

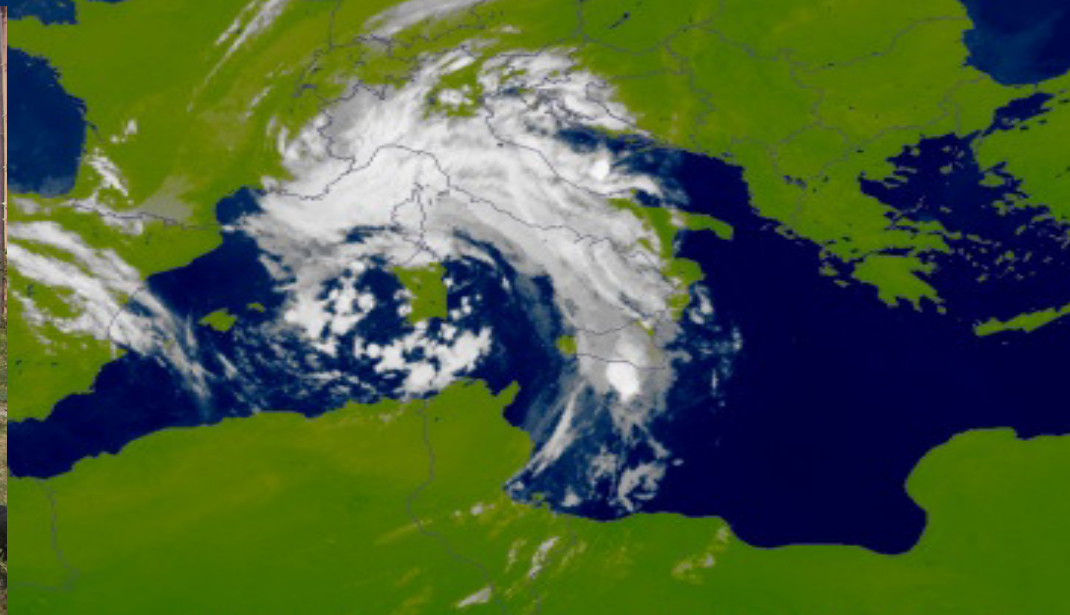


Univerzitet Crne Gore  
Filozofski fakultet - Nikšić

STUDIJSKI PROGRAM ZA GEOGRAFIJU

# KLIMATOLOGIJA SA OSNOVAMA METEOROLOGIJE

Predavanja i vježbe: Doc. dr Dragan Burić



## KLIMATSKI FAKTORI

Na klimu nekog mjesta ili područja utiču brojni faktori. Klimatski faktori su oni činioci koji modifikuju solarnu ili matamatičku klimu i pretvaraju je u stvarnu (fizičku ili realnu). To znači da je mehanizam koji formira klimu na Zemlji veoma složen, odnosno radi se o kompleksnom sistemu koji u sebe uključuje najbitnije elemente geografske sredine: atmosferu, okeane, ledeni pokrivač, kopno, biljni pokrivač, čovjeka (klimatski sistem je sistem Zemljina površina-atmosfera). Klimatski modifikatori se mogu podijeliti u tri osnovne grupe, i to: astronomski, geografski i meteorološki.

✓ **Astronomski** klimatski činioci su:

- ❖ udaljenost Zemlje od Sunca,
- ❖ nagib Zemljine ose prema ravni ekliptike,
- ❖ rotacija i revolucija Zemlje,
- ❖ Intenzitet Sunčevog zračenja.

✓ **Geografski** klimatski faktori su:

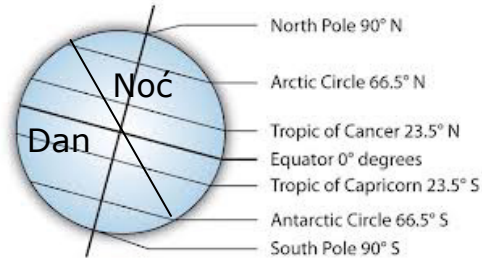
- ❖ geografska širina,
- ❖ geografska dužina,
- ❖ reljef,
- ❖ raspored kopna i mora,
- ❖ morske struje,
- ❖ osibine tla,
- ❖ vegetacija i
- ❖ čovjek.

✓ **Meteorološki** klimatski faktori su:

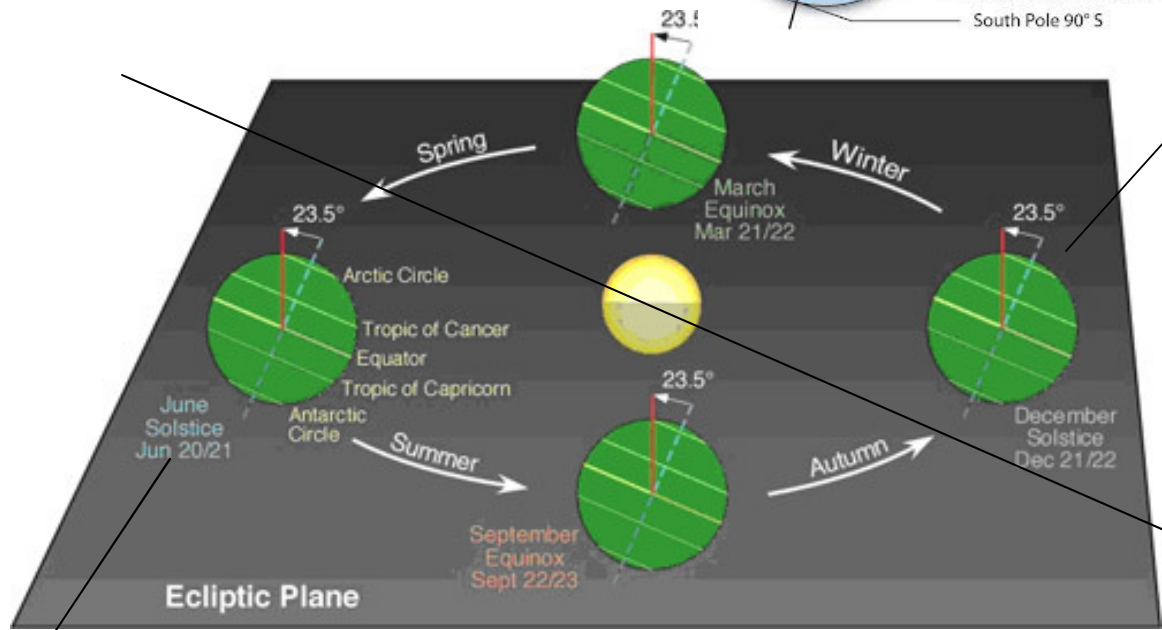
- ❖ fizičko-hemijski sastav atmosfere,
- ❖ cirkulacija atmosfere,
- ❖ polja meteoroloških elemenata.

# ASTRONOMSKI FAKTORI KLIME

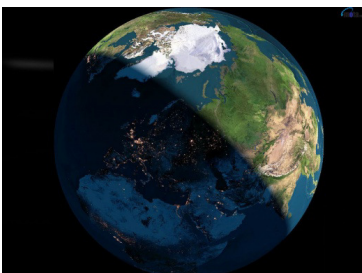
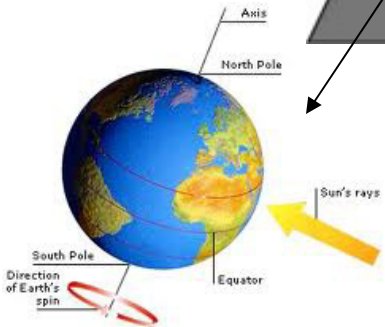
**Posledica rotacije Zemlje je smjena dana i noći**  
**Posledica revolucije je nejednako trajanje dana i noći,**  
**smjena godišnjih doba, postojanje toplotnih pojmaseva**



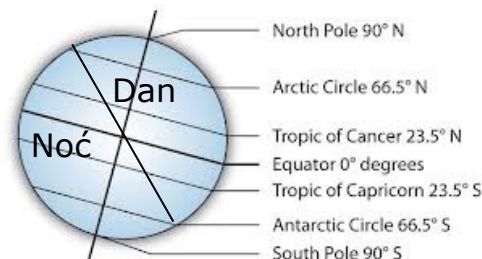
Zima



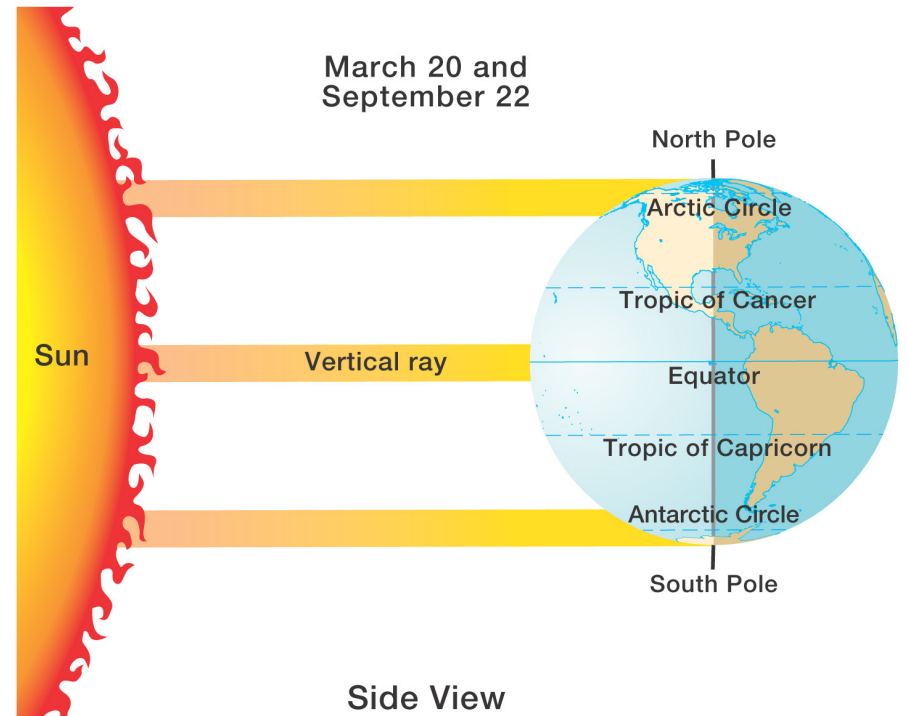
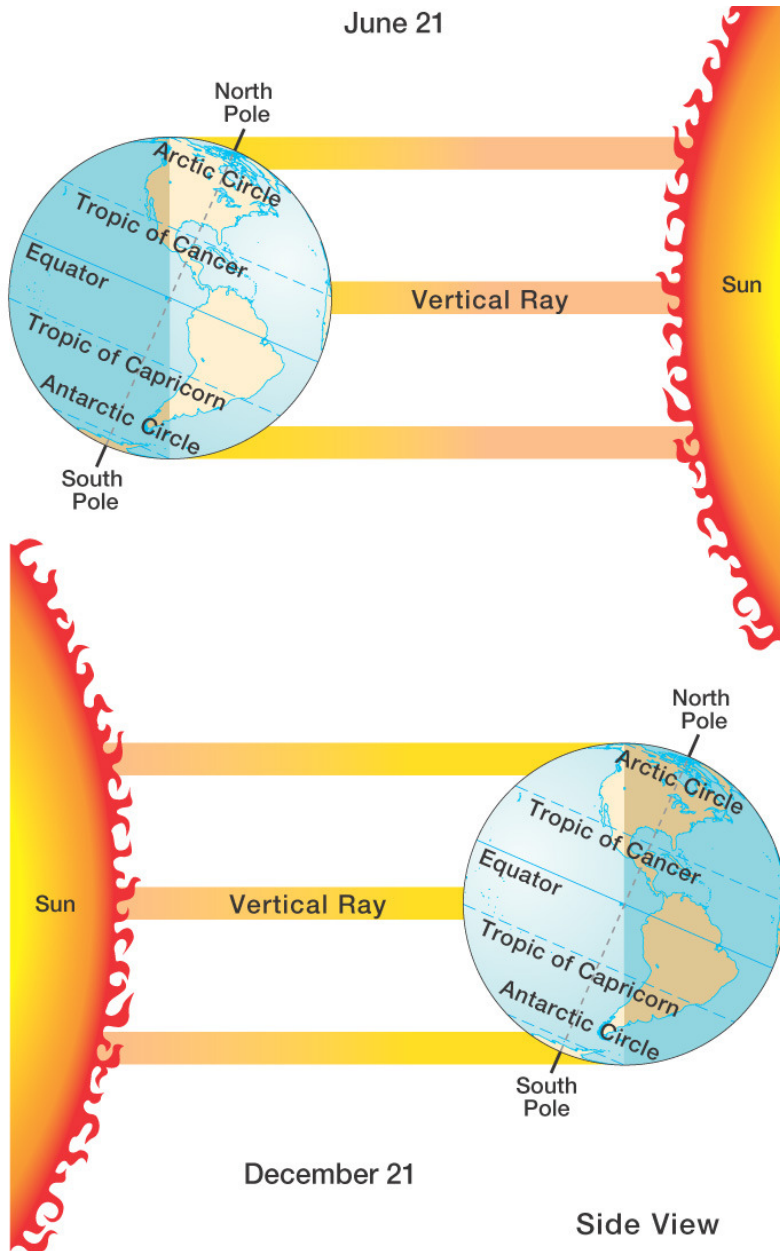
Sunčev ekvator



Ljeto



**Izdvajanje karakterističnih paralela uslijed astronomskih faktora (dvije polarnice, dvije povratnice i ekvator)**



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

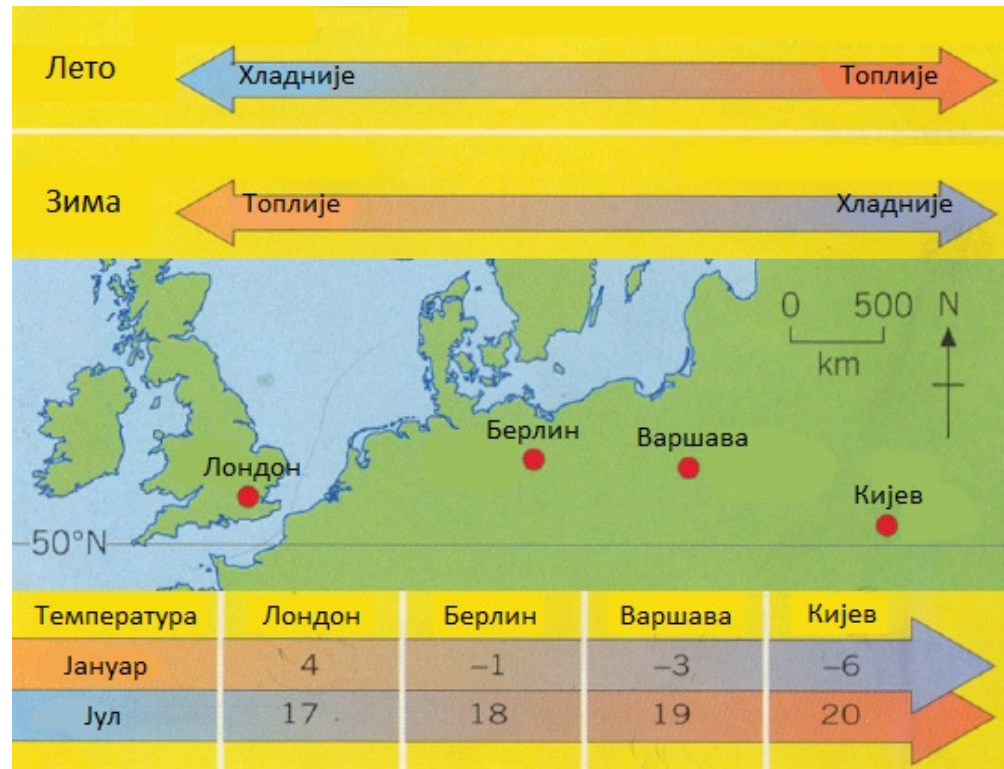
Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

## Geografski faktori kao modifikatori klime

**Geografska širina** - sa porastom geografske širine, zbog sfernog oblika Zemlje i deklinacije Sunca, smanjuje se intenzitet Sunčevog zračenja, smanjuje se temperatura vazduha, povećava se godišnje kolebanje temperature.

**Geografska dužina** - ima posredan uticaj na klimu, preko udaljenosti od mora u zonalnom smislu. Time ona određuje stepen kontinentalnosti, odnosno maritimnosti klime, ali to važi uglavnom samo za umjerene širine na kontinentima. Dva najvažnija kriterijuma na osnovu kojih se izdvajaju oblasti sa preovlađujućim uticajem maritimne i preovlađujućim uticajem kontinentalne klime su režimi temperature i padavina. U oblasti maritimne klime više padavina se izluči u zimskoj polovini godine nego u ljetnjoj i jesen je toplija od proljeća. U oblasti kontinentalne klime više padavina se izluči u ljetnjoj polovini godine i proljeće je toplije od jeseni.

### Atlantik je značajan modifikator klime



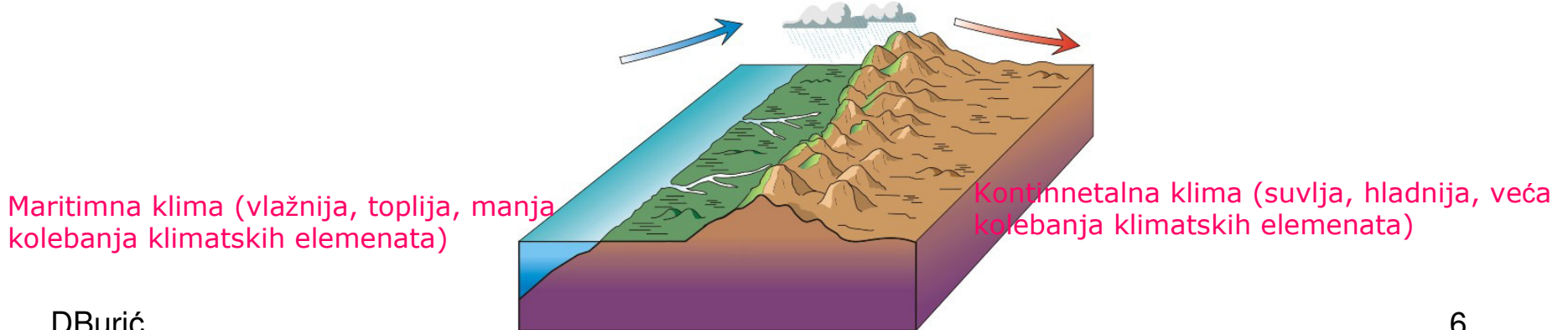
## Uticaj reljefa na klimu

Reljef je jedan od značajnijih klimatskih faktora, posebno ako je raščlanjen i vertikalno diseciran. Reljef na klimu utiče svojim makro i mezo formama. Planine i kotline, kao makro forme, na klimu utiču višestruko: pravcem pružanja u odnosu na dominantne vazdušne mase, nadmorskom visinom, raščlanjenošću, ekspozicijom (orijentacijom pojedinih elemenata reljefa) itd. Posebne klimatske karakteristike dolaze riječnim dolinama i prevojima u planinskim sistemima. Pod uticajem reljefa obrazuju se i posebne varijante klime: nizijska i planinska klima sa nekoliko varijeteta.

Ispitivanja uticaja reljefa na klimu obuhvataju, prije svega, utvrđivanje uticaja **visine**, a to se postiže preko izračunavanja vertikalnih gradijenata klimatskih elemenata koji se dosta pravilno mijenjaju sa visinom: vazdušni pritisak, temperatura vazduha, količina padavina, brzina vjetra, sniježni pokrivač itd. U višim predjelima, do nivoa kondenzacije, veća je učestalost i količina padavina. Na planinama blizu mora količina i učestalost padavina je veća nego na planinama koje su duboko u unutrašnjosti kopna.

Od reljefa znatno zavisi trajanje i intenzitet insolacije, a time i radijacije. Na sjevernoj polulopti, najviše toplote dobijaju južne strane uzvišenja, a ostale ekspozicije, posebno osojne padine, mnogo manje, na južnoj polulopti je obratno. Uticaj orijentacije padina se utvrđuje mjerenjem vrijednosti klimatskih elemenata na padinama različite ekspozicije na nekoj planini ili udunjenju, a zatim se utvrđuju razlike.

Posebno je značajan uticaj pravca pružanja, visine i dužine planinskih vijenaca u odnosu na izvor vlage. Treba istaći da je ispitivanje uticaja reljefa na klimu dosta kompleksno, jer se uticaj ni jednog faktora ne može posmatrati izolovano već kao međudejstvo sa ostalim faktorima (geografska širina, vegetacija, geologija terena itd).



## Uticaj vodenih površina na klimu

Uticaj vode kao klimatskog činioca se može pokazati na primjeru Jadranskog mora i crnogorskog kopna. Naime, zbog različitih fizičkih osobina, Jadransko more i susjedno kopno se različitom brzinom zagrijavaju i hlade.

