



Kako nastaje vjetar?

Dr. sc. Jaša Čalogović, dipl. ing.

jcalogovic@geof.hr

Opservatorij Hvar

Geodetski Fakultet

Kačićeva 26, 10 000 Zagreb



Što je vjetar?

- svako horizontalno strujanje zraka
- uzrokovano razlikama u tlaku zraka
- globalna strujanja u atmosferi nastoje izjednačiti temperaturnu razliku između polova i ekvatora

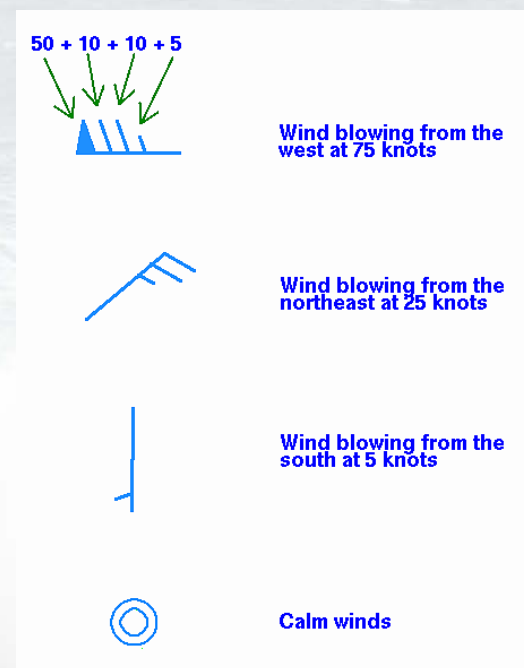


Bura u Povljima na Braču, 25.11.2011

Jačina vjetra - Beaufortova skala

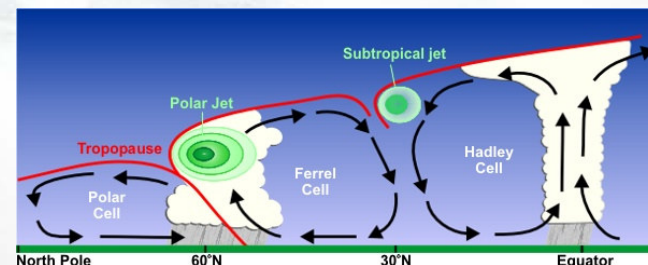
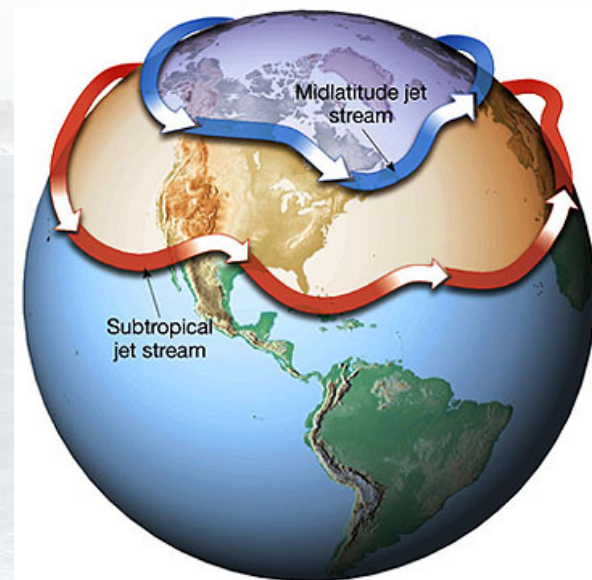
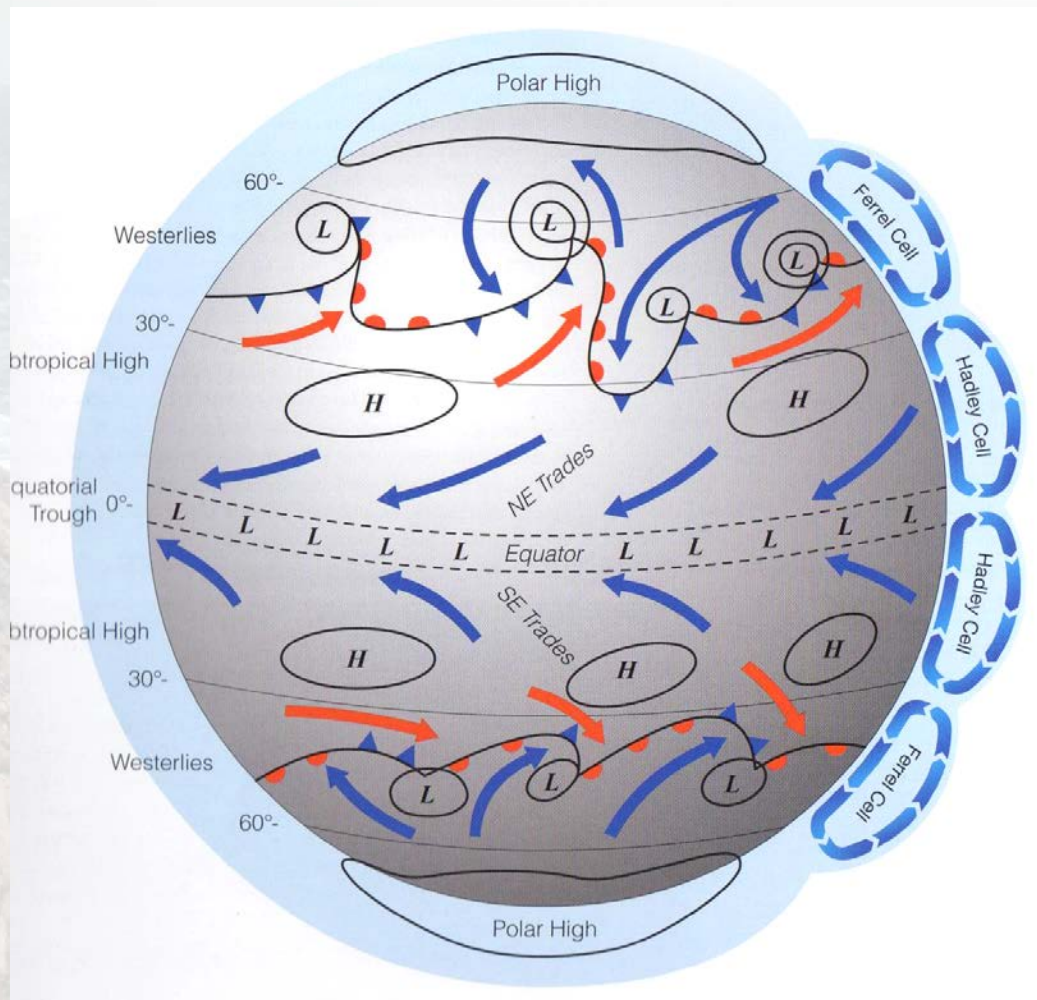
- način određivanja vjetra bez upotrebe instrumenata, definirana učincima vjetra na svoju okolinu (valovi, dim, drveće)
- predložena 1805 godine od britanskog pomorskog admirala Sir Francisa Beauforta (1774-1875)

Jačina (Bf)	Naziv	Brzina			Max visina vala	
		km/h	m/s	čvor	unutrašnje more blizu obale	otvoreno more
0	Tišina	<1	0-0,2	<1	---	---
1	Lahor	1-5	0,3-1,5	1-3	0,1	0,1
2	Povjetarac	6-11	1.6-3.3	4-6	0,2	0,3
3	Slabi vjetar	12-19	3.4-5.4	7-10	0,6	1
4	Umjereni vjetar	20-28	5.5-7.9	11-16	1	1,5
5	Umjereno jaki vjetar	29-38	8.0-10.7	17-21	2	2,5
6	Jaki vjetar	39-49	10.8-13.8	22-27	3	4
7	Žestoki vjetar	50-61	13.9-17.1	28-33	4	5,5
8	Olujni vjetar	62-74	17.2-20.7	34-40	5,5	7,5
9	Jaki olujni vjetar	75-88	20.8-24.4	41-47	7	10
10	Orkanski vjetar	89-102	24.5-28.4	48-55	9	12,5
11	Jaki orkanski vjetar	103-117	28.5-32.6	56-63	11,5	16
12	Orkan	>118	>32.7	>64	14	---



