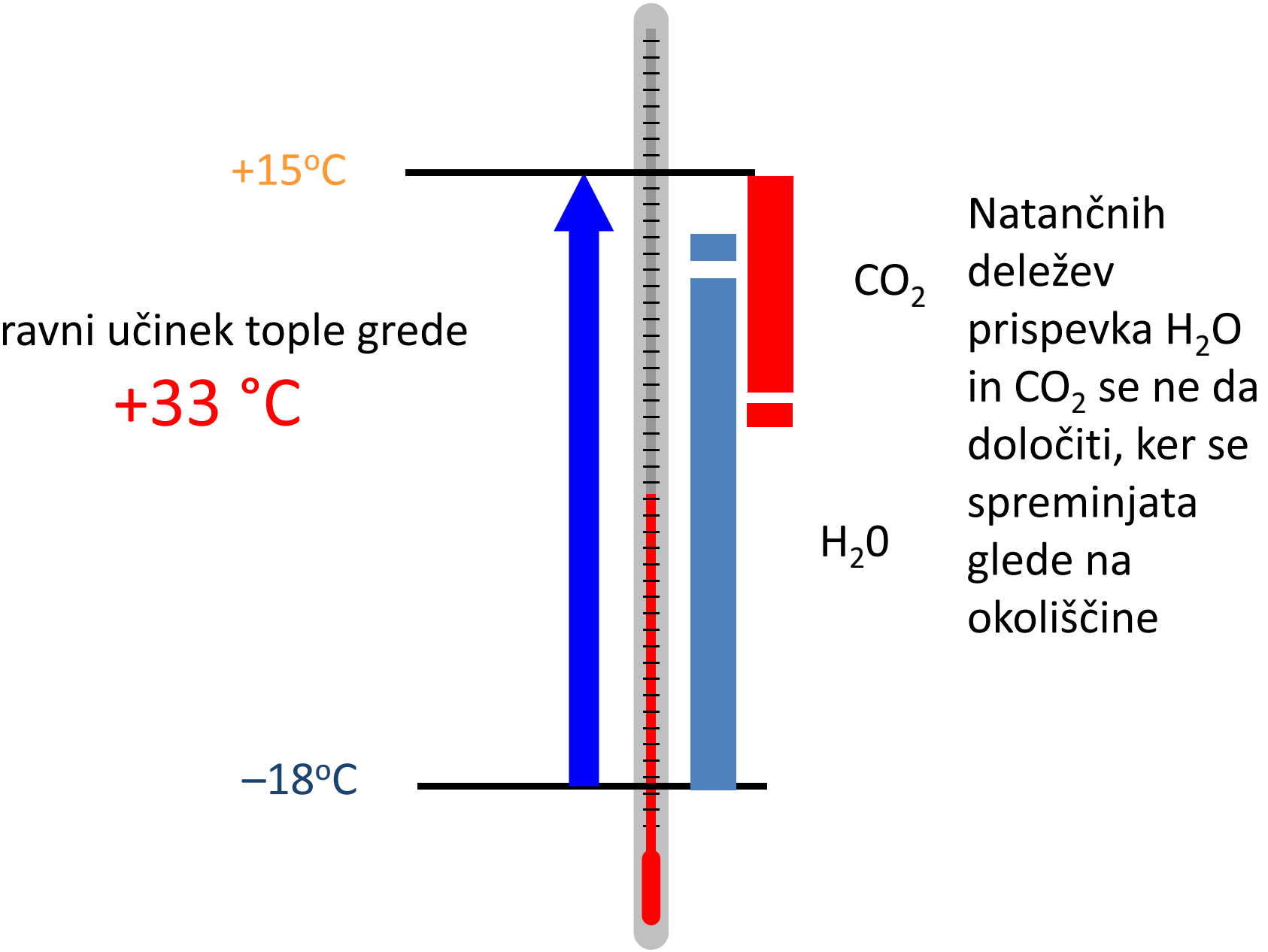



Sončno KV sevanje
Izgubljeno v vesolje
Plast 3
Plast 2
Plast 1
Površje


Sončno KV sevanje
Izgubljeno v vesolje
Plast 3
Plast 2
Plast 1
Površje

Kaj določa temperaturo na Zemeljskem površju?



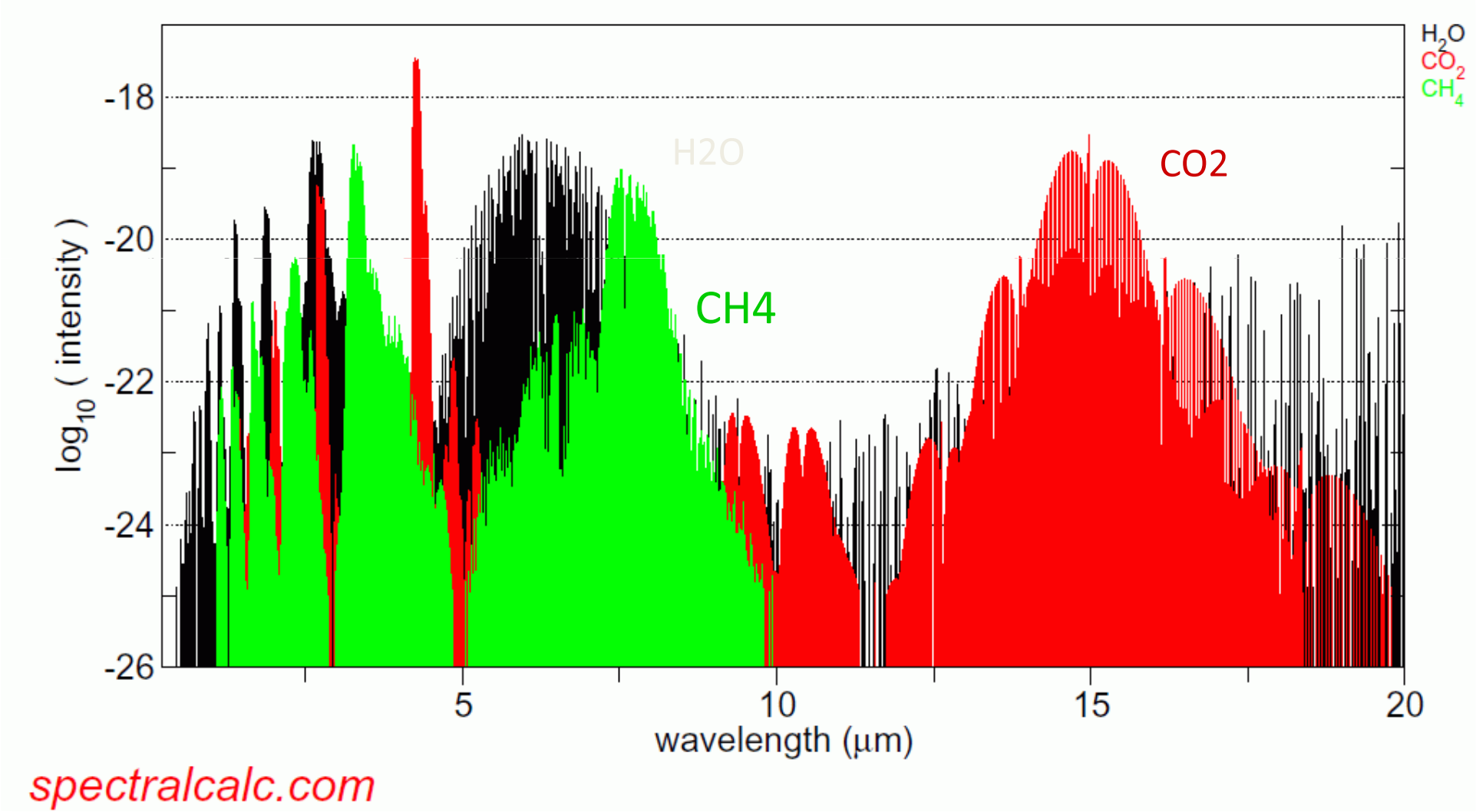


Naravni učinek tople grede

+33 °C

Natančnih deležev prispevka H_2O in CO_2 se ne da določiti, ker se spreminjata glede na okoliščine

Absorpcijski spektri H_2O, CO_2 in CH_4

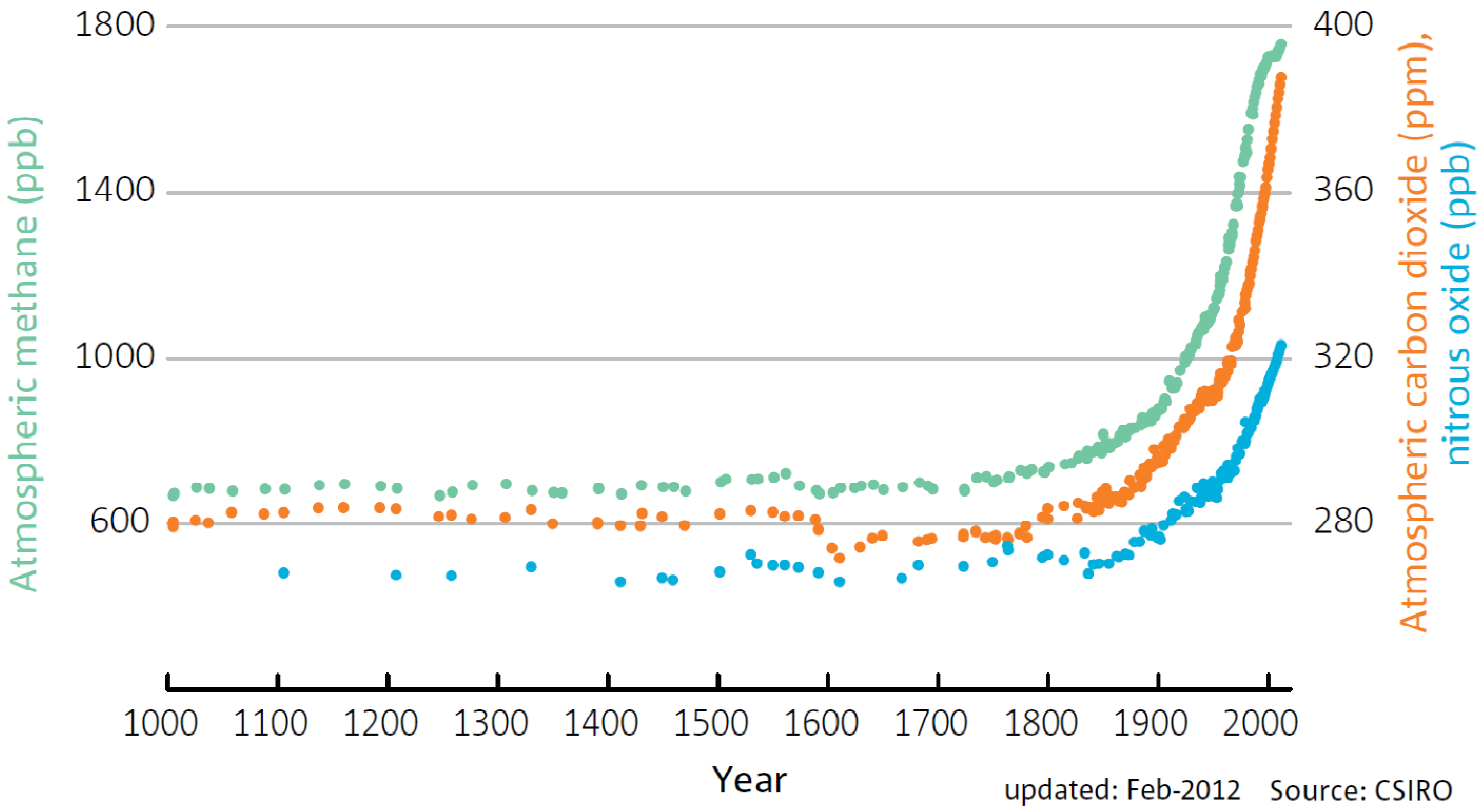


Vsako uro,

poljem dodamo 1.7 milijonov kg dušika

Vsako uro,

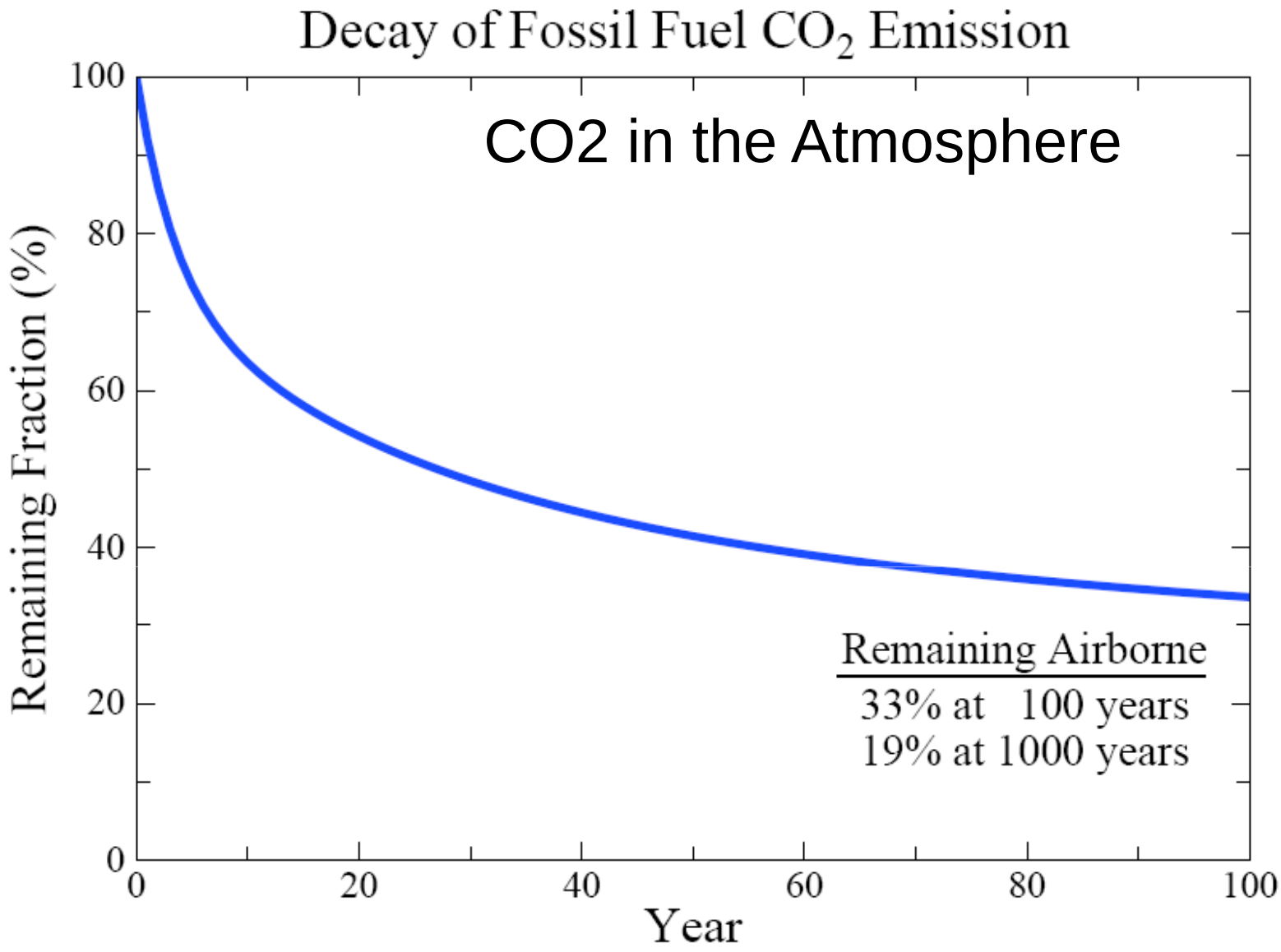
pošljemo v zrak 4 Milijone ton CO_2



- Porušen naravni ogljikov (in dušikov) cikel
- Povečan učinek tople grede
- Globalno segrevanje in vse kar sodi zraven

http://cdiac.ornl.gov/pns/current_ghg.html (februar 2012)

