

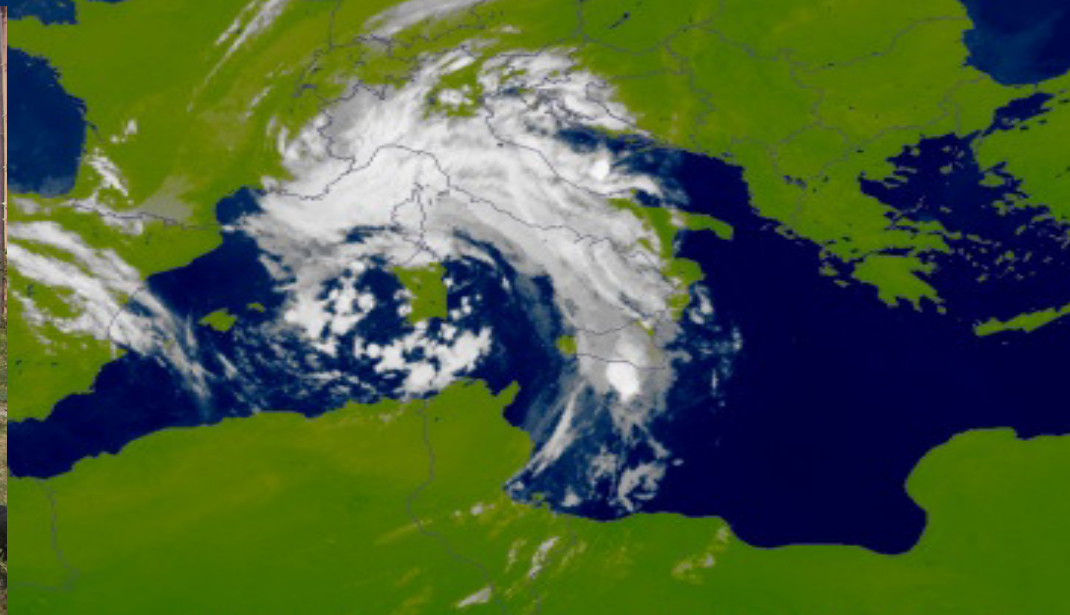


Univerzitet Crne Gore
Filozofski fakultet - Nikšić

STUDIJSKI PROGRAM ZA GEOGRAFIJU

KLIMATOLOGIJA SA OSNOVAMA METEOROLOGIJE

Predavanja i vježbe: Doc. dr Dragan Burić



Literatura:

Dukić Dušan (1999): Klimatologija, Geografski fakultet, Beograd

Ducić Vladan, Anđelković Goran (2006): Klimatologija – Praktikum za geografe, Geografski fakultet, Beograd

ATMOSFERA

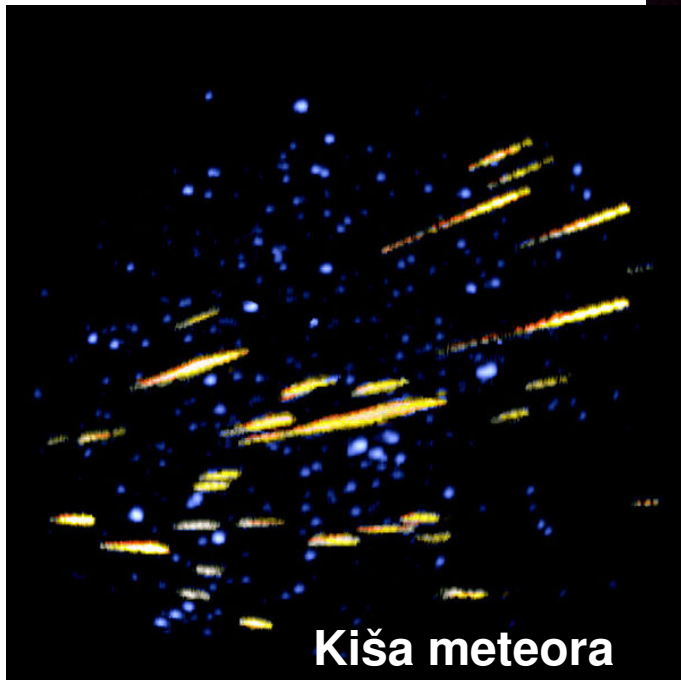
Definicija: – vazdušni (gasoviti) omotač koji okružuje Zemlju. Oblik atmosfere je isti kao i oblik Zemlje i taj vazdušni omotač se zajedno sa Zemljom okreće oko zemljine ose i oko Sunca u istom smjeru, od zapada prema istoku. Atmosfera je nevidljiva, ali je stalno osjećamo: žega, mraz, kiša, snijeg, vjetar itd. Sve te pojave su posledica procesa nastalih u atmosferi pod uticajem Sunčeve energije.

Značaj atmosfere – utiče na razvoj mnogih pojava i procesa koji se dešavaju u ostalim trima sferama, preobražava energiju Sunca u druge oblike, slabi štetno djelovanje Sunčevih ultraljubičastih zraka na živi svijet, daje živom svijetu neophodan kiseonik i ugljen-dioksid, omogućuje kruženje vode u prirodi, djeluje kao zaštitni oklop od meteora, itd. Bez atmosfere, na Zemlji ne bi bilo života (ne bi bilo vode), ne bi se čuo nikakav zvuk (zvuk se ne prostire kroz bezvazdušni prostor), ne bi bilo refleksije sunčevih zraka (nebo bi bilo potpuno crno, a dan i noć bi se trenutno smjenjivali), dnevna temperaturna kolebanja bi bila mnogo veća (oko 200°C), ne bi bilo oblika reljefa nastalih djelovanjem vode, vjetra, Zemlja bi bila izložena neprekidnom meteoritskom bombardovanju i njen reljef bi bio sličan sadašnjem Mjesečevom.

Granice atmosfere – donju granicu atmosfere čini površina Zemlje (površina Svjetskog mora i kopna). Gornju granicu atmosfere je teško odrediti, jer vazduh s visinom postaje sve rjeđi i atmosfera postepeno prelazi u vrlo razrijeđen gasoviti međuplanetarni prostor (bezvazdušni vasioni prostor). Sa praktičnog stanovišta, za gornju granicu atmosfere uzima se visina na kojoj ima dovoljno vazduha za neke pojave, kao što je polarna svjetlost, svijetleći trag meteora itd., a to je oko 1000 km iznad Zemljine površine (visina na kojoj prestaje pojavljivanje polarne svjetlosti). Fizička granica atmosfere (granica između Zemljine atmosfere i svemira), iznad polova je na visini od oko 21 600 km, a iznad ekvatora na visini od oko 35 700 km. Na ovim visinama iznad Zemljine površine izjednačene su vrijednosti sile Zemljine teže i centrifugalne sile, a to znači da čestice gasova mogu da odlete u međuplanetarni prostor.



Polarna svjetlost (aurora) - sjaj na noćnom nebu, uglavnom vidljiv u višim (polarnim) širinama. Svjetljenje razrijeđenih gasova atmosfere nastaje pod uticajem jonizovanih čestica koje izračuje Sunce. Svjetlost nastaje kada se elektroni sudaraju sa atomima u višim slojevima atmosfere, obično na visinama 80-150 km, ali se može javiti i do 1000 km visine. U svjetlu preovlađuje zelenkasta i tamno crvena linija, koje se javljaju kao emisija atomskog kiseonika, ali se javlju i linije drugih boja.

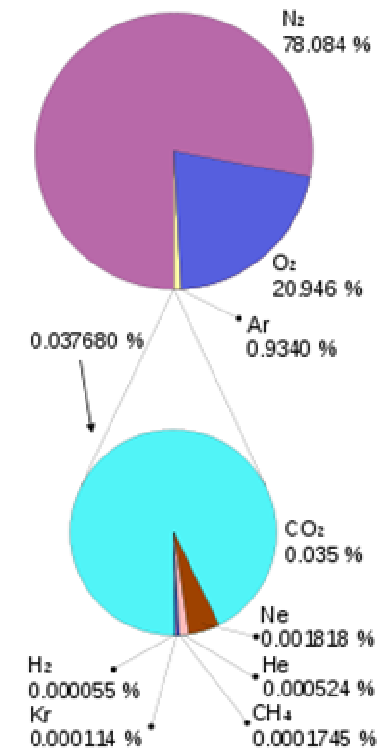


Meteori su mala tamna nebeska tijela koja slobodno putuju kroz svemir velikim brzinama a pri dodiru sa Zemljinom atmosferom na kratko vrijeme postaju vidljivi, svijetle a zatim se gase (tzv.zvijezde padalice). Sagorijevanje meteora počinje uglavnom na visini od oko 160-180 km, a najjače svjetljenje je na visini od oko 50-60 km iznad Zemljine površine. Zbog velike brzine meteora (11-60 km/s), javlja se jako trenje sa česticama vazduha, one se sabijaju do usijanja, zbog čega se meteori zapale i izgore.