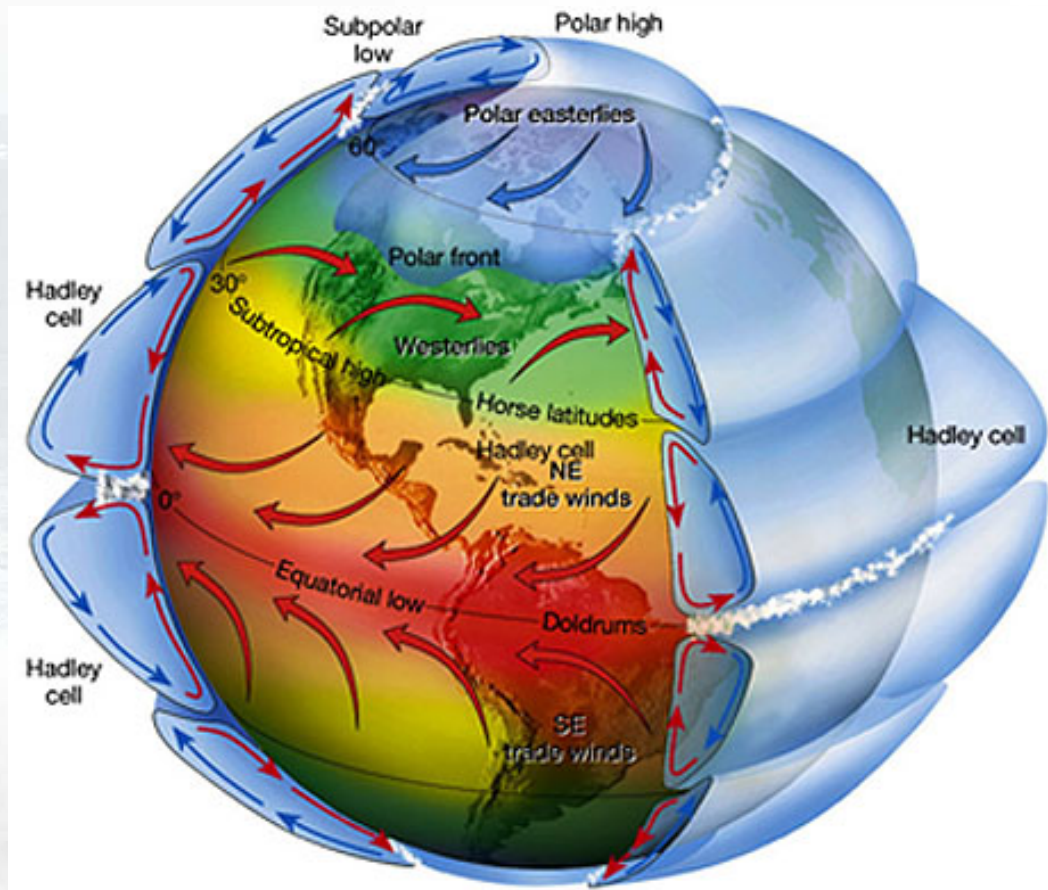
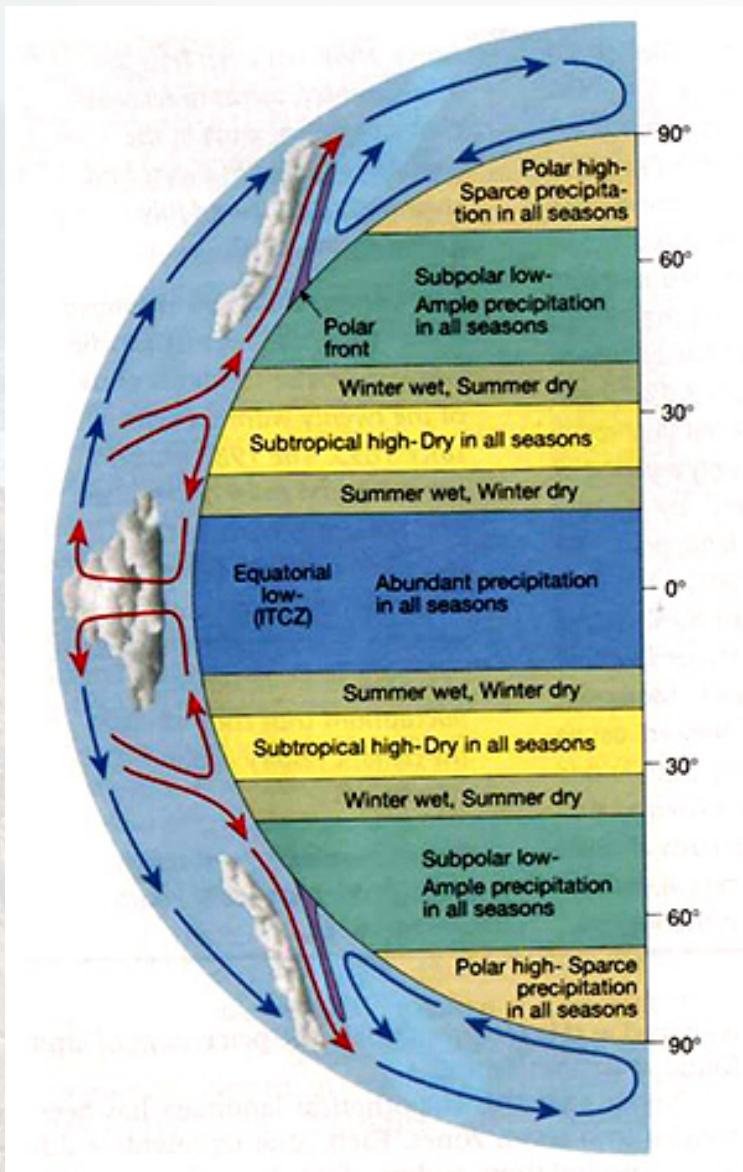
simboli za vjetar

Globalna strujanja u atmosferi



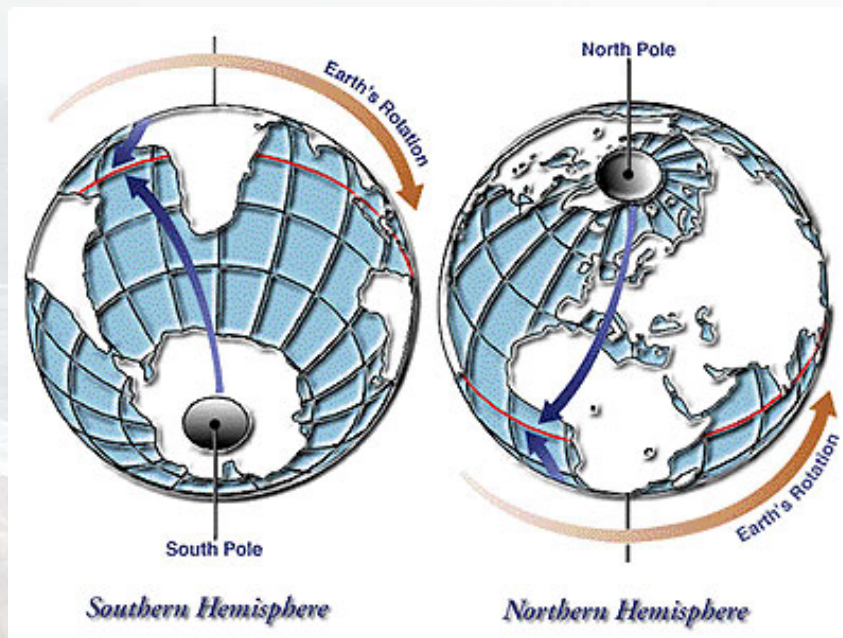
- Veliki temperaturni gradijenti između polova i ekvatora glavni su generatori nastanka strujanja (vjetra) u atmosferi Zemlje

Globalna strujanja u atmosferi

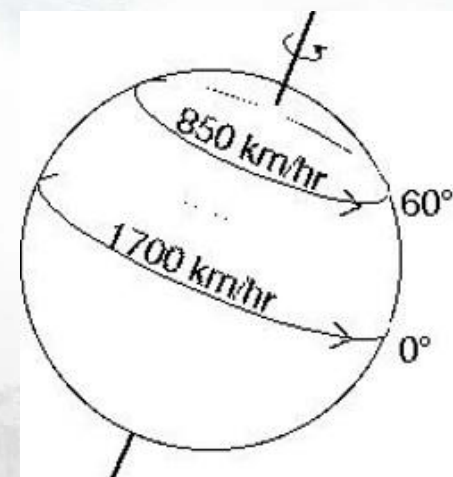
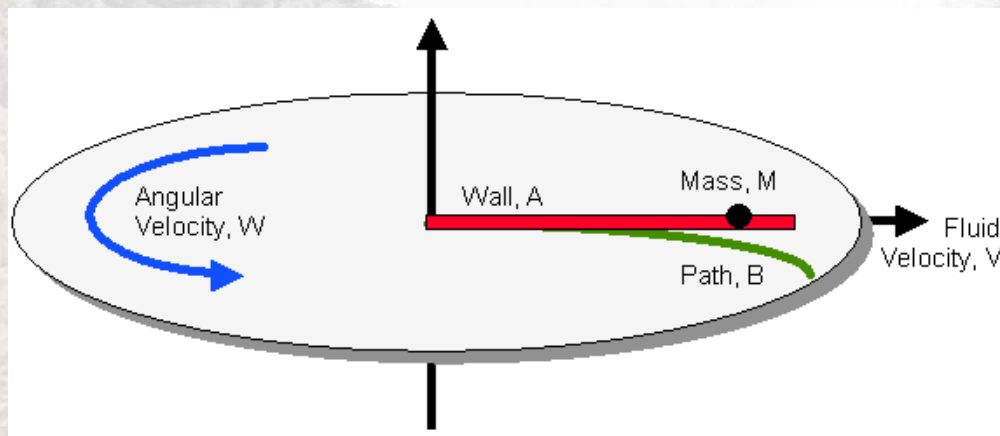