GAS	Pre-1750 tropospheric concentration[1]	Recent tropospheric concentration[2]	GWP[3](100-yr time horizon)	Atmospheric lifetime[4] (years)	Increased radiative forcing [5] (W/m^2)
Concentrations in parts per million (ppm)					
Carbon dioxide (CO_2)	280[6]	390.5[7]	1	~ 100[4]	1.79
Concentrations in parts per billion (ppb)					
Methane (CH_4)	700[8]	1871[9]/1750[9]	25	12[4]	0.50
Nitrous oxide (N_2O)	270[10]	323[9]/322[9]	298	114[4]	0.18
Tropospheric ozone (O_3)	25[1]	34[4,1]	n.a.[4]	hours-days	0.35[4]
Concentrations in parts per trillion (ppt)					
CFC-11 (trichlorofluoromethane) (CCl_3F)	zero	241[9]/239[9]	4,750	45	0.060
CFC-12 (CCl_2F_2)	zero	534[9]/532[9]	10,900	100	0.17
CF-113(CCl_2FFClF_2)	zero	75[9]/75[9]	6,130	85	0.024
HCFC-22($CHClF_2$)	zero	220[9]/196[9]	1,810	12	0.041
HCFC-141b(CH_3CCl_2F)	zero	22[9]/19[9]	725	9.3	0.0025
HCFC-142b(CH_3CClF_2)	zero	22[9]/20[9]	2,310	17.9	0.0031
Halon 1211 ($CBrClF_2$)	zero	4.3[9]/4.1[9]	1,890	16	0.001
Halon 1301 ($CBrClF_3$)	zero	3.3[9]/3.2[9]	7,140	65	0.001
HFC-134a(CH_2FCF_3)	zero	64[9]/53[9]	1,430	14	0.0055
Carbon tetrachloride (CCl_4)	zero	87[9]/85[9]	1,400	26	0.012
Sulfur hexafluoride (SF_6)	zero	7.41[9,11]/6.82[9,11]	22,800	3200	0.0029
Other Halocarbons	zero	Varies by substance			collectively 0.021



The fraction of CO_2 remaining in the air, after emission by fossil fuel burning, declines rapidly at first, but 1/3 remains in the air after a century and 1/5 after a millennium (*Atmos. Chem. Phys.* **7**, 2287-2312, 2007).

OKVIRNI TRENDI RABE TAL (milijoni km^2).
Površina kopnega je okrog 150 milj. km^2, od tega je 24 slanega, preščenea ali ledenega površja in 18 vročih puščav McNeill (2000)

Leto	Gozd in grmičevje	Travniki	Pašniki	Kmetijske rastline
8000 pr.n.š	65	63	0	0
1700 n.š.	62	63	5	2.7
1900	58	54	14	8.0
1920	57	51	16	9.1
1940	55	47	21	10.8
1960	53	41	27	12.8
1980	51	35	33	15.0
1990	48(-26%)	36(-43%)	34	15.2

Vsako uro,

posekamo1,500 hektarov gozdov

Usoda človekovih izpustov CO_2 (2002-2011)

8.3±0.4 Gt C/ letno 90%

1.0±0.5 Gt C/letno 10%

+

4.3±0.1 Gt C/leto
46%

2.6±0.8 GtC/leto
28%

Calculated as the residual
of all other flux components

26%
2.5±0.5 GtC/leto

Source: Le Quéré et al. 2012; Global Carbon Project 2012

POVEČAN UČINEK TOPLE GREDE

- Naravni učinek tople grede omogoča povprečno temperaturo Zemlje +15℃ namesto –18℃

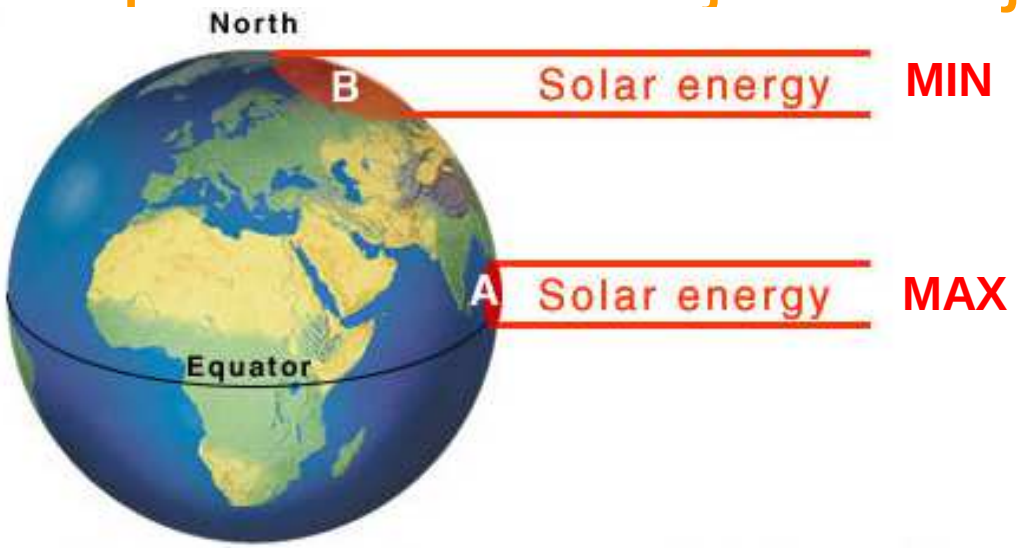
- Zato ne moremo pričakovati, da bo 40 % zvišanje vsebnosti CO_2 brez posledic!

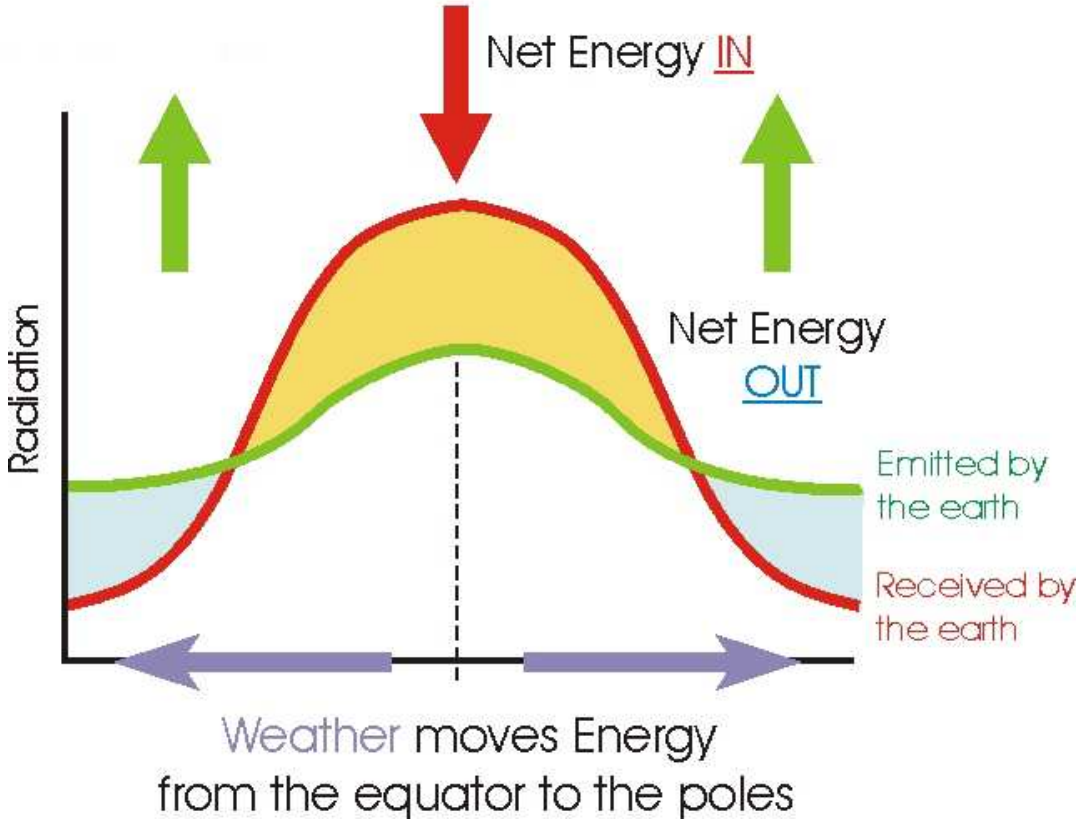
KLIMATSKI DEJAVNIKI

5 skupin

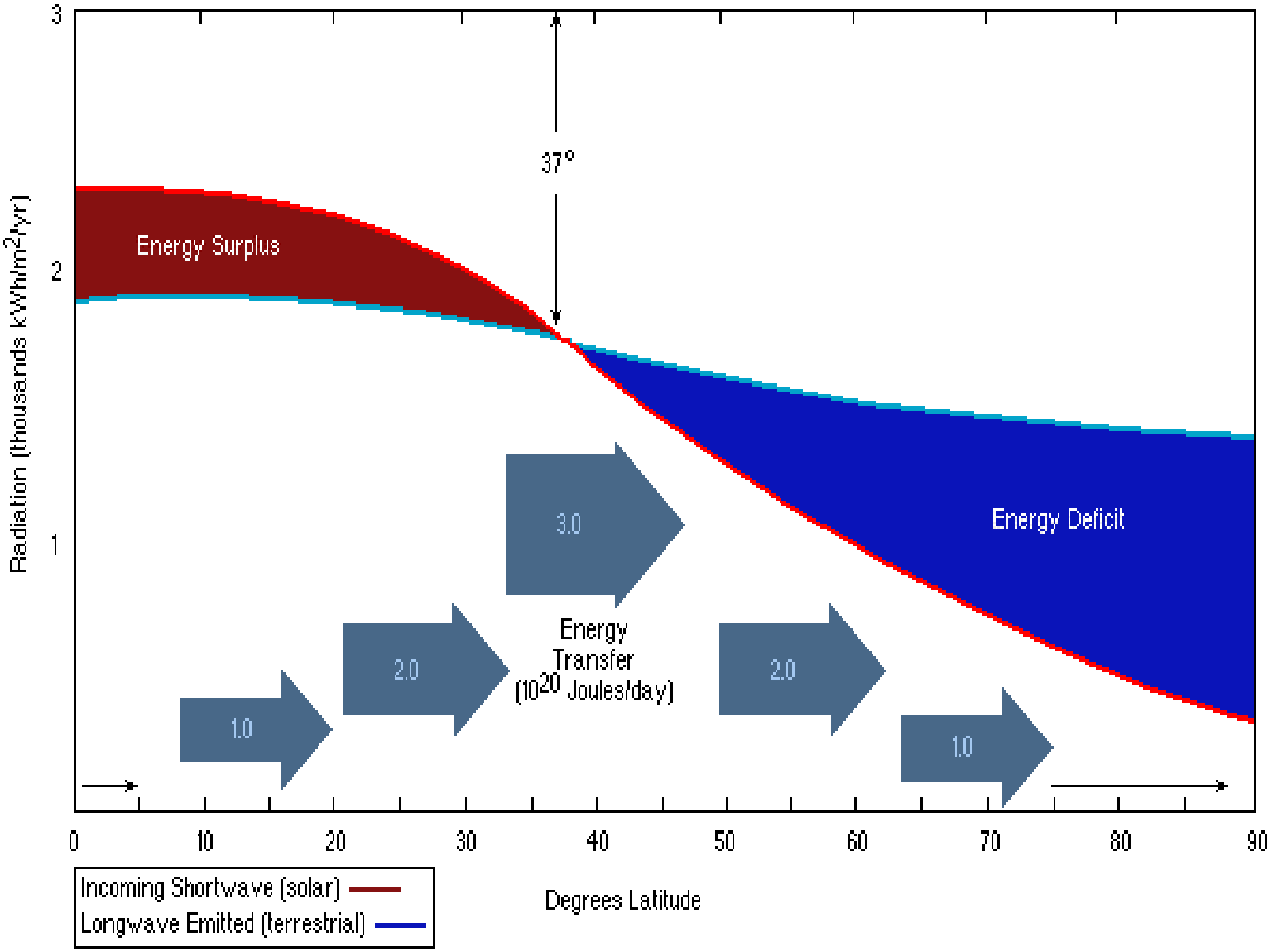
- Sončno obsevanje
- Transmisijske lastnosti atmosfere za prenos različnih sevanj (aerosoli in plini tople grede)
- **Cirkulacija atmosfere in oceanov**
- Lastnosti površja
- Relief

Splošna cirkulacija ozračja – kaj jo poganja?