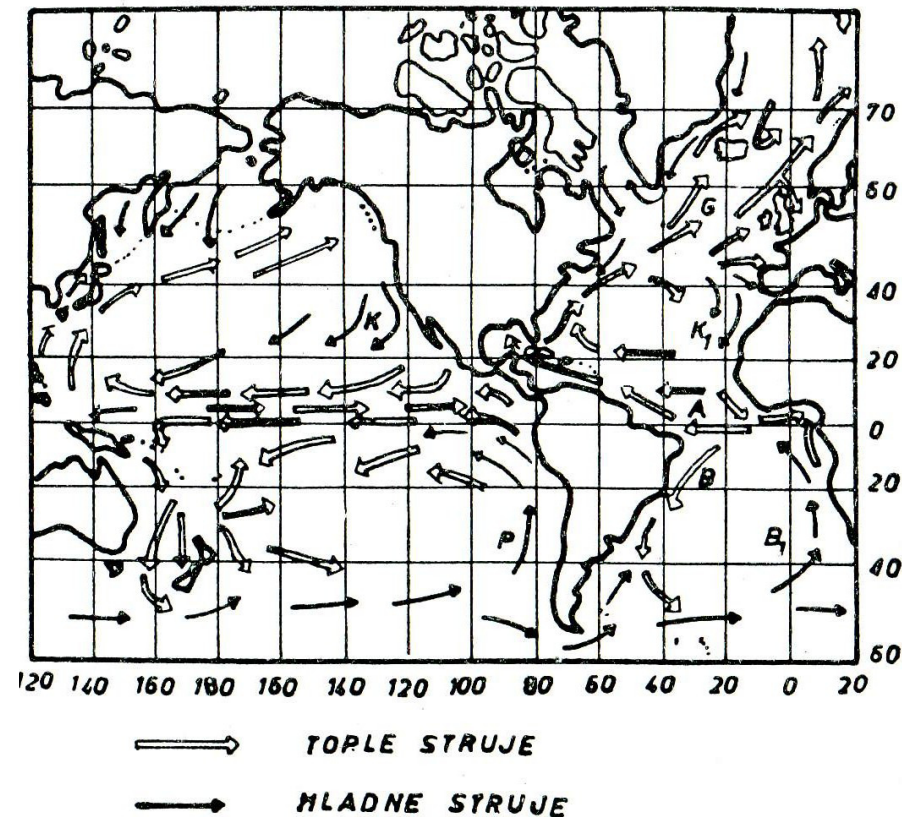
**Zapreminska specifična toplota** vode je znatno veća nego kopna i vazduha. Morska voda je donekle **dijatermna** i, najzad, veliki značaj u toplotnim procesima imaju i konvektivne vodene struje. Iz tih razloga, uticaj Sunčeve energije u vodi Jadranskog mora osjeti se do oko 20 m u toku dana, odnosno do oko 150 m dubine u toku godine. U ljetnjem dijelu godine Jadran akumulira od 1 460 000 do 1 880 000 J/m<sup>2</sup> toplote. Ta ista toplota se izda u hladnijoj polovini godine. Kod kopna se pri Sunčevoj radijaciji najviše zagrije tanak površinski sloj - apsorpcioni aktivni sloj. Prenošenje toplote u dublje slojeve kopna se vrši samo sa čestice na česticu, tako da se kolebanja temperature osjete u prosjeku do oko 50-60 cm u toku dana, odnosno do oko 10-12 m dubine u toku godine. Dakle, Jadransko more se, u toplijem dijelu godine, sporo i slabo zagrijava, ali ima znatno veći **toplotni kapacitet** od kopna Podgorice. Isto tako se, u hladnijem dijelu godine, sporije hladi od podgoričkog kopna. To utiče da Jadran u ljetnjem dijelu godine akumulira znatno veću količinu toplote od kopna Podgorice. Toplota koju kopno akumulira izrači se početkom zime, pa se tada, tokom januara, i javljaju minimalne temperature površinskog sloja tla u Podgorici. Toplota morske vode troši se gotovo do početka proljeća. Tada se, krajem februara ili početkom marta, i javljaju minimalne temperature površinskog sloja vode Jadrana. Iz ovih razloga, more je zimi toplije, a ljeti hladnije od kopna. Te razlike u toplotnom stanju podloge imaju veliki uticaj na toplotno stanje vazduha. Na istoj geografskoj širini, vazduh iznad kopna je ljeti mnogo topliji nego iznad vodene površine. Zimi je obratno. Na taj način se Jadransko more, prije svega u uzanom primorskom dijelu kopna, javlja kao značajan regulator klime, djelujući ublažujuće na zimske hladnoće i ljetnje žege. Iz predhodnog izlazi da Jadransko more umanjuje stepen kontinentalnosti klime, odnosno utiče na temperaturu, vlažnost vazduha, oblačnost, padavine...

Koliki je uticaj nekog vodenog objekta na klimu zavisi od njegove površine i zapremine. Majveći uticaj imaju okeani i mora tako da oni u svom priobalju formiraju posebnu klimu (maritimna ili okeanska). Njihov prostorni uticaj može biti umanjen ako se uz obalu pruža visoka planinska barijera (primjer Dinarske planine duž Jadranske obale). Manja jezera i rijeke imaju prostorno manji uticaj na klimu, odnosno izražen je samo u priobalju.

Pri proučavanju uticaja vodenih površina na klimu ispituju se dva aspekta: veličina uticaja na klimatske elemente neposredno uz obalu i veličina opadanja uticaja sa udaljavanjem od obale.

## Uticaj okeanskih struja na klimu

Stalni vjetrovi obrazuju okeanske struje koje imaju isti pravac kao vjetrovi. Na svom putu nailaze na kontinente i mijenjaju pravac (npr. Ekvatorijalna struja se dijeli na Golfsku i Brazilsku). Tople struje na obalama izazivaju povećanje relativne vlažnosti vazduha, oblačnosti i količine padavina. Topla Golfska struja kreće se duž obala severozapadne Evrope. Na atlantskim obalama Francuske uspijevaju kamelije, bambusi i smokve, uz obale Norveške ima višanja, jabuka i žita sve do 65°N i i ječma do 70°N. Generalno, prisustvo vodenih basena najviše utiče na temperaturu vazduha.





## **Uticaj tla na klimu**

Ispitivanje uticaja tla na klimu podrazumijeva dobro poznavanje tipova zemljišta neke teritorije, njihovog fizičkog i hemijskog sastava, a zatim dovođenje u vezu parametara klimatskih elemenata sa vrstom zemljišta iznad koga su ti elementi mjereni. Ovakva istraživanja se najviše sprovode u agroklimatologiji.

Zemljište djeluje na, prije svega, bilans zračenja. Taj uticaj zemljišta se ostvaruje preko albeda, terestričkog zračenja i apsorpcije toplote. U suvim pustinjским predjelima velika su kolebanja temperature tla i vazduha u toku 24h.

Zbog velikog uticaja tla na temperaturne prilike vrše se mjerenja temperature ne samo na 2 m iznad tla već i na njegovoj površini, maloj dubini i maloj visini iznad tla.

Treba istaći da i klima utiče na formiranje zemljišta i da samo stanje tla zavisi od zbivanja u atmosferi.

## **Uticaj vegetacije na klimu**

Vegetacija kao modifikator klime utiče najviše na temperaturu vazduha, vlažnost vazduha, oblačnost, padavine i vjetar. Najvažnija su tri uzroka djelovanja vegetacije na klimu. Prvi je specifična toploto biljaka, koja je znatno veća od svih vrsta tla i stijena, a to je posledica velike količine vode u biljkama. Drugi je aktivni sloj, koji kod biljnog pokrivača (trava, žbunje, drveće) ne propušta Sunčevo zračenje do Zemljine površine već ih zadržava u gornjim površinama vegetacije. I treći, biljni pokrivač stvara vrlo složene uslove isparavanja, koje se vrši i sa aktivnog sloja vegetacije i sa zemljišta, ali pod složenim uslovima.

Od svih biljnih formacija najveći uticaj na klimu imaju šume. Ispitivanje uticaja šuma obuhvata mjerenja meteoroloških elemenata u šumama, na proplancima, ivicama šume i u slobodnom polju.

Razmatranje uticaja vegetacije na klimu obuhvata dva aspekta:

- ✓ uticaj biljnog pokrivača na klimu u njegovoj unutrašnjosti i
- ✓ uticaj biljnog pokrivača na klimu okolnog prostora i mogućnost izmjene klime u tom prostoru u slučaju uništavanja vegetacije, npr. sječa šuma.

## Uticaj cirkulacije atmosfere na vrijeme i klimu

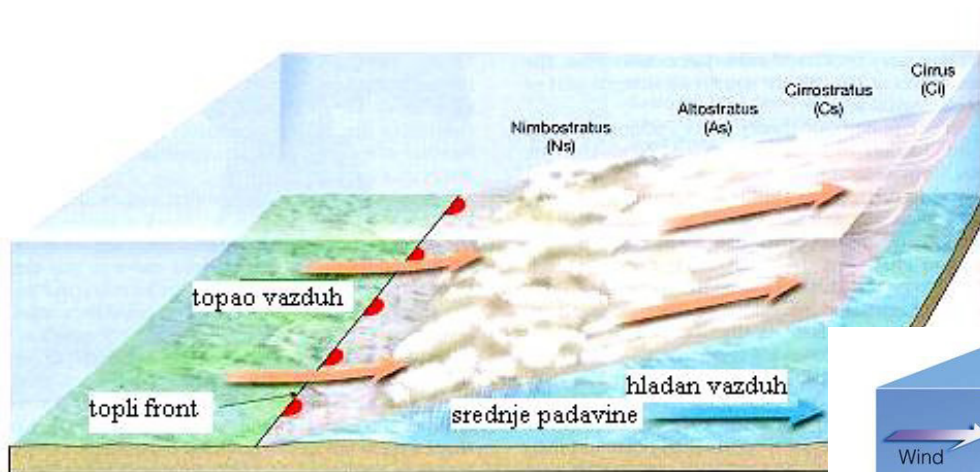
Vrijeme i klima nekog mjesta ili teritorije su odraz, prije svega, odlika opšte cirkulacije atmosfere u tom prostoru. Te odlike se najlakše uočavaju na sezonskim kartama pritiska, temperature i strujanja. Najčešće se koriste karte pritiska, strujanja i temperature vazduha na nivou mora (prizemne karte) i karte apsolutne topografije na 850, 700 i 500-omilbarskoj površini (karte AT 850, 700 i 500 hPa).

Raspored aktivnih centara atmosfere (ciklona i anticiklona) i trajanje njihove dominacije iznad određenih teritorija direktno utiču na sve klimatske elemente. Za potrebe klimatologije se utvrđuje veza karakteristika opšte cirkulacije atmosfere i osnovnih karakteristika klime nekog područja. Osunčavanje, ekstremi temperature i padavina, broj vedrih i oblačnih dana, čestina i snaga vjetrova itd, samo su neki statistički pokazatelji uticaja cirkulacije atmosfere na klimu. Ovo govori koliki je značaj vazdušnih masa na vrijeme i klimu - vrijeme je onakvo kakva je vazdušna masa koja dolazi, toplo ili hladno, vlažno ili suvo. **Vazdušna masa** se definiše kao ogromna količina vazduha koja zahvata velika prostranstva u kojoj se meteorološki elementi u horizontalnom pravcu ravnomjerno mijenjaju. Po mjestu stvaranja, odnosno po svom porijeklu, vazdusne mase mogu da budu kontinentalne i morske (maritimne). Prema temperaturi, VM mogu biti hladne i tople. Prma geografskoj klasifikaciji (izvorišnoj oblasti u kojoj se formiraju) vazdusne mase mogu biti: arktičke (antarktičke), polarne, tropske i ekvatorijalne. Svaka od ovih vazdušnih masa može da bude morska ili kontinentalna, u zavisnosti od mjesta stvaranja. Hladne vazdusne mase su one koje se kreću u topliju sredinu i donose zahladjenje. Tople vazdusne mase su one koje se kreću u hladniju sredinu i donose zatopljenje. Na granici gdje se dodiruju dvije vazdušne mase različitih fizičkih osobina gradijenti meteoroloških elemenata se brzo povećavaju i nastupaju nagle vremenske promjene. Upravo se na **vazdušnim frontovima** - površima diskontinuiteta (granične ili dodirne zone različitih vazdušnih masa) - dešavaju nagla pogoršanja vremena. Frontovi se dijele na dva osnovna tipa: hladni i topli.

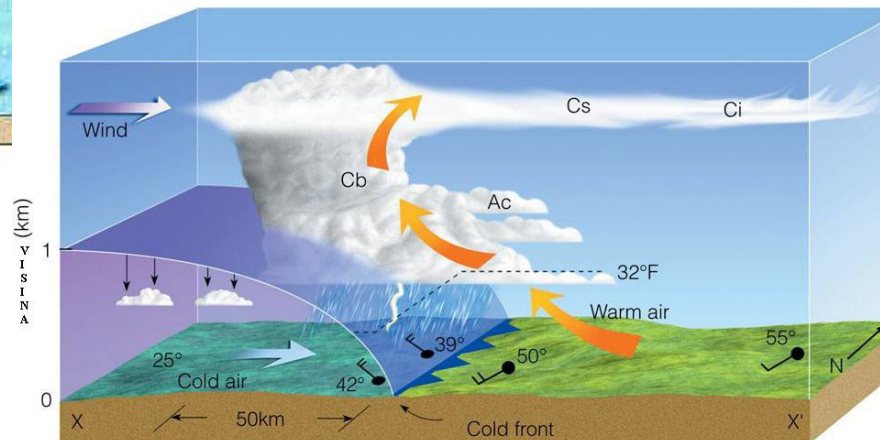
**Hladni front** nastaje kada se hladan vazduh kreće u pravcu toplog. Topli vazduh odstupa i zamjenjuje ga hladni. Ovaj front donosi zahladjenje. Postoje hladni frontovi prve vrste (sporo se kreću) i hladni frontovi druge vrste (brzo se kreću i premještaju). Kod hladnog fronta prve vrste sistem oblaka je sličan toplom frontu. Hladni front druge vrste nastaje naglim dizanjem toplog vazduha uslijed čega dolazi do stvaranja kumulonimbusa koji se razvijaju do tropopauze i iz njih padaju jaki pljuskovi praćeni grmljavinom i jakim vjetrom.

**Toplim frontom** naziva se onaj kod koga se topli vazduh kreće u pravcu hladnog. Hladan vazduh odstupa a zamjenjuje ga topli. Ovaj front donosi zatopljenje. Na 800-1000 km ispred linije fronta oblaci se pojavljuju redom: prvo ciruci (Ci), zatim Cirrostratusi (Cs) i altostratusi (As, počinje kiša) i na kraju nimbostratusi (Ns). Zona padavina rasprostire se ispred linije fronta, ljeti na 200-300 km, a zimi i do 400 km. Ispred fronta se ponekad stvara magla čija šrina dostize do 200 km.

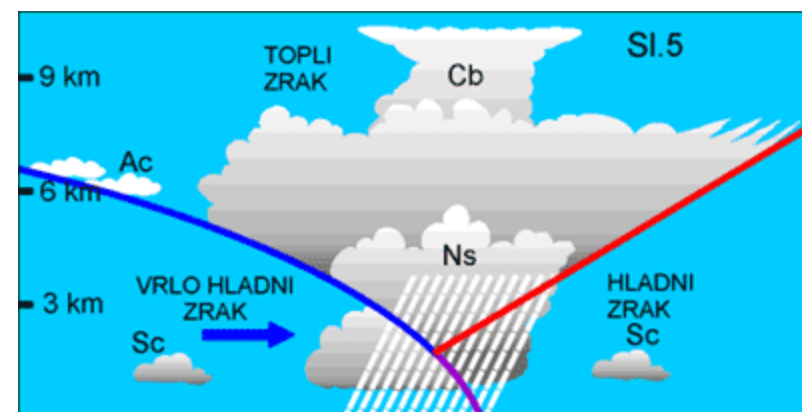
Postoje i složeni frontovi ili **frontovi okluzije**, koji nastaju spajanjem toplog i hladnog fronta. U odnosu na geografsku raspodjelu vazdušnih masa, frontovi mogu biti: arkticki, koji dijeli arktički i polarni vazduh, polarni (dijele polarni i tropski vazduh), tropski (dijele tropski i ekvatorijalni vazduh).



**Nastajanje toplog fronta**



**Nastajanje hladnog fronta**

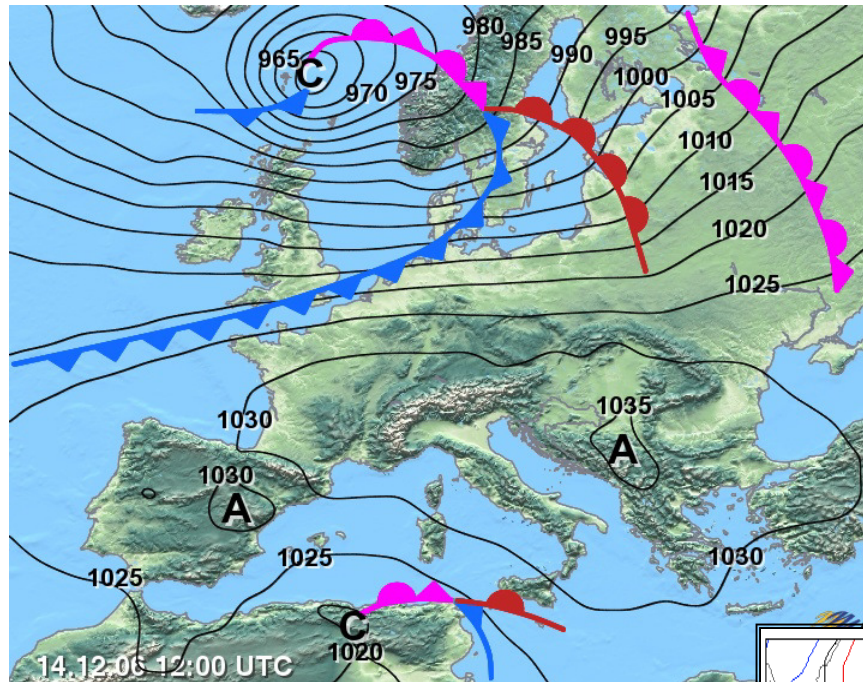


**Nastajanje fronta okluzije**

Utjecaj cirkulacije atmosfere na klimu najbolje se može vidjeti na primjeru Crne Gore. Crna Gora leži u umjerenim geografskim širinama gdje je vrijeme u najvećoj mjeri uslovljeno stalnom razmjenom vazdušnih masa. Ta razmjena se vrši u sklopu opšte i regionalne atmosferske cirkulacije, odnosno posredstvom vrtloga velikih razmjera - ciklona i anticiklona. Ovi činioci, uz geografsku širinu, orografiju i Jadran (Mediteran), predstavljaju najznačajnije faktore koji utiču na vrijeme i klimu Crne Gore. Opšta atmosferska cirkulacija uslovljava stalnu zonalnu raspodjelu vazdušnog pritiska. Crna Gora se nalazi između dva stalna aktivna ili akciona centra atmosfere, koja su dinamičkog porijekla - Azorskog anticiklona (oblast visokog vazdušnog pritiska u subtropskim širinama) i Islandske depresije (oblast niskog vazdušnog pritiska u subpolarnim širinama). Ovakav položaj Crne Gore uslovljava da se preko nje odvija intenzivna cirkulacija vazdušnih masa, odnosno smjenjivanje tropskog vazduha iz nižih i polarnog iz viših širina. Nejednako zagrijavanje velikih kopnenih i vodenih masa uslovljava pojavu akcionih centara sezonskog karaktera. Crna Gora se nalazi i između takvih baričkih centara atmosfere. U istočnim, sjevernim i centralnim djelovima Evroazije zimi se temperature vazduha spuštaju i do 50°C ispod nule, što uslovljava formiranje Sibirskog anticiklona. U tom periodu godine nad toplijim Atlantikom vazdušni pritisak je nizak. Tada se u našim krajevima osjeća uticaj Islandske depresije. Ljeti, usljed pomjeranja subtropskog pojasa visokog pritiska ka sjeveru i rashlađujućeg uticaja Atlantika, dominira Azorski anticiklon, dok je nad Arabijom (Karači depresija) i nad južnim dijelom Azije pritisak nizak. Dakle, i ljeti i zimi preko Crne Gore se, zbog ovih razlika u raspodjeli vazdušnog pritiska, osjećaju naizmjenični uticaji Atlantika i Evroazijskog kopna. Slično Atlantiku ponaša se i Sredozemno more. Nad Sredozemnim morem je u hladnijem dijelu godine nizak vazdušni pritisak. Sredozemlje je poznato po živoj ciklonskoj aktivnosti, posebno njegov zapadni dio i područje Đenovskog zaliva. Mada se zimi, za razliku od pomenutog prosječnog stanja, nad Sredozemljem i južnom Evropom može formirati i polje visokog vazdušnog pritiska. Tada je nad južnom Evropom lijepo vrijeme, i ta stabilnost zna da potraje i više dana. Ljeti je Sredozemlje pod uticajem Azorskog anticiklona, koji uslovljava dugotrajniju stabilnost vremena.