- Globalna strujanja u atmosferi određuju klimatske pojase na Zemlji

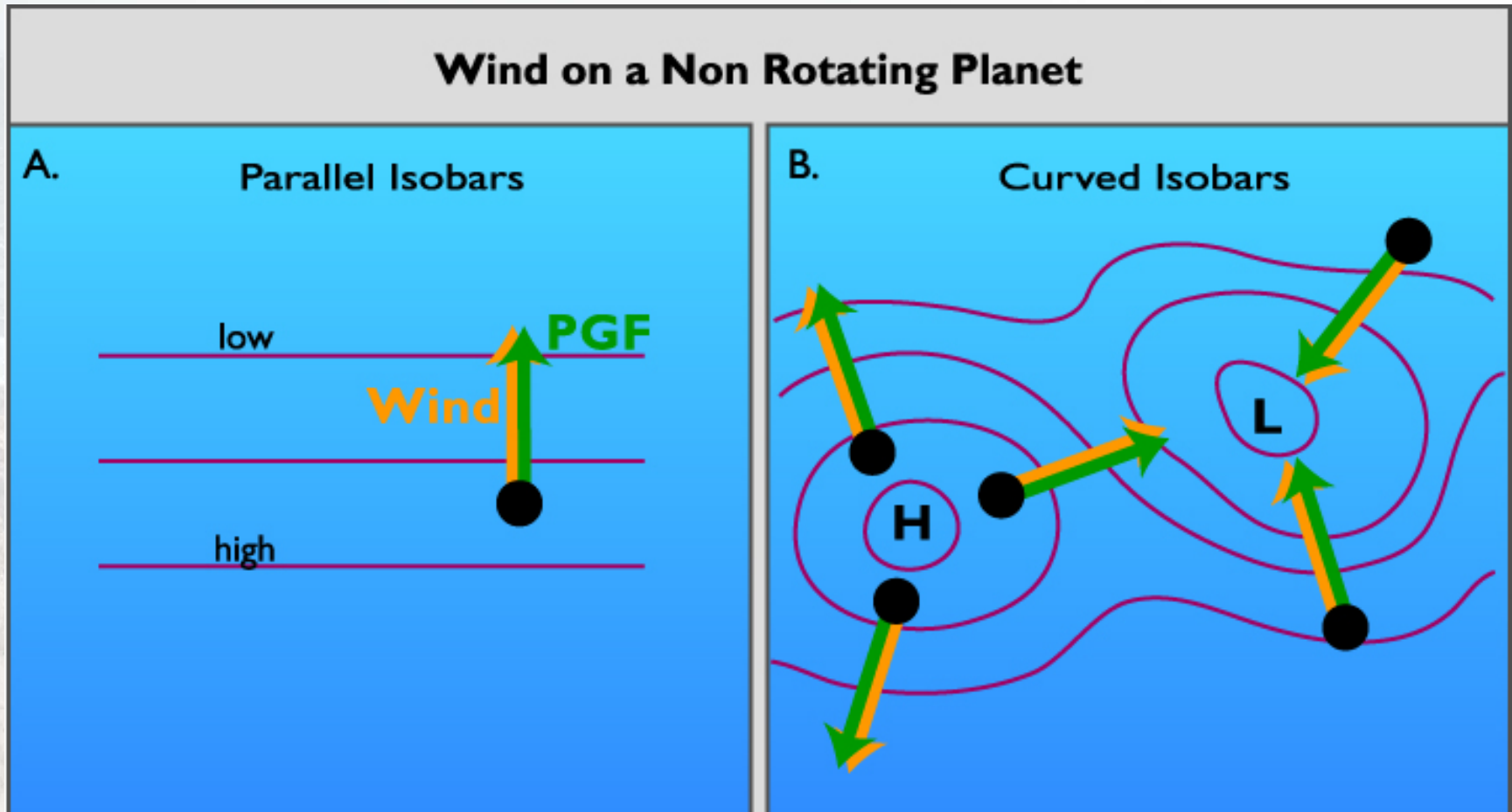
Coriolisova sila



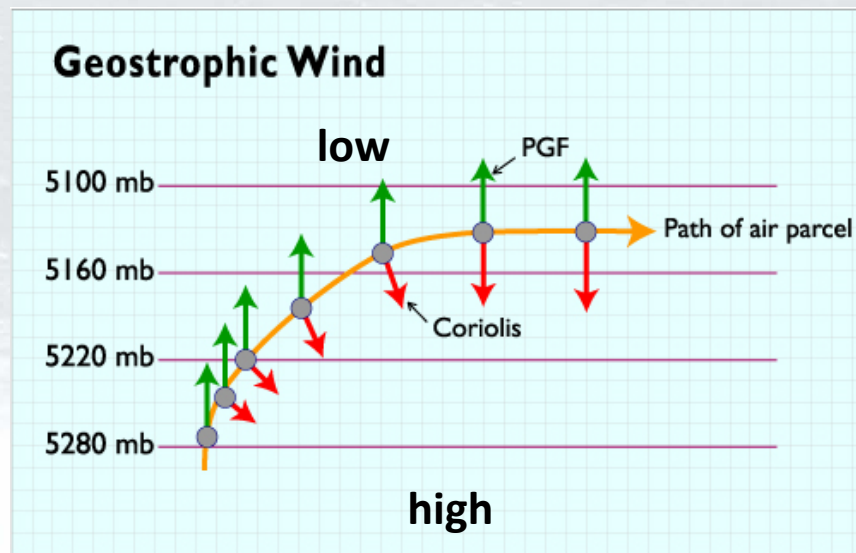
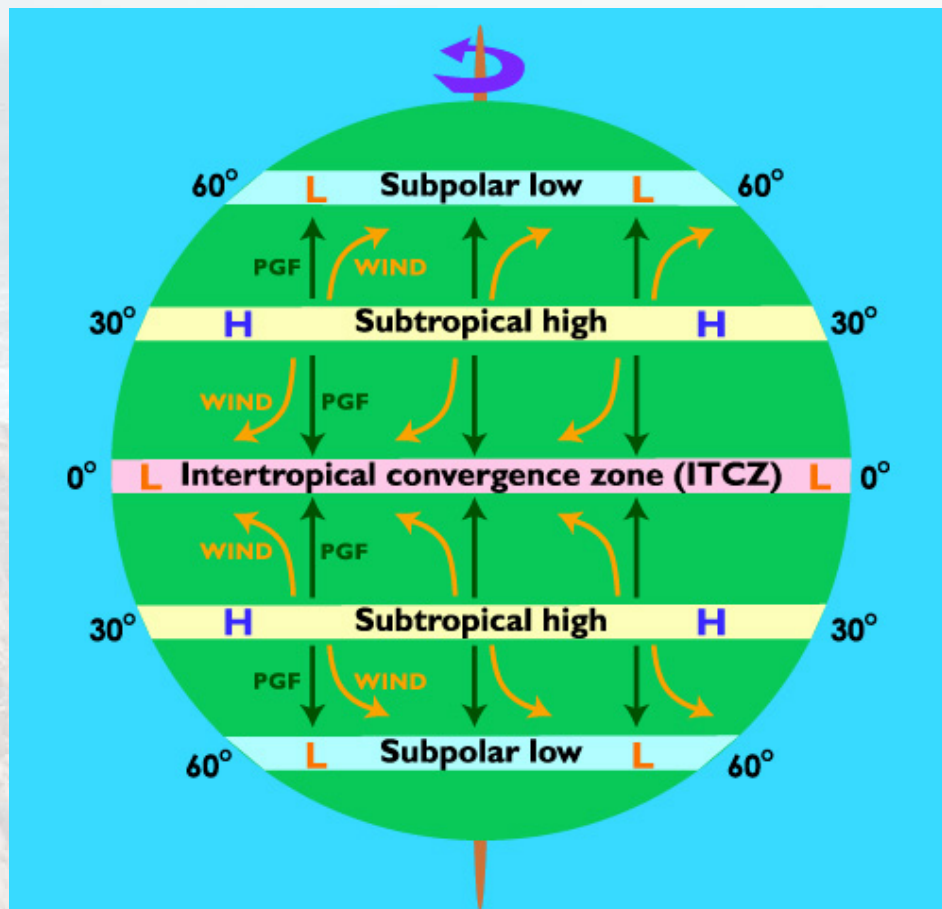
- inercijska sila uzrokovana rotacijom Zemlje
- Uzrokuje promjenu smjera gibanja (npr. zraka)
- Na sjevernoj hemisferi je promjena smjera je udesno, a na južnoj uljevo



Vjetar na planetu koji se ne rotira

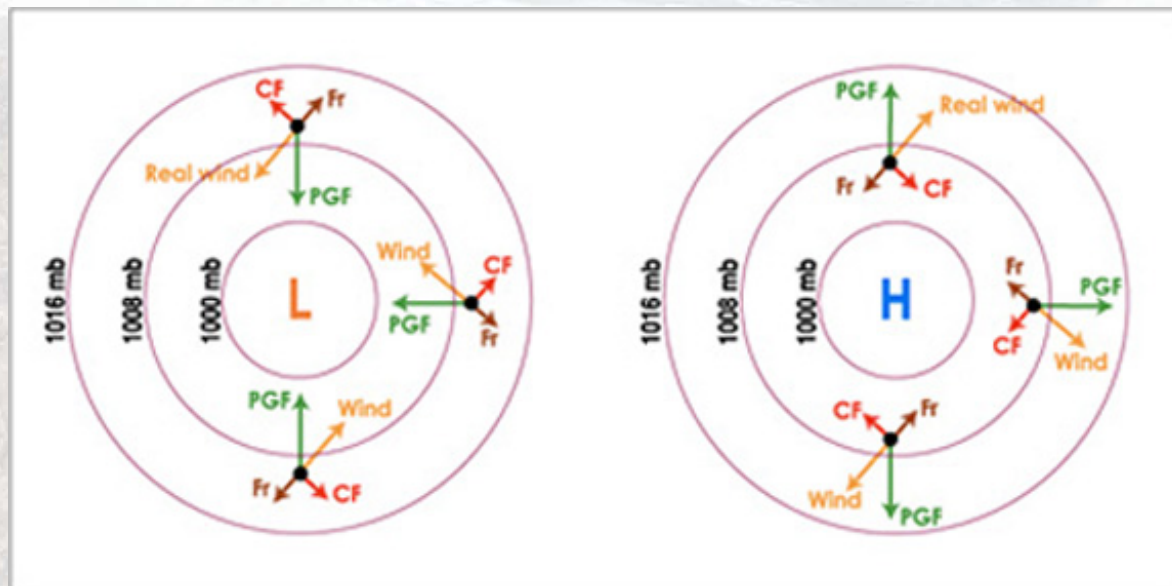
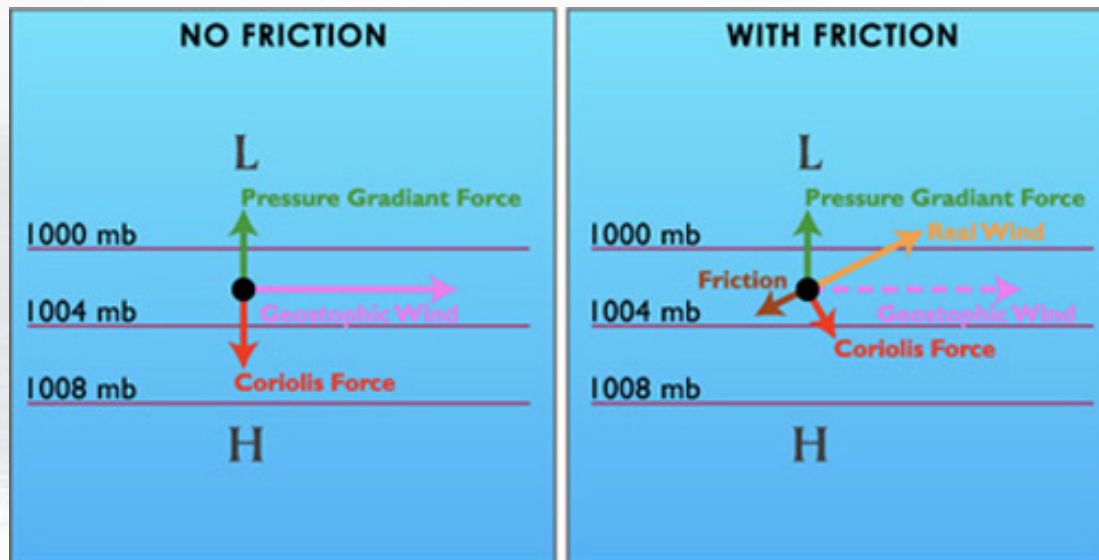