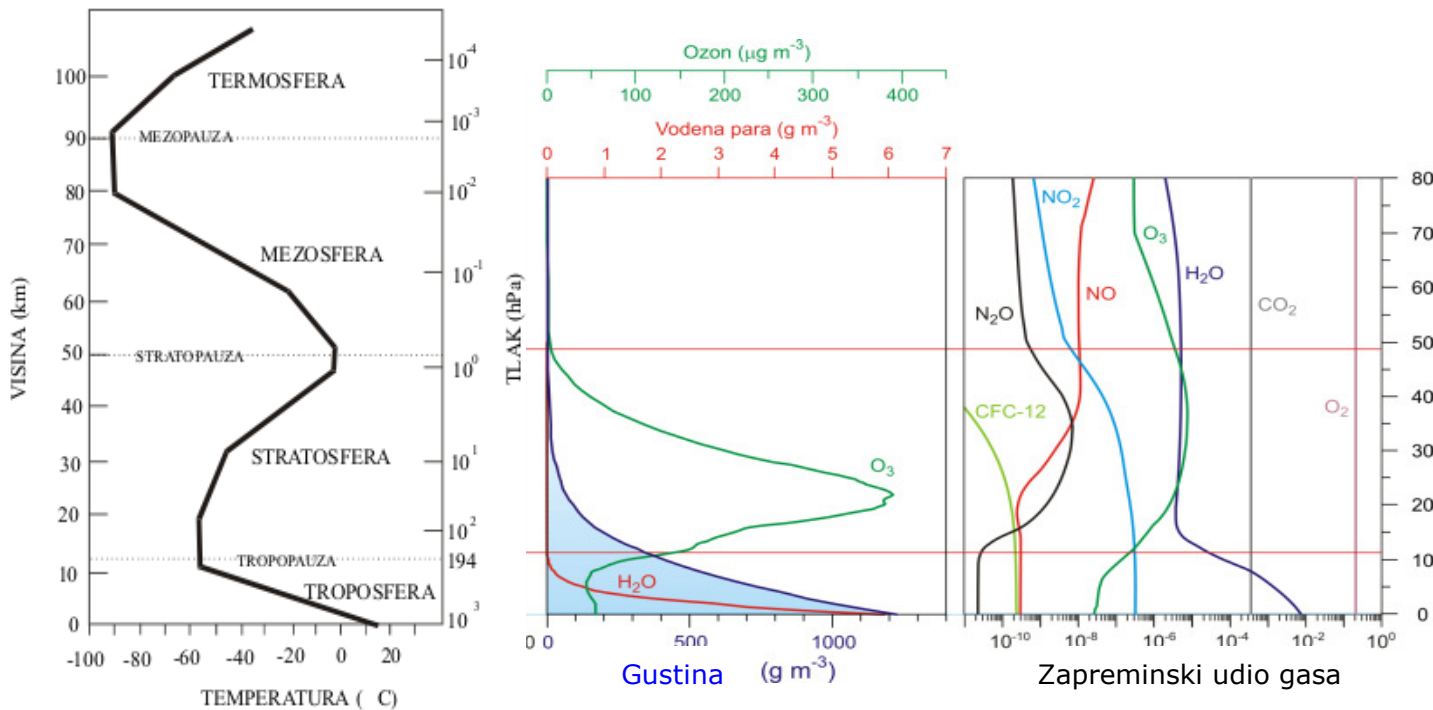
Sastav atmosfere – atmosferski vazduh je mehanička smješa gasova i raznih primjesa. Vazduh je jedan od osnovnih uslova života, potreban, prije svega, za disanje i fotosintezu. Vazduh bez primjesa naziva se suvi vazduh. Glavni sastojci suvog vazduha u prizemlju su azot i kiseonik- oni čine 99% od cijele zapremine vazduha u prizemlju, 78% azot i 21% kiseonik. Po težini, azot čini 75,6% vazduha, a kiseonik 23,1%. U prirodnim uslovima, atmosfera nije nikada sasvim suva i čista. U atmosferi uvijek ima primjesa, od kojih je atmosfera mutna i vlažna. Primjese mogu biti tečne, čvrste i gasovite materije. Količinski i zapreminski udio primjesa u vazduhu je promjenljiv. Aerosoli su uglavnom čvrste čestice, koje su raspršene u atmosferi (lebdeće primjese) – čestice prašine, vulkanski pepeo, čađ, čestice soli, spore biljaka, bakterije i dr. Izvori aerosola mogu biti prirodni i vještački (stvara ih čovjek). Prirodni izvori (jaki pustinjski vjetrovi, šumski i stepski požari, vulkanski pepeo, cvijetni polen, spore i sl) i vještački izvori (posebno u gradovima i industrijskim regijama) mogu u vazduh emitovati mnoštvo čestica aerosola, pa može nastati suva mutnoća, odnosno jedinjenja hlora, fluora, sumpora, itd, koja štetno utiču na živi svijet.

Prosječan sastav suvog vazduha u prizemlju		
Gas	Učešće u jedinici zapremine u %	Učešće u jedinici mase (težine) u %
Azot (N ₂)	78,08	75,60
Kiseonik (O ₂)	20,94	23,10
Argon (Ar)	0,934	1,29
Ugljen-dioksid (CO ₂)	0,035	0,05
Ostali gasovi: neon (Ne), helium (He), metan (CH ₄), kripton (Kr), vodonik (H ₂), azot oksid (N ₂ O), ugljen-monoksid (CO), ksenon (Xe), ozon (O ₃), azot dioksid (NO ₂), jod (J), amonijak (NH ₃), radon Rn), freon itd.	0,001	Beznačajno
Primjese u vazduhu		
Vodena para (H ₂ O) - Najznačajnija primjesa vazduha -	Promjenljiva, 1%-4% u prizemnom vazduhu. Oko 0.2% u polarnim oblastima, oko 3% u ekvatorijalnim oblastima,	
Aerosoli: čestice prašine, vulkanski pepeo, čađ, čestice soli, spore biljaka, bakterije i dr.		

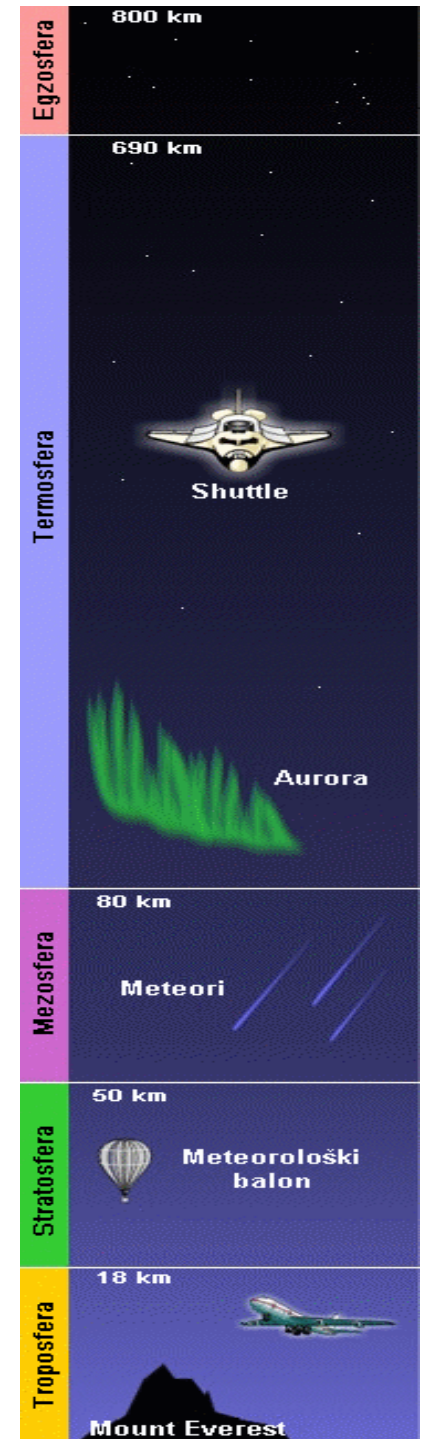


Sastav Zemljine atmosfere

Vertikalna struktura atmosfere – procjenjuje se da ukupna masa atmosfere iznosi oko $5,1 \cdot 10^{18}$ kg ili oko 0,00009 % Zemljine ukupne mase. Oko 75 % težine atmosfere se nalazi ispod 11 km iznad tla. Ili, 99% mase atmosfere je u sloju do 36 km visine iznad Zemljine površine. U visokim slojevima ona je jako razrijeđena. U prosjeku, 1 m^3 prizemnog vazduha težak je oko 1,29 kg (prosječna gustina vazduha na nivou mora). U geografiji, posebno značenje ima podjela atmosfere prema temperaturi na pet slojeva: troposfera, stratosfera, mezosfera, termosfera i egzosfera.



Bitna odlika atmosfere je njena slojevitost i velika pokretljivost vazdušnih čestica u njoj.



Vertikalna struktura atmosfere

Troposfera je najniži i najbolje proučeni sloj atmosfere. Njena debljina u umjerenim širinama iznosi 10 do 12 km, u oblasti polova 8 do 9 km, a u ekvatorijalnom pojasu 15 do 18 km. U njoj se nalazi $\frac{3}{4}$ od ukupne mase atmosfere i skoro sva količina vodene pare. Temperatura vazduha u troposferi opada sa visinom, prosječno $0,65^{\circ}\text{C}$ na svakih 100 m, odnosno $6,5^{\circ}\text{C}$ na 1 km. Zato se na gornjoj granici troposfere temperatura kreće od -50 do -60°C . U troposferi se obavlja kruženje vode u prirodi i mnogobrojne pojave i procesi koji utiču na vrijeme i podneblje.