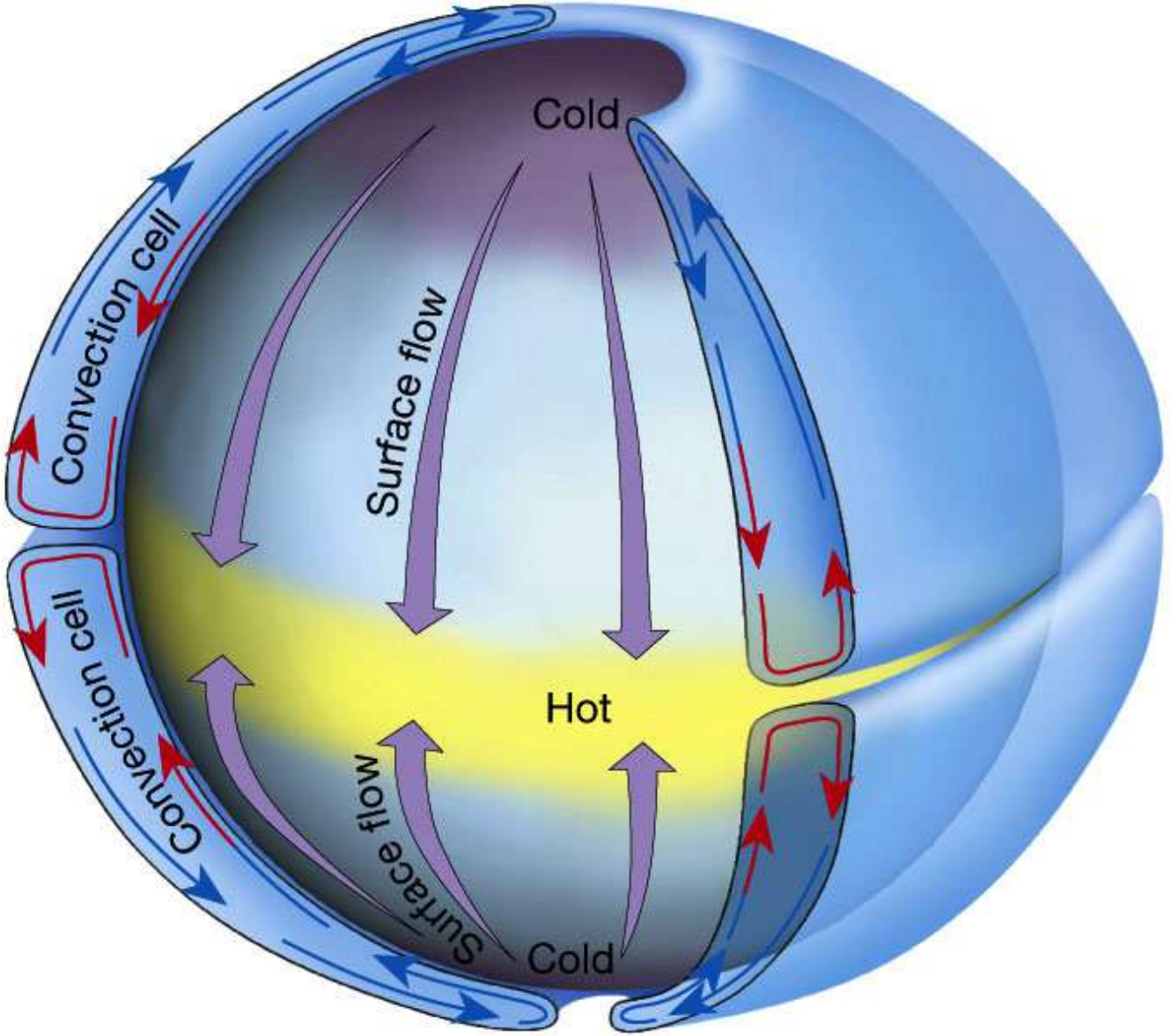




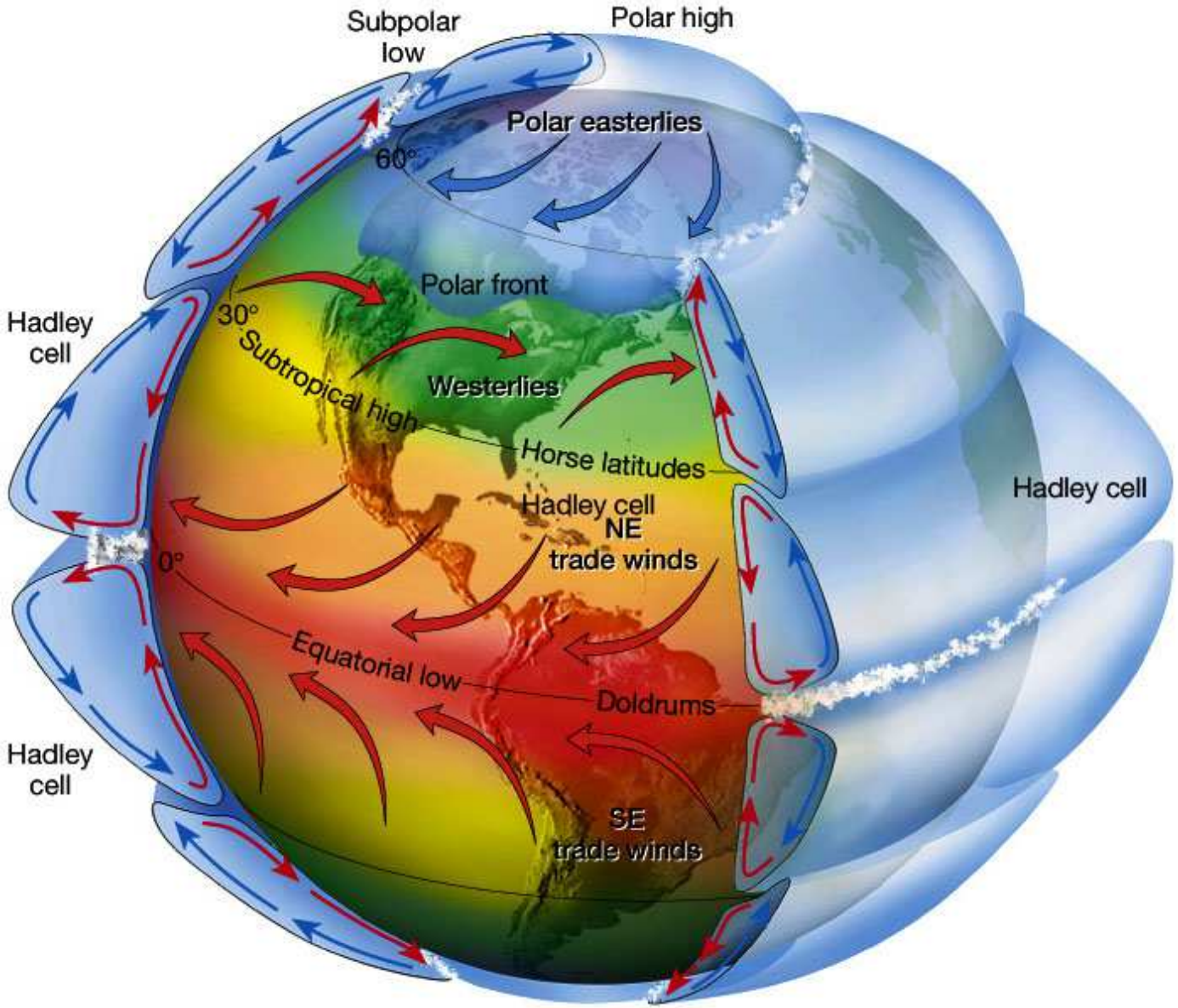
Prenos toplote z ekvatorja proti polom

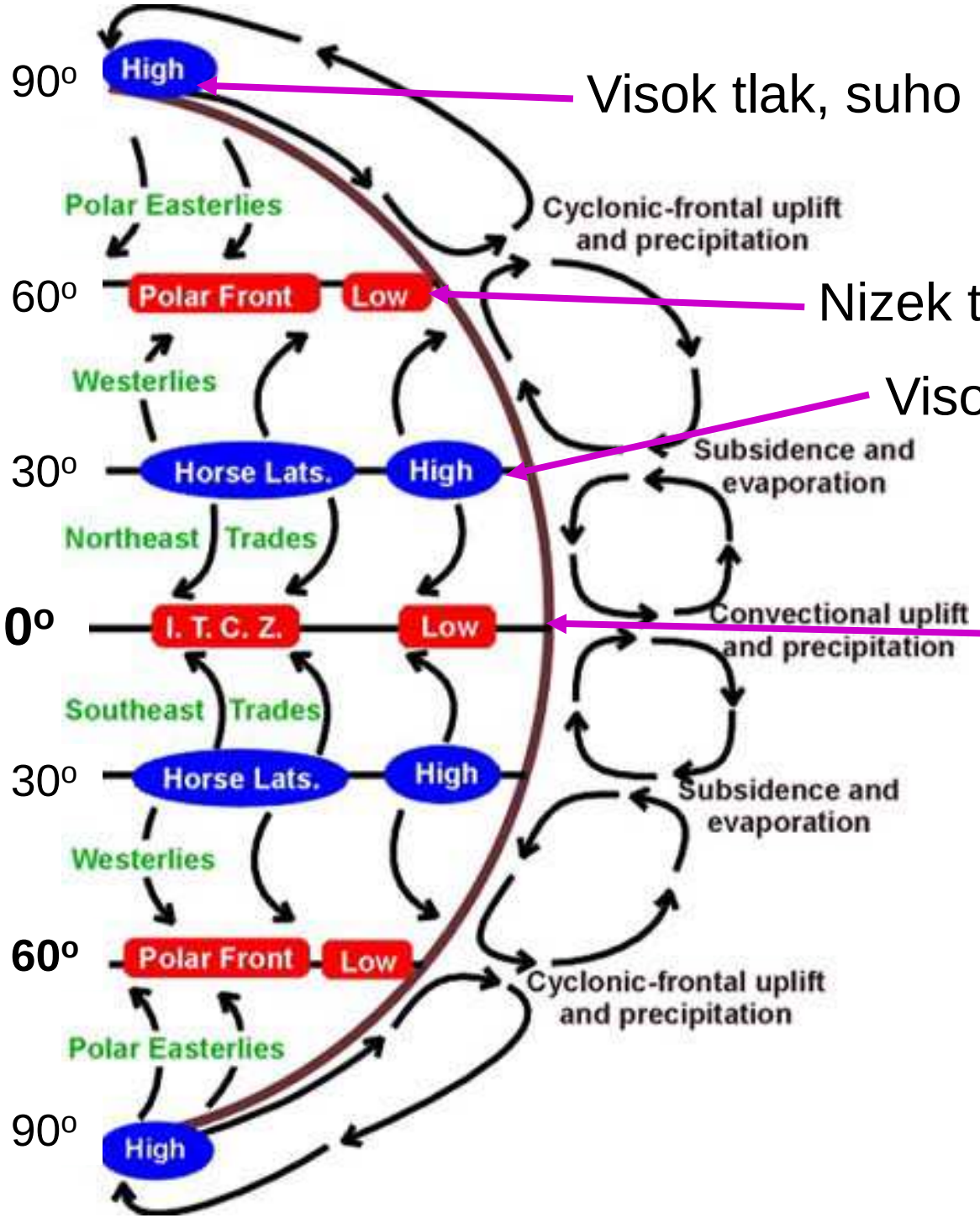


Če se Zemlja ne bi vrtela…in ne bi bilo kopnega…



A Zemlja se vrti, ima kopno in posamezne geografske širine so različno ogrevane





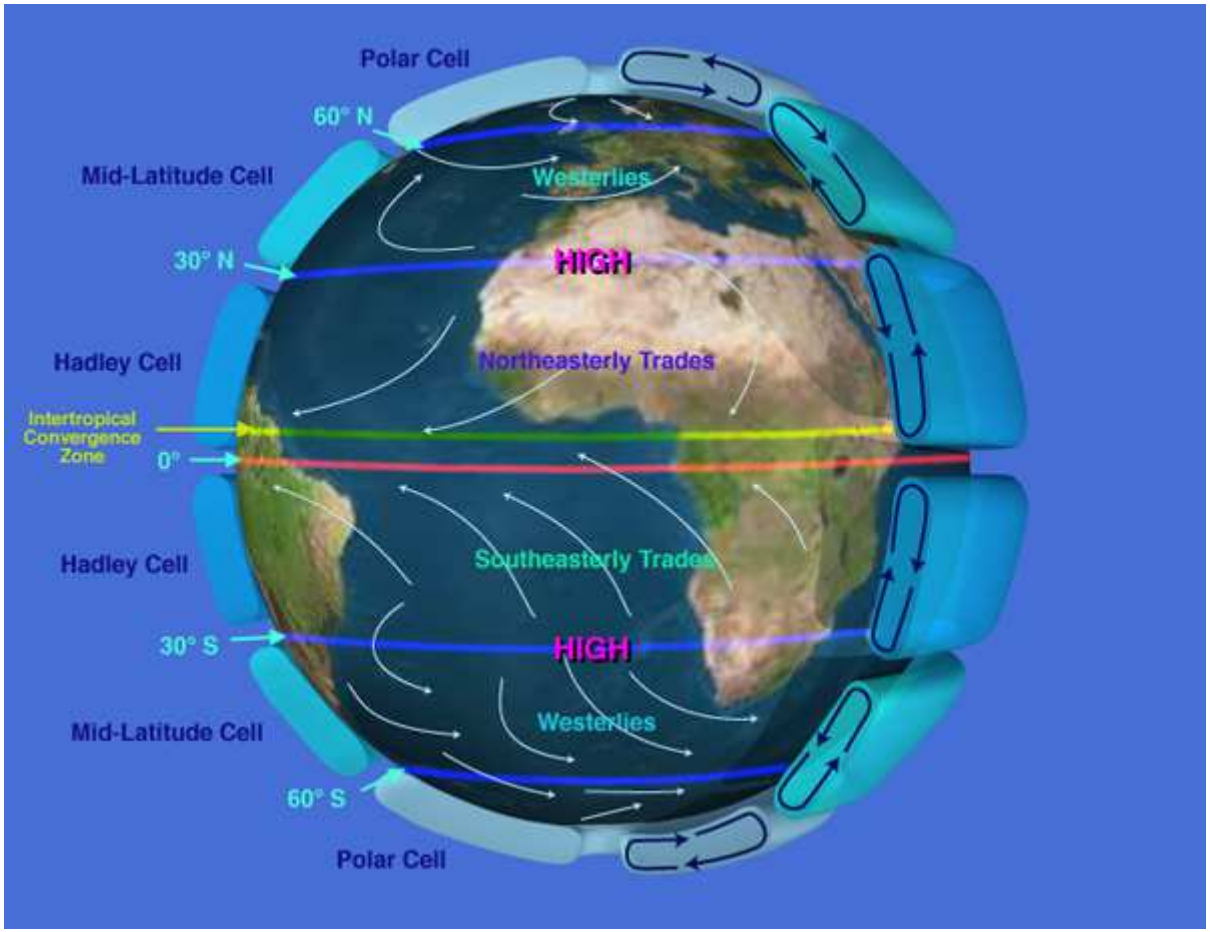
Visok tlak, suho podnebje

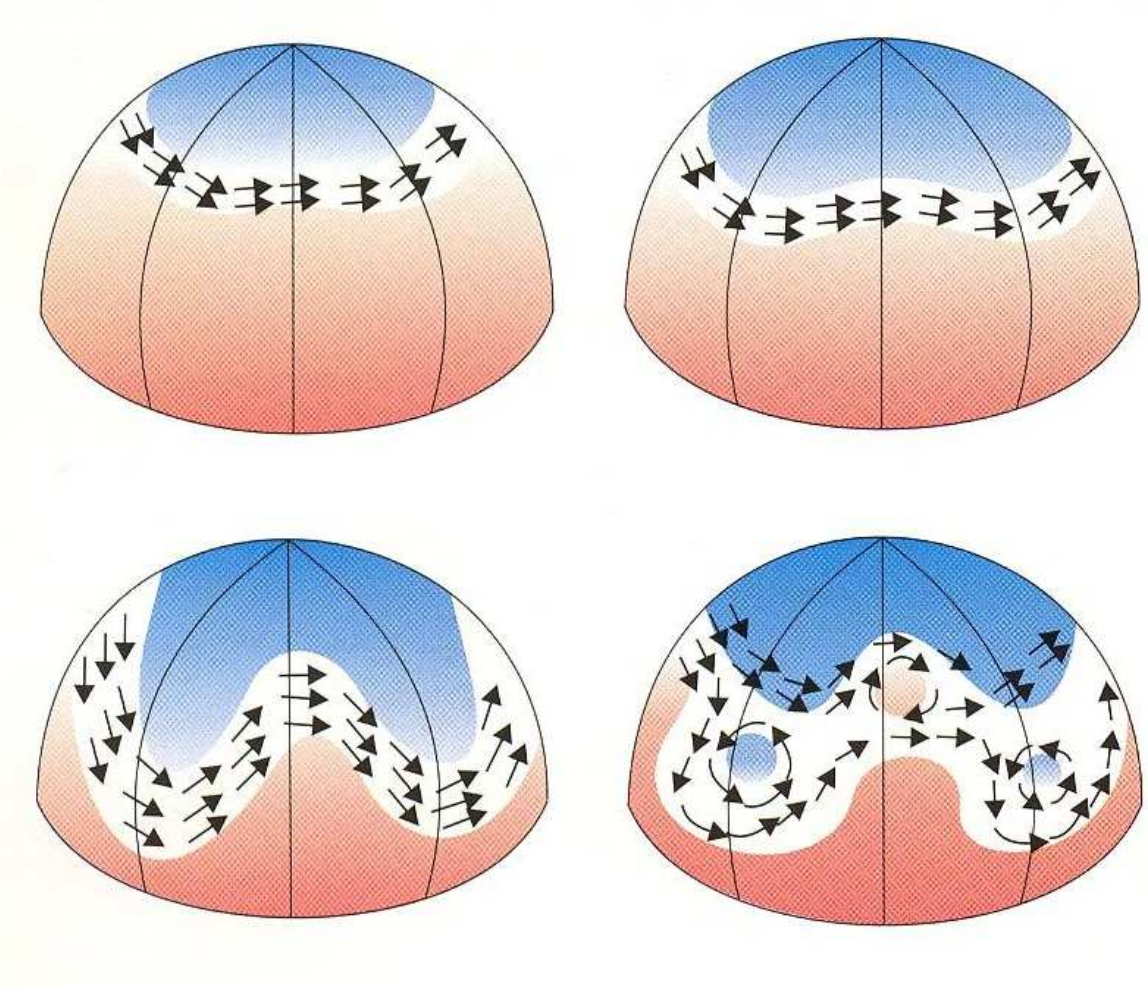
Nizek tlak, vlažno podnebje

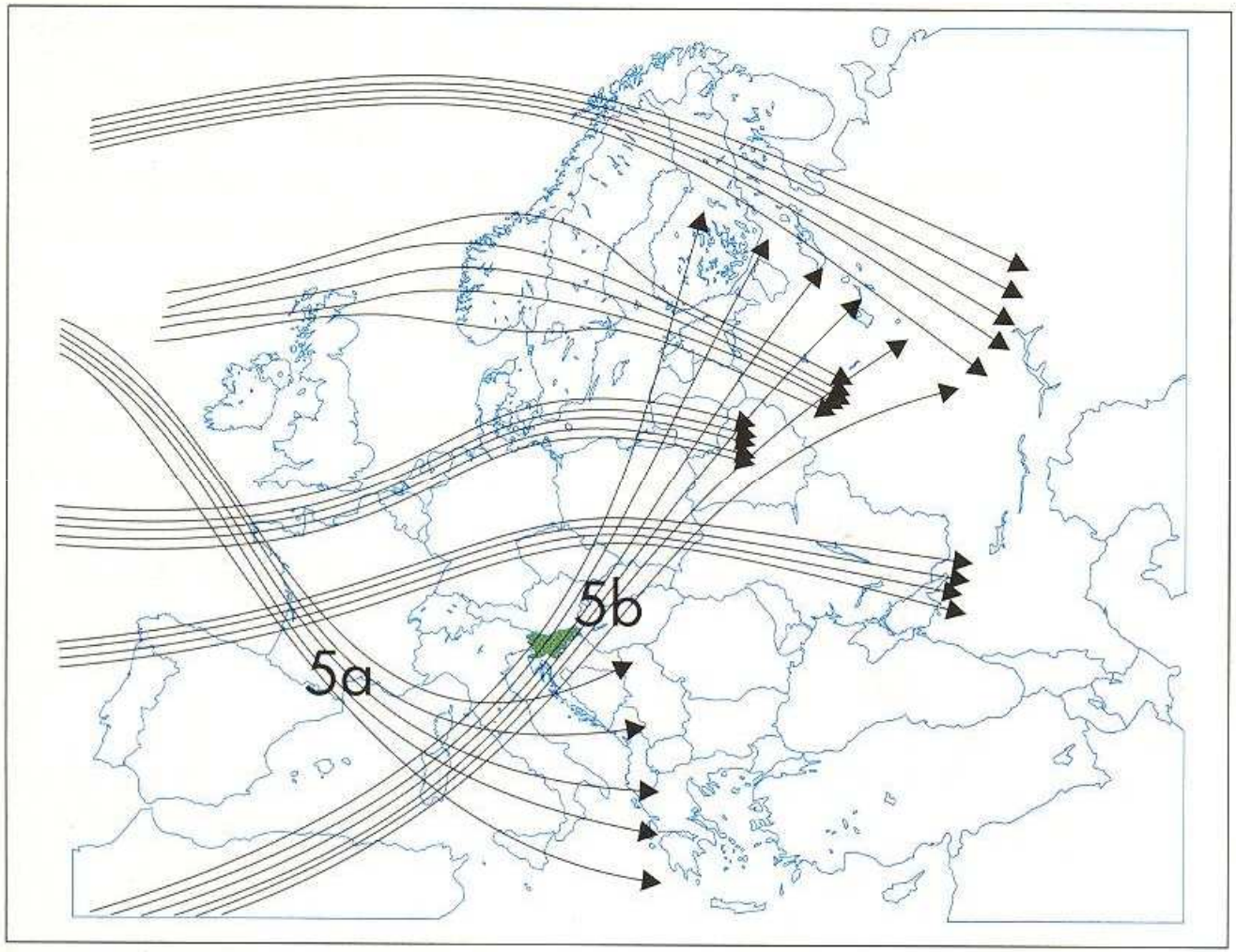