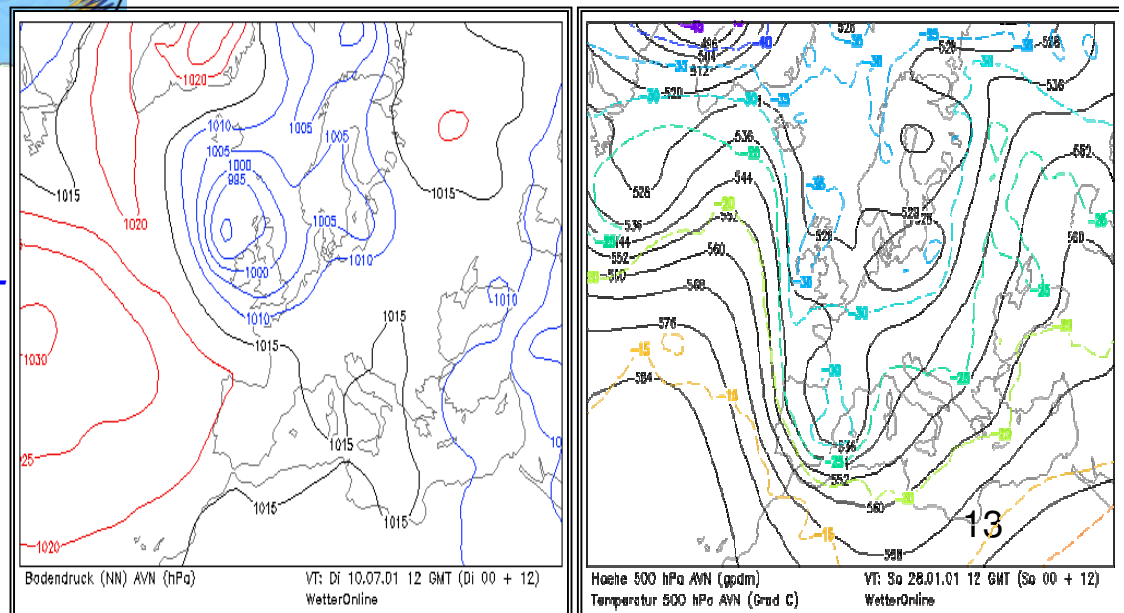
U naše predjele najviše prodire hladni polarni i topao tropski vazduh. Hladni polarni vazduh porijeklom je, uglavnom, iz Finoskandinavije ili Srednje Evrope, zatim umjerenih ili viših širina Atlantika i, rijetko, iz Sibira. Topao tropski vazduh porijeklom je iz oblasti Azora, Sredozemlja i Sjeverne Afrike. Upravo je ovo razlog što se klima nekog predjela može posmatrati i kroz karakteristična vremenska stanja koja dominiraju u tim predjelima.

Na vrijeme i klimu u Crnoj Gori uticaja ima i sjeverna Afrika, odakle dolaze talasi toplog vazduha, bogatog pustinjskom prašinom. Iz predhodnog izlazi da najveći uticaj na vrijeme u Crnoj Gori imaju: Islandska i Mediteranska depresija, kao i cikloni koji se formiraju u Đenovskom zalivu, potom ljeti Azorski, a zimi Sibirski i anticikloni iznad srednje Evrope i sjeverne Afrike.

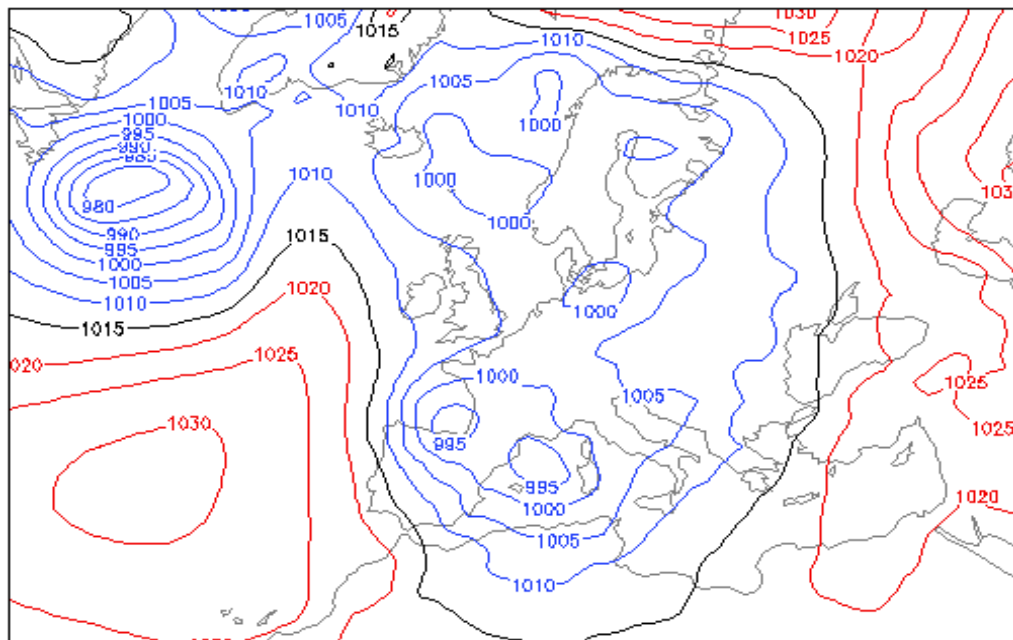


**Anticiklon nad južnom Evropom, sjeverno - depresija sa frontovima (prizemna sinoptička karta)**

**Prizemna (lijevo) i visinska (desno – struktura atmosfere na visini 500 milibarske površine) sinoptička karta – aktivna Islandska depresija**



DBurić



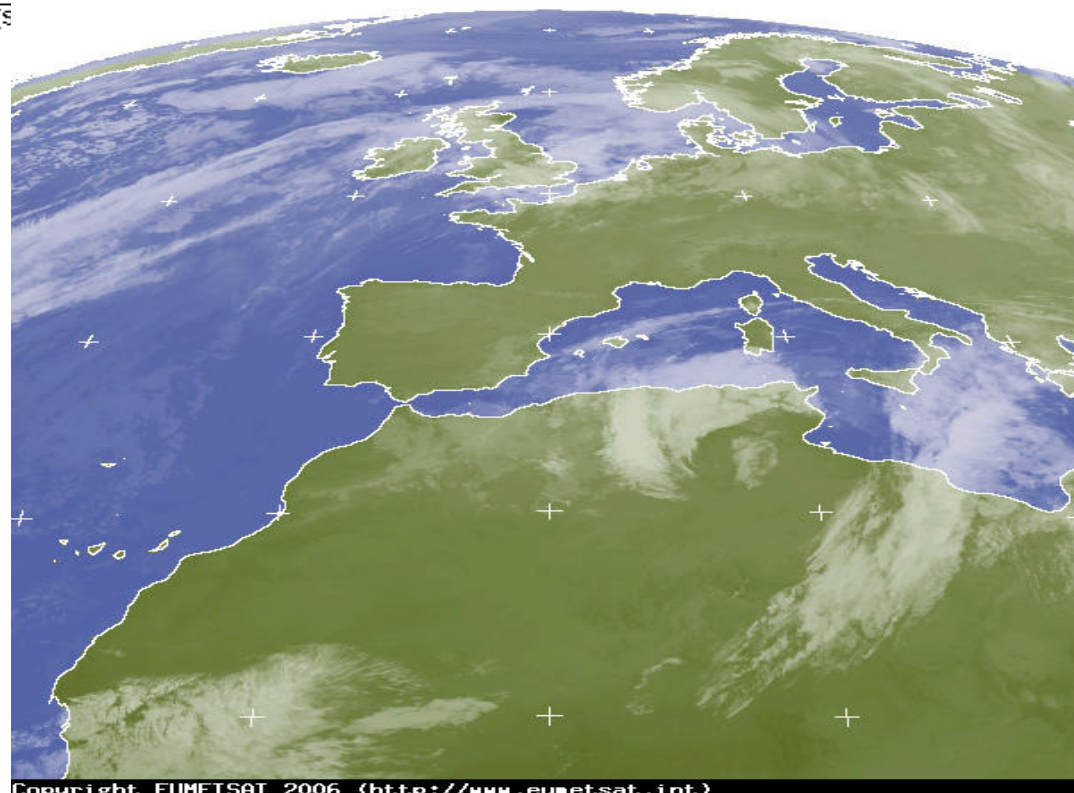
**Centar ciklona blizu Đenove (Ligursko more), zapadno centar anticiklona blizu Azora - prizemna sinoptička karta**

Badendruck (NN) AVN (hPa)

VT: So 28.01.01 12 GMT (S  
WetterOnline

MET8 13 DEC 2006 1800 COL IR\_108 2

**Satelitski snimak, centar ciklona u Tirenskom i Sjevernom moru**



Copyright EUMETSAT 2006 (<http://www.eumetsat.int>)

DBurić

## Vremenske nepogode

Vremenske nepogode su nagla pogoršanja vremena u toku čijeg trajanja se izluče obilne padavine, praćene grmljavinom (električno pražnjenje oblaka – munja ili sijevanje i grom), jak vjetar, grad itd. Vremenske nepogode po genezi mogu biti termičke (toplotne) i frontalne. **Toplotne nepogode** nastaju usled pregrijanosti prizemnog vazduha nad kopnom, naglog izdizanja, hlađenja, kondezacije vodene pare i obilnog izlučivanja kiše i grada sa grmljavinskim procesima. Javljaju se ljeti, obično oko 14-15h. – u ekvatorijalnim širinama one su svakodnevna popodnevna pojava (zenitne kiše). Ovakve pojave ne traju dugo, jer su lokalne prirode. U nepogode lokalnog karaktera spadaju i jaki vazdušni vrtlozi – vihuri, trube (pijavice) i tornada.

Vihori su vrtložna strujanja vazduha malih dimenzija, prečnika od 1 do 100 m, vertikalnog prostiranja do 1 km, a nastaju zbog lokalnih termičkih uslova. To mogu biti vihuri pijeska ili pješčane oluje u pustinjama, ili vihuri prišine u našim predjelima. Vazdušne stuje koje se uzdižu u viorima imaju oblik spirale, što se primjećuje po prašini, lišću ili drugim lakim predmetima koje vazduh podiže sa zemlje i uvlači u unutrašnjost vior.

Pijavice ili trube ili trombe su jači vazdušni vrtlozi koji se spuštaju iz središnjeg dijela oblaka ka površini zemlje u vidu poduzgog crijeva, koje je pri vrhu i pri dnu ljevkasto prošireno. Tako da je taj stub između oblaka i zemlje vidljiv, ima oblik slonove surle. Ovakve vazdušne tvorevine zovu se trube ili trombe ako se pojave iznad kopna, a pijavice ako se obrazuju iznad mora. Vrtložno strujanje u obliku spirale je prošireno pri vrhu i pri dnu. Ta proširenja se javljaju zato što vazdušna struja uvlači u vrtlog djelove oblaka odozgo, a prašinu ili vodu odozdo. Pijavice su prečnika obično oko 10 m, a trombe oko 100-200 m. Pijavice traju svega nekoliko minuta, dok vrtlozi iznad kopna mogu trajati duže, do nekoliko časova. Ima ih u našim predjelima, na Jadranu i iznad kopna, najčešće početkom jeseni – oktobar.

Tornado je veoma jak vjetar sa vertikalnom ili malo iskošenom osom (izuzetn jaka vrtložna strujanja), sa prečnikom od nekoliko 10-a metara. Pritisak u tornadu je veoma nizak. Tornado ima izgled oblačnog stuba, koji se spušta u vidu lijevka iz niske baze moćnog kumulonimbusa. Najčešće se javlja u SAD. Nestaje posle 300-350 km pređenog puta, ostavljajući na cijeloj dužini uzani pojas pustoši – katastrofalna rušenja, često i sa ljudskim žrtvama. Neposredno prije prolaza tornada (svega par minuta), vlada gotovo tiho vrijeme, bez vjetra. Vazduh u tornadu, koji se kreće odozdo naviše, može dostići brzinu i do 300 m/s. Predmeti koje usisa tornado uvijek padaju spolja, nikada unutar tornada.

Vrtlog trombe, pijavice i tornada je vidljiv jer su mu zidovi istog sastava kao i kod oblaka.

**Frontalne nepogode** nastaju na hladnom frontu, naročito II reda, pri prolazu duboke depresije ili ciklona, kada je velika labilnost atmosfere. Često se nazivaju i vrtložne nepogode. Ove nepogode čine olujni udari vjetra, jaki pljuskovi kiše, grada ili snijega. Po prelasku jedne frontalne nepogode preko nekog mjesta vazdušni pritisak naglo raste, a temperatura vazduha opada. Za razliku od termičkih, koje su lokalne, frontalne nepogode su većih dimenzija, imaju regionalni karakter, veću brzinu kretanja i znatno su rasprostranjenije od termičkih, ali ih nikada nema u tropskom pojasu. Razlikuju se od termičkih i po tome što nemaju vremensku pravilnost u pojavljivanju – mogu se pojaviti u bilo koje doba dana i godine, što zavisi od vremena prolaska vazdušnog fronta preko nekog mjesta.



**Pijavica naad Jadranom**



**Tromba u Hrvatskoj**

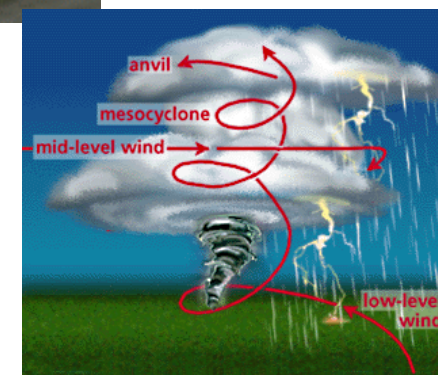


**Tornado**

**Pitanja za domaći**

1. Nabrojati klimatske faktore?
2. Objasni uticaj geografske širine i geografske dužine na klimu?
3. Objasni uticaj reljefa na klimatske elemente?
4. Kakav je uticaj vodenih površina klimu?
5. Kako cirkulacija atmosfere utiče na klimu?
6. Šta su vazdušne mase i kako se dijele?
7. Šta su vazdušni frontovi i kako se dijele?
8. Šta su vremenske nepogode i kako se dijele?
9. Šta je pijavica, a šta tornado?
10. U tabeli su date srednje mjesečne vrijednosti temperature i padavina za Nikšić. Odrediti da li ovo mjesto ima maritimni ili kontinentalni režim padavina i temperature?

**Šema strujanja u tornadu**



Srednje mjesečne vrijednosti temperature vazduha i količine padavina u Nikšiću, period 1961-1990.												
	jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	aug	sep	oct	nov	dec
Sr. vr.T (°C )	1.3	2.6	5.7	9.6	14.2	17.5	20.5	20.1	16.3	11.4	6.6	2.9
Sr. vr.R (mm)	208.4	194.4	185.6	170.2	108.2	92.7	63.0	86.3	138.1	202.0	297.8	239.1

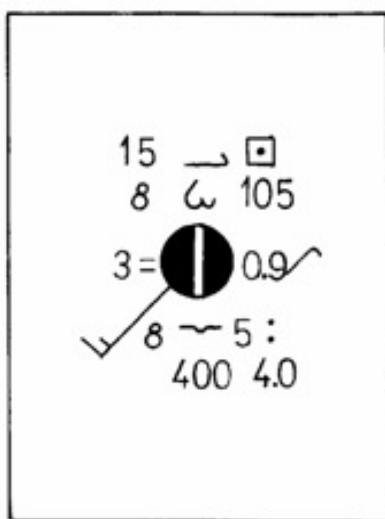


## SINOPTIČKE KARTE

Sinoptičke ili vremenske karte su geografske karte nekog dijela Zemljine površine ili cijele Zemlje na kojima je prikazano stanje vremena u određenom trenutku – analitičke, kao i one na kojima je, pomoću matematičkih formulacija, dat razvoj vremena za određeni vremenski period u budućnosti – prognostičke karte. Postoje prizemne i visinske sinoptičke karte. Prizemne koriste podatke sa meteoroloških stanica na Zemljinoj površini, a na visinskim kartama su dati podaci sa radiosondažnih stanica koje vrše mjerenja u slobodnoj atmosferi. U suštini, visinska vremenska karta je vremenska karta koja pokazuje visine standardnih izobarskih površina (850 mbar, 700 mbar, 500 mbar i dr.) na kojima se one nalaze. U novije vrijeme se sve više koriste meteorološke karte na kojima su date, prije svega, fotografije oblačnih sistema snimljene iz meteoroloških satelita. Prizemne sinoptičke karte se izrađuju za sve sinoptičke termine (svaka tri ili šest časova, počev od 00h po UTČ) i prikazuje, dakle, stvarno (trenutno) stanje vremena nad određenim područjem. Na ovim kartama su kružićima predstavljene meteorološke stanice, a oko kružića pomoću simbola i brojki vrijednosti meteoroloških elemenata i stanja meteoroloških pojava u datom trenutku. Dakle, predstavljena je prostorna raspodjela meteoroloških elemenata i pojava u datom trenutku.

Na sinoptičkoj karti je data površina koja se, u odnosu na oblast za koju se daje prognoza vremena, dalje prostire na zapad nego na istok. To je potrebno zbog preovlađujućih kretanja vazduha i atmosferskih poremećaja u umjerenim širinama od zapada ka istoku. Za potrebe naše zemlje, sinoptička karta obuhvata cio kontinent sa susjednim djelovima Atlantskog i Sjevernog okeana, Arike i Azije (prostor 30-75° N i 30° W-50° E).

### Unošenje podataka na prizemnoj sinoptičkoj karti

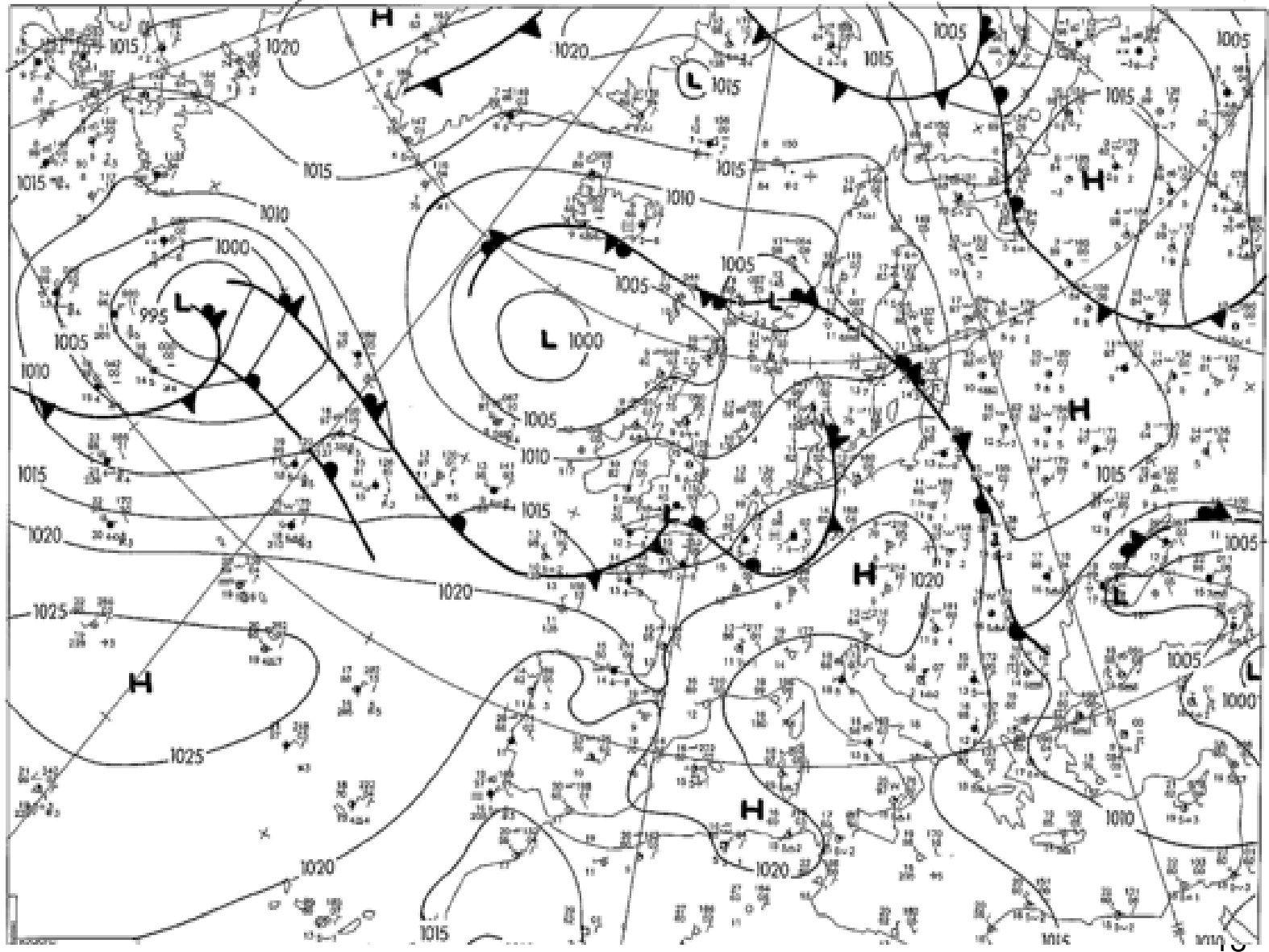


**Model rasporeda meteoroloških elemenata i pojava na prizemnoj sinoptičkoj karti**

### Značenja brojki i oznaka

Tn	Tx	Vrsta visokih oblaka	Stanje tla	
	Temperatura vazduha	Vrsta srednjih oblaka	Vazdušni pritisak	
Horizontalna vidljivost	Sadašnje vrijeme	Oblačnost	Tendencija pritiska	Karakteristika tendencije pr.
	Temperatura tačke rose	Vrsta niskih oblaka	Količina niskih oblaka	Prošlo vrijeme
		Podaci o talasima	Visina padavina	