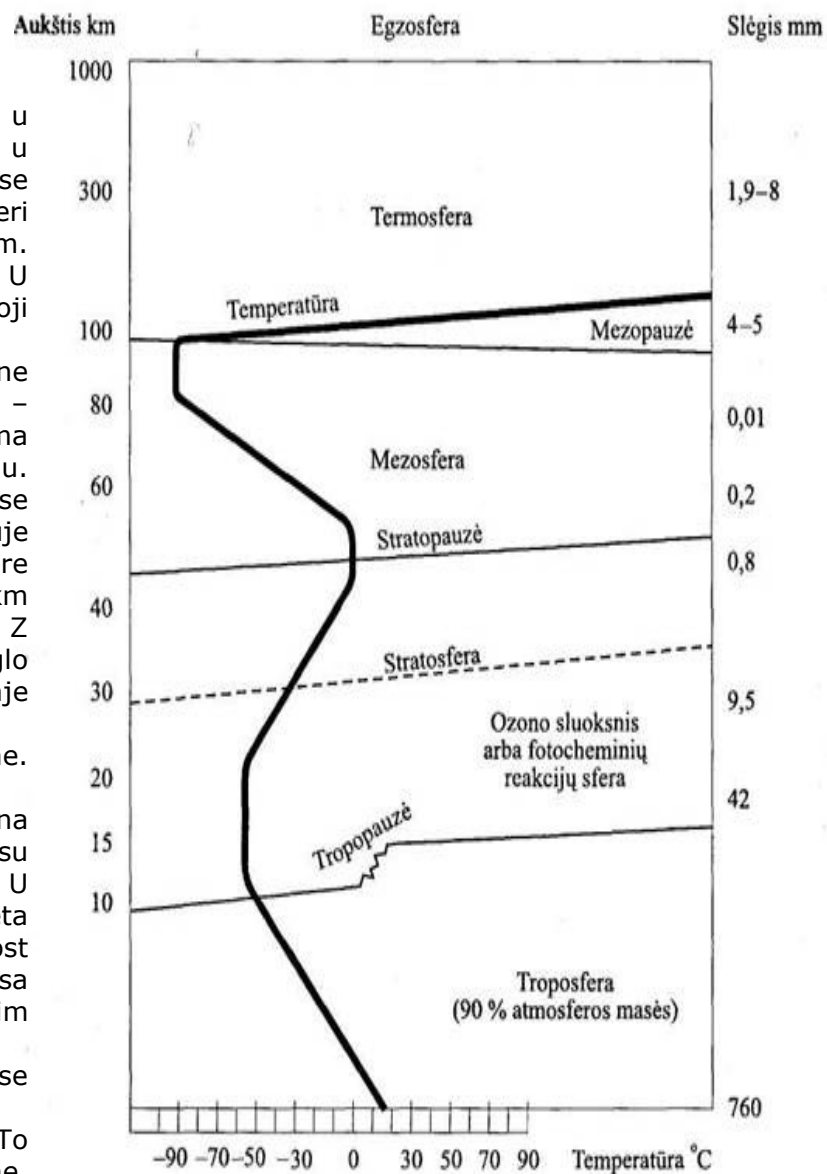
Stratosfera je drugi sloj atmosfere, koji se prostire iznad troposfere do visine od oko 50-55 km. Između troposfere i stratosfere leži tanak sloj atmosfere – tropopauza, čija debljina iznosi 1 do 2 km. Vazduh u stratosferi je veoma razrijeden, suv, pa je nebo potpuno bez oblaka i ima tamnoljubičastu boju. Samo ponekad, na visini 25 – 30 km nalaze se tzv. Sedefasti oblaci. Smatra se da se sastoje od najsitnijih kapljica prehladene vode. U stratosferi preovlađuje homotermija (t se gotovo ne mijenja) i na gornjoj granici stratosfere temperatura iznosi u prosjeku oko 0°C (od -20 do $+20^{\circ}\text{C}$). U sloju od 25-35 km povećana je koncentracija ozona, mada ga ima i u sloju 10-50 km visine iznad Z površine, pa se taj sloj naziva ozonosfera. U ovom sloju temperatura naglo raste, zbog povećane koncentracije ozona, koji apsorbira Sunčevo zračenje (ultraljubičasto zračenje) i Zemljine dugotalaste toplotne zrake.

Mezosfera je sloj atmosfere između 55 i 80 km iznad Zemljine površine. Temperatura opada i na gornjoj granici mezofere iznosi oko -80°C .

Termosfera je sloj između 80-800 km visine. Temperatura stalno raste i na visini od oko 200 km iznosi oko 250°C . Na toj visini gasovi atmosfere su zastupljeni samo sa atomima, dok ih u nižim slojevima ima i u vidu molekula. U ovom sloju je povećana koncentracija jona, čestice koje su nosioci elektriciteta (pozitivnog ili negativnog). Sa povećanim brojem jona raste elektroprovodljivost vazduha, što je od značaja za prostiranje radio talasa. Bez postojanja slojeva sa povećanom koncentracijom jona ne bi se mogle uspostaviti radio veze na velikim udaljenostima. Termosfera se još naziva i jonosfera.

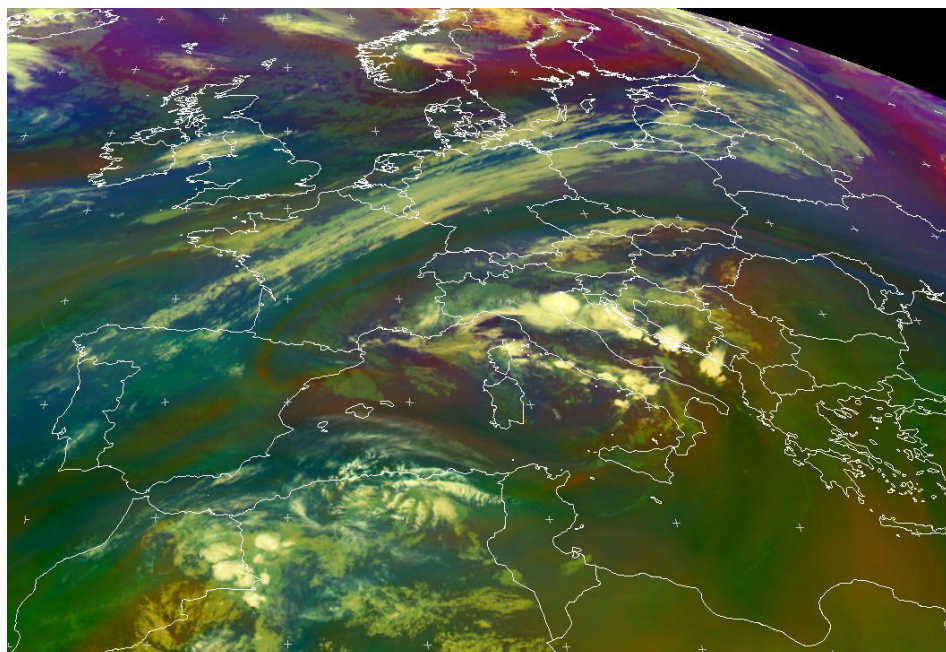
Egzosfera leži između 800-3000 km. U njoj je vazduh toliko razrijeden da se može porediti sa vakumom.

Iznad egzofere može se izdvojiti najviši sloj atmosfere Zemlje – **geokorona**. To je rubni sloj zemljine atmosfere do 20 000 km iznad topografske površine. Geokorona se sastoji uglavnom od jona vodonika, tj samo od lakih jona.



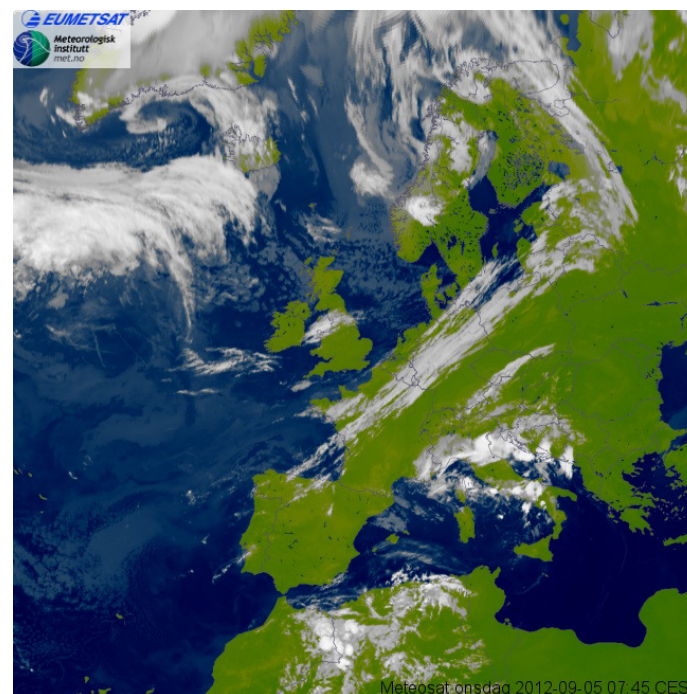
RAZVOJ PROUČAVANJA ATMOSFERE

- ❖ Zanimanje čovjeka za vremenske pojave postoji otkada i sam čovek. Prva knjiga sa opisom i tumačenjem vremenskih pojava je Aristotelova **Meteorologika** (340. godine p.n.e.).
- ❖ Prvi ozbiljan korak u proučavanju atmosfere napravio je Galileo Galilej, kada je 1597. g. konstruisao termometar, potom Toričeli 1643. konstituisajući barometar.
- ❖ Godine 1733. Bering stvara prvu mrežu meteoroloških stanica u Njemačkoj, kasnije se mreže stanica osnivaju i na drugim prostorima – Rusije, Austrije, Francuske, Engleske itd.
- ❖ Ruski akademik Zaharov je prvi mjerio temperaturu i pritisak u slobodnoj atmosferi leteći u vazдушnom balonu 1804. godine, na visini od 2500 m. Francuski fizičar Gej-Lisak je dostigao visinu sa balonom od 7 km.
- ❖ Meteorografi – aparat koji za vrijeme leta vazdušnog balona bilježi temperaturu, pritisak i vlažnost vazduha.
- ❖ Poslije I svetskog rata počinje primjena radio sondi.
- ❖ Poslije II sv. rata za proučavanje atmosfere koriste se nova sredstva – radari, rakete, vještački sateliti.