Visok tlak, suho podnebje

ITCZ intertropska konvergenčna cona

Nizek tlak, vlažno podnebje

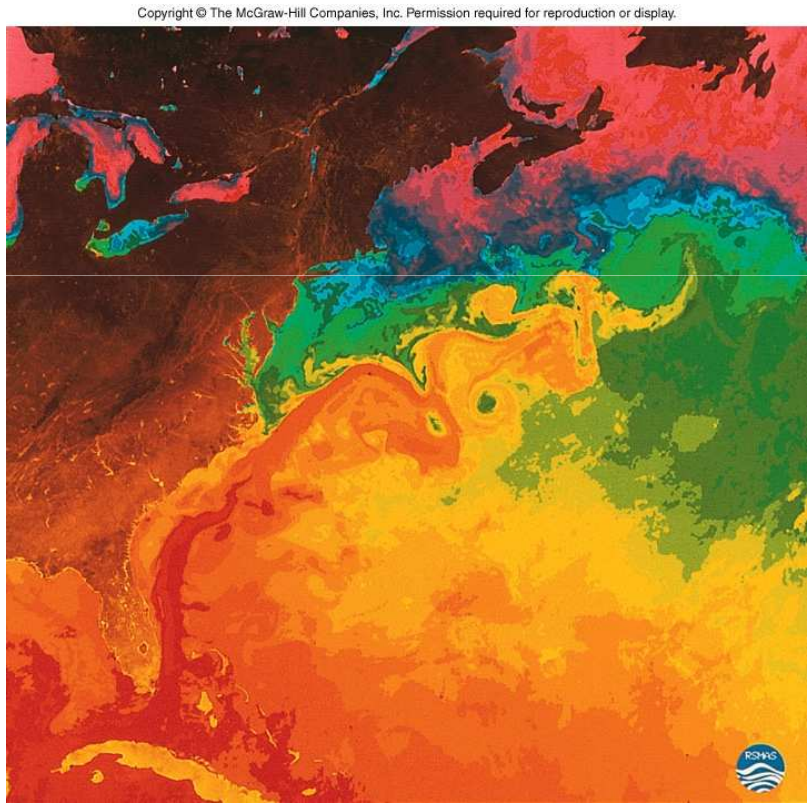

Polar Cell
60° N
Mid-Latitude Cell
Westerlies
30° N
HIGH
Hadley Cell
Northeasterly Trades
Intertropical Convergence Zone
0°
Hadley Cell
Southeasterly Trades
30° S
HIGH
Mid-Latitude Cell
Westerlies
60° S
Polar Cell





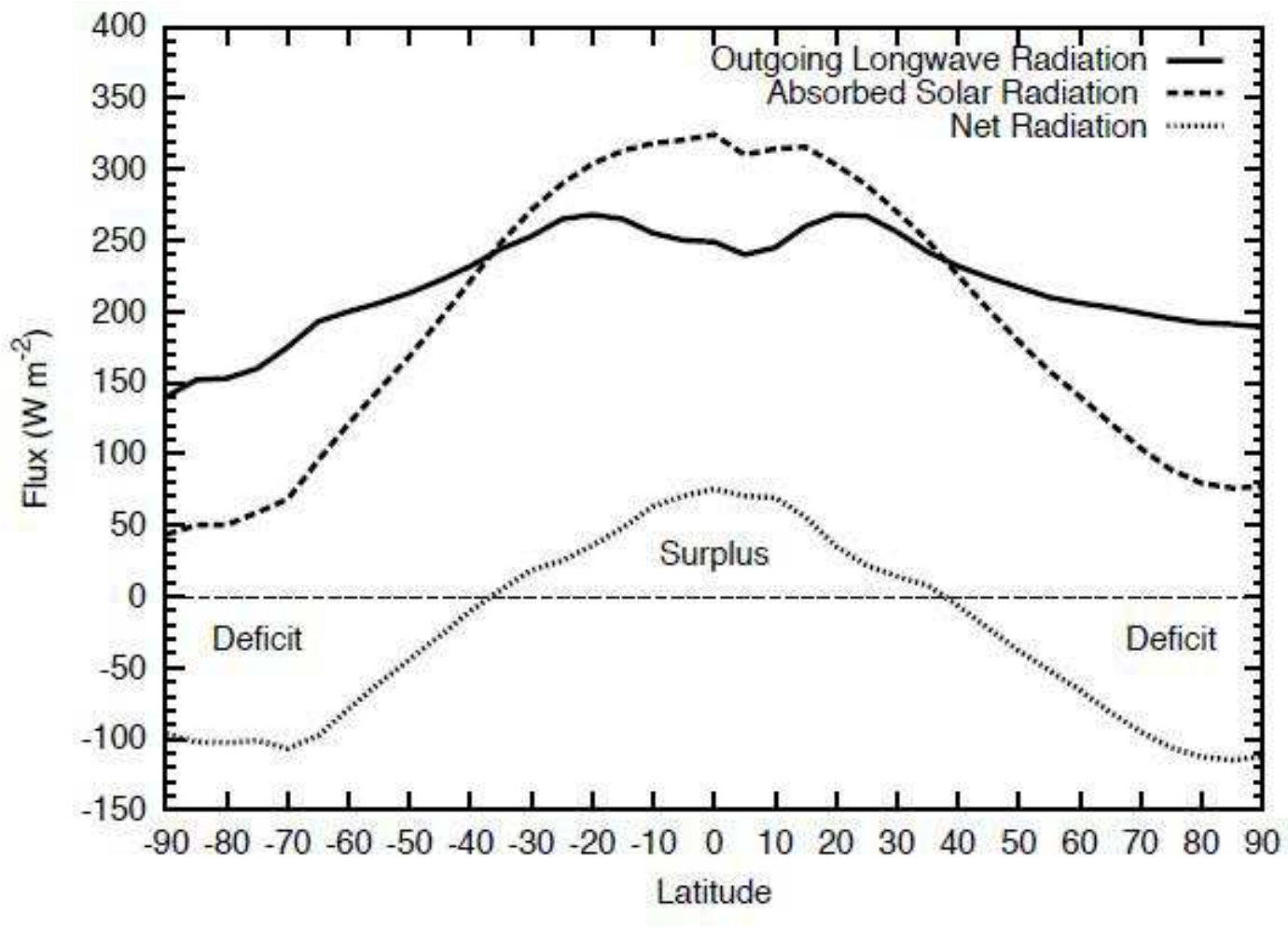
3.9 Ciklonske poti čez Evropo

Zakaj je oceanska circulacija pomembna?