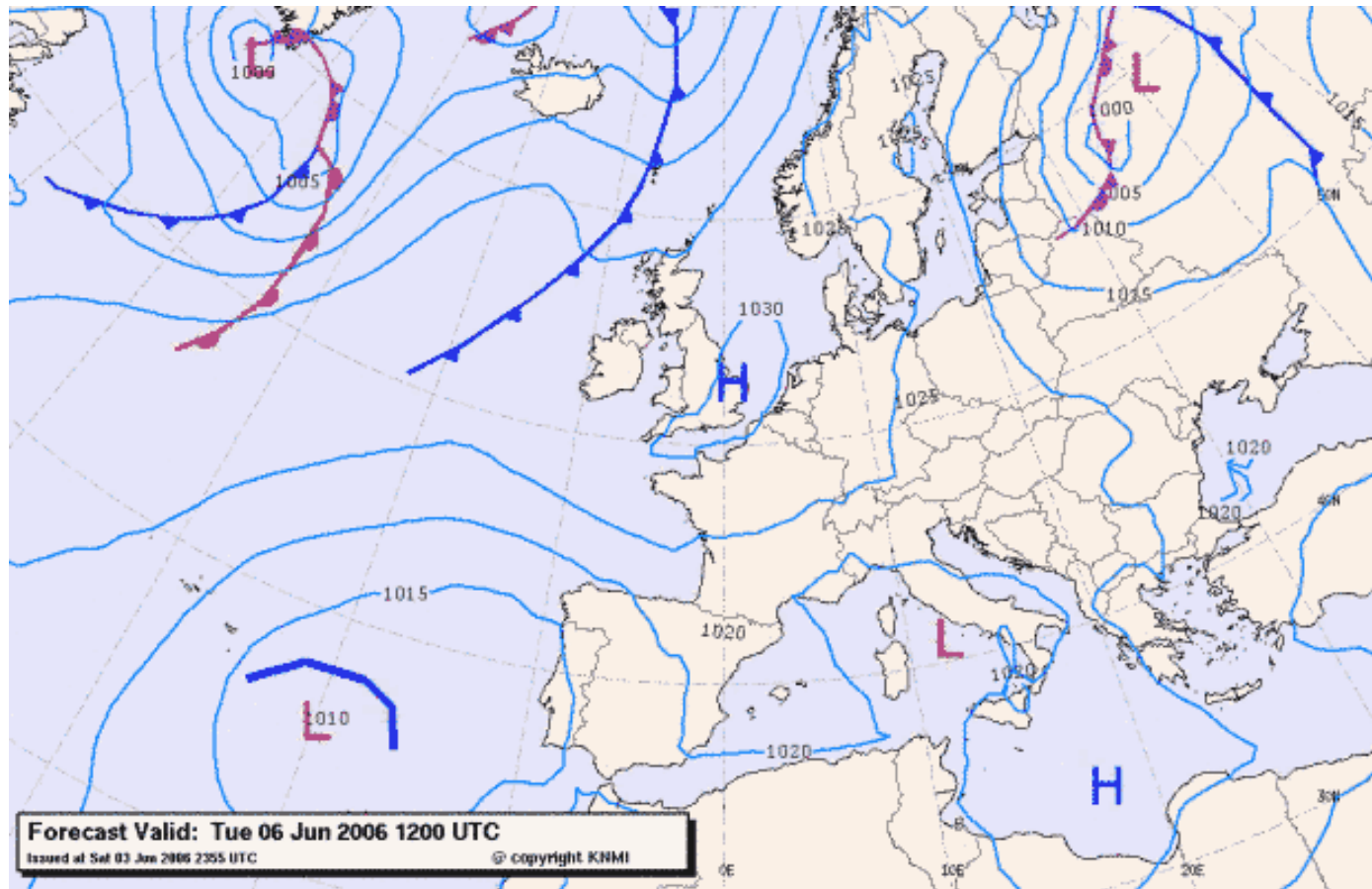
**Prizemna sinoptička karta nad Evropom. Karta je rezultat analize osmotrenih i izmjerenih podataka, a opisuje postojeće stanje atmosfere u prizemlju u analiziranom trenutku vremena (12.jun 2000. godina u 12 UTC)**



DBurić

**Danas se unošenje podataka na kartu i izvlačenje izolinija vrši uz pomoć računara**

**Sinoptička situacija u Europi 6.6.2006. u 14h SEV (12h po svjetskom vremenu (SV) ili UTČ)**



Sinoptičke karte se najčešće koriste u prognozi vremena. Da bi se moglo predvidjeti vrijeme u budućnosti, potrebna je analiza, ili tačnije, dijagnoza vremena u datom momentu. Cilj sinoptičke analize je da se na osnovu raspodjele meteoroloških elemenata u atmosferi utvrde položaj, osobine i pravac kretanja vazdušnih masa i frontova, raspored ciklona i anticiklona. Ta analiza se vrši pomoću izolinija, frontova i drugih simbola, kao i boja, koji se koriste jedinstveno (jednoobrazno) u cijelom svijetu.

## Prognoza vremena

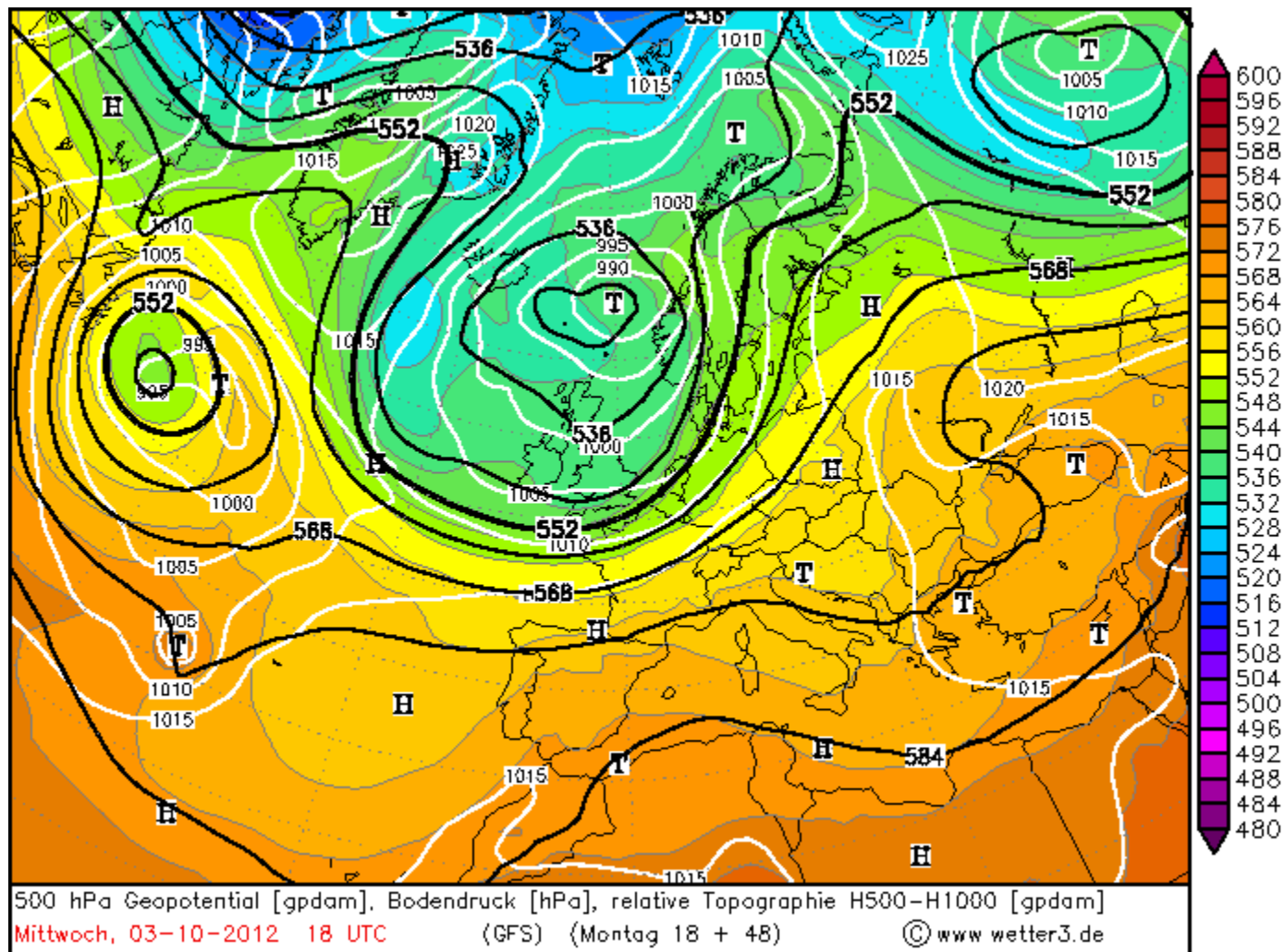
Na osnovu analize stanja atmosfere u datom momentu pristupa se prognozi vremena u budućnosti. Najveći problem kod prognoze vremena je predvidjeti promjenu vremena, odnosno utvrditi vrijeme (momenat) nastupanja promjene vremena, mjesta gdje će se dogoditi i u čemu će se sastojati te promjene.

Prema dužini prognostičkog perioda prognoza vremena se može podijeliti na: vrlo kratkoročnu (do 12 sati), kratkoročnu (do tri dana unaprijed), srednjoročnu (do deset dana unaprijed) i dugoročnu (duže od deset dana) prognozu. Obično se rade kratkoročne i prognoze vremena do 5 dana. Za potrebe pomorstva, vazduhoplovstva, vodoprivrede itd., rade se prognoze specijane namjene, koje su prilagođene za praktičnu primjenu u tim djelatnostima.

Za sastavljanje prognoze vremena koriste se ručunske (matematičke) metode. Na bazi trenutnog stanja vremena (polazni uslovi), sistemom jednačina proračunavaju se meteorološki parametri za određeno vrijeme unaprijed za svaku tačku u datoj oblasti. Kao polazni uslovi uzimaju se: vazdušni pritisak, temperatura, gustina vazduha, parametri vjetra itd. Danas se numeričko modeliranje vrši pomoću posebnih kompjuterskih programa. Numerička prognoza vremena kreće sa stanovišta da se trenutno vremensko stanje i razvoj procesa mogu predstaviti matematičkim formulacijama fizičkih zakona. Odnosno, koristi se sistem parcijalnih nelinearnih diferencijalnih jednačina. Počevši od trenutnog stanja rješava se sistem jednačina za svaku tačku u određenoj oblasti i za svaki korak u vremenu. Pri tome, koriste se globalni modeli koji pokrivaju cijelu planetu i regionalni koji pokrivaju ograničenu oblast. Za manje ograničene oblasti koriste se modeli finije rezolucije (krupnije razmjere) sa gušćom mrežom tačaka u kojim se vrši računanje. Modeli fine rezolucije početne uslove uzimaju iz globalnih modela koji imaju znatno grublju rezoluciju. U HMZ Crne Gore su u operativnoj upotrebi Eta, WRF i NMM model (modeli fine rezolucije). Nestovanjem (ugnježdivanjem modela u model) dolazi se do veoma fine horizontale i vertikalne rezolucije, a kao rezultat dobija prognostički materijal visoke preciznosti. Kao početni i bočni uslovi koriste se podaci AVN GFS globalnog modela iz Washingtona (USA) i Evropskog centra za srednjoročnu prognozu vremena, ECMWF iz Redinga (UK).

Kada je prognoza vremena u pitanju, treba uvijek imati na umu da još uvijek postoji dosta nepoznanica, jer atmosfera nije u tolikoj mjeri izučena da se mogu uočiti i prognozirati svi procesi, zato su greške neizbježne. To znači da svaka prognoza nosi određeni rizik, a posebno je ta pouzdanost smanjena kada se radi o dugoročnim prognozama

Prognostička karta – struktura atmosfere na nivou mora i 500-milibarskoj površi (AT 500 hPa)

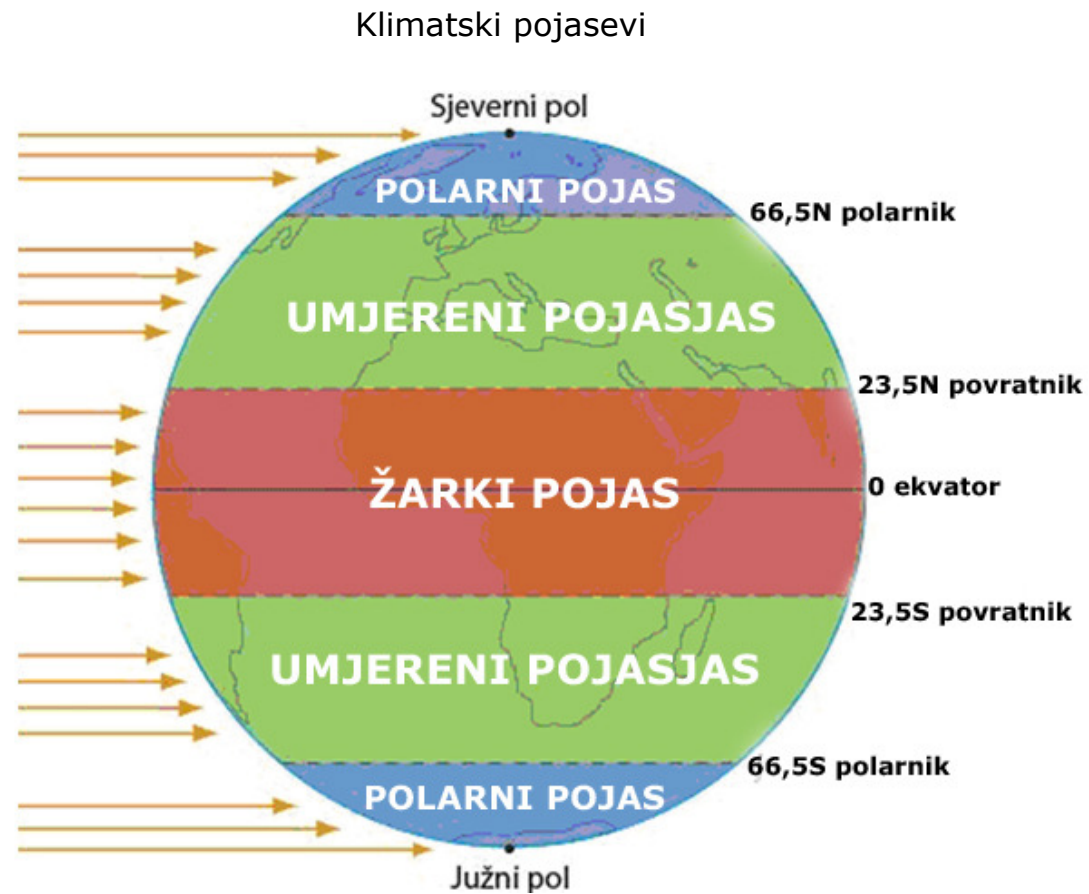


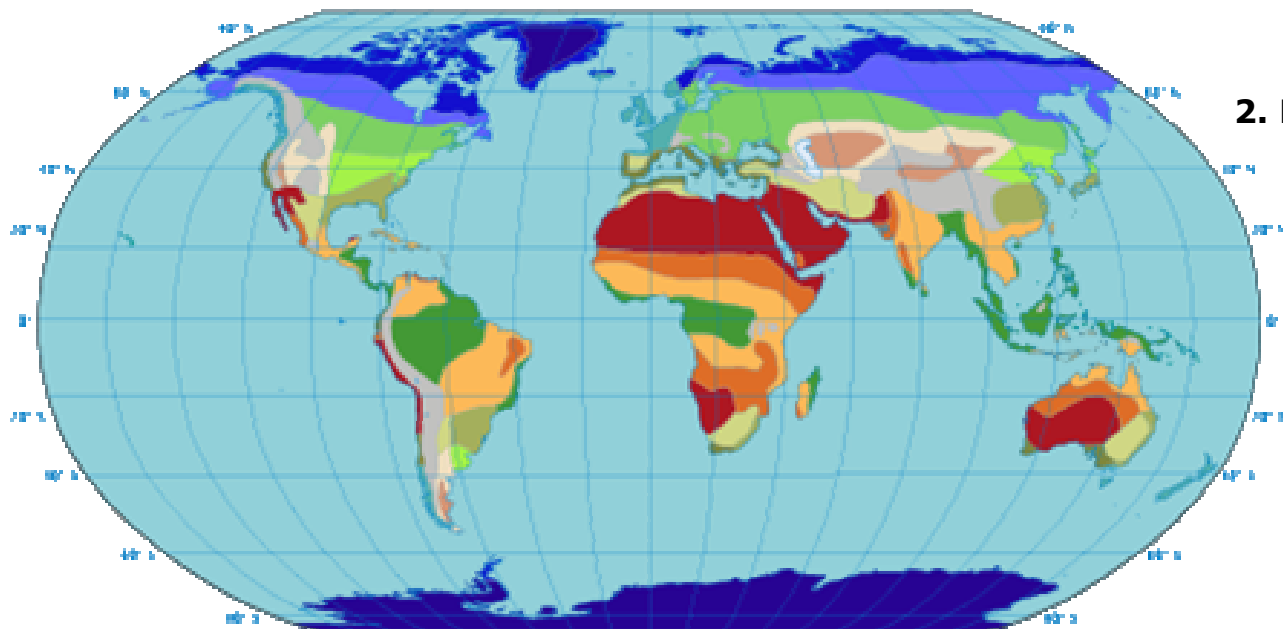
## KOMPLEKSNE KLIMATSKE ANALIZE

Kompleksne klimatske analize podrazumijevaju klasifikaciju klima (klimatsko rejoniranje), analizu klime na osnovu klimadijagrama, klimatskih razglednica, klimatskih profila, fitofenoloških karata, klimatskih indeksa itd.

### KLASIFIKACIJA KLIMA

#### 1. Solarna klima





## 2. Fizička ili realna (stvarna) klima -klimati i tipovi klime-

### Tropske klime

- Tropska kišna klima
- Savana klima
- Saharna klima (stepe)
- Aridna klima (pustanje)

### Subtropske klime

- Mediteranska (seva) klima
- Vlača subtropska
- Suv a subtropska

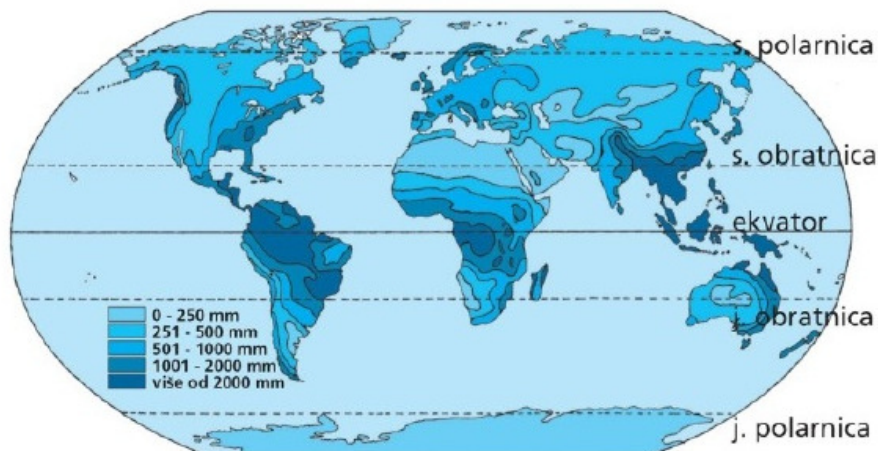
### Umerene klime

- Vlača kontinentalna (seva) klima
- Vlača kontinentalna (seva) klima
- Klima tajge
- Suv kontinentalna (seva) klima
- Suv kontinentalna (seva) klima
- Kišna (seva) klima
- Kišna (seva) klima