MET9 RGB-Airmass 2012-09-05 05:00 UTC

EUMETSAT



Meteosat-0nsdag 2012-09-05 07:45 CEST

SVJETSKA METEOROLOŠKA ORGANIZACIJA (WMO - World Meteorological Organization)

Uviđajući značaj vremena i klime na život i rad ljudi, odnosno svakodnevne potrebe za meteorološkim podacima (podacima o vremenu), koji se koriste u istraživanju i pri analizi i prognozi vremena (analizom i prognozom vremena bavi se sinoptička meteorologija), bila je potrebna organizovana međunarodna saradnja na polju izučavanja atmosfere. Tako je 1873 u Beču osnovana Međunarodna meteorološka organizacija (MMO). MMO je 1947. godine, na konferenciju u Vašingtonu prerasla u Svjetsku meteorološku organizaciju (WMO). Dakle, posle osnivanja OUN (1945), WMO je uključena u taj sistem, kao specijalizovana agencija za meteorologiju. Međutim, konvencija koju su te 1947. godine potpisale 31 zemlja, stupila je na snagu **23. marta** 1950. godine i taj dan se slavi kao svjetski dan meteorologije i početak rada WMO. Danas, WMO okuplja 188 članica s ciljem unaprijeđivanja međunarodne saradnje na području meteorološke službe. Sjedište SMO-a je u Ženevi, Švajcarska. Svjetska meteorološka organizacija ima jedinstvenu mrežu, s tri svjetska meteorološka centra, 34 regionalna specijalizirana meteorološka centra i 188 nacionalnih meteoroloških centara, skuplja, obrađuje i razmjenjuje oko 15 miliona šifrovanih podataka na dan i izrađuje 2000 vremenskih karata.

Važnu ulogu u strukturi WMO ima svjetsko meteorološko bdjenje (SMB). To je sistem koji je organizovan za potrebe analize i prognoze vremena u svjetskim razmjerama. SMB sastoji se od tri podsistema: globalni osmatrački sistem (GOS), globalni telekomunikacioni sistem (GTS) i globalni sistem za obradu podataka (GSOP). GOS prikuplja podatke o životnoj sredini sa svih osmatračkih stanica u svijetu i prema potrebi daje ih na uvid zemljama članicama za operativne i istraživačke svrhe. GOS obuhvata: sinoptičke, klimatološke, agrometeorološke stanice, vazduhoplovne stanice (aerodromske), specijalne meteorološke stanice (radarske stanice, stanice za mjerenje ozona, zagađenosti vazduha, avionske, raketne stanice itd), zatim visinske radiosondažne i pilotbalonske stanice, zatim stanice koje prikupljaju podatke sa satelita u polarnim i geostacionarnim orbitama (oko ekvatora). GTS prikuplja i distribuira podatke iz globalnog sistema osmatranja i distribuira izlazne rezultate svjetskih i regionalnih meteoroloških centara. GTS je organizovan na tri nivoa: globalni, regionalni i nacionalni (npr. sa svih stanica u CG podaci se šalju u centar u Podgoricu, PG te podatke dalje šalje regionalnom centru, to je prije bio Beograd, sada je Sofija, a regionalni centar šalje globalnom. Globalni sistem obrade podataka (GSOP) – svetski meteorološki centri za analizu i prognozu vremena postoje u Vašingtonu, Moskvi i Melburnu. Ovi centri šalju regionalnim i nacionalnim centrima analitički i prognostički materijal u vidu karata. Ovaj sistem obuhvata i 23 regionalna centra. Glavni regionalni centri za Evropu, čije produkte i mi koristimo su Reding i Frankfurt. Oni izrađuju prizemne i visinske karte analize i prognoze. Države članice imaju svoje nacionalne meteorološke centre za obradu podataka.

RAZVOJ PROUČAVANJA ATMOSFERE NA NAŠEM PROSTORU

- ❖ Na prostoru nekadašnje Jugoslavije, prva instrumentalna mjerenja vodio je profesor Velike škole u Beogradu, Velimir Jakšić, 1851. godine.
- ❖ Kod nas, prve zabilješke o vremenu na području današnje Crne Gore imale su opisni karakter i nalaze se u historijskim zapisima iz 17. i 18. vijeka.
- ❖ Arhivska dokumentacija ukazuje da je dr P. Miljanić vršio prva kontinuirana meteorološka osmatranja. On je vodio zabilješke o vremenu u Podgorici od 1. IX 1882. do 31. VIII 1883. godine.
- ❖ Atmosfera i hidrosfera su najpromjenljiviji dio prirodne sredine i praćenje promjena i stanja u njima je potreba i obaveza svake države. Taj zadatak u Crnoj Gori ima Hidrometeorološki zavod, državna institucija. Meteorološka služba u Crnoj Gori je ujedinjena sa hidrološkom, a od nedavno i sa okeanografskom i seizmičkom.
- ❖ Godine 1947. osnovan je Hidrometeorološki zavod Crne Gore.
- ❖ Sistematska meteorološka mjerenja i osmatranja u Crnoj Gori počela su 1949. godine, i od tada meteorološka služba funkcioniše u kontinuitetu.
- ❖ Godine 2007., 5. januara Crna Gora je postala 188. član Svjetske meteorološke organizacije.
- ❖ Danas, na teritoriji Crne Gore, postoji veliki broj meteoroloških stanica uređenih i opremljenih po standardima koje propisuje Svjetska meteorološka organizacija.
- ❖ Prateći savremena dostignuća u oblasti instrumentalnih osmatranja meteoroloških elemenata, HMZCG počeo je sa instaliranjem *automatskih meteoroloških stanica (AWS)*. Automatizacija mjerenja meteoroloških elemenata je u početnoj fazi i predstavlja značajan iskorak u razvoju meteorologije u Crnoj Gori. AWS omogućava da se bez angažovanja ljudi, neprekidno 24 časa, nekoliko puta u sekundi (tzv. mjerenje u realnom vremenu), dobiju podaci o meteorološkim parametrima koji se mjere. Sve glavne i nekoliko klimatoloških stanica, pored klasičnih instrumenata, imaju i AWS.
- ❖ Od 2012. godine, odlukom vlade, Hidrometeorološki zavod Crne Gore preimenovan u Zavod za hidrometeorologiju i seizmologiju. Zavod je organizovan u pet sektora – sektor za meteorologiju, hidrologiju, Sektor za životnu sredinu, od 2009. godine Sektor za hidrografiju i okeanografiju sa sjedištem u Lepetanima (koji se bavi pitanjima mjerenja i uopšte istraživanja na moru) i od 2012. Sektor za seizmologiju.
- ❖ Osnovni zadatak meteorološkog sektora je meteorološko mjerenje i osmatranje, prenos podataka i njihova dalja obrada. Mjerenja i osmatranja vrše se na osam glavnih, 20 klimatoloških i više od 50 padavinskih stanica, po mjerilima koje propisuje Svjetska meteorološka organizacija. Posljednjih godina raste broj automatskih stanica koje neprekidno mjere i bilježe meteorološke elemente (temperaturu vazduha, pritisak, vlažnost vazduha, količinu padavina, smjer i brzinu vjetra, osunčavanje itd.), te ih putem mobilne telefonije automatski prenose u centar smješten u Podgorici. Jedan dio podataka šalje se u međunarodnu razmjenu, a veći dio se unutar zavoda podvrgava daljoj kontroli i obradi. Sektor za meteorologiju čine četiri odsjeka: Odsjek mreže meteoroloških stanica, Odsjek za analizu i prognozu vremena, Odsjek za klimatologiju i Odsjek za agrometeorologiju.

METEOROLOŠKA SLUŽBA U CRNOJ GORI

Meteorološke stanice su organizacione jedinice meteorološke službe koje imaju zadatak da prema utvrđenim jedinstvenim propisima vrše meteorološka osmatranja i mjerenja.