- Transport ~ 20% toplote iz ekvatorja proti polom
- Transport hranil in organizmov
- Vpliv na vreme in podnebje

Tudi morski tokovi so posledica različne sevalne bilance planeta

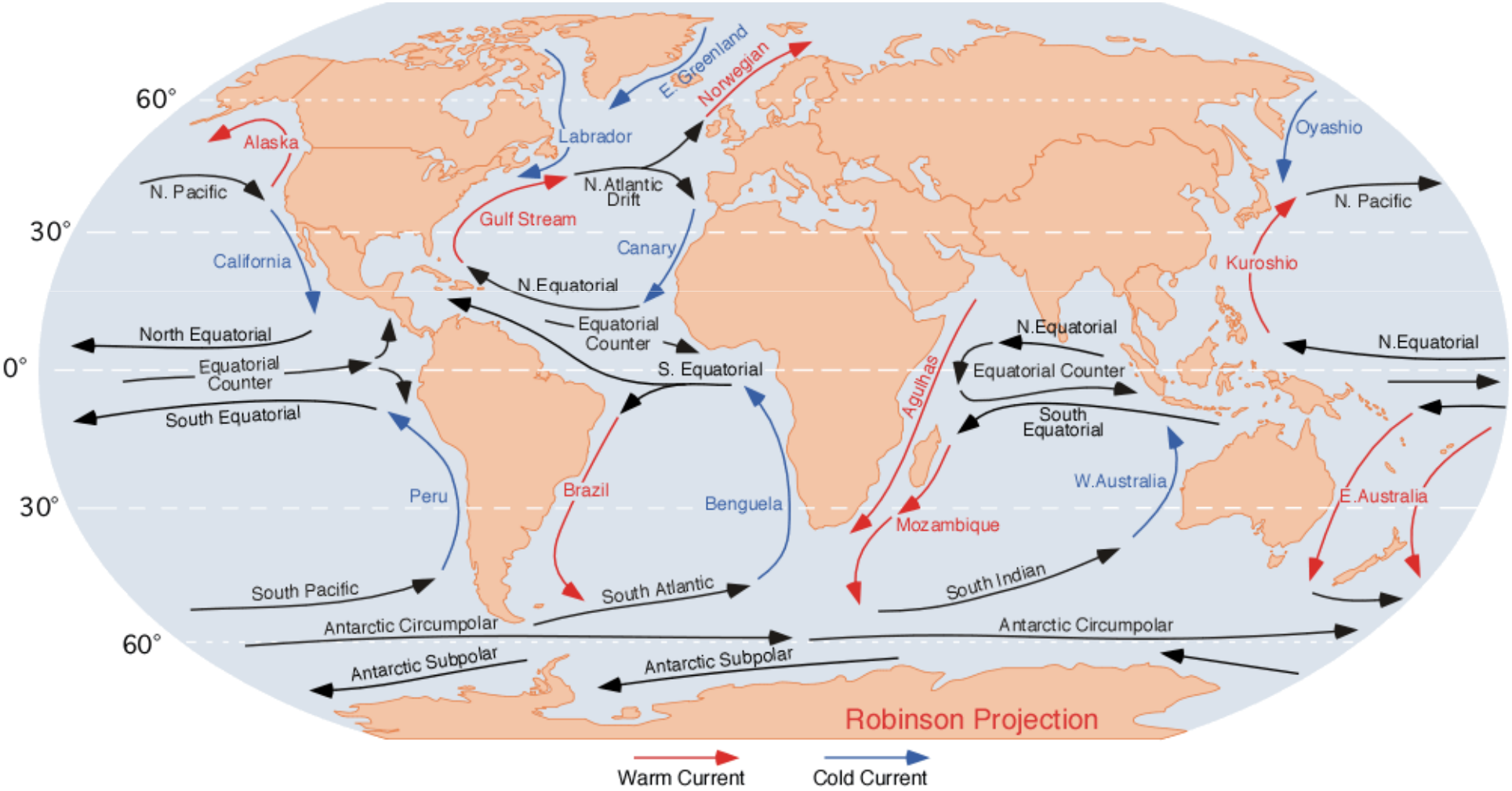


VZROKI ZA MORSKE TOKOVE:

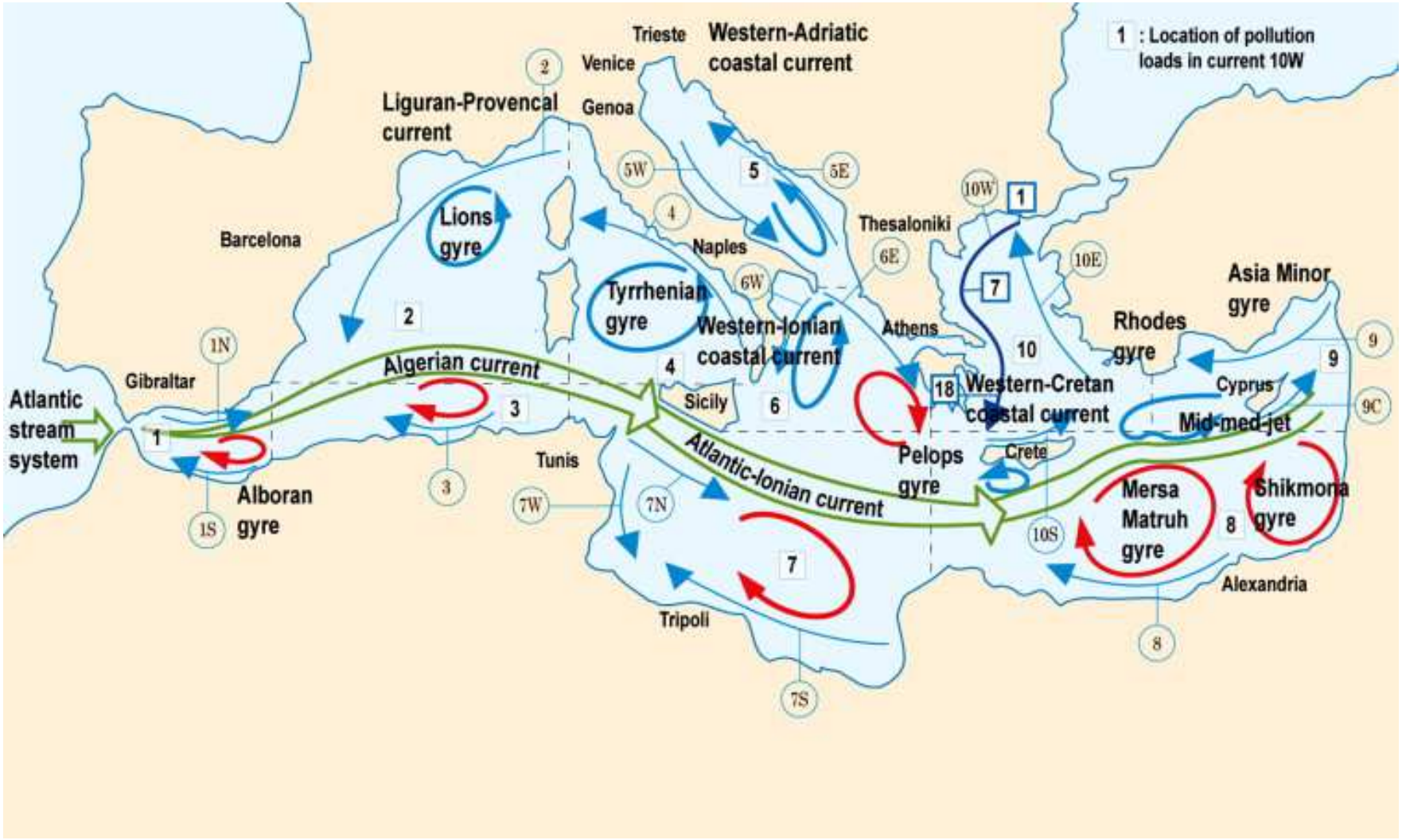
veter in razlike v gostoti morske vode

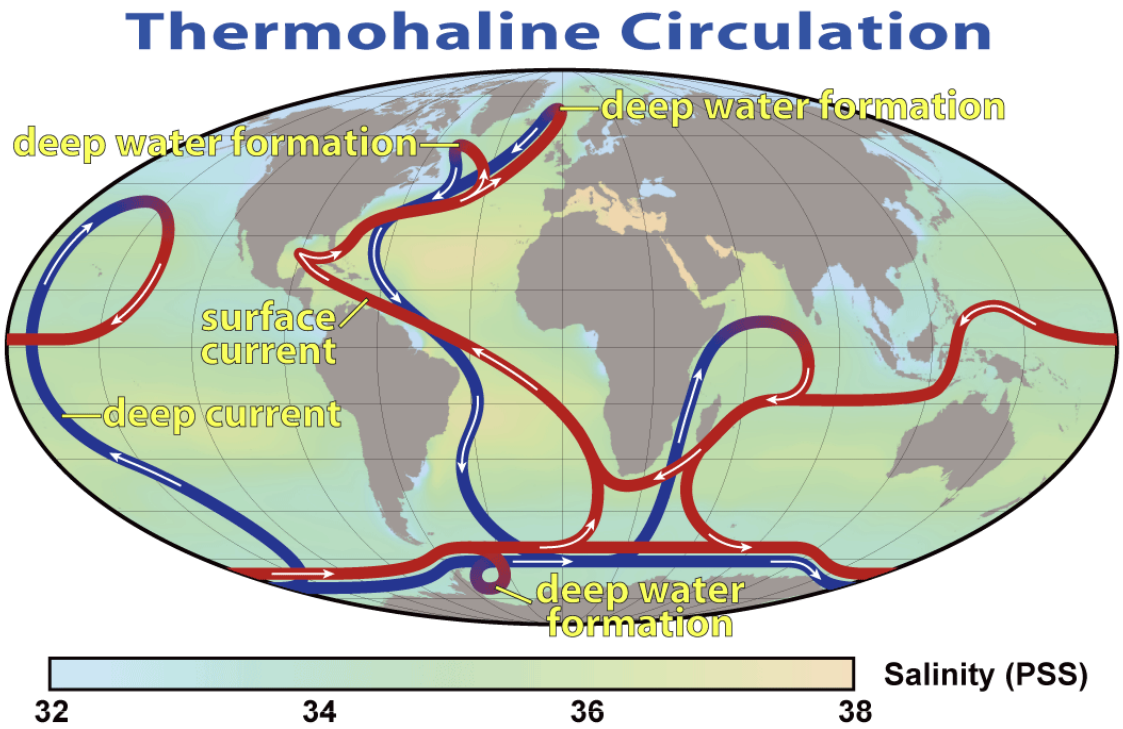
- „Vetrovni“ tokovi se pojavljajo v zgornjih 100 m oceana (ali še bolj plitko)
- Razlike v gostoti morske vode (povzroča jih različna slanost in temperatura vode) povzročijo zelo počasne tokove v globini

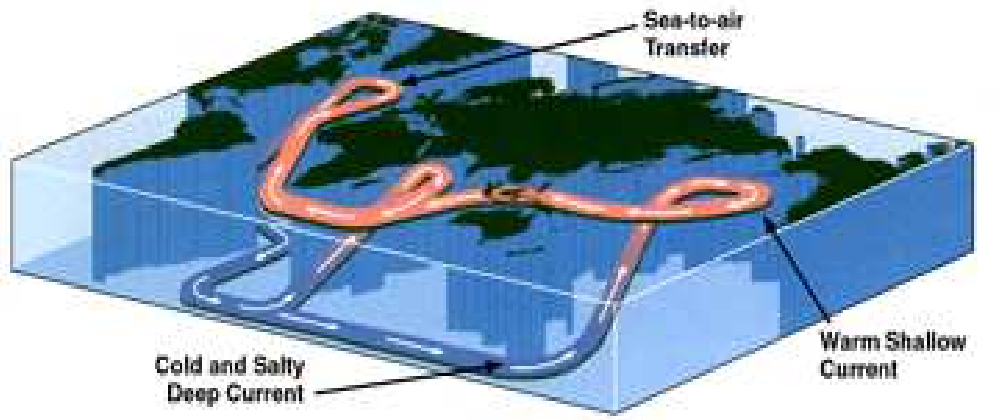
MORSKI TOKOVI
Na površini (vzrok veter)