Geostrofski vjetar



- Geostrofski vjetar ne dovodi do izjednačavanja tlakova

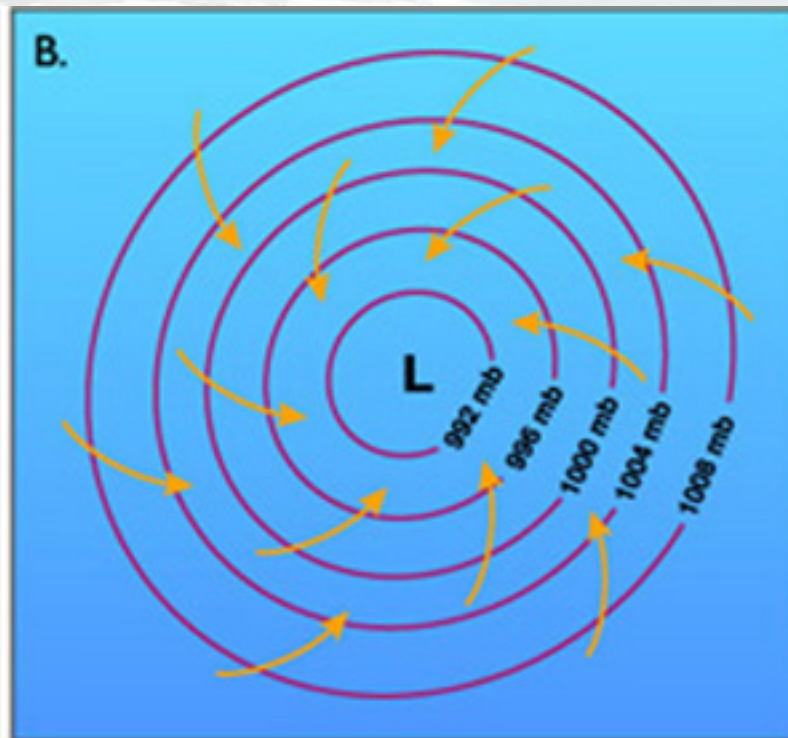
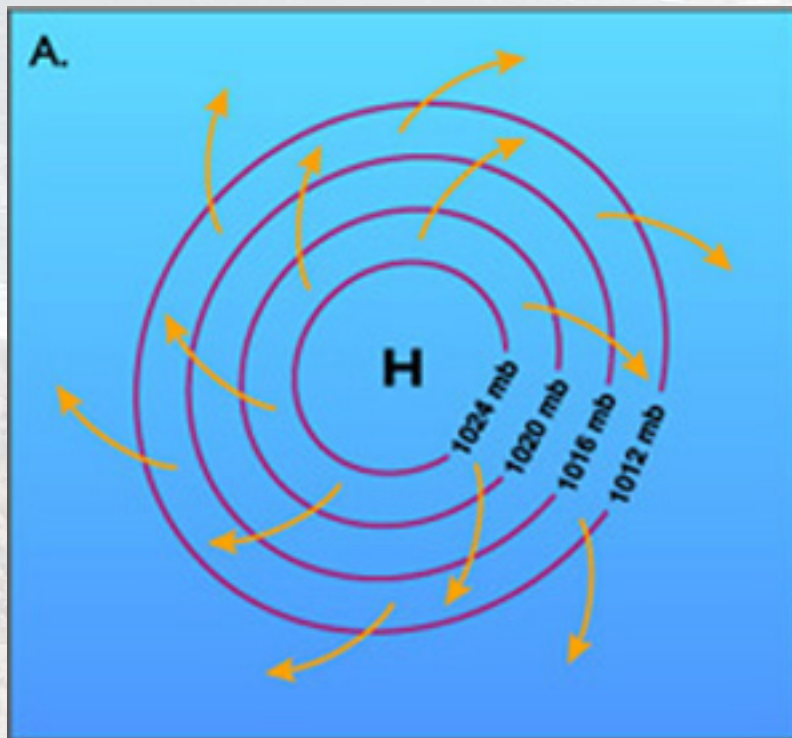
Geostrofski vjetar sa trenjem



Geostrofski vjetar sa trenjem

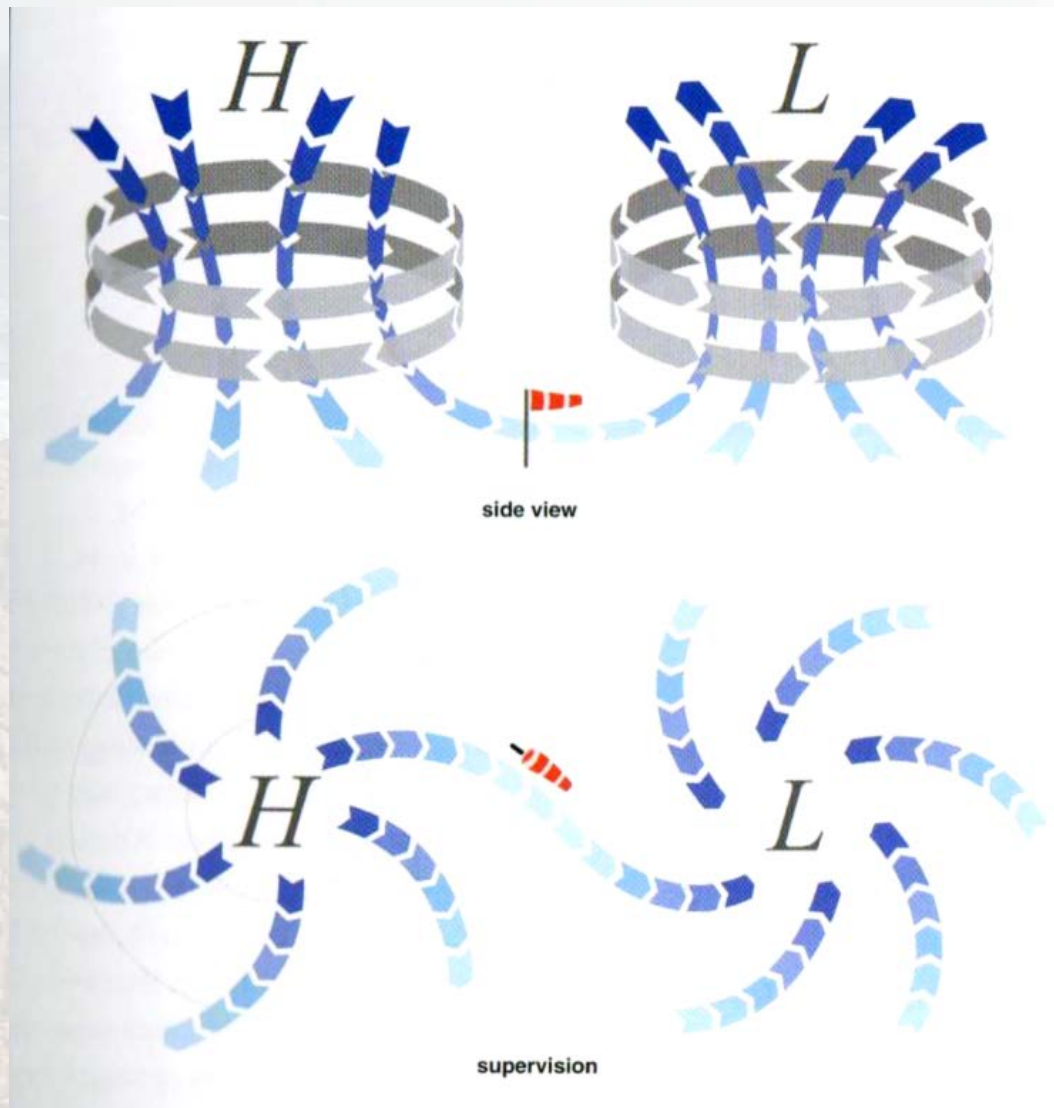
anticiklona

ciklona



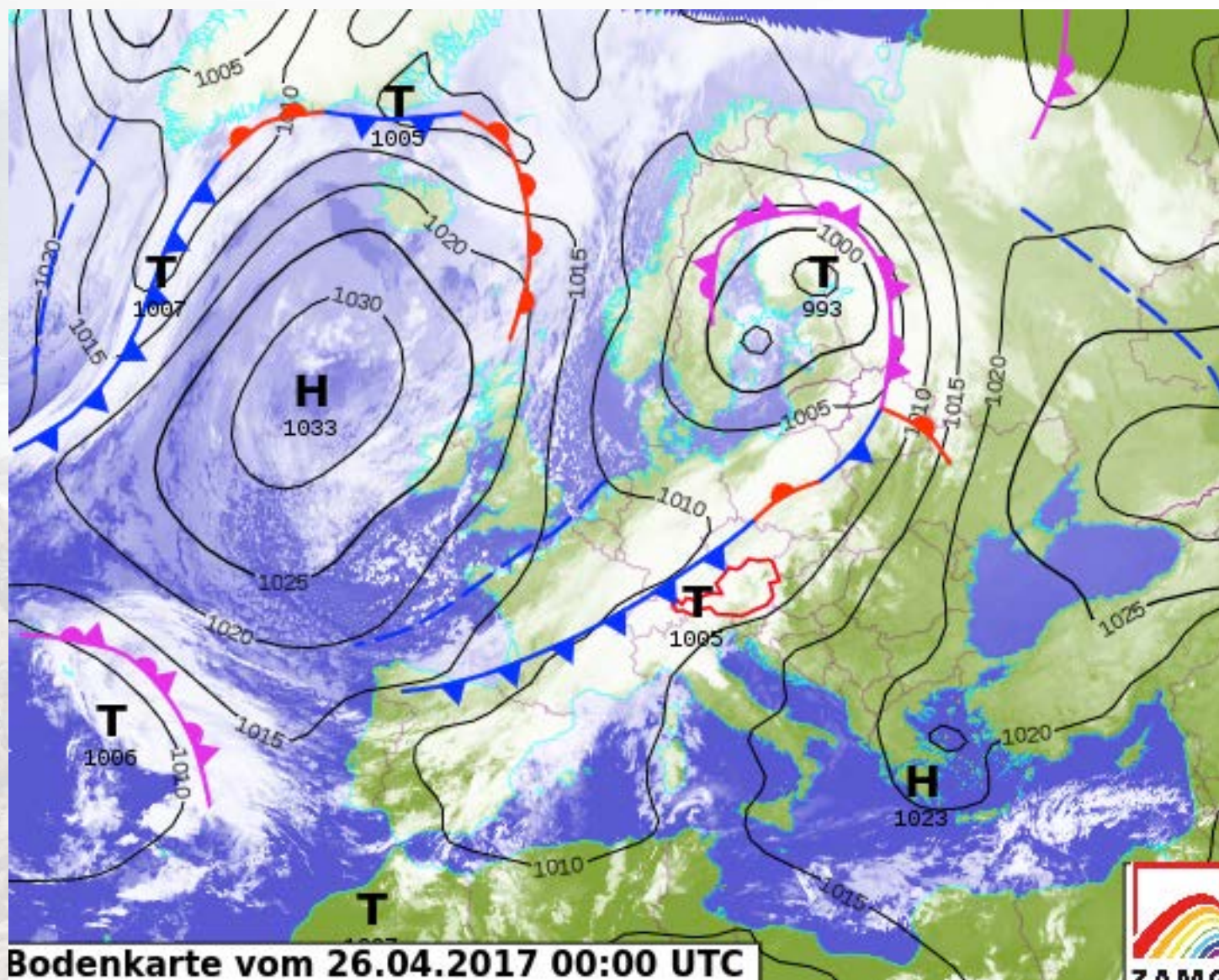
- Geostrofski vjetar sa trenjem dovodi do izjednačavanja tlakova!