Na teritoriji Crne Gore postoji 10 *glavnih* ili sinoptičkih meteoroloških stanica (računajući i dvije vazduhoplovne meteorološke stanice - u Tivtu i Golubovcima). Na većem broju sinoptičkih stanica stručni rad traje neprekidno, odnosno vrše se redovna časovna osmatranja meteoroloških, ekoloških i agrometeoroloških elemenata i pojava. Na vazduhoplovnim stanicama, pored časovnih, vrše se i polučasovna osmatranja. Program rada na glavnim stanicama bazira se na meteorološkim mjerenjima i osmatranjima sledećih elemenata i pojava:

-**Istrumentalna mjerenja**: temperatura vazduha; ekstremne temperature vazduha; minimalna temperatura na 5 cm iznad tla; temperatura zemljišta na standardnim dubinama; vazdušni pritisak; tendencija pritiska; vlažnost vazduha; visina i intenzitet padavina; pravac i brzina vjetra i osunčavanje (trajanje sijanja Sunca);
-**Vizuelna osmatranja**: oblačnost (količina, vrsta i visina donje baze oblaka); horizontalna vidljivost; vrsta hidrometeora (kiša, snijeg, grad, rosa, slana, itd.); stanje tla i fenološka osmatranja.

Na nekim stanicama, u propisanim terminima, mjeri se i radioaktivnost (H.Novi i Žabljak) i sadržaj vode u snijegu (Žabljak i Kolašin). Dio podataka sa sinoptičkih stanica ide u međunarodnu razmjenu. Osmatranja i mjerenja se vrše po UTC (to je svjetsko vrijeme ili grinvičko vrijeme, ustvari to je zapadnoevropsko vrijeme – ZEV).

Klimatoloških stanica trenutno ima 20. Na ovim stanicama osmatranja i mjerenja vrše se u tzv. klimatološkim terminima: u 7, 14 i 21 čas po lokalnom vremenu. Program rada na klimatološkim stanicama zasniva se na osmatranjima manjeg broja meteoroloških i drugih parametara.

Brojnost *padavinskih stanica* na teritoriji današnje Crne Gore varirala je od nekoliko desetina do više od 150 stanica. Danas ih ima 65. Na ovim stanicama mjeri se količina padavina koja padne u toku 24 časa, i to u 7 časova po lokalnom vremenu, a po potrebi i više puta dnevno.

Sa svih osmatračkih stanica, osmotreni i izmjereni podaci se, uglavnom, preko sredstava veze, u vidu šifrovanih (SINOP, RADAP...) i drugih izvještaja, dostavljaju meteorološkoj stanici u Podgorici i HMZCG. Podaci meteoroloških stanica koriste se za potrebe analize i prognoze vremena, klimatologije, hidrologije, agrometeorologije i u naučno-istraživačke svrhe. Pravilno korišćenje meteoroloških mjerenja i istraživanja prilikom izgradnje infrastrukturnih i stambenih objekata doprinosi njihovoj sigurnosti, ekonomičnosti upotrebe, kao i zaštiti okruženja. Po potrebi, HMZ obavlja specijalna meteorološka mjerenja na lokaciji objekta, u skladu sa zahtjevima korisnika.



MREŽA METEOROLOŠKIH STANICA U CRNOJ GORI



Legenda:
 ● - glavna stanica
 ● - klimatološka st.
 ● - padavinska st.

DBurić



Pročavanjem atmosfere bave se dvije nauke - meteorologija i klimatologija

METEOROLOGIJA (grčki meteoros – nad zemljom, u vazduhu, logos – nauka, zakon, učenje). Definicija – nauka o atmosferi. Proučava fizičke pojave i procese u vazdušnom omotaču Zemlje – kretanja u atmosferi, trenutna i buduća stanja atmosfere, zakonitosti po kojima se javljaju atmosferske pojave i procesi, uzajamne veze između pojava i procesa u atmosferi, itd. Ona je fizika atmosfere, odnosno spada u grupu geofizičkih nauka (služi se fizičko-matematičkim metodama proučavanja).

Zadaci meteorologije – prikupljanje podataka koji karakterišu stanje atmosfere, tj. podataka o vremenu (kvantitativne i kvalitativne podatke o vremenu – numeričke i opisne), analiza osmotrenih podataka, objašnjenje atmosferskih pojava, utvrđivanje zakonitosti po kojima se javljaju određene pojave, na osnovu utvrđenih zakonitosti i fizičko-matematičkih metoda daje tok razvitka pojedinih procesa (prognoza vremena), itd.

Cilj ili svrha meteorologije je primjena rezultata proučavanja za praktične potrebe, u poljoprivredi, turizmu, građevinarstvu, prostornom planiranju, itd.

KLIMATOLOGIJA (grčki klima – nagib (upadni ugao Sunčevih zraka) i logos – nauka, zakon). Definicija – nauka koja proučava klimu ili podneblje nekog mjesta, manje ili veće teritorije ili cijele Zemljine površine. Klimatologija pripada sistemu geografskih nauka (prema predmetu proučavanja), ali i meteorološkim, odnosno geofizičkim naukama (prema metodima proučavanja).

Zadaci klimatologije – da objasni uslove pod kojima se formiraju različiti tipovi klime na Zemlji, da prouči uticaj klime na živu i neživu prirodu, da utvrdi promjene klime u bližoj i daljoj prošlosti.

Cilj ili svrha klimatologije je isti kao i meteorologije. Npr. vrijeme utiče na kvalitet i kvantitet prinosa poljoprivrednih kultura, a klimatske karakteristike uslovljavaju rejonizaciju biljaka i životinja.

Najkraće rečeno, meteorologija proučava vrijeme (vremenske pojave, promjene vremena i njihovu prognozu), a klimatologija klimu.

VRIJEME – TRENUTNO STANJE ATMOSFERE (PRECIZNIJE TROPOSFERE) KOJE VLADA U NEKOM MJESTU. Ili, stvarno stanje meteoroloških elemenata i pojava u datom momentu i datom mjestu. U meteorološkom smislu, vrijeme je pojam koji je jasno određen i koji se izražava brojčanim vrijednostima meteoroloških elemenata i nazivima meteoroloških pojava. Opšta karakteristika vremena je promjenljivost. Primjer: u 14 časova 1. avgusata 2012. godine u Nikšiću je sunčano, temperatura vazduha je 35⁰C, relativna vlažnost 40%, vazdušni pritisak 942 mb (hPa) i duva slab sjeverni vjetar brzinom od 3 m/s. Ovim smo okarakterisali vrijeme u Nikšiću za dati momenat. Vrijednosti meteoroloških elemenata i javljanje određenih pojava (stanje vremena), rezultat su raznih fizičkih procesa u atmosferi i na površini zemlje. Najvažniji faktori koji utiču ili formiraju vrijeme i klimu su: intenzitet Sunčevog zračenja, cirkulacija vazduha u atmosferi, reljef, karakter podloge itd. Vremenski uslovi u prizemnom sloju vazduha imaju direktan uticaj na živi svijet (ljude, životinje i biljke), ali i neživi.

KLIMA - "prosječno" stanje atmosfere nad određenom teritorijom u određenom vremenskom razdoblju (dugogodišnji prosjek meteoroloških elemenata), uzimajući u obzir ne samo srednje stanje već i ekstremna odstupanja. Ili, klima se može definisati kao višegodišnji režim tipova vremena. U novije vrijeme klima se sve više posmatra kao dinamički sistem, odnosno interakcija atmosfere, okeana, kriosfere i biosfere. Ova definicija je nastala iz potrebe tumačenja kompleksnih pojava, poput: globalnog zagrijavanja, oscilacija u sistemu okean-atmosfera (El Ninjo, La Ninja, Sjeverno-atlantska oscilacija), ozonskih rupa i dr. Srednje fizičko stanje atmosfere dobija se iz dugogodišnjih osmatranja meteoroloških elemenata i pojava, koje treba srediti i statistički obraditi. Na taj način dobijaju se za čitav niz godina srednje vrijednosti elemenata, odstupanja od prosjeka (srednja i ekstremna odstupanja), učestalost javljanja itd. Po preporuci WMO, karakteristike klime nekog mjesta treba razmatrati na osnovu nizova podataka od najmanje 30 godina. Obzirom na potrebnu dužinu niza osmatranja, klima, za razliku od vremena, ima karakter izvjesne stabilnosti.

Uticaj na vrijeme i klimu ima i djelatnost čovjeka – mijenjanje fizičkih svojstava podloge ili atmosfere (sječa ili podizanje šuma, promjena namjene korišćenja zemljišta, procesi industrijalizacije i urbanizacije koji dovode do zagađenja vazduha, itd.). Uticaj čovjeka na vrijeme i klimu postoji, posebno na lokalnom nivou. O tome se u poslednje vrijeme dosta priča, ali se često taj uticaj čovjeka na vrijeme i klimu preuveličava, odnosno precjenjuje (predimenzionira).

Pri proučavanju vremena i klime koriste se podaci sa meteoroloških stanica. Rezultati proučavanja su bolji ukoliko je gušća mreža meteoroloških stanica i ukoliko su stanice dobro (pravilno) raspoređene. Prema prostoru koji se posmatra, razlikuju se sledeće vrste klime: makroklima, mezoklima, topoklima i mikroklima. **Makroklima** se odnosi na prostor prečnika preko 100 km, **mezoklima** na prostor 1-100 km, a **mikroklima** na prostor prečnika manjeg od 1 km. Mezoklima se često naziva i lokalna klima (npr klima gradova).

Topoklima nema jasno definisan prostor u pogledu dimenzija. Negdje se poistovjećuje sa mezoklimom, a negdje sa mikroklimom. Topoklima se odnosi na površine koje se mogu naći na topografskim kartama, a to zavisi od razmjera karte.