MORSKI TOKOVI V SREDOZEMLJU



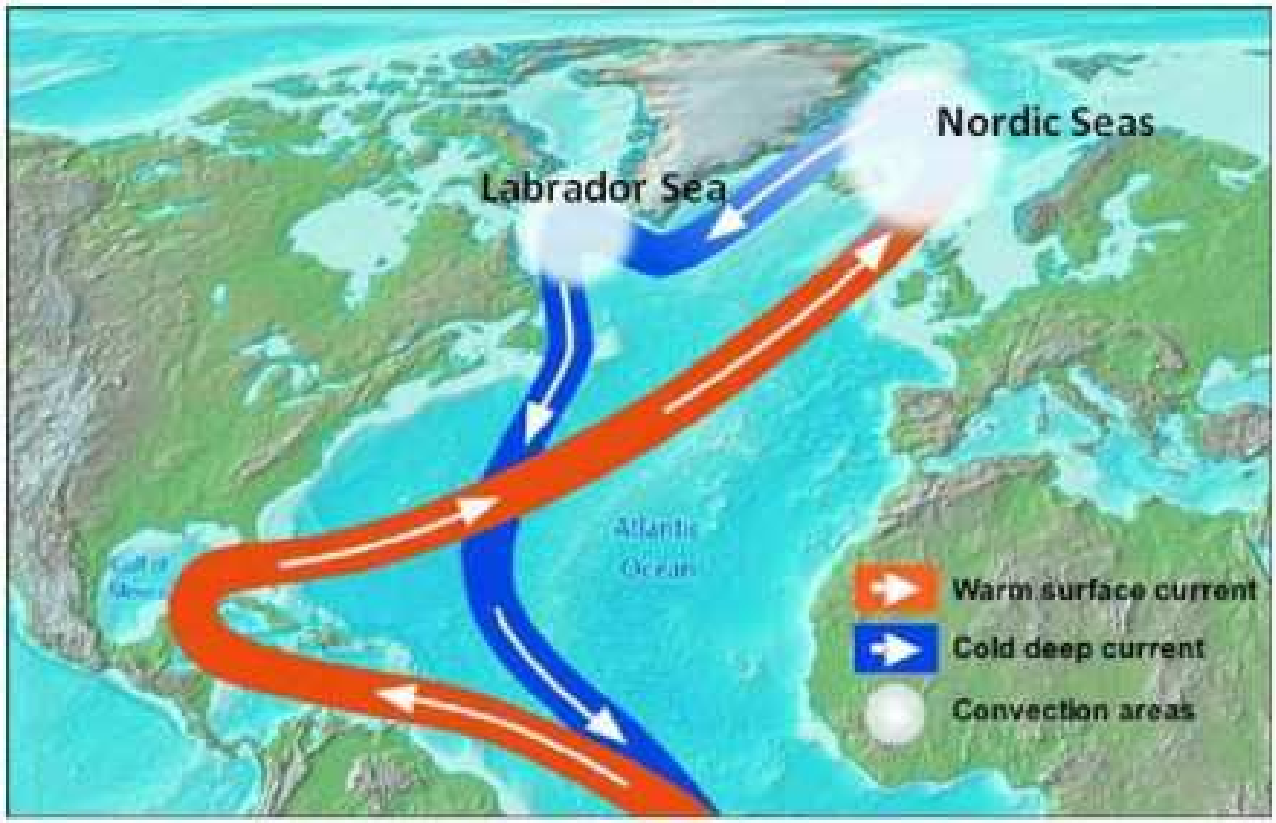




MORSKI TOKOVI
v globini (vzrok slanost)

THC
Termohalina cirkulacija

THC - Termohalina cirkulacija v severnem Atlantiku



- Toplejše podnebje na evropskih obalah Atlantika
- Hladi podnebje na severnih obalah Kanade

KLIMATSKI DEJAVNIKI

OPIS LASTNOSTI PODLAGE + RELIEFA

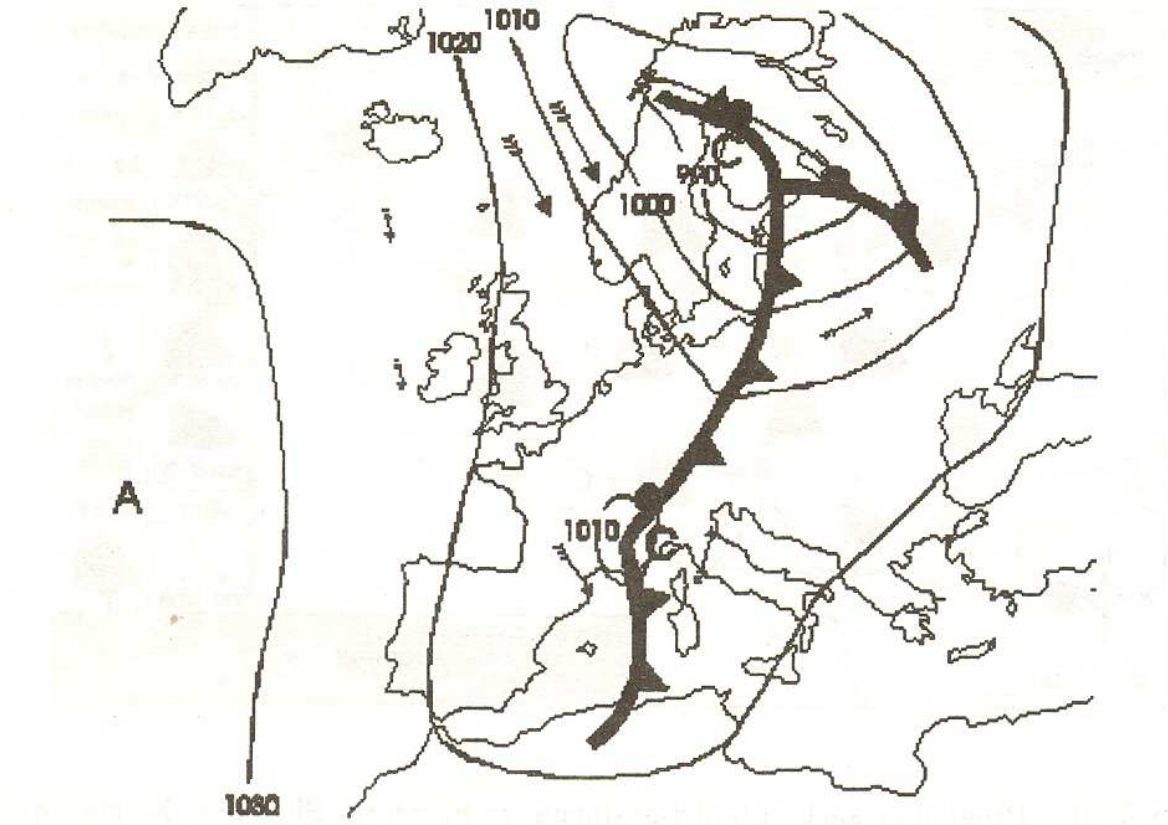
KOPNO opišemo z naslednjimi informacijami

- **relief** $z=h(\varphi,\lambda)$
- **hrapavost površja** (tip vegetacije, urbanizacija ipd.)
- **albedo**
- **toplotne karakteristike tal** (k, c)
- **členi vodne bilance tal**
  (vodna vsebnost v tleh, viški vode, primankljaji vode)

Relief vpliva na:

- splošno cirkulacijo atmosfere
- nastanek vertikalnih tokov
- sončno obsevanje *(v manjših dimnenzijah)*
- vetrovne razmere *(nastanek lokalnih vetrov (burja, fen), zmanjševanje hitrosti splošnih vetrov)*
- temperaturne razmere

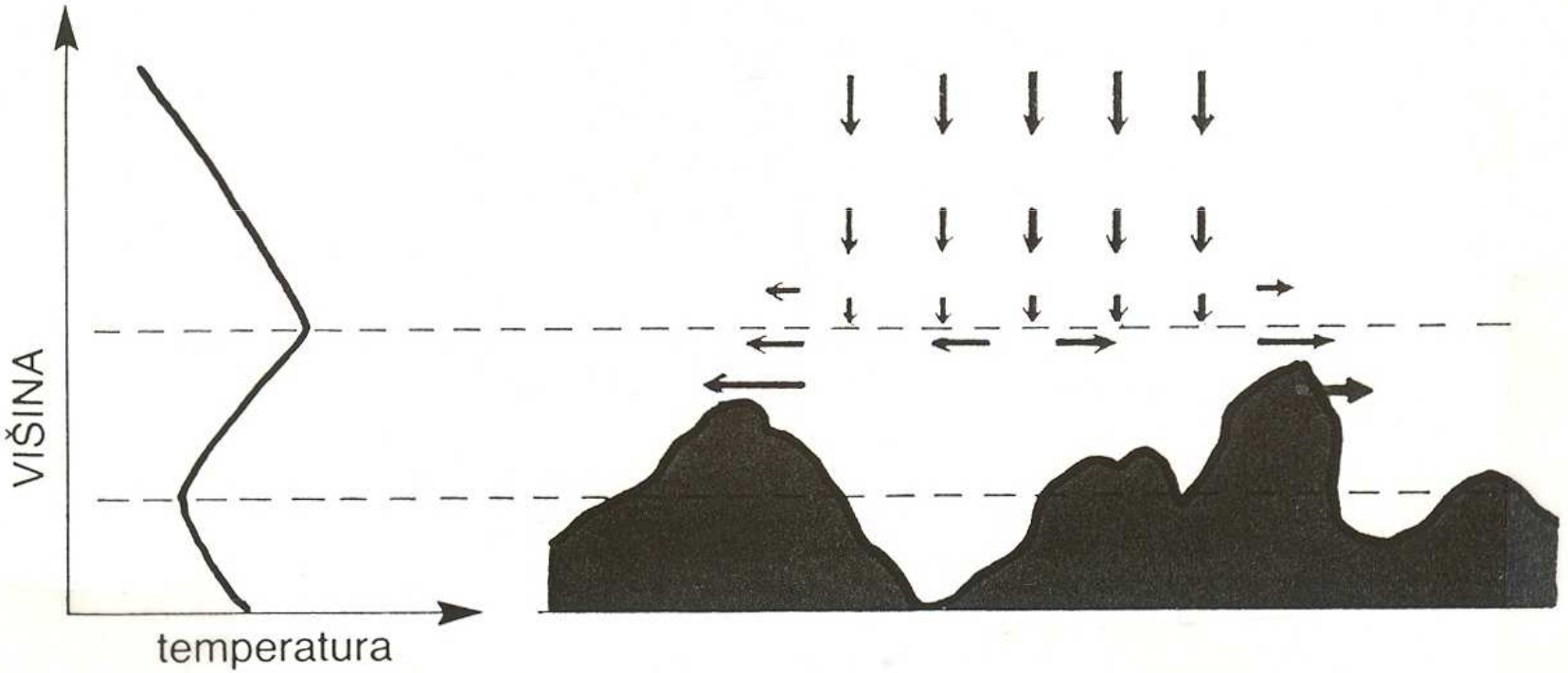
Relief (Alpe) vpliva na prehod ciklonov in na nastanek sekundarnih ciklonov (npr. Genovski sekundarni ciklon)



Slika 7.23: Sinoptična karta Evrope ob začetku sredozemske ciklogeneze.

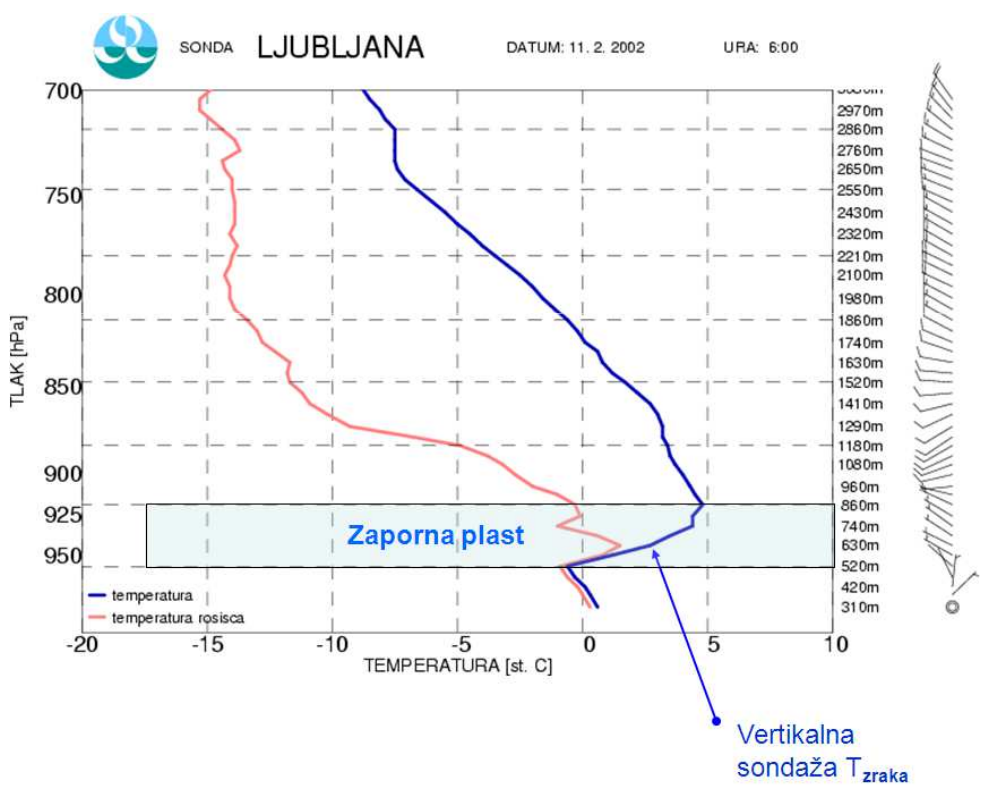
Relief (gorovja) vpliva na vreme ob anticiklonalnih situacijah

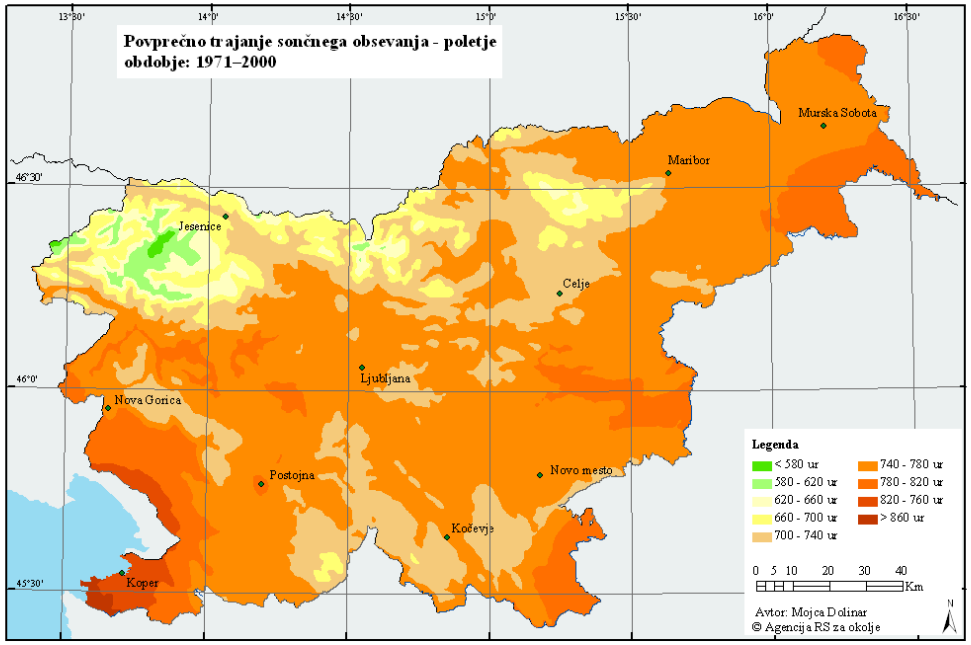
(npr. nastanek subsidenčne temperaturne inverzije)