Vjetar u ciklonalnim i anticiklonalnim područjima

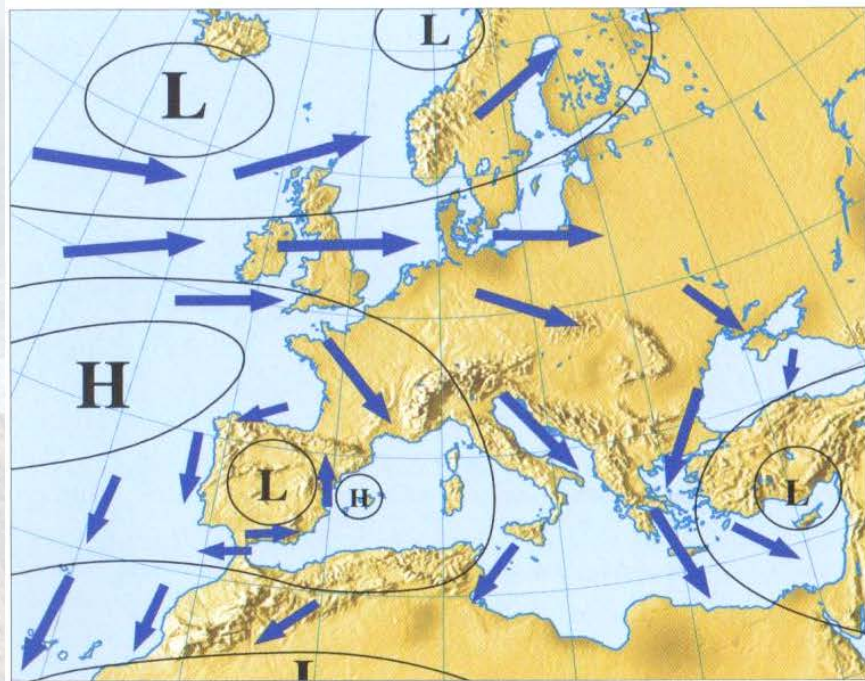


- u smjeru kazaljke na satu u anticiklonalnim područjima (sjeverna hemisfera)
- obrnuto smjeru kazaljke na satu u ciklonalnim područjima (sjeverna hemisfera)
- što su bliže izobare jači je vjetar

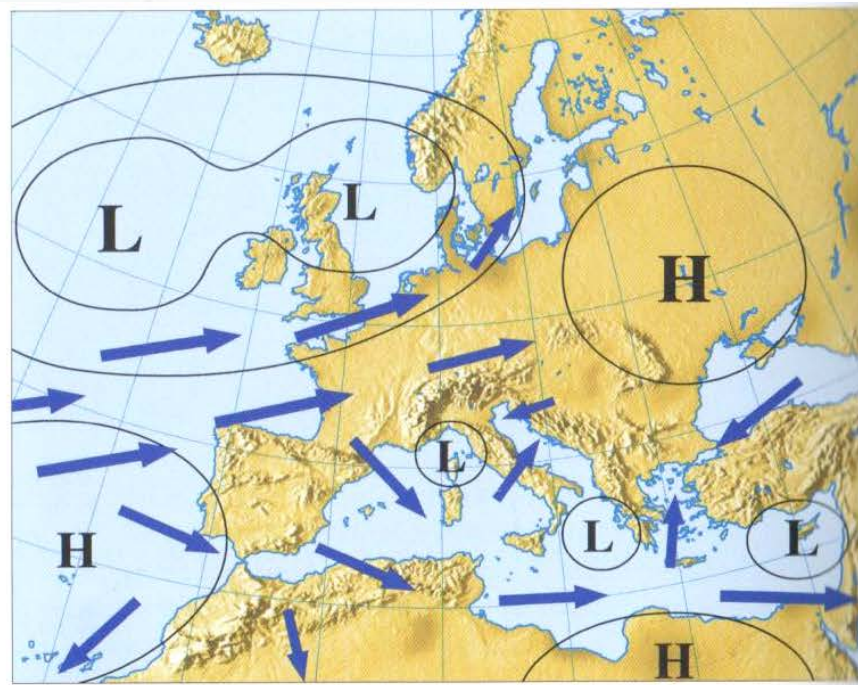
Sinoptička karta za 26.4.2017



Tipični vjetrovi u Europi



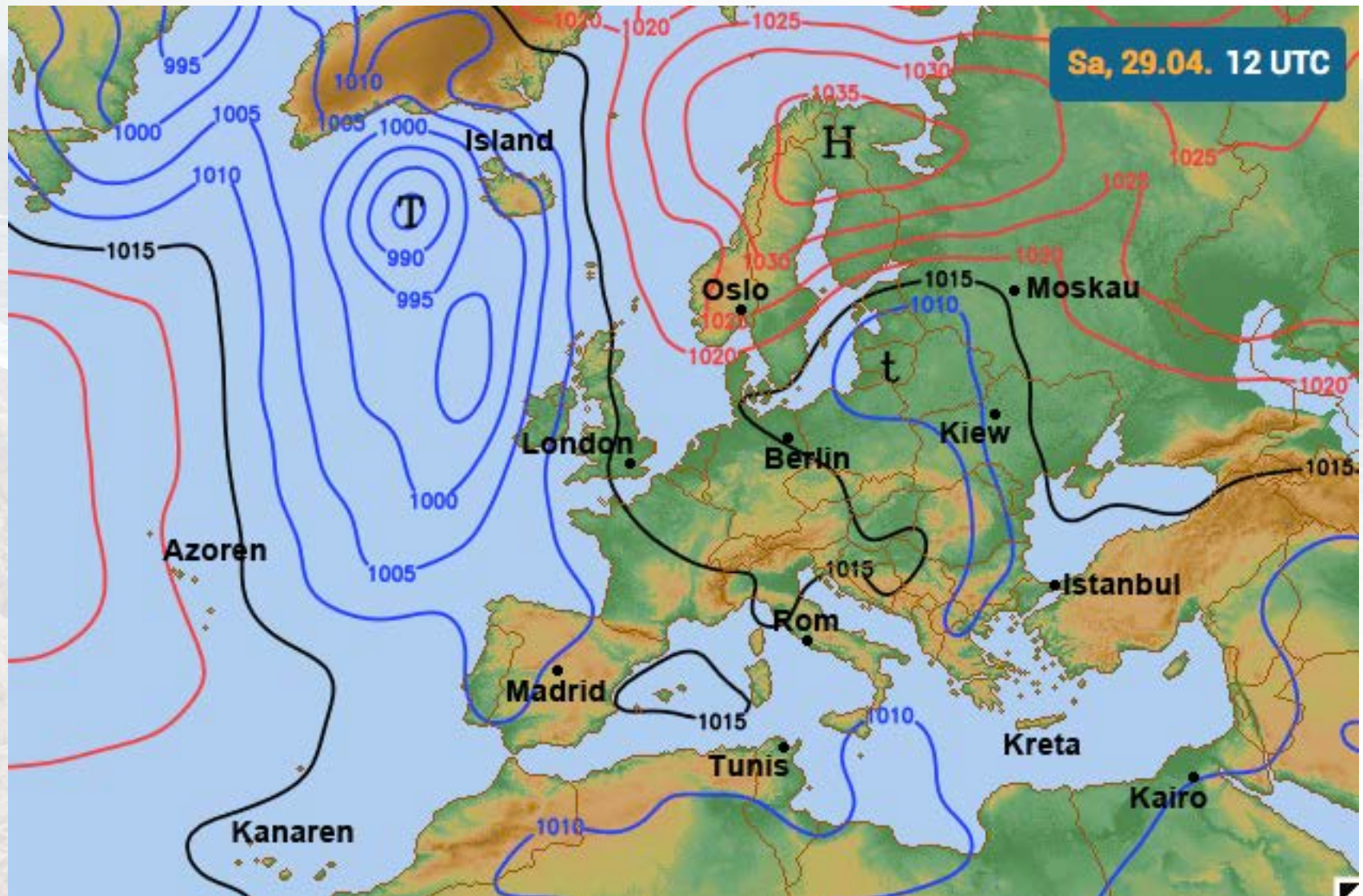
ljeta



zima

- položaji ciklona i anticiklona određuju jačinu i smjer vjetra

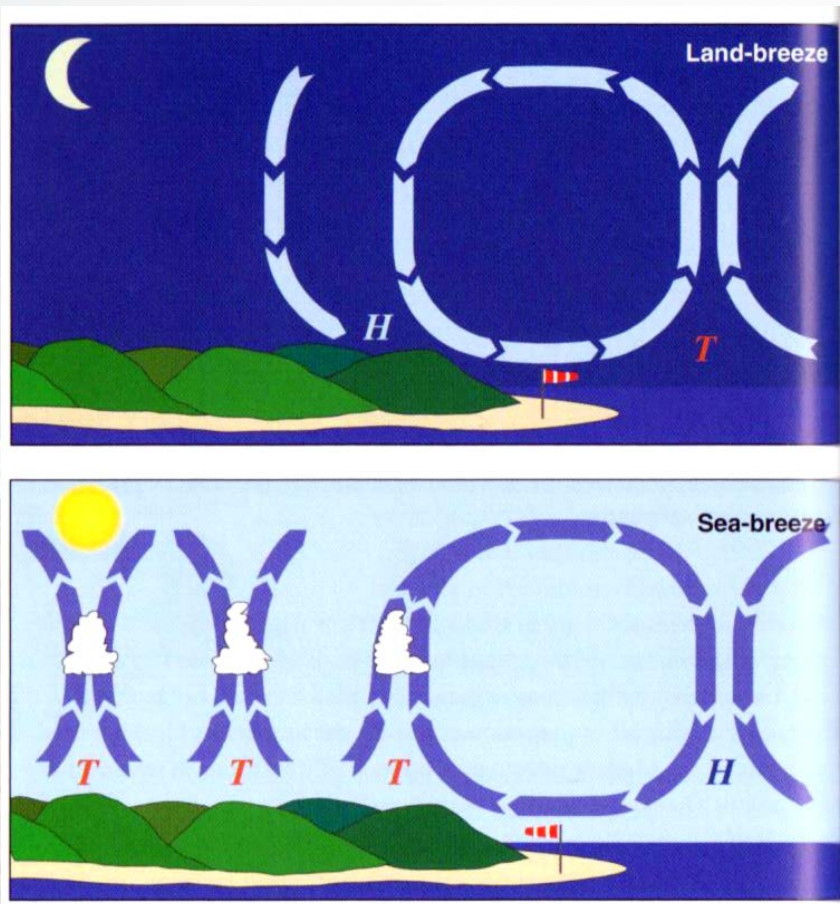
Prognostička karta za 29.04.