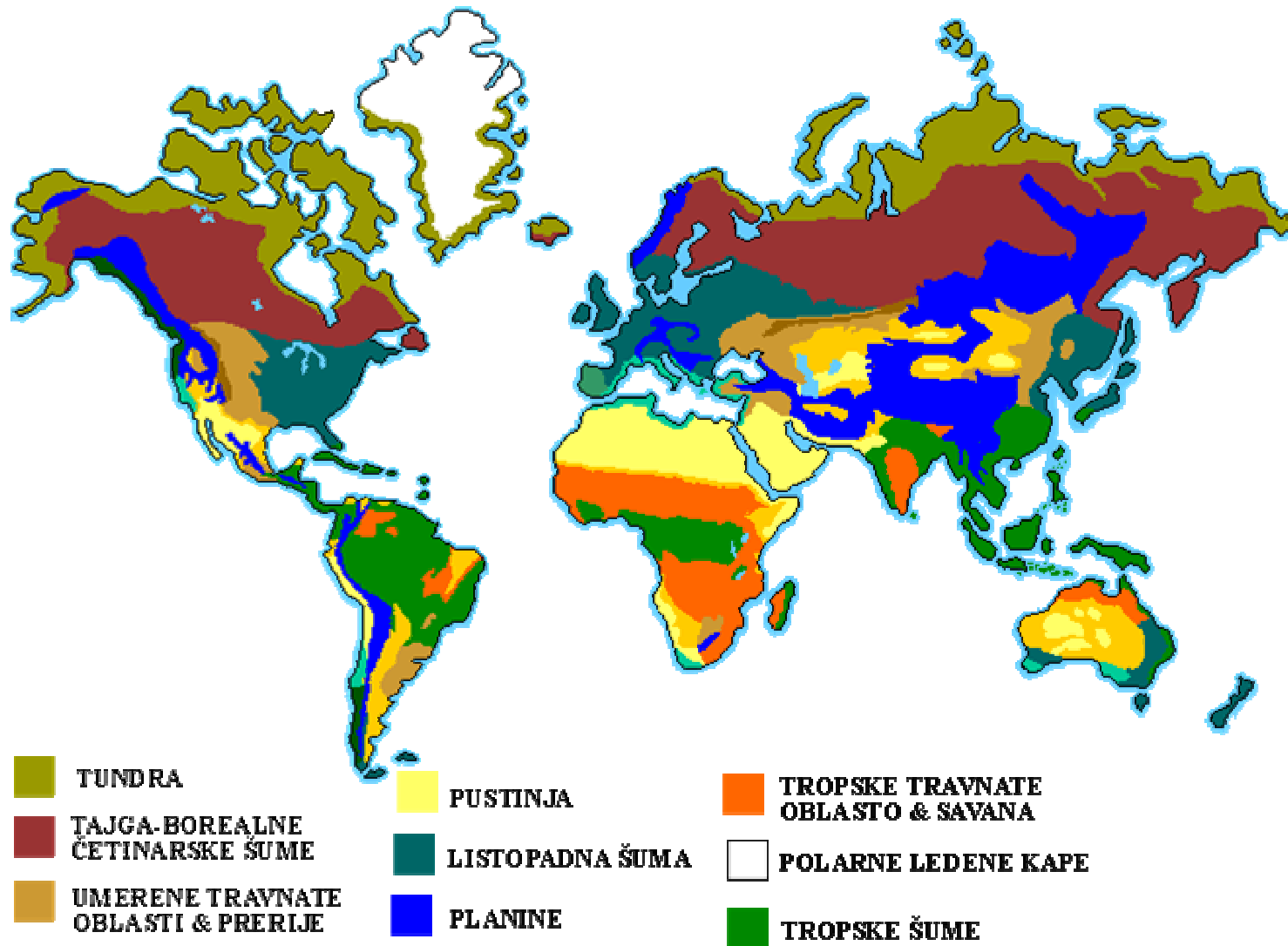
### Hladne klime

- Klima tundre
- Klima vešnog leda i hladnoće
- Planinska klima

## RASPORED PADAVINA NA ZEMLJI



## KLIMA I VEGETACIJA





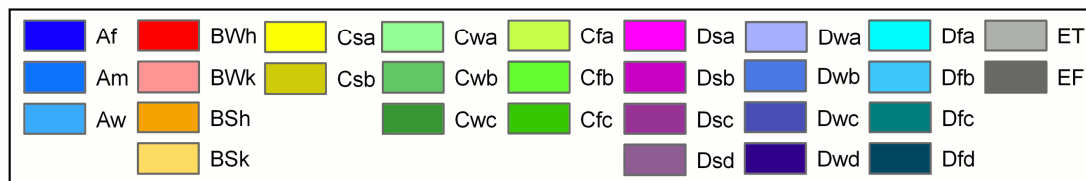
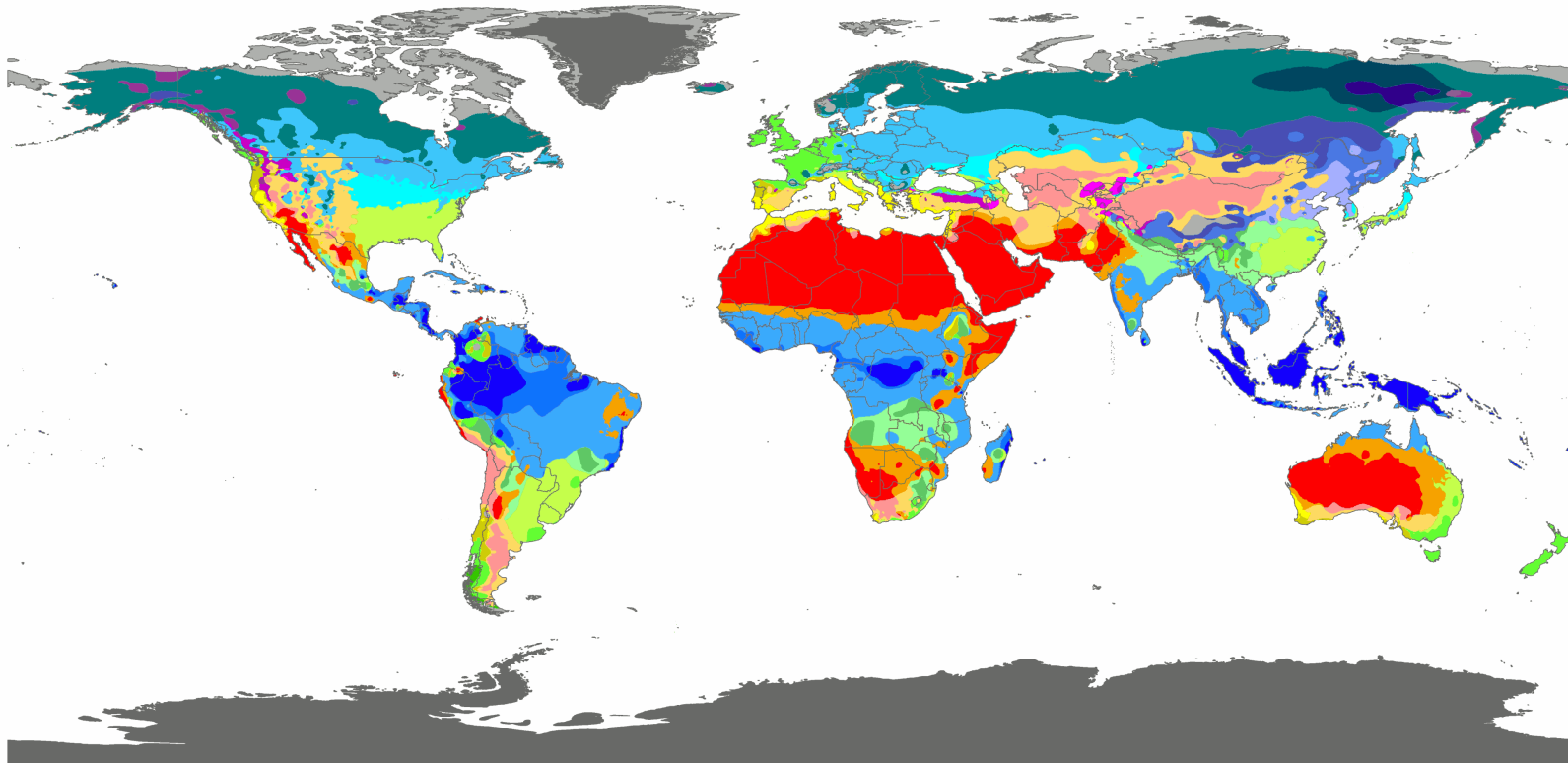
## Kepenova klasifikacija klima

Osnovni cilj svih klimatskih proučavanja je da se, na osnovu uzroka nastanka godišnjeg toka klimatskih elemenata, njihovih ekstremnih vrijednosti i specifičnih klimatskih pokazatelja, klima nekog mjesta ili teritorije što vjernije prikaže, odnosno opiše. Često se pri tom ide u preveliku opširnost i komplikovanost. Da bi se to pojednostavilo, klima može da se prikaže tzv. klimatskom formulom, koju je u literaturu uveo njemački klimatolog V. Kepen. Gotovo sve razvijenije zemlje za didaktičke potrebe primjenjuju Kepenov sistem, koji se danas najviše koristi u svijetu. Kepenevi kriterijumi su egzaktni, jednostavni i lako razumljivi. Karakteristične vrijednosti temperature i padavina, koje se uzimaju kao granične između klimatskih tipova, određene su prema efektivnim uticajima u biljnom, životinjskom i svijetu čovjeka. Tako na primjer, kada je  $t_{\min} > 18^{\circ}\text{C}$  to označava približnu granicu tropskog bilja. Ukoliko je  $t_{\min} < -3^{\circ}\text{C}$ , stvoreni su uslovi za trajni sniježni pokrivač zimi. Ili, ako je  $0^{\circ}\text{C} < t_{\max} < 10^{\circ}\text{C}$  to odgovara granicama tundra, a  $t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$  označava granicu vječitog leda, itd. Sve klime na Zemlji Kepen je svrstao u tri nivoa - klimate, tipove i podtipove. Klimate je odredio na osnovu vrijednosti određenih srednjih temperatura vazduha. Sve klime na svijetu Kepen je grupisao u pet klimata ili razreda. Oni se označavaju velikim slovima latinice - A, B, C, D i E. Tako su npr. u B klimatu sistematizovane suve klime, u C razredu su grupisane umjereno tople kišne klime itd. Klimatske tipove, kao nižu klimatsku kategoriju, odredio je na osnovu režima padavina, a podtipove prema režimu temperature. Klimatski podtipovi se označavaju malim, a tipovi i velikim slovima latinice. Pri određivanju klimatske formule za neko mjesto, prvo se određuje razred, zatim tip i na kraju podtip (treće slovo) klime. Po Kepenovom sistemu klasifikacije postoji 12 različitih klimatskih tipova (po dva ili tri tipa u svakom klimatu):  $3(A)+2(B)+3(C)+2(D)+2(E)$ . Nazivi klimatskih tipova su sledeći:

<b>Af</b> - prašumska klima,	<b>Cs</b> - sredozemna (mediteranska) klima,
<b>Aw</b> - savanska klima,	<b>Cw</b> - umjereno topla kišna (sinajska) klima,
<b>Am</b> - monsunaska klima,	<b>Df</b> - vlažna borealna (sniježno-šumska) klima,
<b>BW</b> - pustinjska klima,	<b>Dw</b> - borealna klima sa suvom zimom,
<b>BS</b> - stepaska klima,	<b>ET</b> - klima tundre,
<b>Cf</b> - umjereno topla i vlažna klima,	<b>EF</b> - klima vječitog leda.

# World map of Köppen-Geiger climate classification

## Kepenova klasifikacija klima



**DATA SOURCE** : GHCN v2.0 station data  
Temperature (N = 4,844) and  
Precipitation (N = 12,396)

**PERIOD OF RECORD** : All available

**MIN LENGTH** : ≥30 for each month.

**RESOLUTION** : 0.1 degree lat/long

**Contact** : Murray C. Peel (mpeel@unimelb.edu.au) for further information

### Kepenova klasifikacija klima

DBurić

KLIMAT (RAZRED)	A	B	C	D	E
KLIMATSKI TIP	f,m,w	W,S	w,f,s		T,F
KLIMATSKI PODTIP		h,k	a,b,c,d		

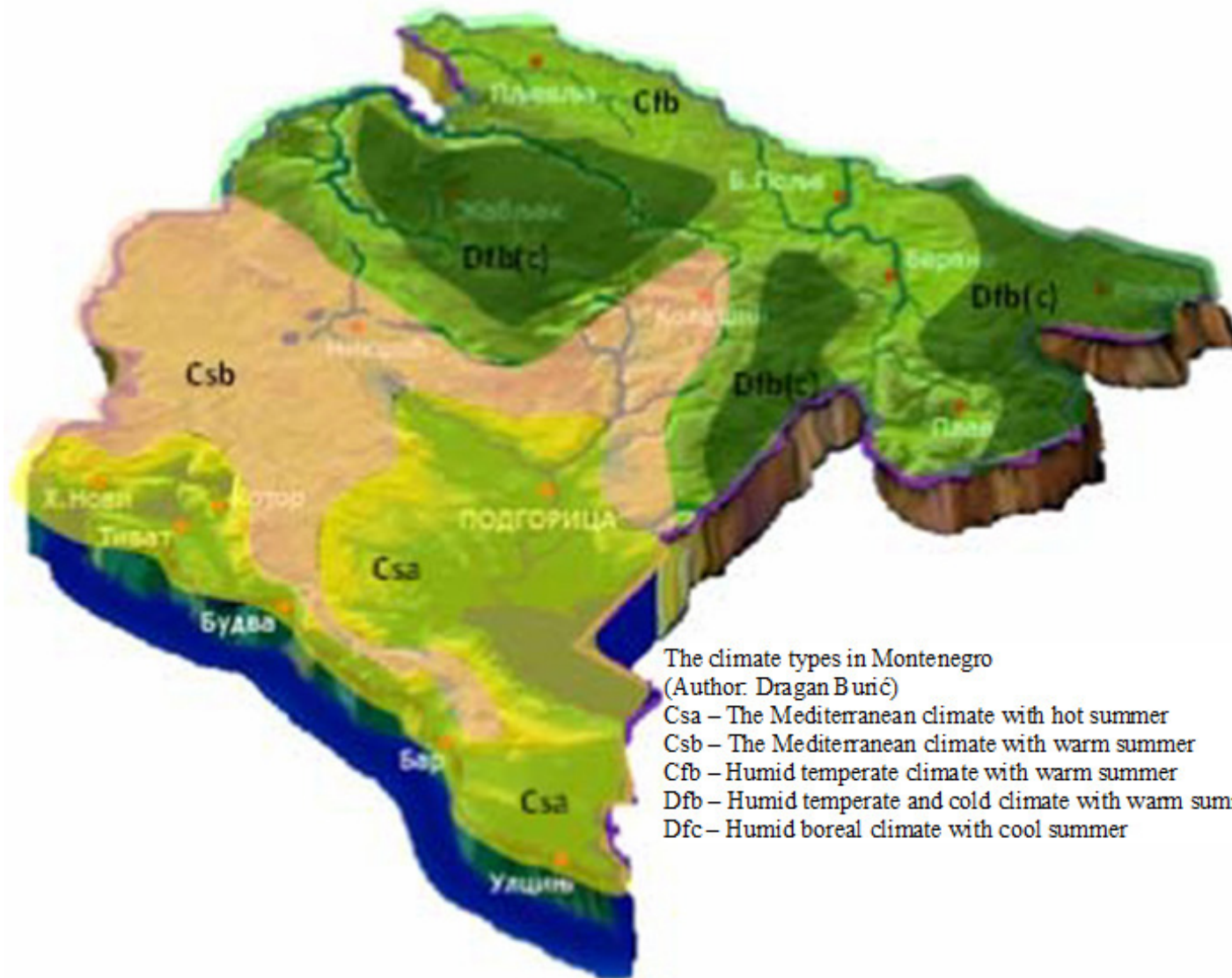
### **KEPENOVA KLASIFIKACIJA KLIMATA U CRNOJ GORI PO D. BURIĆU**

Na osnovu podataka referentnog klimatskog perioda, 1961-1990. godina, u Crnoj Gori su zastupljeni umjereno topli (C) i umjereno hladni (D) klimat. Umjereno topli klimat rasprostranjen je u nižim, dok je u višim planinskim predjelima u unutrašnjosti zemlje, uglavnom iznad 1000 mnm, zastupljen D klimat (tabl. 1.1.1 i karta 1.1.1).

*Tabela 1.1.1. Kepenov sistem u Crnoj Gori (po D. Buriću)*

Klimatski razred (klimat)	Klimatski tip	Klimatski podtip	Naziv
C	Cs	Csa	sredozemna klima s vrućim ljetom
		Cs/ s''/b	prelazna varijanta etezijske klime s toplim ljetom
D	Cf	Cfb	umjereno topla i vlažna klima s toplim ljetom
	Df	Dfb	umjereno hladna i vlažna klima s toplim ljetom
		Dfc	vlažna borealna klima sa svježim ljetom

Prvi klimat (C) se javlja sa dva tipa, Cs i Cf. U okviru sredozemne ili tzv. etezijske klime (Cs) izdvajaju se dva podtipa, Csa i Csb. Umjereno topli i vlažni klimatski tip (Cf) je zastupljen sa jednim podtipom – Cfb. Drugi klimat (D) se javlja u visočijim predjelima, i to sa Df tipom i dva podtipa, Dfb (na visinama uglavnom do 1500 mnm) i Dfc (na visinama uglavnom iznad 1500 mnm). Dakle, po Kepenovim kriterijumima u Crnoj Gori su zastupljena tri klimatska tipa, odnosno pet podtipova.



The climate types in Montenegro  
 (Author: Dragan Burić)  
 Csa – The Mediterranean climate with hot summer  
 Csb – The Mediterranean climate with warm summer  
 Cfb – Humid temperate climate with warm summer  
 Dfb – Humid temperate and cold climate with warm summer  
 Dfc – Humid boreal climate with cool summer

*Karta 1. Opšta klimatska rejonizacija Crne Gore po kriterijumima V. Köppen-a na osnovu standardnog klimatskog perioda 1961-1990. godina: Cs/s'' - sredozemna klima /prelazna varijanta etezijske klime/; Cf - umjereno topla i vlažna klima; Df - umjereno hladna i vlažna klima;*

Osnovu Kepenove klasifikacije čini, dakle, hidrotermička analiza – analiza količine padavina i temperature vazduha. Tako se, na osnovu godišnjeg toka ova dva klimatska elementa, pojave sušnih i kišnih intervala, graničnih vrijednosti i sl., dobija kombinacija oznaka koje čine klimatsku formulu. Umjesto dugih i zamornih opisivanja klime, jednostavno se napiše niz slovnih oznaka, odnosno iz klimatske formule, znajući značenja upotrijebljenih slova, saznajemo bitne karakteristike podneblja. Kvalitet ove klasifikacije je i u tome što klimatska formula može da se dopunjuje novim oznakama, ako specifičnost klime to dozvoljava.

Radi potpunijeg opisa, izdvojeno je nekoliko varijeteta, odnosno klimatskih formula sa 3-5 slova. Ovo govori da Crna Gora predstavlja pravi "mozaik klima". Značenja upotrijebljenih oznaka detaljnije klimatske rejonizacije Crne Gore data su u tabeli 1.1.2.

#### Kepenova klasifikacija klima

PRVO SLOVO - KLIMAT (RAZRED)	A	B	C	D	E
DRUGO SLOVO - KLIMATSKI TIP	f,m,w	W,S	w,f,s		T,F
TREĆE SLOVO - KLIMATSKI PODTIP		h,k	a,b,c,d		

Tabela Značenja upotrijebljenih slova		
Oznaka	Naziv	Odlike*
C	Umjereno topla klima	$-3^{\circ}\text{C} < T_{\text{srmn}} < 18^{\circ}\text{C}$
D	Umjereno hladna klima	$T_{\text{srmx}} > 10^{\circ}\text{C}; T_{\text{srmn}} < -3^{\circ}\text{C}$
s	Veoma suvo ljeto	$R_{\text{srmx}} > 3R_{\text{srmn}}$
s''	Uglavnom suvo ljeto, sekundarni min. padavina uglavnom u rano proljeće (s'' ≈ f)	$R_{\text{srmx}} < 3R_{\text{srmn}}$ , uglavnom slabo izražen sekundar.min.R
w	Padavinama bogatija ljetnja polovina godine	Manje padavina zimi
f	Vlažna klima	Bez sušnog doba
a	Žarko ljeto	$T_{\text{srmx}} > 22^{\circ}\text{C}$
b	Toplo ljeto	$T_{\text{srmx}} < 22^{\circ}\text{C}; > 4T_{\text{srm}} > 10^{\circ}\text{C}$
c	Svježe ljeto	$T_{\text{srmn}} > -38^{\circ}\text{C}; < 4T_{\text{srm}} > 10^{\circ}\text{C}$
x	Primarni max. padavina početkom ljeta, krajem ljeta znatno vedrije	Sekundarni max. R slabo izražen
x''	Primarni max. padavina u jesen, sekundarni u proljeće	Sekundarni max. R jače izražen

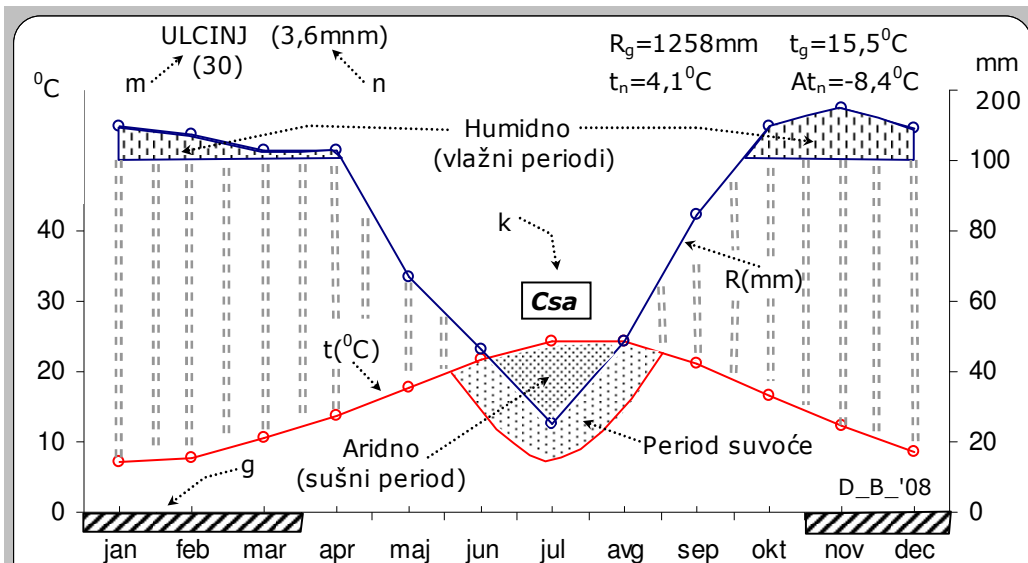
\* $T_{\text{srmn}}(R_{\text{srmn}})$  - Srednja mjesečna temperatura najhladnijeg mjeseca (suma padavina najsuvljeg mjeseca)  
 $T_{\text{srmx}}(R_{\text{srmx}})$  - Srednja mjesečna temperatura najtoplijeg mjeseca (suma padavina najvlažnijeg mjeseca)

Režim i godišnji hod temperature vazduha je na svim stanicama isti. U srednjoj vrijednosti, najtopliji mjesec je jul, a najhladniji januar. Po Keppenovim kriterijumima, oznake za temperaturu mogu biti C ili D, zavisno od vrijednosti januarske, odnosno a, b ili c, zavisno od vrijednosti julske temperature. Kod padavina je situacija drugačija. Ipak, tok i raspored srednjih vrijednosti ova dva klimatska elementa ukazuje da značajan dio Crne Gore pripada submediteraskoj i tipičnoj mediteranskoj zoni mediteranskog klimatskog područja.