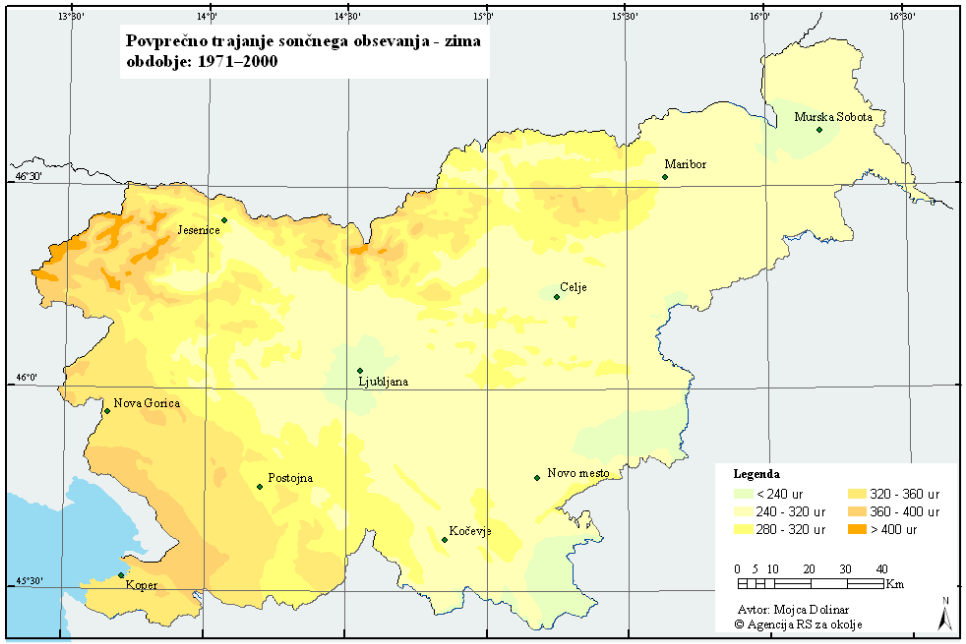


5.10 Razvoj subsidenčne inverzije v razgibanem terenu

Vpliv reliefa v ljubljanski kotlini na nastanek jezera hladnega (in meglenega) zraka



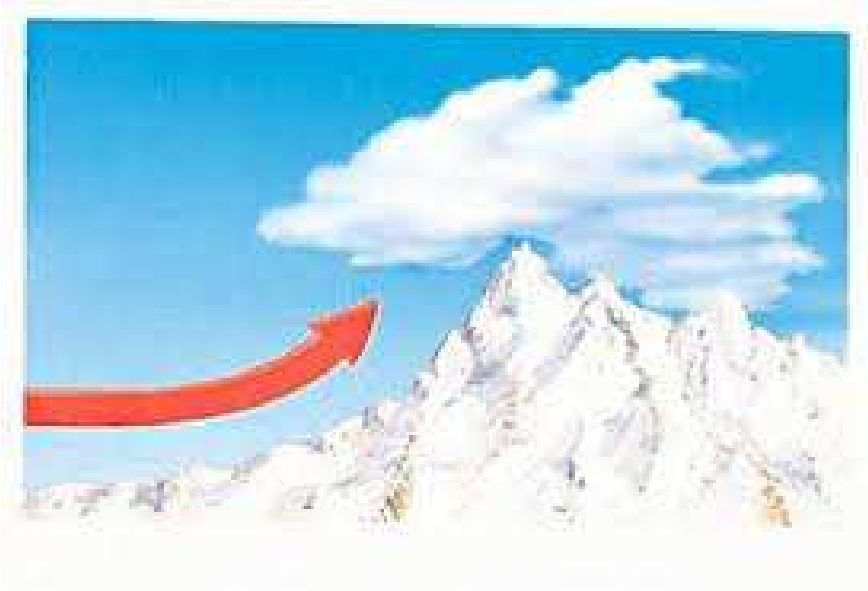




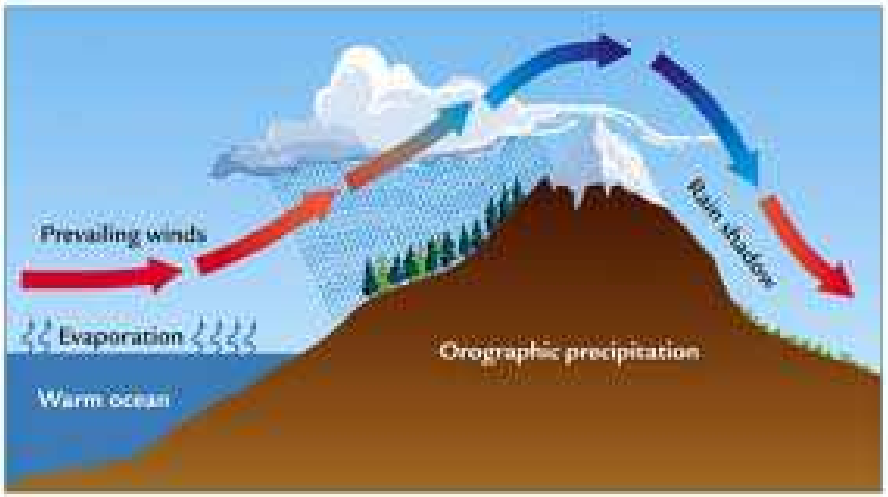
Vpliv reliefa na trajanje sončnega obsevanja v Sloveniji poleti (zgoraj) in pozimi (spodaj)

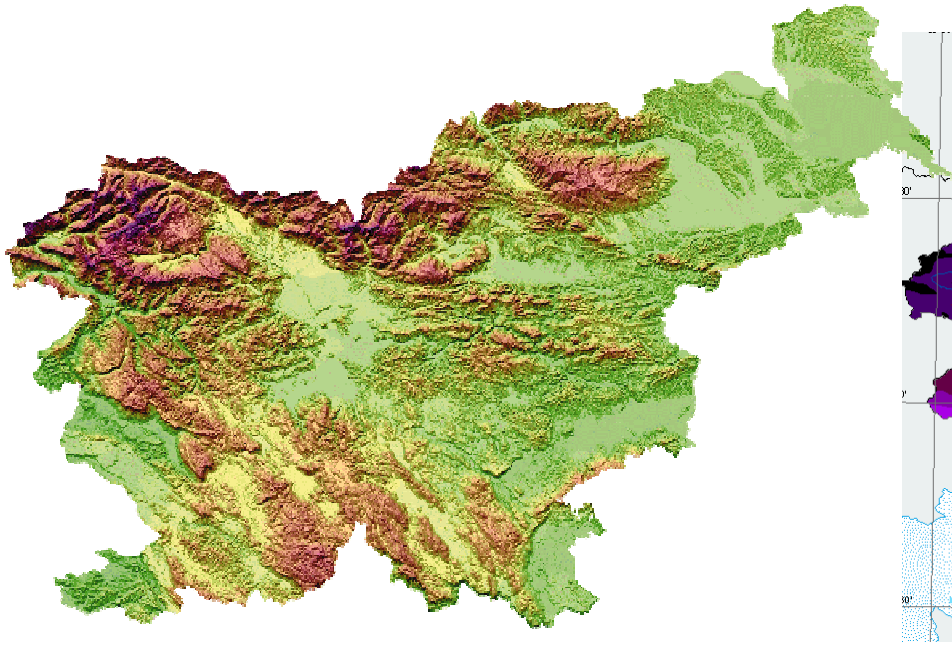
Relief vpliva na oblačnost in padavine

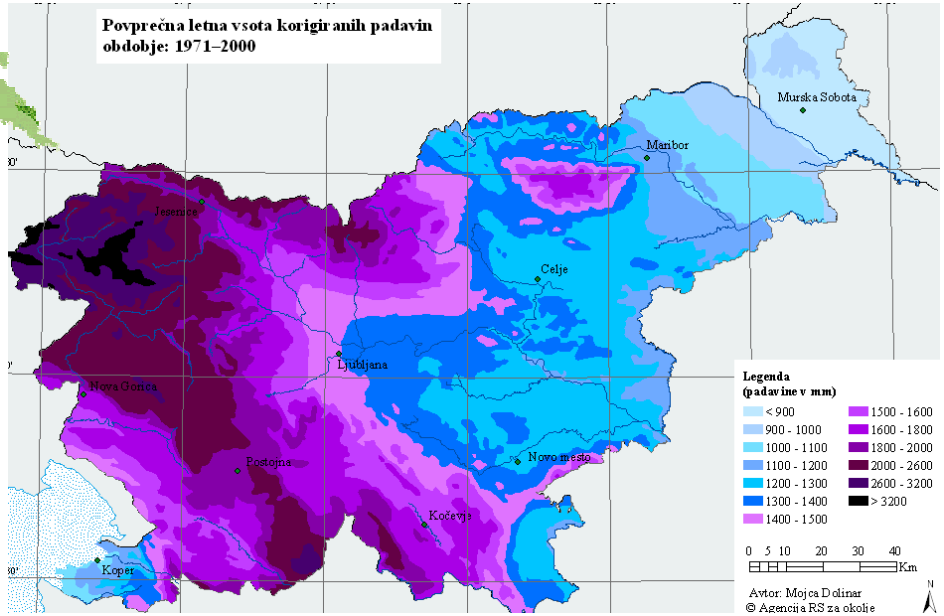
- oblačnost

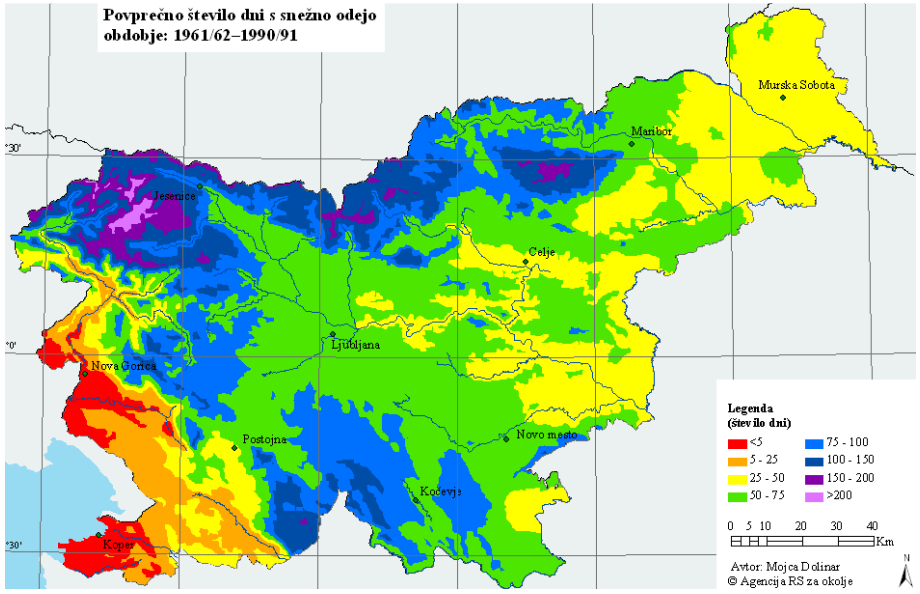


- Orografske padavine





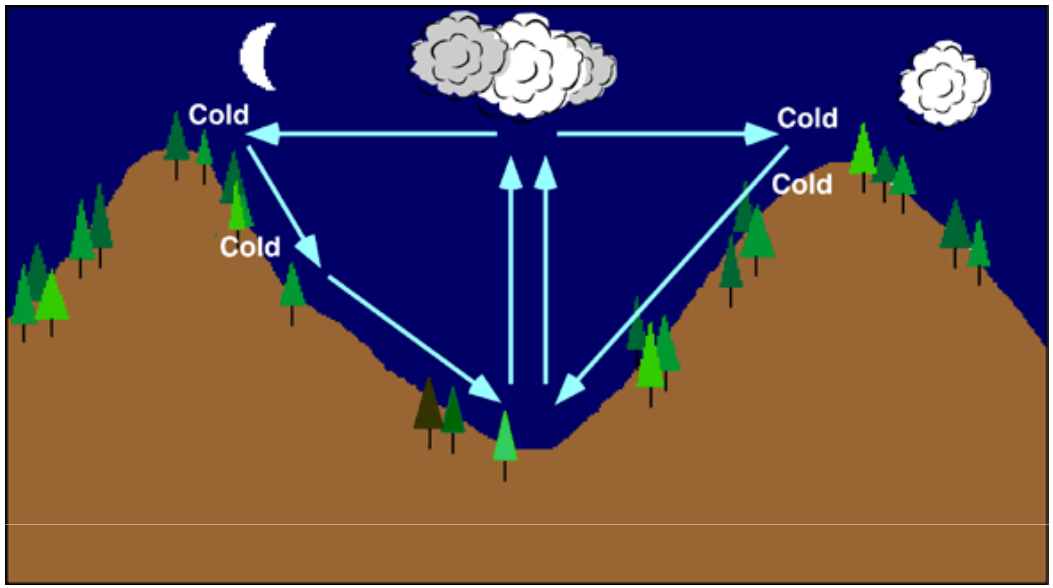




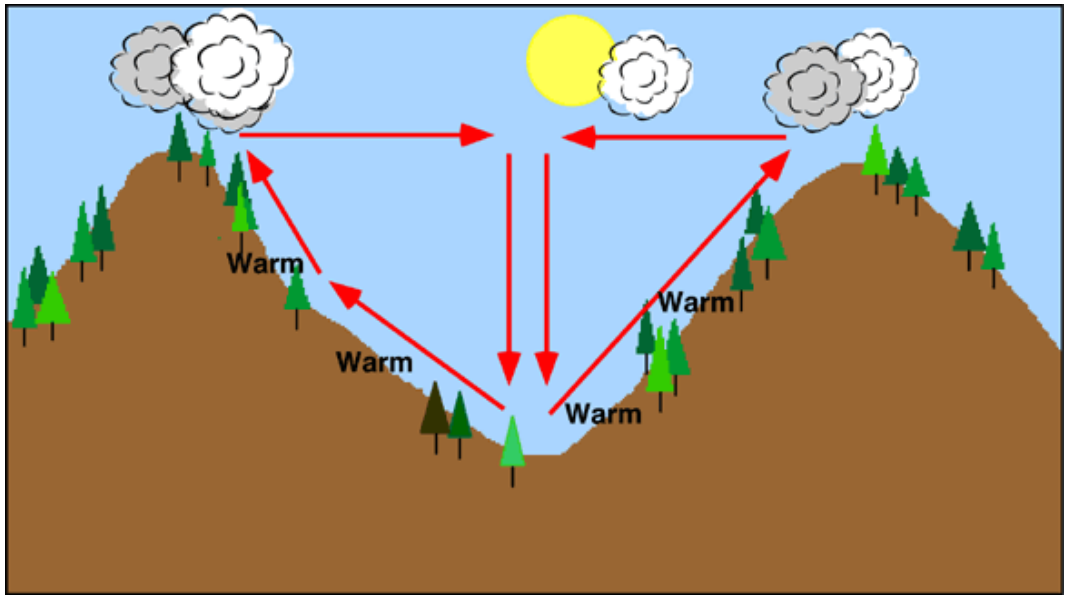
Relief Slovenije močno vpliva na letno količino padavin (zgoraj) in na npr. število dni s snežno odejo (levo)