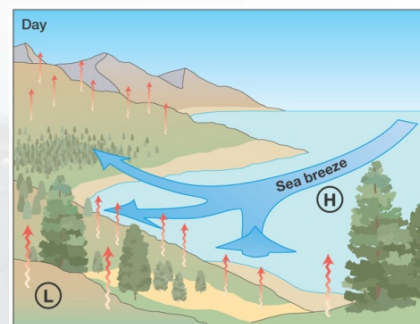
Lokalni vjetrovi i strujanja

- **termička aktivnost i lokalna topografija** (reljef) određuju točan smjer i jačinu vjetra na određenoj lokaciji. One mogu ojačati, oslabiti ili preusmjeriti globalna strujanja zraka (vjetar) koja su određena položajem anticiklona i ciklona.
- lokalni fenomeni mogu biti ograničeni na par stotina metara ili se mogu protezati na nekoliko kilometara

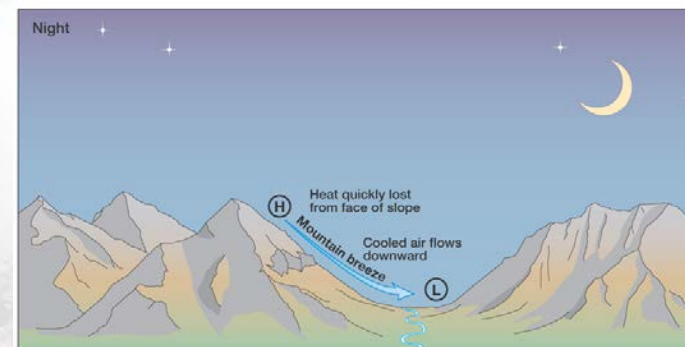
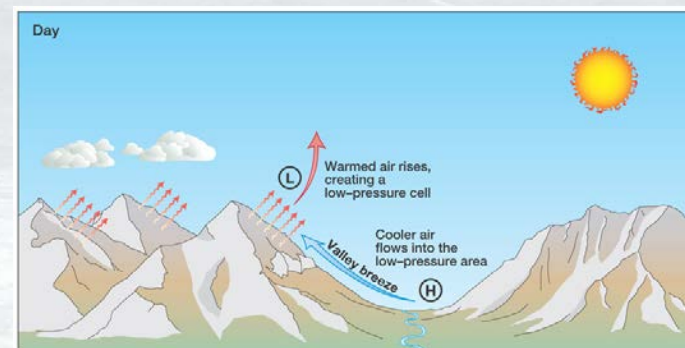
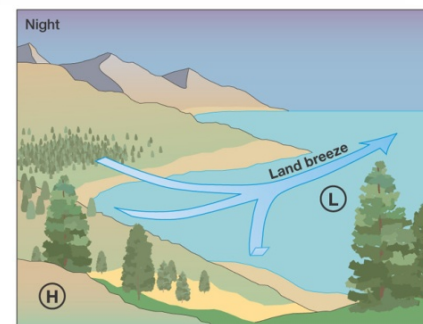
Termički vjetrovi



- javljaju se kao posljedica različite zagrijanosti zemljine površine (npr. kopno i more)
- topli zrak se diže, a hladniji spušta
- bura na Jadranu

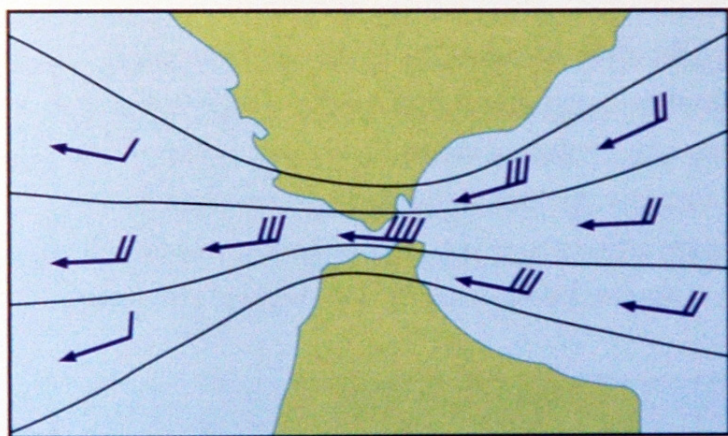


Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

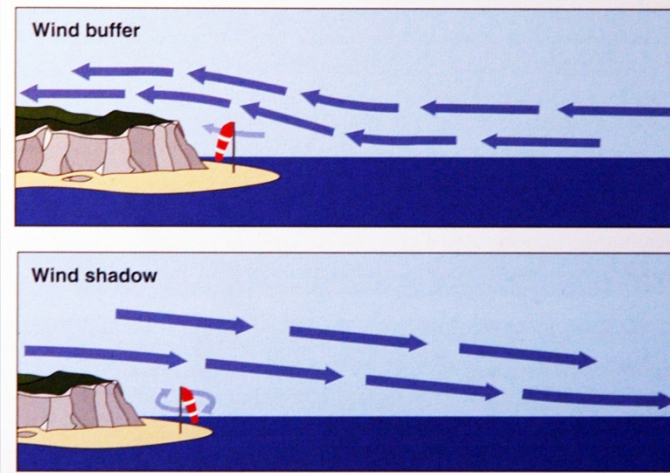


Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

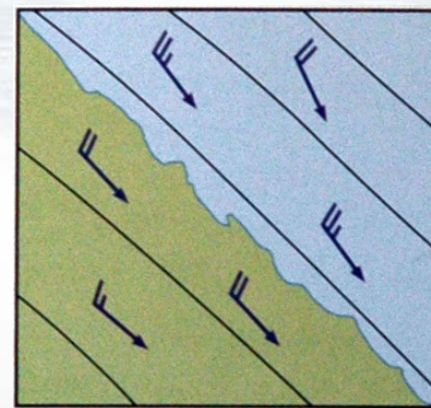
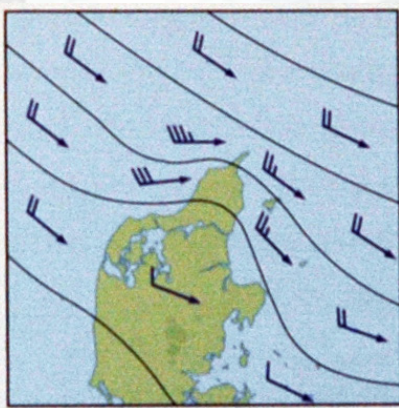
Lokalni reljef utječe na vjetar