METEOROLOŠKE POJAVE I METEOROLOŠKI ELEMENTI

Da bi mogli da govorimo o vremenu i klimi, njihovom uticaju na životnu sredinu, život i rad ljudi, moramo poznavati elemente i pojave koje karakterišu vrijeme, odnosno moramo raspolagati sa podacima o meteorološkim elementima i pojavama. Prvo treba pripremiti podatke, a to podrazumijeva njihovu provjeru i formiranje baze podataka za date potrebe, pa tek onda obrađivati i analizirati te podatke. Pri tome, treba znati koja je razlika između meteoroloških i klimatoloških podataka. U principu, ta dva pojma se poistovjećuju. Meteorološki podatak može da se odnosi i na neki podatak o vremenu i na podatak o klimi. Kada kažemo klimatološki podatak, onda se on odnosi na neku vrijednost koju smo dobili osrednjavanjem za duži niz godina, po pravilu ne kraći od 30 godina. Dalje, treba da znamo šta su i koja je razlika između meteoroloških elemenata i meteoroloških (atmosferskih) pojava, i šta su atmosferski procesi.

Atmosferski procesi su procesi koji se dešavaju u atmosferi bez obzira da li su fizičke, hemijske i biološke prirode. To su npr. advekcija, subsidencija (spuštanje vazduha u atmosferi), cirkulacija atmosfere, transformacija vazdušnih masa, ciklogeneza, obrazovanje magle, stvaranje ozona itd.

Meteorološki elementi su osnov za tumačenje procesa u atmosferi. U matematičkom smislu, meteorološki element je promjenljiva koja karakteriše stanje atmosfere na određenom mestu u određenom trenutku. Osnovni meteorološki elementi su: radijacija (kratkotalasno i dugotalasno zračenje), trajanje Sunčevog sjaja, temperatura vazduha i tla, vazdušni pritisak, pravac i brzina vjetrova, visina padavina, oblačnost (količina i visina donje baze oblaka), horizontalna vidljivost, isparavanje, itd. Na glavnim meteorološkim stanicama, meteorološki elementi se osmatraju na svaki sat, a na aerodromskim (vazduhoplovnim stanicama) svaka pola sata. Većina meteoroloških elemenata mjeri se pomoću posebnih instrumenata. Jedino se oblačnost i horizontalna vidljivost određuju vizuelno - ocijenom od oka. Postoje dvije grupe meteoroloških instrumenata. Prvu grupu čine *osnovni instrumenti*, tj. oni koji pokazuju trenutnu vrijednost meteoroloških parametara - termometar, barometar, anemometar i dr. Drugu grupu čine *pisači*. To su autografi, instrumenti koji neprekidno registruju promjene meteoroloških elemenata - barograf, termograf, anemograf, pluviograf, higrograf i drugi. Sve je veći broj meteoroloških stanica koje, osim klasičnih instrumenata, imaju i automatsku meteorološku stanicu (AWS).

Meteorološke pojave su: kiša, snijeg, magla, oblaci (rod i vrsta oblaka), rosa, slana, inje, poledica, itd. Osmatranja meteoroloških pojava se vrše samo kada postoje i to njihovo trajanje (početak i završetak), intenzitet i količina. Dakle, atmosferske pojave ili stručno meteori su pojave koje se mogu osmotriti u atmosferi ili na površini Zemlje.

METEOROLOŠKE POJAVE

Definicija – meteorološka pojava ili meteor je pojava koja se zapaža u atmosferi ili na površini zemlje. Meteori se dijele u četiri grupe: hidrometeori, litometeori, fotometeori i elektrometeori.















Hidrometeori su pojave koje nastaju kao proizvod vodene pare i koje padaju na zemlju, lebde u atmosferi, lebde vjetrom uzdignuti sa zemlje ili bivaju nataloženi na tlu ili predmetima, bilo u tečnom ili čvrstom stanju. To su: kiša, snijeg, rosulja, magla itd. oni hidrometeori koji padaju iz oblaka nazivaju se visoke padavine (kiša, snijeg, grad itd), a oni koji nastaju na zemljinoj površini i predmetima nazivaju se niske padavine (rosa, slana, inje, poledica itd). Hidrometeori se označavaju pomoću međunarodnih simbola:

Litometeori su pojave koje se sastoje od lebdećih ili vjetrom sa tla izdignutih čestica, uglavno su u čvrstom stanju, rjeđe u tečnom. To su: čađavina ili suva motnoća, pješčana magla, dim, prašinska ili pješčana mećava, vihor, jak vjetar.

Fotometeori su pojave optičke prirode. To su svjetlosne pojave koje nastaju odbijanjem, prelamanjem ili rasipanjem Sunčeve ili Mjesečeve svjetlosti. To su: Sunčev ili Mjesečev halo, vijenac oko Sunca ili Mjeseca, duga, glorijska, optička varka itd.

Elektrometeori su električne pojave, vidljiva ili čujna manifestacija atmosferskog elektriciteta. To su: grmljavina, sijevanje, grmljenje, polarna svjetlost, vatra svetog Elma itd.

Meteorološke pojave se označavaju pomoću međunarodnih simbola

	kiša		pljusak snijega
	rosulja		grmljavina
	snijeg		grmljenje
	susnježica		rosa
	grad (tuča)		slana
	sleđena kiša		inje
	sleđena rosulja		poledica
	sugradica		magla
	krupa (solika)		magla-nebo vidljivo
	zmast snijeg		ledena magla
	pljusak kiše		sijanje sunca
	Sniježni pokrivač		Vjetar

Znak i definicija nekih atmosferskih pojava (vidjeti klimatološki riječnik na kraju praktikuma).

● **Kiša** - padavina u obliku manjih ili većih kapi, čije se padanje jasno vidi, a krupnijih i čuje. Prečnik kapi je najvećim dijelom veći od 1/2 mm. Kapi su osobito krupne u pljuskovima.

☉ **Sledjena kiša** - kapljice kiše, čija je temperatura ispod 0°C, a ipak su se zadržale u tečnom stanju prilikom padanja kroz vazduh, koje se smrzavaju u dodiru sa tlom ili s predmetima na zemljinoj površini. Površinska temperatura predmeta ili tla na kojima dolazi do momentalnog zaledjivanja ovih "prehladjenih" kapljica kiše kreće se oko 0°C ili je niža.

☼ **Rosulja (sopljenje, izmaglica)** - padavina u obliku vrlo sitnih kapljica, koje padaju vrlo polagano, gotovo lebde, pa ih i najslabija struja vazduha zanosi. Prečnik kapljica rosulje je manji od 1/2 mm. Rosulja pada iz vrlo niskih slojastih oblaka ili iz magle. Jedva se osjeća na licu, a na predmetima (osobito na odjeći) stvara kapljice poput rose. Ponekad i obična kiša počinje sa ovako sitnim kapljicama, ali su ove rijetke (kapljice rosulje su jako zgusnute među sobom) i brzo ih smjenjuju krupnije kapi. U ovom slučaju, kao i u svakom drugom slučaju kada osmatrač nije siguran da li se radi o rosulji, treba da upotrebljava znak za običnu kišu.

☉ **Sledjena rosulja** - rosulja, čije se kapljice slede u dodiru sa tlom ili s predmetima na zemljinoj površini.

☼ **Snijeg** - padavina u obliku razgranatih sniježnih kristala (ponekad zvjezdastog oblika), pomiješanih katkada s običnim nerazgranatim kristalima. Pri temperaturama višim od oko -5°C sniježni kristali su obično spojeni u sniježne pahuljice.

☼ **Susnježica** - padavina, kada kiša i snijeg padaju istovremeno.

⚠ **Krupa (solika)** - bijela i neprozirna zrnca leda, prečnika 2-5 mm, kuglastog, a ponekad konusnog oblika. Odskaču od tvrde podloge i tako se lome. Kada se temperatura vazduha pri tlu kreće oko 0°C, krupa obično pada u pljuskovima zajedno sa sniježnim pahuljicama ili kišom.

⚠ **Zrnast snijeg** - padavina koja se sastoji od vrlo malih bijelih i neprozirnih zrnaca leda, primjetno spljoštena ili izdužena oblika. Prečnik im je obično manji od 1 mm. Ne odskaču od tvrde podloge i ne lome se. Zrnast snijeg obično pada iz niskih slojastih oblaka i to u vrlo malim količinama, a nikada u obliku pljuska.

⚠ **Sugradica ili ledena zrnca** - prozirna ili svjetlacava zrna leda, kuglastog ili nepravilnog oblika, čiji je prečnik obično manji od 5 mm. Obično odskaču od tvrde podloge uz propratni zvuk.

▲ **Grad (tuča)** - padavina u obliku loptica ili komada leda različitog oblika, prečnika između 5 i 50 mm, a katkad i većeg. Zrna grada su ili skroz prozirna, ili su sastavljena naizmjenično iz mutnih i prozirnih slojeva. Padaju ili odvojena ili stopljena u nepravilne oblike. Padanje grada obično je praćeno jakim ili dugotrajnom gmljavinom i ne dešava se nikad pri temperaturama nižim od 0°C.