Relief sproža lokalne vetrove

- Noč



- Dan



Primer: Vrednosti klimatskih elementov v konkavnih in konveksnih oblikah reliefa s tistimi na ravnini

klimatski element	časovni interval	oblika  ***konkavna***	 ***konveksna***
min. temperatura	dan	precej nižja	višja
temp. razpon	dan, leto	večji	manjši
slana	zjutraj	bolj pogosta	manj pogosta
megla, majhna vidnost	zjutraj	precej bolj pogosta	manj pogosta
hitrost vetra	noč	manjša	večja

Primerjava lastnosti raznih tipov zemeljske površine

Tip površine	albedo	toplotna kapaciteta	načini prenosa energije
kopno	majhen	majhna	kondukcija
voda	majhen	velika	kondukcija konvekcija
sneg, led	velik	majhna	kondukcija

KOPNO

Več kopnega ns S polobli kot na J - hemisferska asimetrija

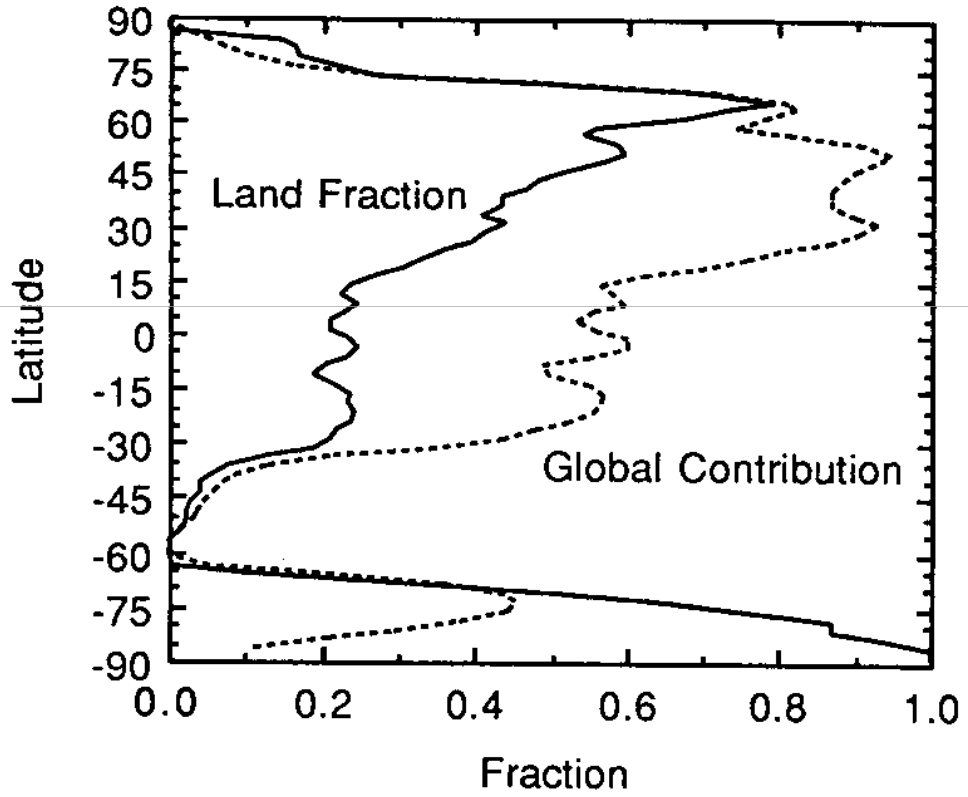
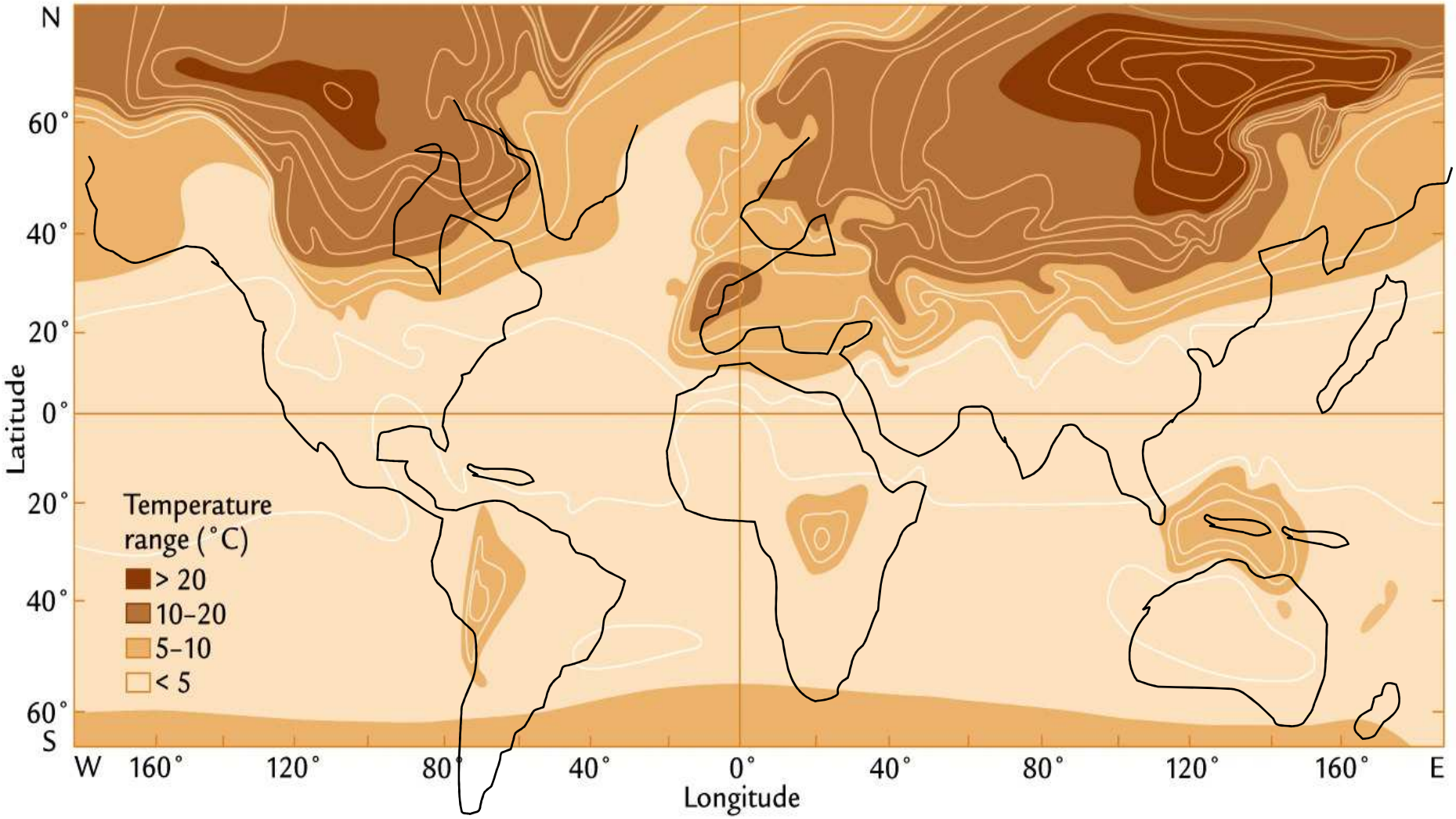


Fig. 1.12 Fraction of surface area covered by land as a function of latitude (solid line) and contribution of each latitude belt to the global land surface area (dashed line).



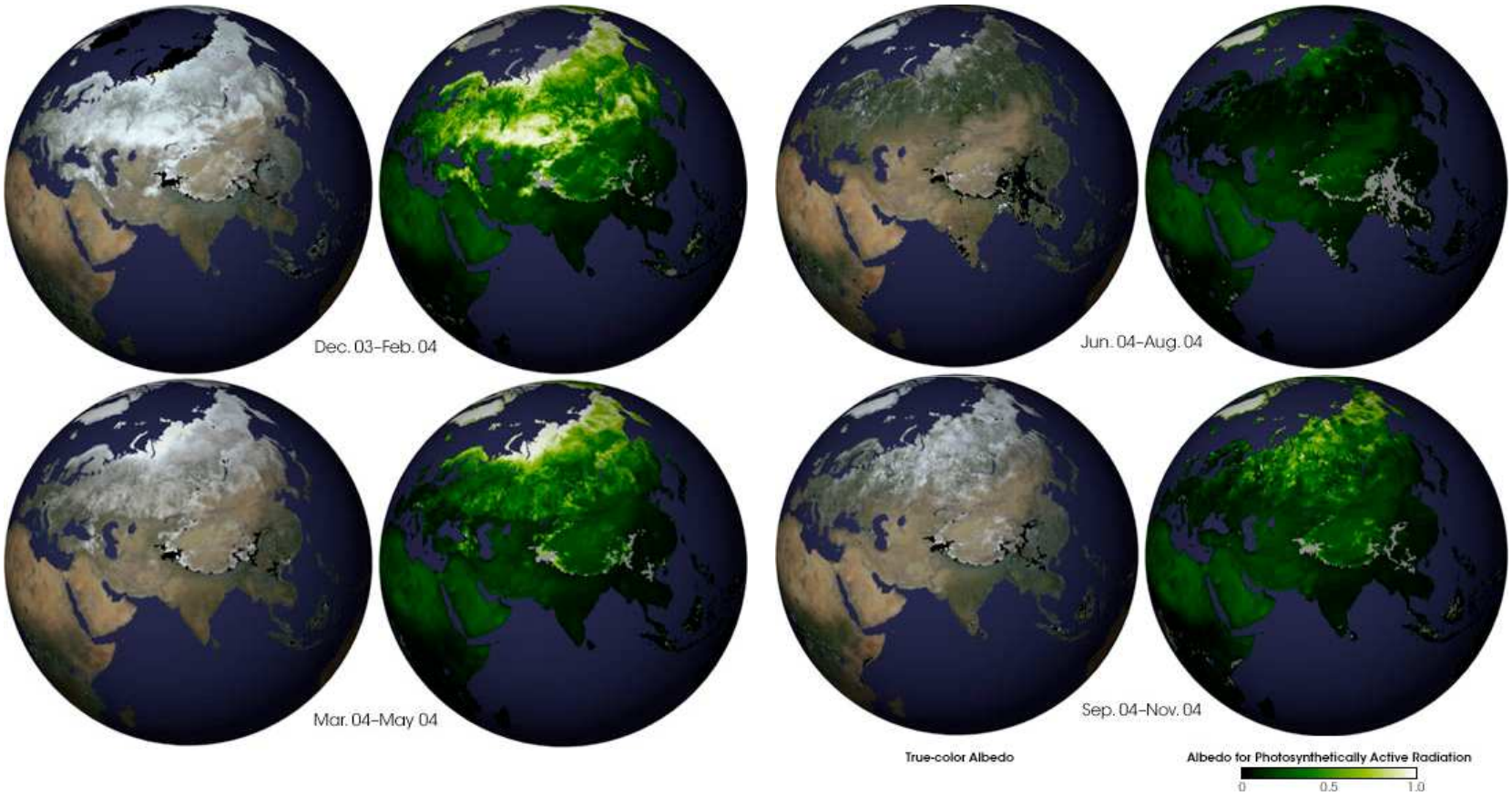
Kopno se zaradi absorbiranega sevanja hitreje ogreva kot morje (ima majho toplotno kapaciteto). Znotraj kontinentov imamo zato velike temperaturne razpone (“ostro” klimo)

Albedo površine – pomembna klimatska spremenljivka

Podlaga	Opis	Albedo
Tla	Temna, mokra	**0.05**
	svetla, suha	**0.40**
Puščava		**0.20 - 0.45**
Trava	visoka (1.0 m)	**0.16**
	nizka (0.02 m)	**0.26**
Kmetijske rastline		**0.18 – 0.25**
Sadovnjak		**0.15 - 0.20**
Gozd, listnati	gol	**0.15**
	olistan	**0.20**
Gozd, iglasti		**0.05 – 0.15**
Voda	majhen zenitni kot	**0.03 – 0.10**
	velik zenitni kot	**0.10 – 1.00**
Sneg	star	**0.40**
	svež	**0.95**
Led	morje	**0.30 - 0.45**
	ledenik	**0.20 – 0.40**

Vir: Oke (1987)

Albedo površja Zelje se spreminja z letnimi časi



NASA's Multi-angle Imaging SpectroRadiometer (MISR)
http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=5471