### **Osnovne karakteristike klimatskih tipova i podtipova**

Godišnji tok temperature vazduha i padavina (prosječne mjesečne vrijednosti) je, za pojedine meteorološke stanice u Crnoj Gori, prikazan metodom klimadijagrama po H. Valteru (H. Walter). Osnovna specifičnost klimatskog dijagrama po Valteru se ogleda u tome što se krivulje temperature i padavina nalaze u određenom odnosu (1:2, 1:3 i 1:10). Odnos temperature vazduha i količine padavina do 100 mm je 1:2 ( $10^{\circ}\text{C}=20\text{ mm}$ ), a preko 100 mm odnos je 1:10. Ako se pri odnosu 1:2 krive temperature i padavina sijeku, onda se taj period karakteriše kao sušan, a ako se pri odnosu 1:3 krive temperature i padavina sijeku, onda se taj period karakteriše kao period suvoće. Ovakva vrsta hidrotermičkih dijagrama ima veliku praktičnu primjenu. Na ovaj način se sušni i kišni periodi, i uopšte termički i padavinski režim, potpuno jasno ističu. Pri određenom odnosu krivulja, u sušnom periodu godine se kriva padavina spušta ispod temperature – aridnost. U kišnom periodu je kriva padavina iznad temperature. Klimadijagram po Valteru pruža i niz drugih korisnih informacija. Tako je negativna srednja mjesečna minimalna temperatura vazduha, kao nepovoljno doba godine, prikazano na apscisi crnom površinom za dati mjesec. Ukoliko je apsolutni minimum u datom mjesecu ispod  $0^{\circ}\text{C}$ , to je prikazano kosom šrafurom na apscisi.

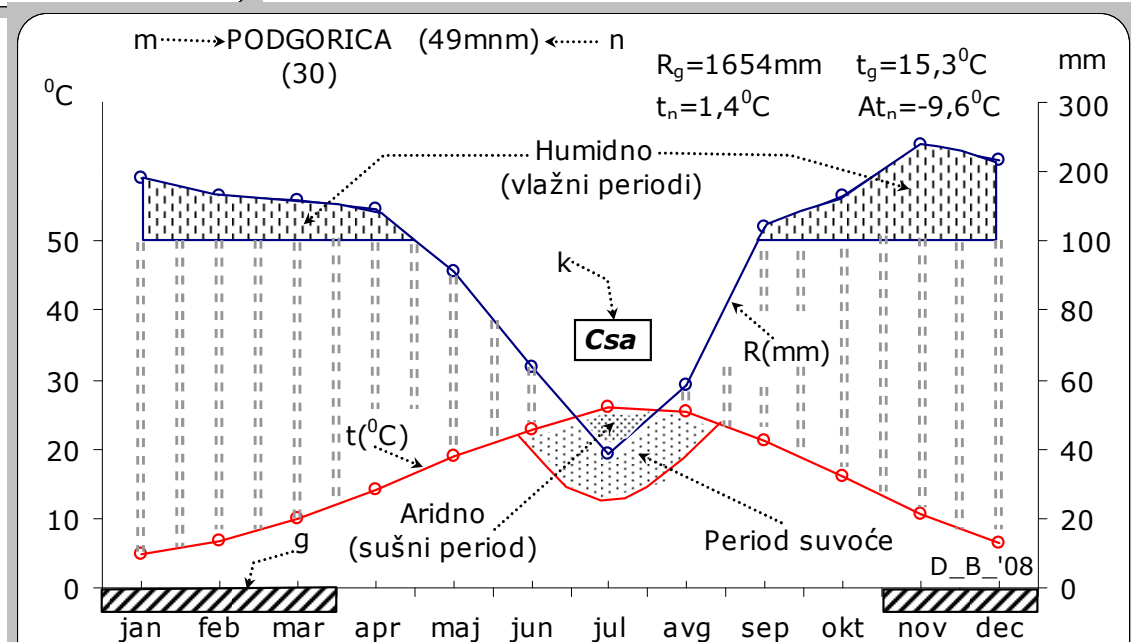
**1. Csa** podtip se karakteriše žarkim, suvim i vedrim ljetom, odnosno blagom i kišovitom zimom - tipična etezijska (sredozemna) klima. Ovaj podtip ima prosječnu temperaturu najhladnijeg mjeseca između  $-3^{\circ}\text{C}$  i  $18^{\circ}\text{C}$  (oznaka C). Ljeto je najsuvlje doba godine (oznaka s), a srednja temperatura najtoplijeg mjeseca je viša od  $22^{\circ}\text{C}$  (oznaka a). U podtipovima Cs tipa klime maksimalna količina padavina javlja se u novembru, a najmanja je u julu – primorje i Zetsko-bjelopavlička ravnica. Treba istaći da se, prije svega u termičkom režimu, klima Podgoričko-skadarske kotline i Bjelopavličke ravnice donekle razlikuje od prave sredozemne klime - ljeta su nešto toplija, a zime malo hladnije u odnosu na podneblje Crnogorskog primorja. Ova posebna varijanta sredozemnog podneblja (Podgorica, Danilovgrad) naziva se submediteranska klima.



Legenda:

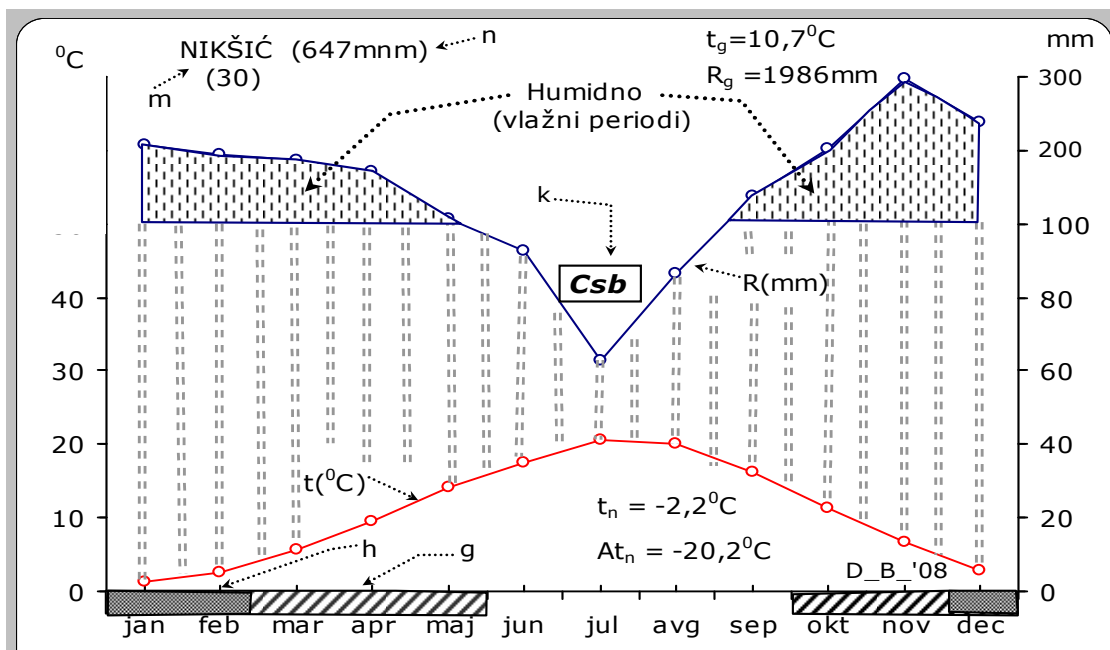
**m** - naziv mjesta (broj ispod imena označava klimatski period -1961/90); **n** - nadmor. visina stanice;  **$t_g$**  - prosječna godišnja temperatura vazduha;  **$R_g$**  - prosječna godišnja suma padavina;  **$t_n$**  - srednja min. tem. najhladnijeg mjeseca;  **$At_n$**  - aps. min. tem. vazduha u kl. periodu; **g** - mjeseci sa aps.min. tem. vazduha ispod  $0^\circ\text{C}$ ; **h** - mjeseci sa negativnom sr.mjes.min.t.;  **$R(\text{mm})$**  - godišnji hod srednjih mj. suma padavina;  **$t(^{\circ}\text{C})$**  - godišnji hod sr. mj. tem. vazduha; **k** - klimatska formula po Kepenu (D. Burić, 2008)

### Klimadijagram po Valteru i Kepenov Csa podtip klime za Ulcinj i Podgoricu



DBurić

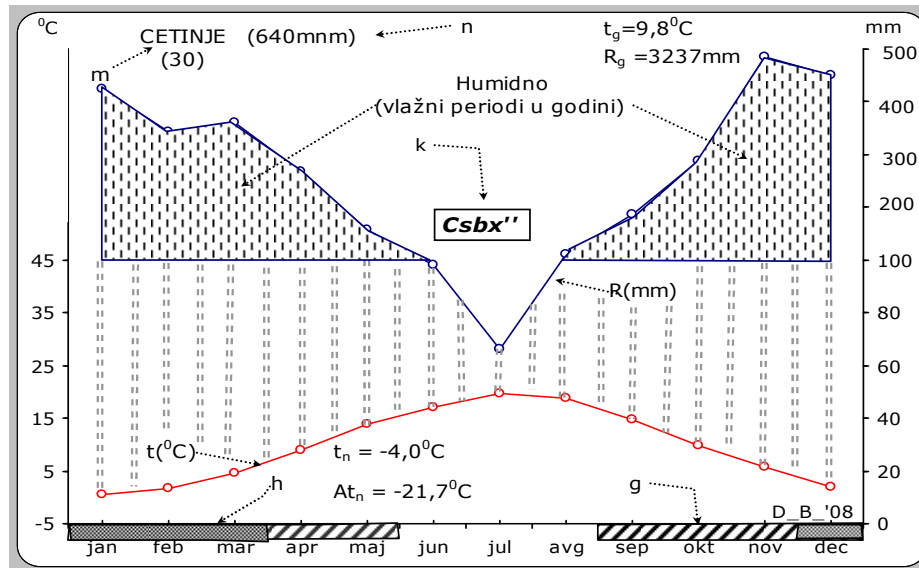
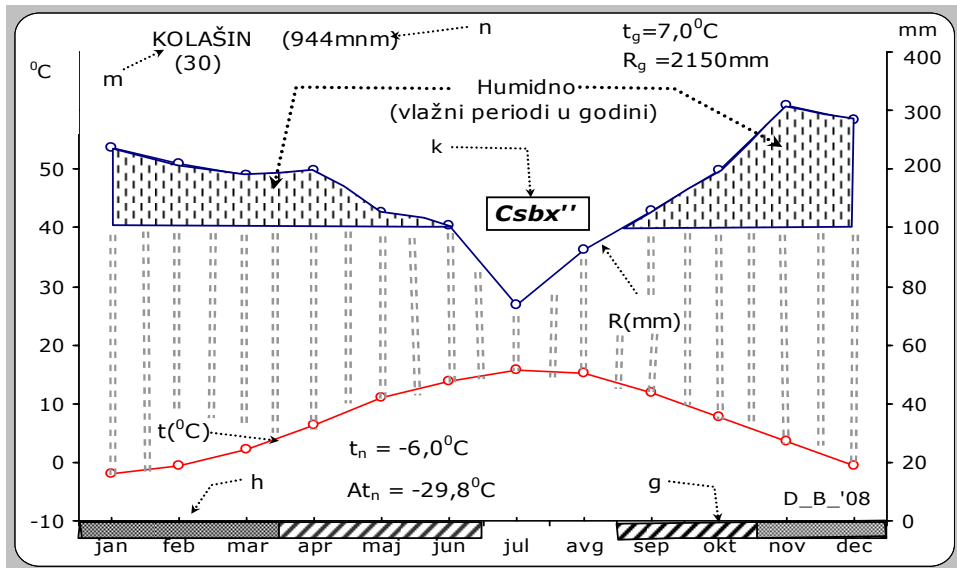
**2. Csb** podtip se razlikuje od prethodnog po tome što ima srednju mjesečnu temperaturu najtoplijeg mjeseca nižu od  $22^{\circ}\text{C}$  (oznaka b). U mjestima koja imaju ovaj podtip, vrijednosti mjesečne temperature su preko cijele godine niže u odnosu na prethodni podtip. Dakle, ljeta su nešto svježija, a zime hladnije. Uzrok tome je udaljenost od mora i reljefne karakteristike, prije svega vaća nadmorska visina – Nikšić, Grahovo.



**Klimadijagram po Valteru i Keppenov Csb podtip klime za Nikšić  
(oznake su iste samo je dodato h - mjeseci sa negativnom sr. mj.min. tem.)**

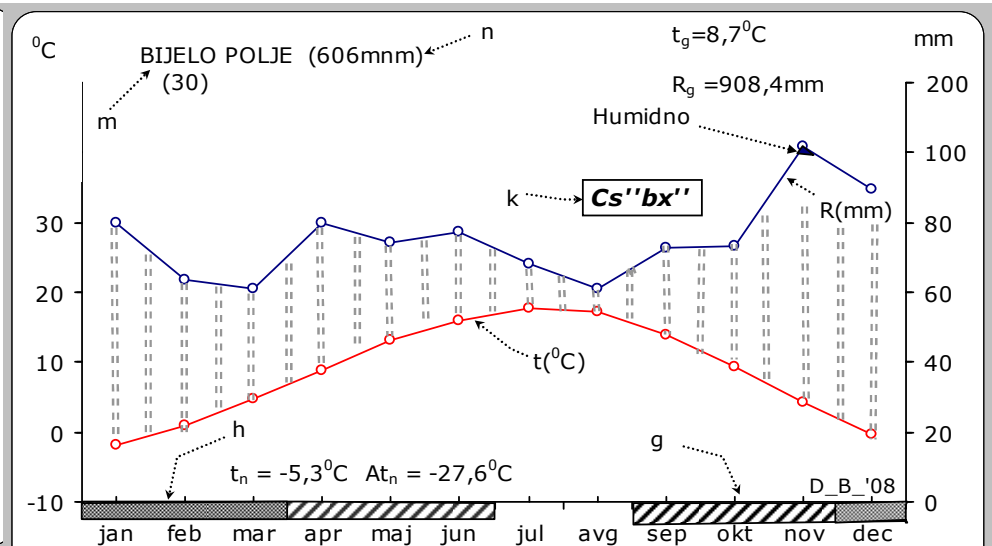
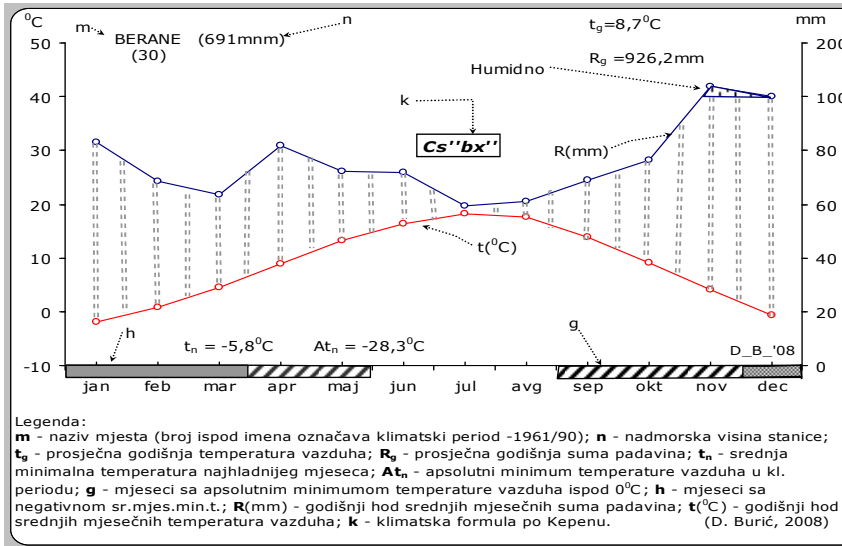


**3.  $Csbx''$**  podtip je takođe prelazna varijanta etezijske klime, koji se razlikuje od prethodnih po tome što se pored primarnog javlja i sekundarni ( $x''$ ), uglavnom jasnije izražen, maksimum padavina. U  $Csa$  i  $Csb$  podtipovima postoji po jedan, veoma izrazit, maksimum i minimum padavinama. Kod ovog podtipa se mjesečne sume padavina smanjuju od novembra (primarni max) do početka proljeća, kada se javlja sekundarni maksimum (u martu ili aprilu) – Cetinje, Crkvice, Krstac, Kolašin.



**Klimadijagram po Valteru i Kepenov  $Csbx''$  podtip klime za Kolašin i Cetinje**

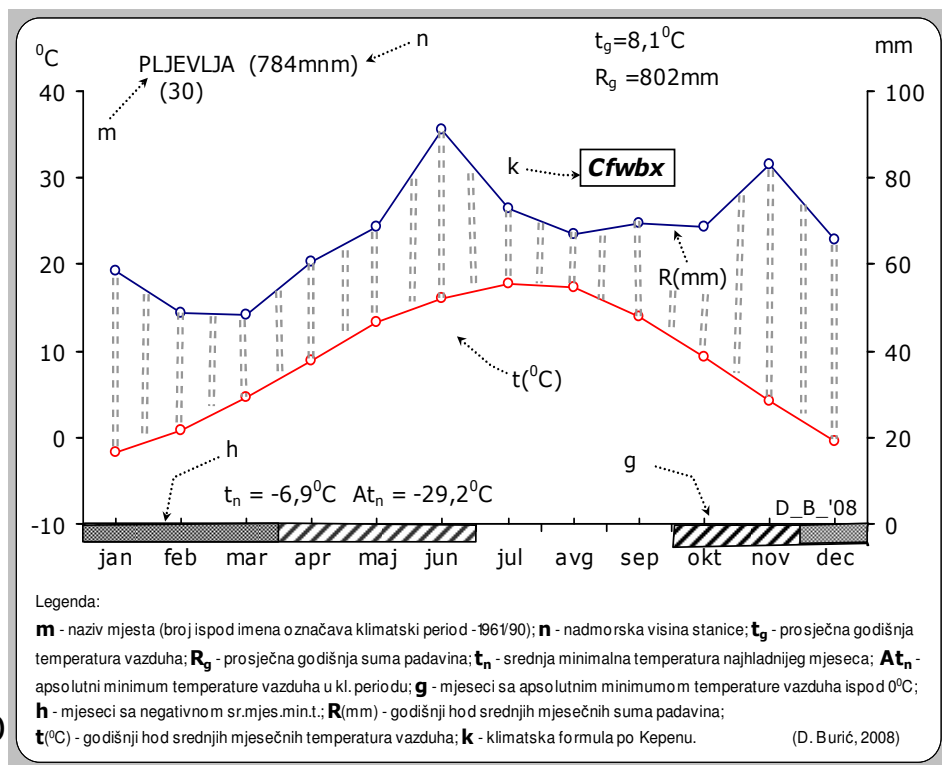
**4. Cs''bx''** – prelazna varijanta etezijske klime, veoma slična prethodnoj. Izdvojena je kao posebna zbog visine i odnosa u količini padavina između najvlažnijeg i najsuvljeg mjeseca. U mjestima koja imaju ovaj podtip godišnja suma padavina je manja u odnosu na prethodne podtipove Cs klime (oko 1:2). Osim toga, odnos između najsuvljeg i najvlažnijeg mjeseca stoji u razmjeri manjoj od 1:3, uglavnom oko 1:2 (oznaka s''). Kod prethodnih podtipova su padavine u najvlažnijem jesenjem mjesecu tri i više puta veće od akumuliranih padavina u najsuvljem ljetnjem mjesecu (oznaka s). Dakle, kod ovog podtipa klime jača uticaj kontinentalnosti na režim padavina – Berane, B.Polje, Plav.