Vjetar u Gibraltaru (Tarifa) -
venturijev efekt



Onshore i offshore vjetar



Razvedenost obale i planinski reljefi utječu na vjetar

Primjeri utjecaja reljefa na vjetar u Hrvatskoj

Bol na Braču

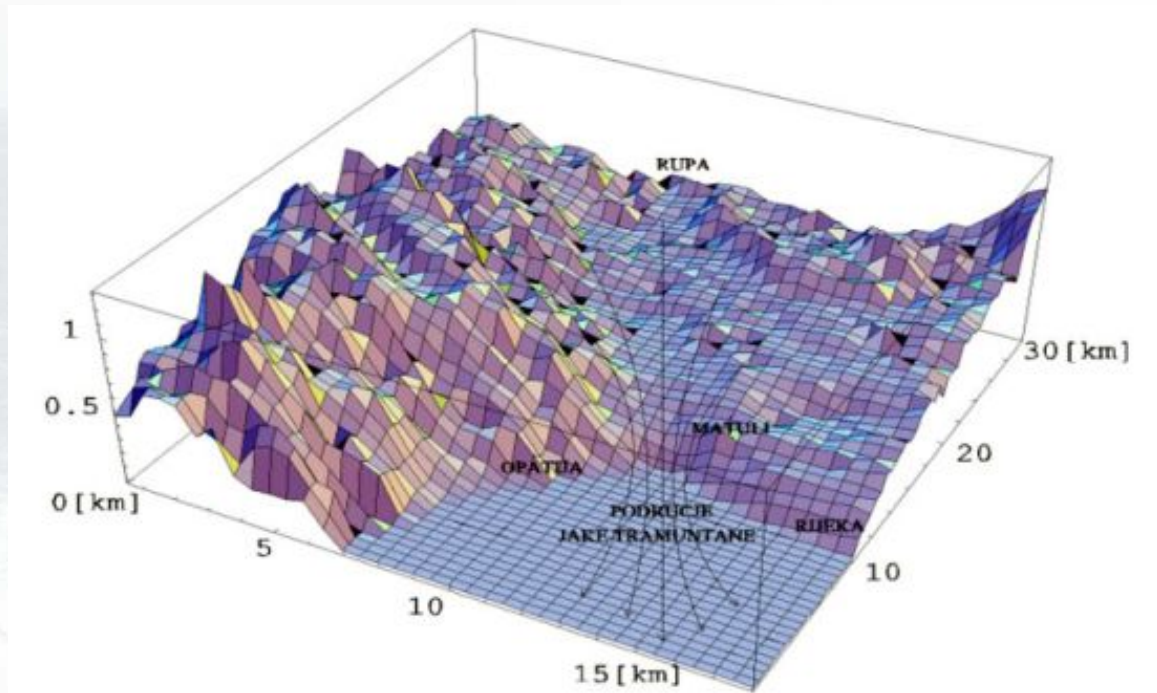


Viganj na Pelješcu

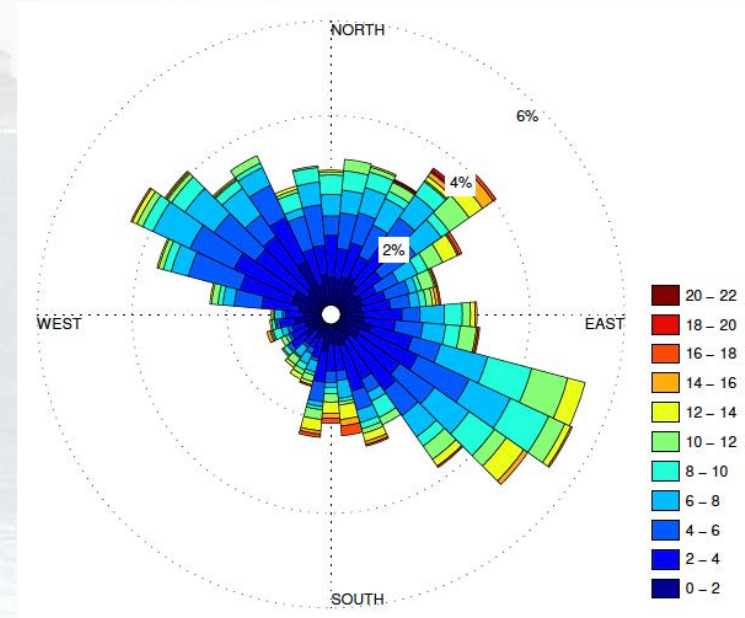
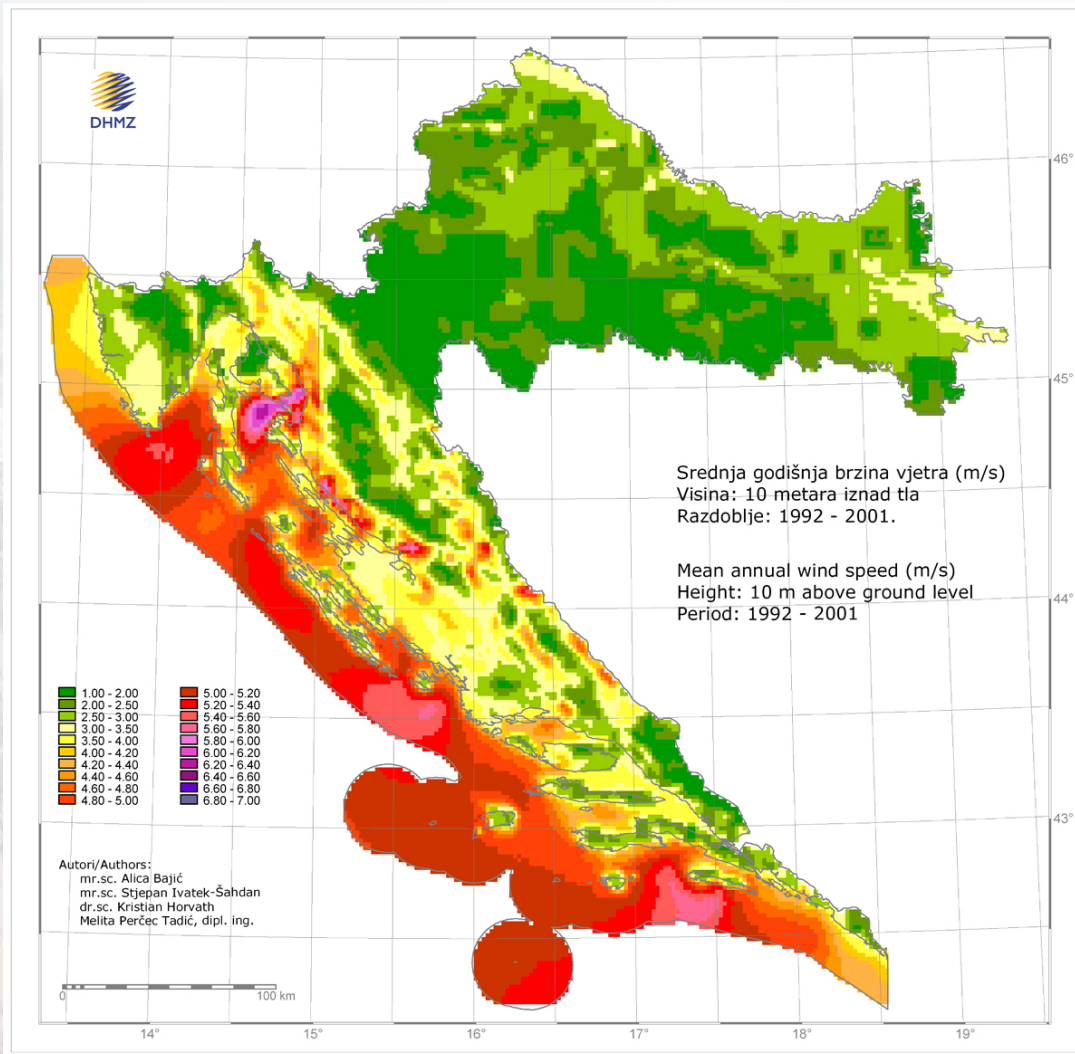


Lokalni vjetrovi tramontana u Preluci

Izgled reljefa u
okolici Preluke
(Volosko)



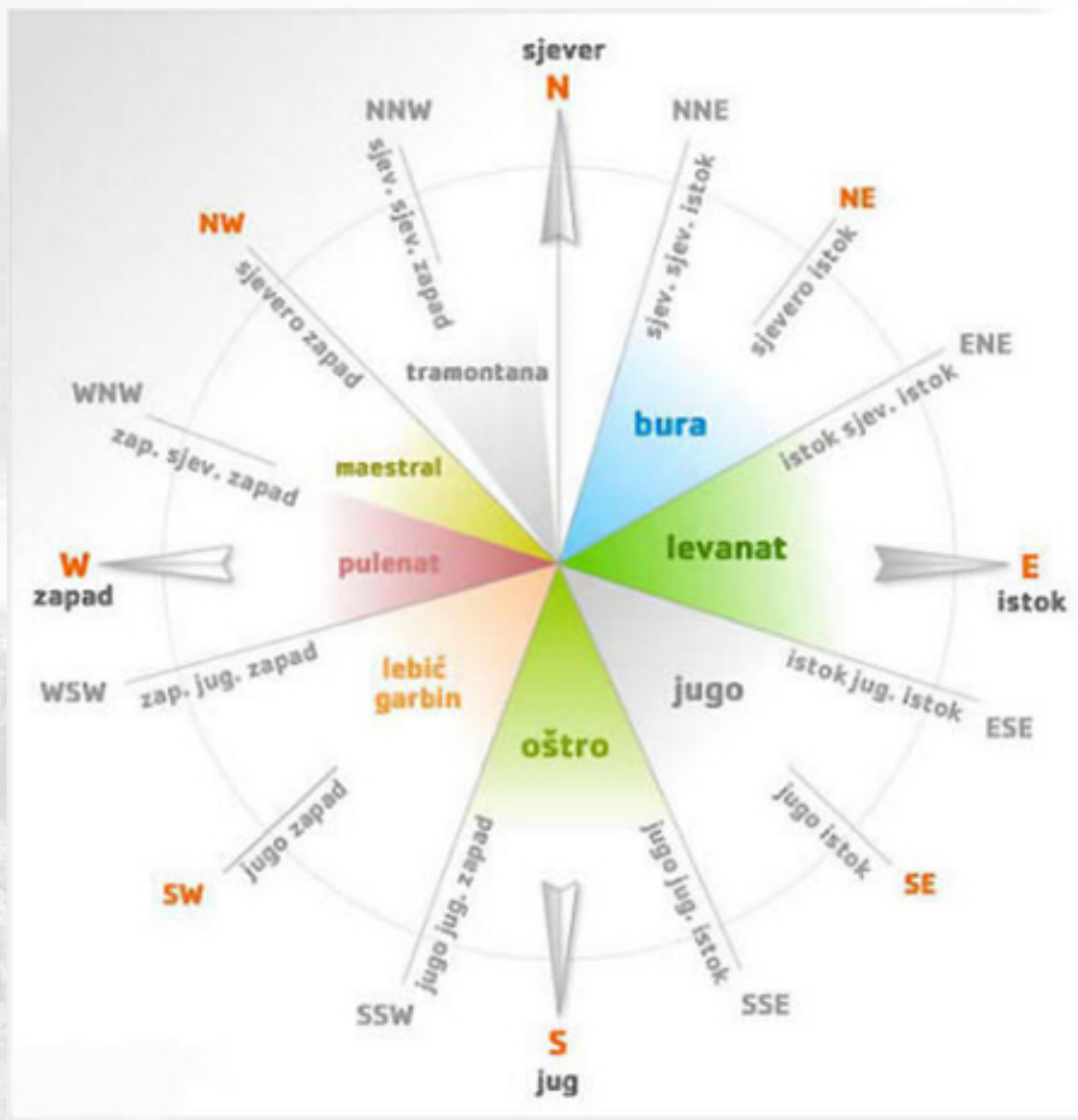
Srednja godišnja brzina vjetra u Hrvatskoj



Statistika za vjetar u Hvaru
– smjer i jačina

Ovisno o lokaciji određeni
vjetrovi su zastupljeniji od
drugih

Vrste vjetrova u Hrvatskoj



Bura (NNE do ENE)

- puše s kopna na more, uglavnom sa sjeveroistoka, puše na refule
- jača na sjevernom nego na južnom Jadranu, jačina ovisi o lokalnoj topografiji (reljefu)
- **anticiklonalna (vedra bura)** – puše za stabilna vremena, (anticiklona nad srednjom Europom), donosi lijepo i sunčano vrijeme, odlična vidljivost, može stvarati oblačne kape
- **ciklonalna (škura bura)** – oblačno nebo, povezana uz kišu i snijeg, Jadranom prelazi ciklona od sjeverozapada prema jugoistoku
- **burin**
slab noćni vjetar stabilna vremena koji puše sa kopna na more (termički vjetar)



Jugo ili široko (ESE do SSE)

- topao i vlažan zrak koji puše uglavnom sa jugoistoka
- prate ga nakupljanje velike količine vlage, gomilanje gustih i tamnih oblaka te stvaranje velikih valova
- najčešće u regijama južnog i srednjeg Jadrana
- u slučaju ciklone iznad sjevernog Jadrana može postati vrlo jako



- **anticiklono (suho) jugo** – nastaje u situaciji kad je nad jugoistočnom Europom anticiklona, a nad zapadnom ciklona
- **ciklono jugo** – nastaje premještanjem ciklone iz zapadne Europe u Jadran, prate ga kiša i grmljavina a ponekad vjetar olujne jačine

Ostali vjetrovi

MAESTRAL (WNW do NW)

- puše u toplom djelu godine (svibanj- rujn), vjetar stabilnog vremena, nastaje zajedničkim djelovanjem globalnog strujanja (položaj anticiklone) i dnevne termike (kopno-more). Često modificiran lokalnim reljefom.