↔ **Ledene iglice (prizmnice)** - sitni i nerazgranati ledeni kristali u obliku iglica, štapića ili pločica, često tako nježnih, da izgleda kao da lebde u atmosferi. Ovi kristali mogu padati iz niskih slojastih oblaka ili iz vedra neba. Padaju pri tihom vremenu i kod vrlo niskih temperatura, a osobito se dobro vide (svjetlucaju) kada su obojeni sunčevim zracima.

≡ **Magla** - pojava vrlo sitnih kapljica vode, koje kao da lebde u vazduhu i znatno smanjuju horizontalnu vidljivost, tj. udaljenost do koje se mogu vidjeti predmeti na površini zemlje. Pojava se smatra maglom ako se ne vide predmeti udaljeni manje od 1 km od mjesta osmatranja. Magla je bjeličasta, ali u velikim gradovima i industrijskim krajevima zbog dima i prašine može da ima prljavo-žutu ili sivkastu boju. Relativna vlaga u magli obično je blizu 100%. Kada se magla javlja u pramenovima nošenim vjetrom, pri čemu vertikalna vidljivost na mahove bude slobodna, treba pored znaka za maglu staviti pr (pramenovi magle).

≡ **Magla nebo vidljivo** - ovaj znak upotrebljava se onda, kada se pri magli vidi nebo ili oblaci, a ne radi se samo o trenutnoj pojavi rasplinjavanja magle zbog djelovanja vjetra.

≡ **Ledena magla** - lebdenje mnogobrojnih sitnih kristala leda u atmosferi, koji smanjuju horizontalnu vidljivost na površini zemlje na manje od 1 km.

≡ **Niska magla (prizemna magla)** - magla pri samom tlu, koja ne dopire do glave osmatrača. Vidljivost iznad sloja magle nije smanjena.

≡⁰ **Magla na vrhovima** - oblak koji prekriva vrh. Ovu pojavu bilježe samo stanice smještene neposredno ispod nekog vrha. Potrebno je ocijeniti visinu donjeg nivoa oblaka (u metrima), odnosno magle koja prekriva vrh, i upisati je uz gornju crtu oznake za maglu na vrhovima. Primjer: $\wedge^{800} 10-12^h$

≡ **Magla u dolini** - pojava magle u dolini ispod nivoa, odnosno nadmorske visine na kojoj je smještena stanica. Za maglu u dolini potrebno je uz gornju crtu znaka upisati i visinu (u metrima) gornjeg nivoa magle.

≡ **Sumaglica** - veoma male, vodene kapljice (manje nego kod magle) ili higroskopne čestice, koje smanjuju horizontalnu vidljivost, ali u manjoj mjeri nego pri magli. Vidljivost je uvijek 1 km ili veća. Sumaglica ima sivkastu boju.

*↑ **Vejavica** - ovaj se simbol upotrebljava kada smo sigurni da uz sniježnu mećavu imamo i normalno padanje snijega.

✦ **Visoka mećava** - pojava kada vjetar diže snijeg na umjerenu ili veliku visinu iznad tla, tako da je i horizontalna vidljivost jako smanjena.

✦ **Niska mećava** - pojava kada vjetar diže snijeg na malu visinu iznad tla, tako da vidljivost na visini oka osmatrača nije osjetno smanjena. Snijeg je nošen manje ili više paralelno s tlom. Nivo oka definisan je kao visina 180 cm iznad tla.

☁ **Dim mora** - skup vodenih kapljica otkinutih vjetrom sa prostrane površine vode, obično sa vrhova talasa, raznesenih na malu razdaljinu u atmosferi.

☁ **Rosa** - vodene kapljice na predmetima na tlu ili blizu tla, a osobito na bilju, koje se stvaraju kondenzacijom vodene pare u okolnom vazduhu. Rosa najčešće nastaje u vedrim i tihim noćima, kada se predmeti blizu tla izračivanjem jako ohlade, a može nastati i pri slabijim kretanjima toplog i vlažnog vazduha, ako on dolazi u dodir s hladnim tlom. Rosa se hvata pretežno na otvorenim mjestima i vodoravnim površinama.

☁ **Slana** - hvata se u obliku kristalića leda po tlu i predmetima u blizini tla. Kada se izbliza pogledaju, ovi kristalići imaju oblik školjki, iglica, peraja ili lepezica. Slana nastaje u vedrim i mirnim, ali hladnim noćima, kada se noćnim izračivanjem tlo i predmeti u blizini tla ohlade ispod 0°C, pa se vodena para u blizini tla sledi u ledene kristaliće.

☁ **Inje** - bijele naslage leda, sastavljene od zrnaca više ili manje razdvojenih vazduhom, često okićene kristalnim grančicama. Inje se taloži pretežno na vertikalnim površinama, na granju drveća, a naročito na ivicama i izbočenim djelovima predmeta. Inje nastaje naglim (brzim) zamrzavanjem "prehladjenih" vrlo malih vodenih kapljica i to obično pri magli i temperaturama ispod 0°C. Na vjetru okrenutim površinama može inje narasti u vrlo debele slojeve.

☁ **Poledica** - glatka i prozirna ledena prevlaka, koja nastaje smrzavanjem "prehladjenih" kapljica rosulje ili kišnih kapi na predmetima čija je površinska temperatura niža ili nešto malo viša od 0°C. Poledica može nastati i neposredno nakon dodira "neprehladjenih" kapljica rosulje ili kiše s površinama čija je temperatura dosta ispod 0°C. Poledica nastaje na vodoravnim i vertikalnim površinama. Znakom ☁ prikazujemo poledicu na tlu, koja je nastala na naprijed objašnjen način. Poledicom na tlu ne treba smatrati led koji pokriva tlo, a nastao je jednim od sledećih procesa:

- voda, koja potiče od kapljica rosulje ili kiše i ledi se kasnije na tlu.
 - Voda nastala djelimičnim ili potpunim topljenjem snijega na tlu, koja se ponovo ledi.
 - Snijeg na tlu, koji je postao kompaktna i tvrd usljed gaženja (putnog saobraćaja)
- Takve vrste poledice na tlu (a, b, c.) označavamo znakom ☁.

☁ **Sniježni pokrivač** - ako je u bilo kojem djelu dana snijegom pokriveno više od polovine tla u blizini meteorološkog kruga, tada se za taj dan stavlja simbol sniježnog pokrivača (snijeg na tlu).

☁ **Tromba (vodena pijavica)** - vrlo jak vrtlog vazduha u vidu surle, koja se do tla spušta iz donjih dijelova vrlo mračnih i tamnih oblaka, i pri tome se vrlo brzo okreće oko približno uspravne osovine. Ova pojava može duž svoje putanje, koja je obično vrlo uska, prouzrokovati jako razaranje: čupanje drveća iz zemlje.

☁ **Jak vjetar** - jakim vjetrom smatramo pojavu vjetra jačine 6 ili 7 bofora, tj. vjetra pri kojem se ljujaju velike grane, pa čak i cijelo drveće, čuje se zujanje telefonskih žica, a hodanje s otvorenim kišobranom i hodanje protiv vjetra jako je otežano.

☁ **Olujan vjetar** - prizemni vjetar jačine 8 ili više bofora. Ovaj znak treba upotrebljavati kada vjetar počinje lomiti grane na drveću i kada dolazi do različitih oštećenja na zgradama (od lakših do najtežih). Pri olujnom vjetru hodanje protiv vjetra praktično je nemoguće.

☁ **Suva mutnoća (suva sumaglica)** - prisustvo suvih izvanredno sitnih čestica prašine, koje se ne mogu vidjeti golim okom u atmosferi. Stvara zamućenje vazduha i smanjuje vidljivost. Suva mutnoća obavlja kraj jednoličnim velom i izgleda plavkasta prema tamnoj pozadini (planine se plave) a žućkasta ili narandžasta prema svijetloj pozadini (takvu boju imaju oblaci na horizontu, sniježni planinski vrhovi, Sunce).

☁ **Pješčana magla** - lebdenje prašine ili sitnih čestica pijeska u vazduhu, podignutih sa tla prašinskom ili pješčanom olujom prije početka osmatranja. Prašinska ili pješčana oluja može se pojaviti na stanici, u blizini stanice ili u daljini.

☁ **Dim** - lebdeće čestice u atmosferi, koje nastaju od raznih sagorjevanja. Ova pojava može se vidjeti ili blizu zemljine površine ili u slobodnoj atmosferi. Gledajući kroz dim, Sunce izgleda jako crveno prilikom izlaska i zalaska, a naročito kada je visoko na nebu. Dim od relativno bliskih većih industrijskih objekata zna biti smeđe, tamno-sive ili crne boje. Dim od bliskih požara raspršava sunčevu svjetlost i daje nebu zelenkasto-žutu boju. Kada je dim prisutan u velikim količinama može se osjetiti po mirisu.

☁ **Prašinska ili pješčana mećava**. Kada na mjestu osmatranja ili u njegovoj blizini dovoljno jak vjetar izdigne čestice prašine ili pijeska na malu ili umjerenu visinu iznad tla, takvu pojavu nazivamo prašinskom ili pješčanom mećavom. Pri tome horizontalna vidljivost na visini oka osmatrača može biti znatno smanjena ako se radi o visokoj prašinskoj ili pješčanoj mećavi (tada se stavlja znak S), a može biti i dosta dobra, ako se radi o niskoj prašinskoj ili pješčanoj mećavi (tada se stavlja znak S).