**Klimadijagram po Valteru i Kepenov Cs''bx'' podtip klime za Berane i B.Polje**

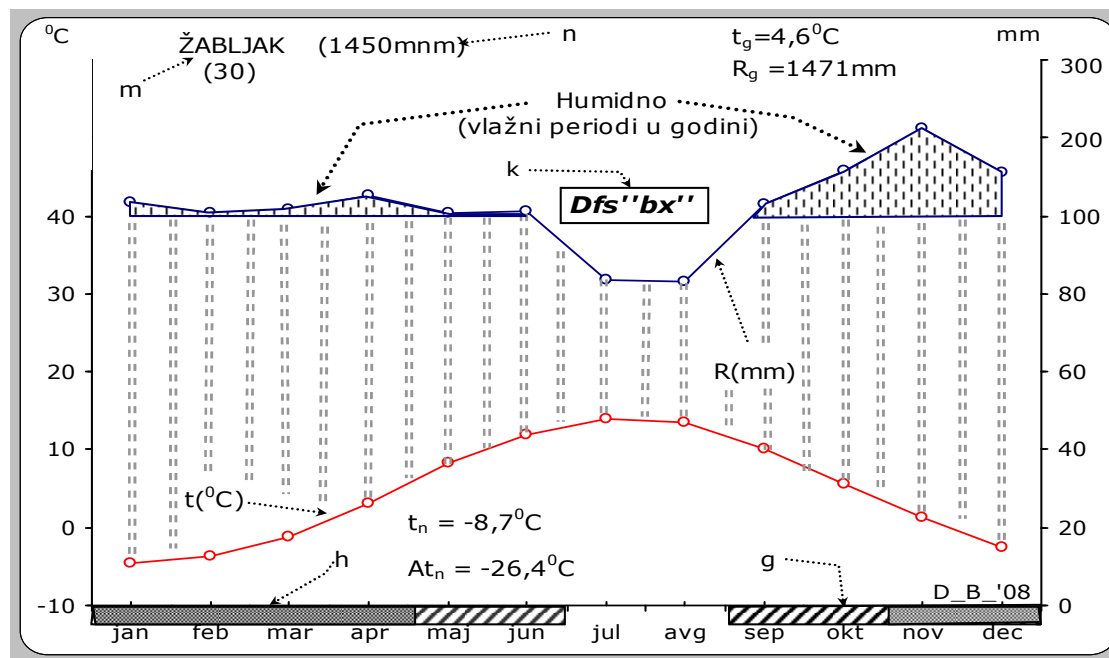
**5. Cfbwx** podtip je varijanta umjereno toplog i vlažnog klimata. Godišnja suma padavina je prilično ravnomjerno raspoređena na sve mjesece – oznaka f. Ipak, ljetnja polovina godine je bogatija padavinama, odnosno zimska suma padavina je nešto manja od ljetnje (oznaka w). Maksimalna količina padavina se javlja u rano ljeto - primarni junski maksimum (oznaka x), a minimalna krajem zime ili početkom proljeća (mart). Ovo je odlika kontinentalnog pluviometrijskog režima. Karakteristika kontinentalnog podneblja ogleda se i u godišnjoj sumi padavina. Mjesta u Crnoj Gori koja imaju odlike ovog podtipa klime (sa oznakom w - Pljevlja, Rožaje) dobijaju najmanje padavina u prosječnoj godini – oko 850 lit/m<sup>2</sup>/god.

Uticaj kontinentalnosti i nadmorske visine na klimatske karakteristike, posebno na režim padavina, odlično pokazuje Valterov dijagram. Naime, kao rezultat jačanja ovih uticaja nestaju sušni periodi (Cetinje, Nikšić, Kolašin, Berane, B.Polje, Plav, Rožaje). Sjevernije od pomenute uslovne linije (vidi kartu 1.2) do izražaja dolaze kontinentalne odlike klime. Valterov dijagram, takođe, odlično pokazuje izčezavanje i humidnih perioda (rezultat jačanja uticaja kontinentalnosti - Pljevlja, Rožaje), kao i ravnomjernost padavina u prosječnoj godini (manja amplituda krive padavina). Tipičan predstavnik Cfbwx podtipa klime su Pljevlja sa okolinom.



**Klimadijagram po Valteru i Kepenov Cfbwx podtip za Pljevlja**

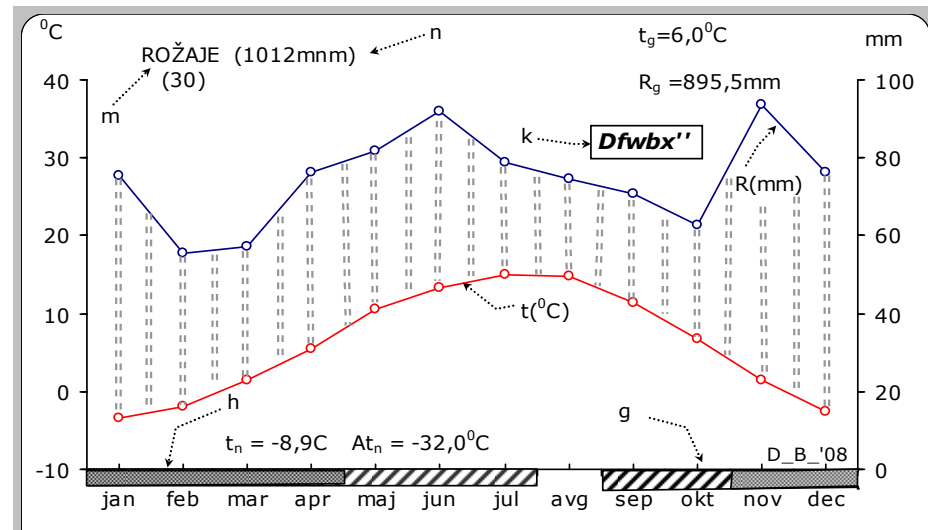
**6. *Dfs''bx''* i *Dfs''cx''*** podtipovi zastupljeni su u planinskim predjelima kontinentalne Crne Gore, uglavnom iznad 1000 mnm. Ovi podtipovi imaju temperaturu vazduha najhladnijeg mjeseca ispod  $-3^{\circ}\text{C}$ , a najtoplijeg iznad  $10^{\circ}\text{C}$  (oznaka D). To je umjereno hladna ili tzv. borealna ili sniježno-šumska i stalno vlažna klima (f). To potvrđuje i Valterov klimadijagram (nema aridnog perioda). Ipak, ljetnja suma padavina je manja od zimske (oznaka s''). Primarni uticaj na pojavu vlažnih perioda u godini (januar-jun i septembar-decembar) ima nadmorska visina. Zime su hladne i sniježne. Do oko 1500 mnm prosječna temperatura vazduha najtoplijeg mjeseca je niža od  $22^{\circ}\text{C}$  (oko  $14-15^{\circ}\text{C}$ ), ali četiri i više mjeseci u prosečnoj godini imaju temperaturu višu od  $10^{\circ}\text{C}$  (oznaka b). Na visinama iznad 1500 mnm ljeta su svježija, odnosno manje od 4 mjeseca u toku godine imaju prosječnu temperaturu višu od  $10^{\circ}\text{C}$  (oznaka c). Primarni maksimum padavina je u jesen, a sekundarni u proljeće (oznaka x'') – Žabljak.



**Klimadijagram po Valteru i Kepenov *Dfs''bx''* podtip za Žabljak**

**7. Dfwbx'' i Dfwcx''** podtipovi se razlikuje od prethodna dva (Dfs''bx'' i Dfs''cx'') samo po tome što je toplija polovina godine bogatija padavinama, odnosno zimska suma padavina je nešto manja od ljetnje (oznaka w). Međutim, primarni ekstremi padavina su u kasnu jesen i zimu (primarni max. u novembru, a min. u februaru – oznaka x''). Sekundarni maksimum padavina je neznatno manji od primarnog i javlja se krajem proljeća ili u rano ljeto (jun). Klimadijagram po Valteru pokazuje veliku sličnost u režimu padavina (svakako i temperature) Rožaja i Pljevalja, odnosno izražen uticaj kontinentalnosti. Razumije se, u termičkom smislu su, zbog uticaja nadmorske visine, Rožaje hladnije od Pljevalja – u prosjeku za oko 2<sup>0</sup>C. Tipičan predstavnik Dfwbx'' podtipa klime su Rožaje.

**Klimadijagram po Valteru i Kepenov Dfwbx'' za Rožaje**



Po uobičajenim klimatskim rejonizacijama u Crnoj Gori se izdvaja nekoliko klima: mediteranska, submediteranska, varijante umjereno-kontinentalne, kontinentalne i planinske klime. Kepenova klasifikacija se donekle razlikuje od uobičajenog klimatskog zoniranja. Po Kepenovim principima, Crnogorsko primorje se odlikuje sa izrazitim mediteranskim klimatskim karakteristikama. Zetsko-bjelopavlička kotlina p pri odnosu 1:2 krive temperature i padavina sijeku, onda se taj period karakteriše kao sušan, ripada submediteranskoj klimatskoj zoni. Jadransko-sredozemni i submediteranski klimatski areali pripadaju tipičnom sredozemnom klimatskom području (Csa), koga karakterišu veoma topla, čak i žarka, duga i suva ljeta i blage i kišovite zime. U prosječnoj godini, Podgorica je grad sa najvišom srednjom julskom temperaturom (26,0<sup>0</sup>C) i najvećim brojem tropskih dana (67,4 dana) u Crnoj Gori i današnjim državama bivše Jugoslavije. U ostalim predjelima mediteranskog pluviometrijskog režima, do oko 1000 mm, idući ka sjeveru i sjeveroistoku zemlje, varijante mediteranske klime prelaze u varijante umjereno tople i vlažne klime. (Csb,Csbx'',Cs''bx''). Kraška polja i kotline u unutrašnjosti zemlje imaju oštriju klimu. Ljeta su umjereno topla, a zime hladne. Temperaturne inverzije ("jezero" hladnog vazduha) se zimi javljaju u kotlinama Čehotine, Limske doline, Tare, Pive i kraškim poljima – Cetinjsko, Nikšićko. Dnevne i godišnje amplitude temperature su velike. Krajnji sjever i sjeveroistok zemlje dobija najmanje padavina u prosječnoj godini, ali su zato najpravnomjernije raspoređene po mjesecima. Tipična umjereno topla i vlažna klima karakteriše Pljevaljsku kotlinu (Cfwbx). U višim planinskim predjelima kontinentalne Crne Gore, uglavnom iznad 1000 mm, klima je sve oštrija. To su varijante umjereno hladne klime - Dfs''bx'', Dfs''cx'', Dfwbx'', Dfwcx''. Ljeto na planinama traje kratko i ono je pro hladno, a zime se hladne, sniježne i duge.

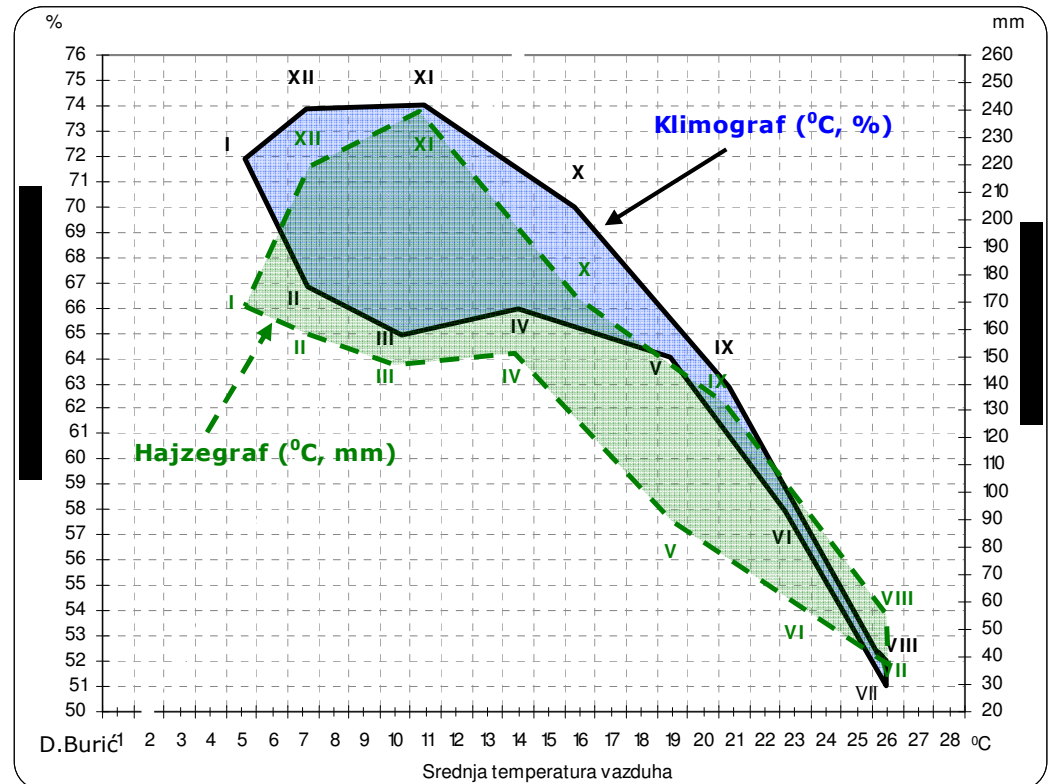
## Klimadijagrami ili klimagrami

Promjene osnovnih klimatoloških elemenata, odnosno međusobna zavisnost temperature vazduha, relativne vlažnosti i padavina, uglavnom se prikazuje pomoću klimadijagrama. Već je bilo riječi o tipu ovih dijagrama po Valteru, a ovdje će se pomenuti još dva: klimograf i hajzegraf. Primjer je dat za Podgoricu.

**Klimograf** je grafički prikaz odnosa temperature vazduha i reletivne vlažnosti. Na apscisi su date srednje mjesečne temperature, a na lijevoj ordinati srednje mjesečne vrijednosti relativne vlažnosti vazduha. Na osnovu oblika klimografa (puna linija na graf. 19) može se konstatovati da je od januara do jula i od avgusta do decembra manje izdužen s lijeva na desno, nego u vertikalnom pravcu. To znači da je u Podgorici, u prosječnoj godini, manje kolebanje temperature vazduha ( $21,0^{\circ}\text{C}$ ) u odnosu na amplitudu relativne vlažnosti ( $23,1\%$ ). Dalje se zaključuje da su u periodu novembar - mart manje promjene kod oba elementa nego u periodu april - oktobar, pri čemu je relativna vlažnost veća u aprilu nego u periodu maj - septembar. Iz oblika klimografa zapaža se da su mjeseci od oktobra do januara znatno vlažniji u odnosu na period februar - maj. Pri tome se naročito ističe novembar u odnosu na mart i decembar u odnosu na februar, iako su temperaturne razlike male, svega  $0,6^{\circ}\text{C}$  i  $-0,2^{\circ}\text{C}$ . Takođe se konstatuje da relativna vlažnost vazduha opada u periodu januar - jul sa porastom temperature, a raste u periodu avgust - decembar sa padom temperature vazduha. Izuzetak je april, u kojem je relativna vlažnost veća za  $1,2\%$  u odnosu na mart.

**Međusobne veze temperature vazduha,  
relativne vlažnosti vazduha i padavina,  
Podgorica (1961-2000)**

DBurić



**Hajzegraf** je grafički prikaz međusobne veze srednjih mjesečnih temperatura vazduha i srednjih mjesečnih visina padavina. Isprekidana linija na grafiku dobijena je, dakle, na osnovu presjeka temperature vazduha (skala za temperaturu je, takođe, na apscisi) i padavina (skala za padavine je na desnoj ordinati).

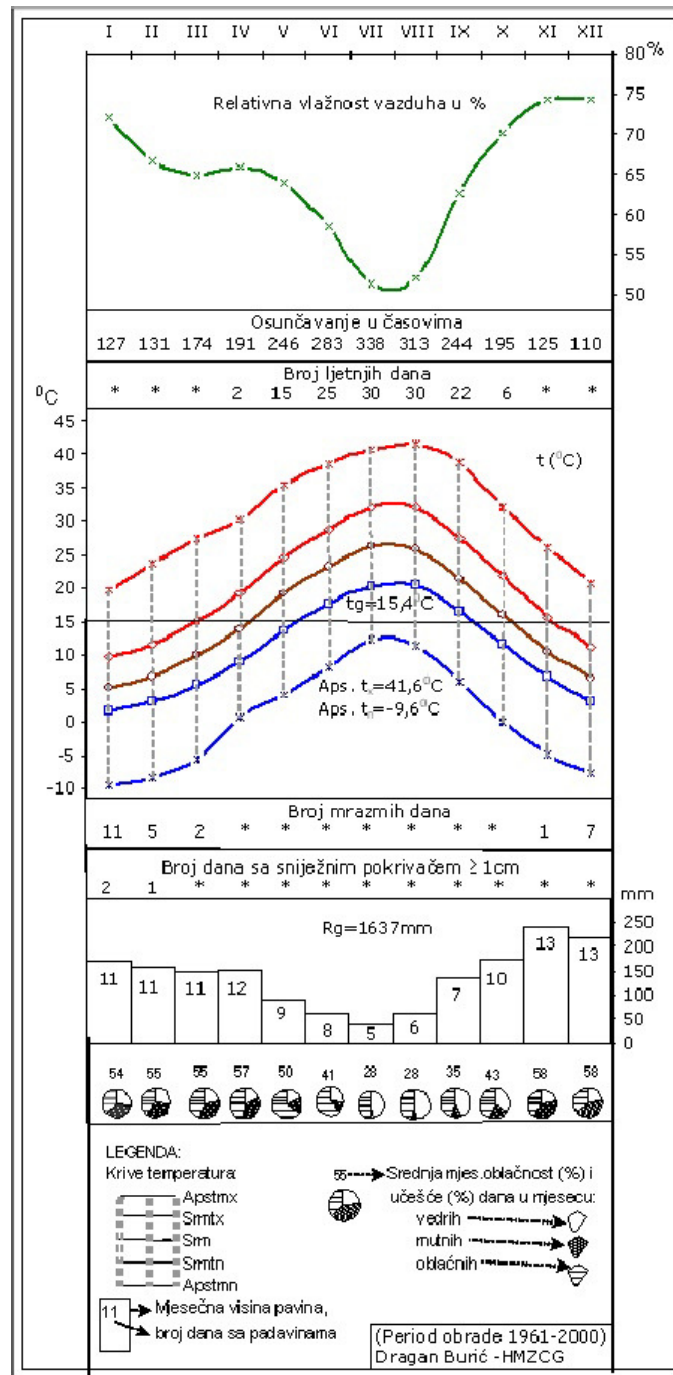
Iz oblika hajzegrafa može se konstatovati da se zimski mjeseci (decembar, januar i februar) nalaze u oblasti relativno hladnog i vlažnog stanja, sa prosječnom temperaturom od  $6,20^{\circ}\text{C}$  i zimskom sumom padavina od 547 mm, dok je u ljetnjim mjesecima (jun - avgust) veoma toplo i suvo stanje, sa prosječnom ljetnjom temperaturom od  $25,10^{\circ}\text{C}$  i ljetnjom sumom padavina od 155 mm. Od januara do jula, posebno u periodu april - jul, je znatno povećanje temperature vazduha i smanjenje visina padavina. S druge strane, u periodu avgust - decembar je obrnuta situacija, dakle, temperatura vazduha opada, a povećava se visina padavina, sa maksimalnim vrijednostima u julu i avgustu, odnosno kod padavina u novembru i decembru.

Klimograf i hajzegraf ukazuju da godišnji tokovi padavina i relativne vlažnosti vazduha imaju sličan hod. Međutim, godišnji tok temperature vazduha je obrnut u odnosu na ova dva klimatska elementa. Izvjesna podudarnost tokova vlažnosti vazduha i padavina, odnosno njihova nepodudarnost u odnosu na temperaturu vazduha, je jedna od osnovnih klimatskih karakteristika Podgorice.

### Pitanja za domaći

1. Šta su sinoptičke karte i kakva je razlika između prizemnih i visinskih sinoptičkih karata?
2. Šta je osnovni cilj klimatskih klasifikacija?
3. Koji su principi Kepenove klimatske klasifikacije?
4. Šta je Kepenova klimatska formula?
5. Nabrojati Kepenove klimate ili razrede?
6. Koje su osnovne karakteristike i koje prostore na Zemlji obuhvataju klimate po Kepenu – A, B, C, D i E klimat.
7. Klima Crne Gore po Kepenu?
8. Šta su klimagrami?
9. Šta je hajzegraf?
10. Objasniti postupak izrade klimadijagrama po Valteru?
11. Šta je klimatska razglednica i koja je svrha njene izrade?

### Klimatska razglednica Podgorice



## Fitofenološke karte

Na meteorološkim stanicama vrše se osmatranja i bilježe datumi listanja i cvjetanja voćaka, klasanja i žetve pšenice, zrenja plodova, opadanja lišća itd. Fenologija je naučna disciplina koja se bavi proučavanjem zakonitosti javljanja određenih faza u životu i razvoju biljaka i životinja i njihovu zavisnost od faktora spoljašnje sredine.

Fenologija se dijeli na fitofenologiju ili fenologiju biljaka i zoofenologiju ili fenologiju životinja. Fitofenologija se mnogo više razvila od zoofenologije, pa se pod fenološkim osmatranjima najčešće podrazumijevaju samo faze razvića kod biljaka. Sezonske pojave u biljnom svijetu, ali i pojave u životinjskom svijetu, u tolikoj mjeri zavise od godišnje smjene klimatskih uslova da mogu poslužiti kao indikatori nastupanja određenih vrijednosti klimatskih elemenata (temperature, vlažnosti, osunčavanja itd) u onim mjestima gdje se osmatranja atmosfere ne obavljaju. Fenološki podaci, zajedno sa meteorološkim služe kao osnova za proučavanje uticaja vremena i klime na razviće biljaka.

U našoj hidrometeorološkoj službi vrše se sledeća fenološka osmatranja: datumi pojave prvih listova, prvog cvjetanja, završetak cvjetanja, početak zrenja plodova mnogih biljnih vrsta (jabuka, kruška, trešnja, višnja, kivi, nar, vinova loza itd), zatim datumi početka i završetka poljskih radova, zatim početak sadnje, nicanja, zrenja ratarskih kultura (krompir, kukuruz itd) itd. Ovi i mnogi drugi podaci se upisuju u posebne izvještaje, koji se dostavljaju nacionalnom centru u Podgorici.

Prostorna i vremenska raspodjela pojedinih faza u razviću biljaka prikazuje se na **fitofenološkim kartama**. Linije koje na karti povezuju datume nastupanja faza razvića nazivaju se **izofene**. Npr. na karti se može prikazati dozrijevanje rane pšenice na nekoj teritoriji sa izolinijama koje predstavljaju redni broj dana u godini.