TRAMONTANA (N do NW)

- hladan i suh lokalni vjetar, puše sa sjevera, javlja se nakon prolaska ciklone i brzo prelazi u buru, nije jak kao bura, a prati ga vedro vrijeme i visok tlak zraka

OŠTRO (S)

- žestok vjetar sa juga, kratko traje, obično prijelazi na lebić

LEBIĆ ili GARBIN (SW)

- javlja se pri prolasku uzastopnih ciklona pri promjeni smjera vjetra nakon juga, može donijeti kišu i pljuskove, a nekad zna doseći i orkansku jakost (lebićada)

PULENAT (W)

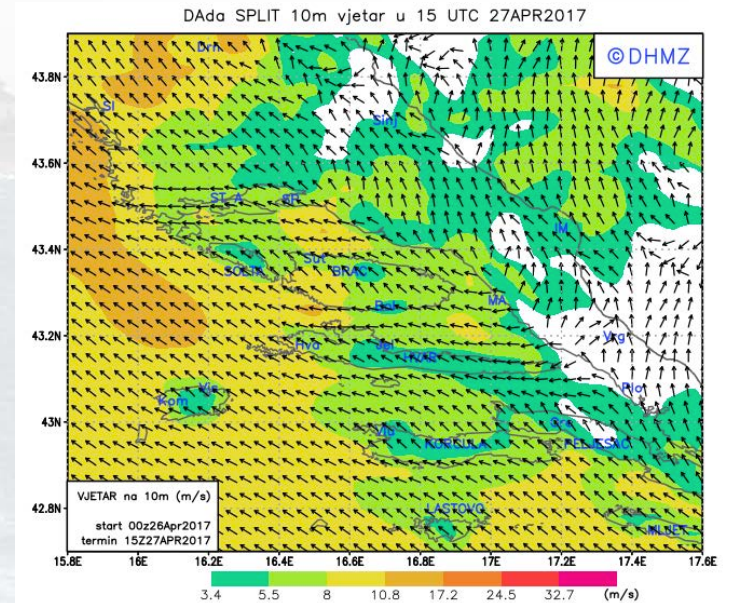
- hladni zapadnjak koji rijetko puše i dolazi iznenada, kratkotrajni pljuskovi

LEVANT (E)

- zimi leden a ljeti topao vjetar, puše kad je središte ciklone nad južnim Jadranom

Prognoze za vjetar

- **GFS** (Global Forecast System):
računa se 4x dnevno (0h, 6h, 12h, 18h),
rezolucija oko 50km, za 16 dana
(iskoristivo do 7 dana), loša rezolucija,
ali dugoročnija prognoza
primjeri: meteo.hr, yr.no, windguru.cz,
windfinder.com, windalert.com...
- **DHMZ Aladin** (meteo.hr) – računa se 2x
dnevno (0h i 12h), rezolucija 2.5km, za
72h (3 dana), bolja rezolucija, ali
kratkoročnija prognoza
- **Pljusak** (pljusak.com) – mjerenja
automatskih meteoroloških postaja
(temperatura, tlak, oborine, vjetar,
grmljavina)



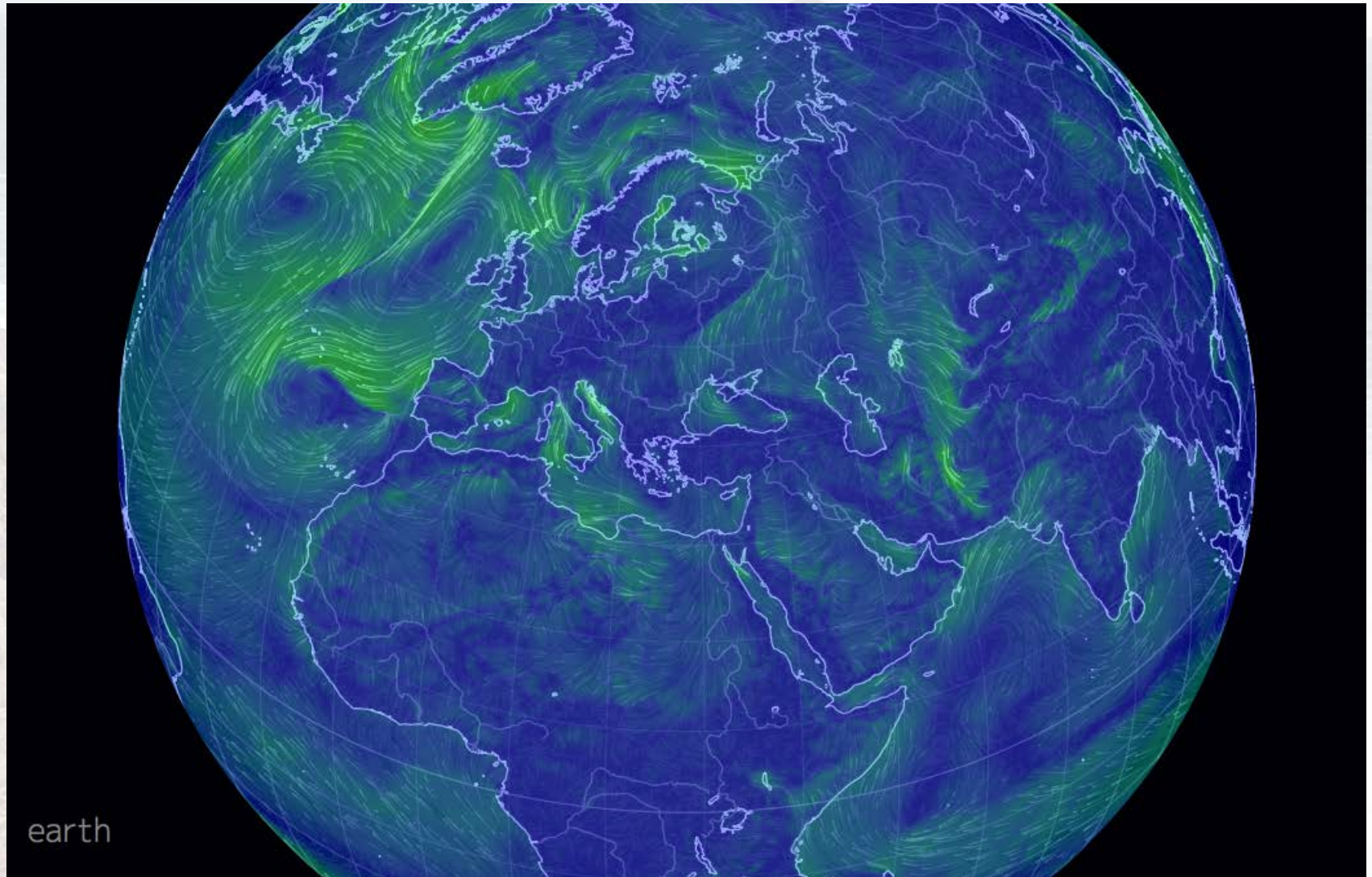
DHMZ Aladin

GFS 27 km	🕒 Info	📅 Forecast	📈 Graph	🗺 2D	📦 More																								
Init: 26.04.2017 06 UTC	We	We	We	We	Th	Th	Th	Th	Th	Th	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Sa	Sa	Sa	Sa	Sa	Su	Su	Su	Su	Su	Su	Su		
	26	26	26	26	26	27	27	27	27	27	28	28	28	28	28	29	29	29	29	29	30	30	30	30	30	30	30		
	08h	11h	14h	17h	20h	05h	08h	11h	14h	17h	20h	05h	08h	11h	14h	17h	20h	05h	08h	11h	14h	17h	20h	05h	08h	11h	14h	17h	20h
Wind speed (knots)	25	26	26	27	28	28	27	26	26	30	26	27	28	26	25	24	8	13	7	7	12	12	8	7	7	2	9	14	14
Wind gusts (knots)	28	31	31	33	34	34	33	32	33	38	35	33	33	31	32	31	11	16	9	7	12	14	9	7	7	3	10	16	18
Wind direction	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↓	↓	↓	↓	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
*Temperature (°C)	16	16	16	16	17	16	16	17	17	17	17	16	16	17	17	17	17	15	15	15	15	15	15	15	14	14	16	17	17
Cloud cover (%)	-	44	44	44	55	46	39	12	39	46	72	98	99	100	100	99	95	57	61	20	10	-	-	-	-	-	-	-	-
high / mid / low	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	96	93	98	99	100	100	99	96	31	23	7	-	-	-	-	-	-	-
*Precip. (mm/3h)	-	58	51	23	19	36	34	10	11	-	-	13	30	75	76	47	33	46	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
												0.9	1	3.6	3	3.8	3.8												
Windguru rating	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★

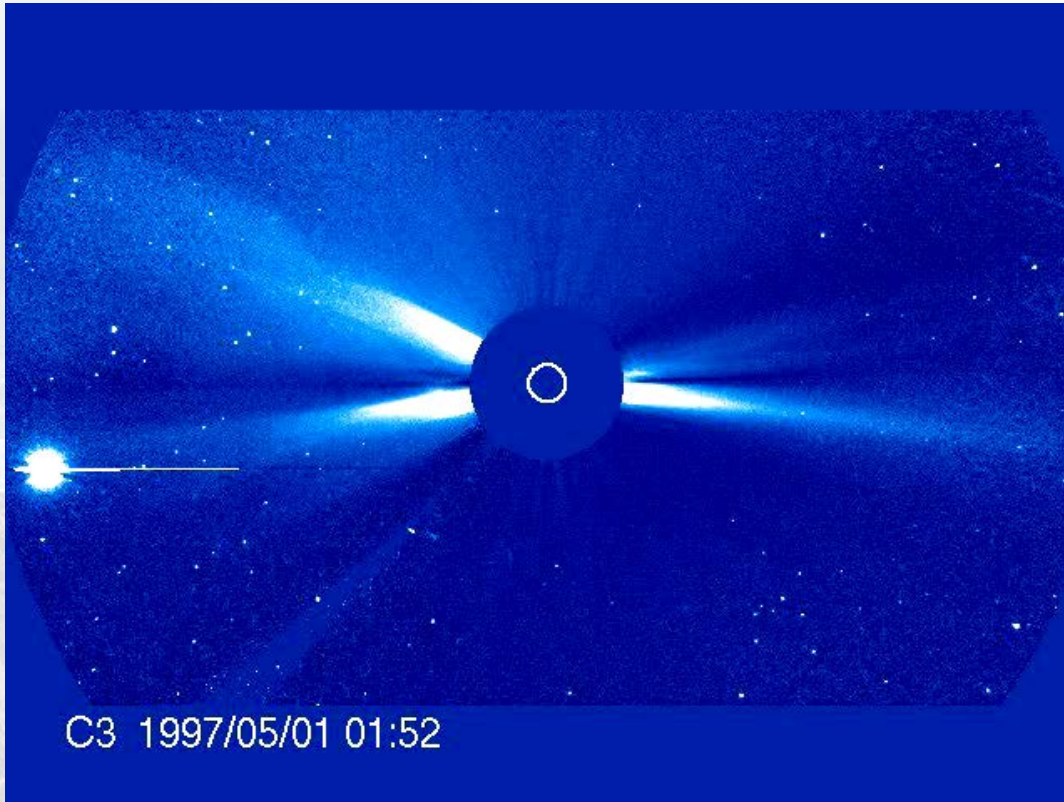
Windguru.cz

Vizualizacija svih vjetrova na Zemlji

<http://earth.nullschool.net>



Sunčev vjetar



- Sunčev vjetar sastoji se od nabijenih čestica (protoni) koji bivaju izbačeni iz viših dijelova atmosfere Sunca
- Nastanak i širenje Sunčevog vjetra je povezano sa jakim magnetskim poljem Sunca

- Sunčev vjetar, koronalni izbačaji i bljeskovi (SEP) mogu utjecati na Zemljino magnetsko polje, atmosferu te prouzročiti štete (sateliti, GPS, elektroopskrba, elektornika) ->

SVEMIRSKA METEOROLOGIJA



Hvala na pažnji!

We acknowledge the support of Croatian Science Foundation under the project 6212 „Solar and Stellar Variability” (SOLSTEL).