## Klimatski indeksi

Osnovni klimatski elementi daju realnu sliku klime nekog mjesta ili teritorije, ali vrlo često je potrebno odrediti i neke specifičnosti klime. Tada se pristupa analizi dopunskih klimatskih pokazatelja, odnosno kombinovanih klimatskih elemenata. Oni se dobijaju (izračunavaju) iz dva ili više osnovnih klimatskih elemenata na osnovu njihove vrijednosti iz istog klimatskog perioda. To su tzv. **klimatski indeksi**. Klimatski indeksi kompleksno prikazuju klimu nekog mjesta, a i svakako utiču na njenu kvalitetniju karakterizaciju.

### Langov kišni faktor

Još 1915. godine **R.Lang** je u klimatologiju uveo tzv. **kišni faktor** ( $KF_g$ ), koji se i danas redovno primijenjuje kod analize aridnosti klime. Dobija se iz odnosa godišnje količine padavina ( $R_{srg}$ ) i srednje godišnje temperature ( $T_{srg}$ ):  **$KF_g = R_{srg} / T_{srg}$**

Prema veličini kišnog faktora, Lang je izdvojio nekoliko klimatskih oblasti:

- KF < 20 – klima je pustinjska
- KF 20-40 – klima je polupustinjska
- KF 40-60 – klima je semiaridna (stepe i savane)
- KF 60-100 – klima je semihumidna (slabe šume)
- KF 100-160 – klima je humidna (visoke šume)
- KF > 160 – klima je perhumidna (tundre)

Primjer:

Prema odnosu padavina i temperature (prosjeak perioda 1961-2000), za Podgoricu je dobijena vrijednost kišnog faktora od 106,3 (1637.4/15.4), što prema gradaciji Langa kazuje da klima Podgorice može da se okarakteriše kao **humidna**, ali na donjoj granici humidnosti (prema Langu, humidne klime imaju vrijednost kišnog faktora između 100 i 160).

## Gračaninov kišni faktor

Godine 1950. *M.Gračanin* uvodi kišni faktor za svaki mjesec u godini, kao odnos mjesečne sume padavina i srednje mjesečne temperature za dati mjesec:  $KF_m = R_{srm} / T_{srm}$

Na osnovu vrijednosti mjesečnog kišnog faktora, klima pojedinih mjeseci se karakteriše:

- ❖ ako je  $KF_m < 3,3$  klima je aridna;
- ❖  $KF_m$  3,3 - 5 klima je semiaridna;
- ❖  $KF_m$  5 - 6,6 klima je semihumidna;
- ❖  $KF_m$  6,6 - 13,3 klima je humidna i
- ❖  $KF_m > 13,3$  klima je perhumidna.

Primjer:

Prema vrijednostima mjesečnih suma padavina i srednjih mjesečnih temperatura u Podgorici, izračunat je mjesečni kišni faktor i na osnovu njega izvedeni odgovarajući zaključci:

- ✓ Tri ljetnja mjeseca se svrstavaju u aridne.
- ✓ Maj je semiaridan, a septembar semihumidan.
- ✓ April i oktobar su humidni.
- ✓ Od novembra do marta je period velike vlažnosti, odnosno ovi mjeseci su perhumidni.

### ***Srednje mjesečne i godišnje temperature i sume padavina za Podgoricu (1961-2000) i odgovarajuće vrijednosti kišnog faktora***

<i>Stanica</i>	<i>Mjeseci</i>												
<i>Podgorica</i>	<i>jan</i>	<i>feb</i>	<i>mar</i>	<i>apr</i>	<i>maj</i>	<i>jun</i>	<i>jul</i>	<i>avg</i>	<i>sep</i>	<i>okt</i>	<i>nov</i>	<i>dec</i>	<i>god</i>
<i>Sr.vr.T(°C)</i>	5.2	6.8	10.0	13.9	19.1	23.2	26.2	25.9	21.3	16.0	10.6	6.6	15.4
<i>Sr.vr.R(mm)</i>	169	157	147	152	90	59	38	58	133	173	240	221	1637
<i>KF po Gračaninu</i>	32.5	23.1	14.7	11.0	4.7	2.5	1.4	2.3	6.2	10.8	22.6	33.5	

Prema ovim pokazateljima, ljeto se u Podgorici karakteriše kao veoma sušno, a zima kao veoma vlažna, dok bi prelazna godišnja doba bila zaista prelazna.

## Termički koeficijent

Kontinentalnost klime može se odrediti na više načina. Termička kontinentalnost se određuje tzv. *termodromskim koeficijentom Kernerera*. Izračunava se pomoću formule:

**$K = (t_x - t_{IV}) / A \cdot 100\%$** , gdje je:

$t_x$  - prosječna oktobarska;  $t_{IV}$  - prosječna aprilska temperatura vazduha;

A - prosječno godišnje kolebanje temperature vazduha.

Oktobar i april uzimaju se zato što su njihove prosječne vrijednosti najbliže godišnjoj temperaturi vazduha. Prema podacima iz prethodne tabele za Podgoricu, prosječna aprilska (13,9) je niža za 1,5<sup>0</sup>C, a prosječna oktobarska (16.0) viša za 0,6<sup>0</sup>C u odnosu na prosječnu godišnju temperaturu. Ako je  $K > 15$  u tom predjelu vlada maritimna klima. U predjelima kontinentalne klime  $K < 15$ . Ukoliko ovaj koeficijent ima manju vrijednost, utoliko je kontinentalnost klime izrazitija. Kada je njegova vrijednost negativna, kontinentalnost klime je jako izražena. Za Podgoricu, termodromski koeficijent ima vrijednost 10,0. Dakle, i ovaj pokazatelj govori da se na ovom području prepliću uticaji maritimnosti i kontinentalnosti u termičkom pogledu, pa bi se na osnovu termodromskog koeficijenta moglo reći da klima Podgorice ima slaba kontinentalna obilježja.

## Ideks suše

*Indeks suše čuvenog francuskog geografa Emanuela de Martona ( I )* je još jedan od često primjenjivanih pokazatelja aridnosti klime. Izračunava se iz odnosa godišnje sume padavina ( $R_{srg}$ ) i srednje godišnje temperature ( $t_{srg}$ ) uvećane za 10:  **$IS_g = R_{srg} / (T_{srg} + 10)$**

Indeks suše se može izračunati i za svaki mjesec posebno, ali je formula malo izmijenjena:

**$$IS_m = 12 \cdot R_{srm} / (T_{srm} + 10)$$**

Prema de Martonu, ako je:

- ❖  $IS < 5$ , radi se o izrazito pustinjским, areičnim oblastima;
- ❖  $IS$  od 5 - 10, radi se o graničnim pustinjским endoreičnim oblastima;
- ❖  $IS$  od 10 - 20, odvodnjavanje je egzoreično (spoljašnje) ili endoreično (unutrašnje), klima - stepska (dominira stepska vegetacija);
- ❖  $IS$  od 20 - 30, odvodnjavanje je egzoreično, a vegetacija šumovita stepa;
- ❖  $IS$  od 30 - 40, odvodnjavanje je egzoreično, a vegetacija šumska;
- ❖  $IS > 40$ , obilno egzoreično odvodnjavanje, a šume pokrivaju sav prostor.

Primjer:

Na osnovu mjesečnih i godišnjih temperatura i padavina u Podgorici, indeks suše de Martona ima sljedeće vrijednosti:

*Vrijednosti indeksa suše (mjesečne i godišnja) u Podgorici (1961-2000)*

Indeks	Mjeseci												god
	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec	
Sr.vrij.	133,6	112,0	88,4	76,5	37,3	21,1	12,5	19,5	50,9	79,8	139,8	159,8	64,5

Prema podacima iz prethodne tabele, može se zaključiti sljedeće:

- ✓ Samo juli bi se svrstao u djelimično sušne mjeseci (stepska vegetacija).
- ✓ Bliske vrijednosti, odnosno granične sušne vrijednosti imaju još avgust i juni, dok ostali mjeseci i pored visokih temperatura imaju velike vrijednosti indeksa suše.
- ✓ Najveće vrijednosti imaju jesenji i zimski mjeseci (period novembar - februar).
- ✓ Godišnja vrijednost indeksa suše pokazuje veliku vlažnost, koja omogućava stalno i obilno odvodnjavanje.

## Intenzitet suše

Čuveni srpski geograf-klimatolog T. Rakićević je postavio formulu za određivanje intenziteta suše za pojedine mjesecе:  $INTS = (R_m \cdot n_{kd}) / (T_m + n_{td})$

$R_m$  – mjesečna suma padavina

$n_{kd}$  – broj kišnih dana u mjesecu

$T_m$  – srednja mjesečna temperatura

$n_{td}$  – broj tropskih dana

### **Srednje mjesečne vrijednosti temperature, padavina, broja padavinskih dana i broja tropskih dana za Podgoricu (1961-2000) i odgovarajuće vrijednosti intenziteta suše**

Stanica	Mjeseci											
Podgorica	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
<i>Sr.vr.T(°C)</i>	5.2	6.8	10.0	13.9	19.1	23.2	26.2	25.9	21.3	16.0	10.6	6.6
<i>Sr.vr.R(mm)</i>	169	157	147	152	90	59	38	58	133	173	240	221
<i>Br.pad.d.</i>	11.2	10.9	10.7	12.2	9.4	7.8	5.3	5.5	6.7	9.9	13.3	12.7
<i>Br.trop.dana</i>	0	0	0	0	2.3	11.7	23.1	22	8.1	0.2	0	0
<i>INTS</i>	364.0	251.7	157.3	133.4	39.5	13.2	4.1	6.7	30.3	105.7	301.1	425.3

Dobijene vrijednosti intenziteta suše same po sebi ne govore ništa. Zato se mora definisati gradacija i na osnovu nje tumačiti dobijeni rezultati.

## Indeks ljetnjeg vremena

Pri analizi klime turističkih destinacija, vrlo često se koristi tzv. **indeks ljetnjeg vremena**. Primjena ovog indeksa pokazat će se na primjeru Podgorice. Kako je Podgorica značajna po tranzitnom, a u planu je i brži razvoj ostalih vidova turizmu, značajno je ukazati i na ovaj klimatski indeks. U klimatologiju ga je uveo engleski klimatolog **Polter**, a odnosi se na analizu ljeta, kao najvažnijeg godišnjeg doba, naročito u primorskim ljetovalištima. Indeks ljetnjeg vremena (ILV) izračunava se pomoću formule:

$ILV = \sum t_{lm} + S_l - R_l$ , gdje je:

$\sum t_{lm}$  - suma srednjih mjesečnih temperatura vazduha tri ljetnja mjeseca;

$S_l$  - ljetnja suma osunčavanja i  $R_l$  - prosječna ljetnja količina padavina.

Ako je ILV veći od 700, klimatski uslovi za razvoj turizmu su povoljni, i što je ta vrijednost veća od ove to su i uslovi povoljniji. U Podgorici je vrijednost indeksa ljetnjeg vremena:  $ILV = 849$ . Dakle, očigledno da je klima tokom ljeta veoma povoljna za razvoj turizma.

***Prema svim pomenutim pokazateljima za Podgoricu (analiza klimatskih indeksa) može se zaključiti sljedeće:***

- ✓ U cjelini gledano, klima Podgorice se karakteriše kao slaboaridna do slabohumidna sa znatnim oscilacijama tokom godine.*
- ✓ Topliji period godine, naročito ljetnji mjeseci, ima karakteristike aridne klime.*
- ✓ Hladniji period godine, naročito period novembar - februar, ima karakteristike humidne, pa čak i perhumidne klime.*
- ✓ Prelazna godišnja doba su prelazna i u smislu vlažnosti, tako da pokazuju oznake semiaridne (maj) i semihumidne (septembar) klime.*

## Bioklimatski indeks

Osjećaj toplote ili hladnoće čovjek vezuje uglavnom za temperaturu vazduha. No, osim temperature, koja nesumnjivo ima vrlo važnu, ponekad i presudnu ulogu, na naš osjećaj utiče i vjetar, vlažnost vazduha i zračenje Sunca. Visoke temperature i velika vlažnost ljeti djeluju neugodno i javlja se osjećaj sparine. Strujanje vazduha, odnosno vjetar, pospješuje odvođenje toplote s površine tijela. Zato vjetar zimi pojačava osjećaj hladnoće i skupa sa temperaturom ključno definiše osjećaj spoljašnjih prilika od strane našeg organizma.

Osim osnovnih klimatskih pokazatelja, za potpuniji klimatski prikaz neophodno i važno je izvršiti i bioklimatsku analizu. Za bioklimatska razmatranja koriste se kombinovani klimatski elementi, odnosno nekoliko bioklimatskih veličina, kao što su: klimatska osjetljivost, efektivna temperatura, ekvivalentna efektivna temperatura, rezultujuća temperatura, ekvivalentna temperatura itd. Tako npr. klimatska osjetljivost predstavlja bioklimatsku veličinu u kojoj sudjeluje temperatura i vlažnost vazduha, ili ekvivalentna efektivna temperatura predstavlja kompleks temperature vazduha, relativne vlažnosti vazduha i brzine vjetra. Bioklimatske karakteristike Podgorice određene su na osnovu godišnjeg toka temperature vazduha ( $t$ ) i napona vodene pare ( $e$ ). Uz pomoć ova dva klimatska elementa, formulom *Becolda* ( $E_t = t + 2e$ ), izračunate su ekvivalentne temperature u Podgorici i date u tabeli. *Ekvivalentne temperature se definišu kao temperature suvog vazduha koju bi on imao kada bi se u vlažnom vazduhu sva vodena para kondenzovala i pri tom sva oslobođena toplota prešla na suv vazduh.*

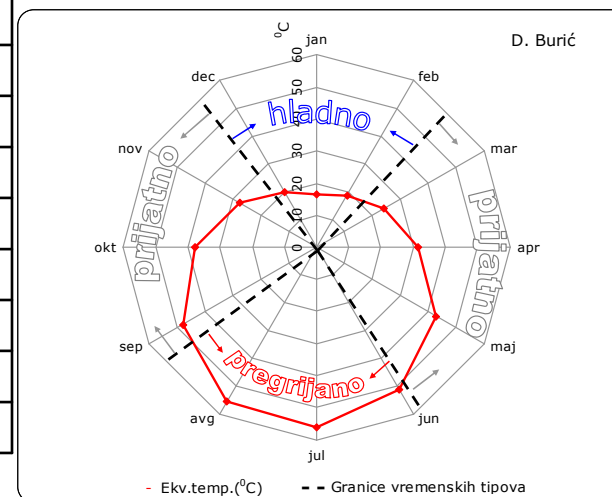
### **Srednje ekvivalentne temperature (godišnja i mjesečne) u Podgorici za period 1961-2000. godine**

$E_t$ (°C)	Mjeseci												god
	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec	
<i>Sr. vrijed.</i>	16,4	18,6	24,0	31,5	42,9	51,4	55,8	55,3	47,9	37,6	27,4	19,6	35,8

Na osnovu mjesečnih vrijednosti ekvivalentnih temperatura određeni su fiziološki osjećaji toplote i preovladavajući vremenski tipovi. Poznata **Krigerova** antropoklimatska klasifikacija dopunjena je na tri vremenska tipa i devet fizioloških osjećaja toplote. Dobijeni rezultati ukazuju na sljedeće (graf. i tabl.)

**Vremenski tipovi i fiziološki osjećaji toplote prema  $E_t$  u Podgorici (period obrade 1961-2000)**

Vremenski tipovi	Klasifikacija	Fiziološki osjećaj toplote - klase	Primijenjeno za Podgoricu mjeseci i $E_t$ u $^{\circ}\text{C}$ ( )
<b>HLADNI</b>	$E_t < 5^{\circ}\text{C}$	<i>Vrlo hladno</i>	nema
	$E_t 5 - 18^{\circ}\text{C}$	<i>Hladno</i>	januar (16,3 $^{\circ}\text{C}$ )
	$E_t 18 - 22^{\circ}\text{C}$	<i>Veoma pro hladno</i>	feb (18,5 $^{\circ}\text{C}$ ) i dec(19,6 $^{\circ}\text{C}$ )
<b>PRIJATNI</b>	$E_t 22 - 30^{\circ}\text{C}$	<i>Svježe</i>	mart(24,0 $^{\circ}\text{C}$ ) i nov(27,4 $^{\circ}\text{C}$ )
	$E_t 30 - 40^{\circ}\text{C}$	<i>Ugodno</i>	apr (31,5 $^{\circ}\text{C}$ ) i okt (37,7 $^{\circ}\text{C}$ )
	$E_t 40 - 50^{\circ}\text{C}$	<i>Toplo</i>	maj (43,0 $^{\circ}\text{C}$ ) i sep ( 48,0 $^{\circ}\text{C}$ )
<b>PREGRIJANI</b>	$E_t 50 - 58^{\circ}\text{C}$	<i>Malo zaparno</i>	jun (51,4 $^{\circ}\text{C}$ ), jul (55,8) i avg (55,3)
	$E_t 58 - 70^{\circ}\text{C}$	<i>Zaparno</i>	nema
	$E_t > 70^{\circ}\text{C}$	<i>Veoma zaparno</i>	nema



**Klasifikacija vremenskih tipova prema  $E_t$ , Podgorica (1961-2000)**

- ✓ **Hladni vremenski tip** ( $5^{\circ}\text{C} < E_t < 22^{\circ}\text{C}$ ) zastupljen je samo u tri zimska mjeseca i to klasama *veoma pro hladno* u februaru ( $E_t = 18,6^{\circ}\text{C}$ ) i decembru ( $E_t = 19,6^{\circ}\text{C}$ ) i *hladno* u januaru ( $E_t = 16,4^{\circ}\text{C}$ ).
- ✓ **Prijatni vremenski tip** ( $22^{\circ}\text{C} < E_t < 50^{\circ}\text{C}$ ) najduže traje. Zastupljen je u šest mjeseci, prolječni i jesenji. Klasa *svježe* karakteristična je za mart ( $E_t = 24^{\circ}\text{C}$ ) i novembar ( $E_t = 27,4^{\circ}\text{C}$ ), *ugodno* je u aprilu ( $E_t = 31,5^{\circ}\text{C}$ ) i oktobru ( $E_t = 37,6^{\circ}\text{C}$ ), a *toplo* u maju ( $E_t = 42,9^{\circ}\text{C}$ ) i septembru ( $E_t = 47,9^{\circ}\text{C}$ ). Dakle, maj i septembar su mjeseci sa najpovoljnijim bioklimatskim karakteristikama.
- ✓ **U pregrijanom vremenskom tipu** ( $50^{\circ}\text{C} < E_t < 70^{\circ}\text{C}$ ) dominira klasa *malo zaparno*, i to u sva tri ljetnja mjeseca, junu ( $E_t = 51,4^{\circ}\text{C}$ ), julu ( $E_t = 55,8^{\circ}\text{C}$ ) i avgustu ( $E_t = 55,3^{\circ}\text{C}$ ), a i pored visokih ljetnjih temperatura klase zaparno i veoma zaparno nijesu zastupljene.
- ✓ Posmatrano u cjelini (na osnovu godišnjih vrijednosti temperature vazduha i napona vodene pare) u Podgorici je **u g o d n o**, sa srednjom godišnjom ekvivalentnom temperaturom od 35,8 $^{\circ}\text{C}$ .

Ovakve i slične analize imaju veliki praktični značaj, koriste se za potrebe turizma, u medicini (klimaterapija) i drugim oblastima.



Bioklimatski indeksi se primjenjuju i u agroklimatologiji. Jedna od često korišćenih formula je:

$$BKI = \Sigma t_{av} \cdot S_v / 10 \cdot R_v \cdot d_v$$

$\Sigma t_{av}$  – suma aktivnih temperatura u periodu vegetacije

$S_v$  – osunčavanje u periodu vegetacije

$R_v$  – suma padavina u periodu vegetacije

$d_v$  – dužina perioda vegetacije u danima

### Pitanja za domaći

1. Šta su klimatski indeksi i kakav je njihov značaj?
2. Kako se računa Langov kišni faktor i klasifikuje klima po njemu?
3. Kako se definiše Gračaninov kišni faktor i klasifikuje klima po njemu?
4. Kako se računa i šta pokazuje termički koeficijent?
5. Kako se računa indeks suše i intenzitet suše?
6. Kako se računa indeks suše i indeks ljetnjeg vremena i šta oni pokazuju?
7. Šta je bioklimatski indeks?
8. U tabeli su date vrijednosti srednjih mjesečnih i godišnjih temperatura i padavina u Nikšiću za period 1961-1990. godine. Izračunaj:
  - a) Langov kišni faktor za godišnju vrijednost,
  - b) kišni faktor po Gračaninu za svaki mjesec,
  - c) godišnji i mjesečni indeks suše po E.de Martonu i
  - d) termički koeficijent?

Srednje mjesečne vrijednosti temperature vazduha i količine padavina u Nikšiću, period 1961-1990.												
	jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	aug	sep	oct	nov	dec
Sr. vr.T (°C )	1.3	2.6	5.7	9.6	14.2	17.5	20.5	20.1	16.3	11.4	6.6	2.9
Sr. vr.R (mm)	208.4	194.4	185.6	170.2	108.2	92.7	63.0	86.3	138.1	202.0	297.8	239.1

- ❖ I KOLOKVIJUM – DO KLIMATSKIH FAKTORA (20 bodova)
- ❖ II KOLOKVIJUM – OD KLIMATSKIH FAKTORA DO KRAJA (20 bodova)
- ❖ TEST I DOMAĆI – CJELOKUPNO GRADIVO (PRAKTIČNI ZADACI) (po 5 bodova)
- ❖ DATUM ODRŽAVANJA – BIĆE ISTAKNUT NA OGLASNOJ TABLI



**HVALA NA PAŽNJI!**