☁ **Prašinska ili pješčana oluja** - skup čestica prašine ili pijeska, koji je jak i vrtložan vjetar snažno izdigao sa tla na veliku visinu. Prašinska ili pješčana oluja uopšte se dešava u krajevima gdje je tlo pokriveno prašinom ili rastresitim pijeskom, no ponekad može biti opažena i u krajevima gdje na tlu nema prašine ni pijeska u većim količinama. U našim krajevima ovo je vrlo rijetka pojava. Prašinska ili pješčana oluja je pojava većih razmjera, pa se može znatno smanjiti vidljivost.

☒ **Prašinski ili pješčani vjhor** - vrlo mali malog prečnika i gotovo vertikalne osovine, koje stvara vjetar dižući na različitu visinu čestice prašine ili pijeska sa tla, ponekad zajedno sa manjim otpacima. Ovo je tipična pojava u pustinjskim krajevima, a vrlo rijetka u našoj zemlji. Ova se pojava dešava kada je vazduh blizu zemlje jako nestabilan, npr. kad je to jako ugrijano sunčevom toplotom. Međutim, sa ovom pojavom ne treba miješati male vioriće koji nastaju u polju usljed jake pregrijanosti vazduha na ulicama i putevima.

⊕ ☉ **Sunčev ili Mjesečev halo** - svijetli prsten oko Sunca ili Mjeseca, koji se obično vidi kada se na nebu, a svakako u blizini Sunca ili Mjeseca, nalazi sloj tankih i visokih oblaka. Obično je prsten bjelkaste boje a rjeđe je rastavljen u spektralne boje, s crvenom bojom iznutra. Oko ovog prstena ponekad se može javiti jedan prsten na otprilike dvostruko većoj udaljenosti od Sunca, ali ova pojava nastupa rjeđe, a sam prsten je slabijeg sjaja. Osim toga, mogu se pojaviti i druge pojave haloa: svijetli lukovi, lažna sunca, svjetlosni stubovi. Halo oko Sunca ili Mjeseca može se primjetiti i onda kada nema oblaka, ako se pri tlu nalazi ledena magla, tj. magla od sićušnih ledenih kristalića.

☉ ☽ **Vijenac oko Sunca, Vijenac oko Mjeseca** - kada sunčeva ili mjesečeva svjetlost prolazi kroz sumaglicu, maglu ili tanke oblake sastavljene od vrlo malih vodenih ili ledenih čestica, može se desiti da se oko Sunca ili Mjeseca primjeti jedan ili više svijetlih prstenova (postavljenih tako da se Sunce nalazi u središtu svih tih koncentričnih prstenova). Prečnik vijenca oko Sunca ili Mjeseca dosta je manji nego kod haloa. Najčešće se vidi samo jedan prsten bjeličaste, plavkaste ili žučkaste boje, a ponekad se mogu razlikovati i boje spektra, pri čemu je spoljna boja mrko-crvenkasta. Sasvim rijetko može se pojaviti više ovakvih vijenaca (prstenova).

☾ **Duga** - svjetlosni luk u više boja, koji se vidi prema vodenim kapljicama (kišne kapi, kapljice rosulja ili magle) nasuprot Sunca. Boje duge su raspoređene između ljubičaste iznutra i cevene spolja. Ponekad se pored glavne duge vidi i sporedna, kod koje je redosled boja obrnut. Duga uglavnom nastaje usljed prelamanja i odbijanja sunčeve (rjeđe mjesečeve) svjetlosti pri prolazu kroz kišne kapljice. Ukoliko se proces prelamanja i odbijanja sunčevih zraka vrši na kapljicama magle ili sumaglice, javlja se tzv. Bijela duga, koja se sastoji od bijele pruge spolja uokvirene finom crvenom linijom, a iznutra plavom (znak bijele duge ☾).

☉ **Sijanje Sunca** - ovaj znak upotrebljava se onda kada oko Sunca nema oblaka, pa sunčevi zraci nesmetano dolaze do tla, kao i u slučaju kada vrlo visoki i sasvim tanki oblaci prekrivaju Sunce, ali tako da predmeti imaju dosta izrazitu sjenku.

⚡ **Grmljavina** - pojava električnog pražnjenja u oblacima ili između oblaka i zemlje. Pri ovom pražnjenju električna iskra ostavlja za sobom izlomljenu i razgranatu vatrenu liniju vrlo kratkog trajanja, koju nazivamo munja. Prask koji se pri tome javlja izaziva karakterističan zvuk, koji nazivamo grmljenje. Ovaj znak bilježimo kada se vidi munja i nakon toga čuje grmljenje.

☁ **Sijevanje** - pojava kada se vide munje ili odbljesci od njih (obično na horizontu) a ne čuje odgovarajuće grmljenje. Munja se može pojaviti unutar samog oblaka ili između dva oblaka, a ponekad može doći do pražnjenja i pojave munje između oblaka i tla.

⚡ **Grmljenje** - oštar tresak ili potmulo kotrljanje, koje prati munju. Na manjim udaljenostima zvuk je kratak, oštar i jak. Na većim udaljenostima od izvora zvuka grmljenje se čuje kao potmula tutnjava ili produženo kotrljanje (valjanje) promjenjive jačine. Trajanje ovog kotrljanja rijetko prelazi 30 do 40 sekundi, izuzevši planinske predjele, gdje može biti i duže. Ovaj znak bilježi se uvijek kada se čuje grmljenje, već samo onda kada se istovremeno ne vidi i sijevanje, jer se pri istovremenom sijevanju i grmljenju, kao što je već rečeno, bilježi znak za grmljavinu.

⚡ **Mirno električno pražnjenje (Vatra svetog Elma)** - na šiljastim vrhovima visokih predmeta, obično u planinama i na moru (gromobrani, visoko drveće, jarboli na brodovima itd.), javlja se ponekad električno pražnjenje, tiho ili s praskom. Ovo električno pražnjenje je više-manje neprekidno, a često se pojavljuje u obliku ljubičastog ili zelenkastog pera ili perjanice, jasno vidljivog samo noću.

☾ **Polarna svjetlost** - svjetlosna pojava koja se javlja na sjevernoj strani horizonta u obliku lukova, pruga, draperija ili zavjesa. Najčešće se vidi kao sjajan luk ispod koga nebo izgleda tamnije nego u okolini, a ponekad se vide i svjetle trake koje se zrakasto razilaze iz luka prema zenitu (najvišoj tački na nebu). Polarna svjetlost može biti različito obojena. Polarna svjetlost je rijetka pojava u našoj zemlji.

OZNAČAVANJE JAČINE I TRAJANJA POJAVA

Osmatrač na meteorološkoj stanici u Dnevnik osmatranja upisuje sledeće (posebno kada su u pitanju padavine-hidrometeor):

1. Oblik (vrstu); 2. Jačinu; 3. Vrijeme trajanja atmosfere pojave.

Oblik (vrsta) pojedinih meteoroloških pojava označava se (i u Dnevnik upisuje) pomoću međunarodnih simbola.

Jačina padavina i ostalih pojava (njihov intenzitet) označava se ciframa 0, 1 i 2, koje se upisuju u desni gornji ugao, uz dati simbol. Pri tome, cifre imaju sledeća značenja:

0 znači - pojava je slabog intenziteta

1 znači - pojava je umjerenog intenziteta

2 znači - pojava je jakog intenziteta

Za svaku meteorološku pojavu, koja se javi u toku datog dana, pored njenog simbola i oznake za jačinu, treba upisati i **vrijeme njenog trajanja**, tj. početka i prestanka date pojave. Za označavanje vremena uzima se srednjeevropsko vrijeme (SEV). Na glavnim stanicama, koje imaju 24-ro časovni program rada, vrijeme početka i prestanka date pojave treba što tačnije upisati, posebno kada se radi o padavinama. Na primjer: 14.30 znači 14 časova i 30 minuta. Na ostalim stanicama, gdje nije moguće tačno odrediti vrijeme početka i prestanka pojave, trajanje se određuje približno, tj. dovoljno je utvrditi u kojem je dijelu dana, odnosno noći, počela, odnosno prestala data pojava. U tu svrhu koriste se sledeće skraćenice:

rj (rano jutro) - vrijeme između ponoći i 7 časova; **dp** (do podne) - vrijeme između 7 časova i podneva; **pp** (poslije podne) - vrijeme između podneva i mraka; **kv** (kasno uveče) - vrijeme između nastanka mraka i ponoći i **n** (noću) - ne zna se da li je početak ili prestanak pojave bio prije ili poslije ponoći.

VANREDNE POJAVE

Vanredne pojave su vremenski poremećaji ili elementarne nepogode izuzetne jačine ili trajanja, ili rijetke i neobične pojave. To mogu biti već pomenute pojave izuzetne jačine ili trajanja, ili rijetke i neobične pojave, ali i druge: poplava, suša, zemljotres itd.

PROSTORNI I VREMENSKI RAZMJER METEOROLOŠKIH POJAVA

Za klasifikaciju meteoroloških fenomena (sve meteorološke pojave i procesi u atmosferi), prema njihovom prostornom rasprostranjenju i vremenskom trajanju, ne postoji opšte prihvaćeni kriterijumi. Za potrebe Svjetskog meteorološkog bdjenja (CMB), koristi se sledeća klasifikacija meteoroloških fenomena:

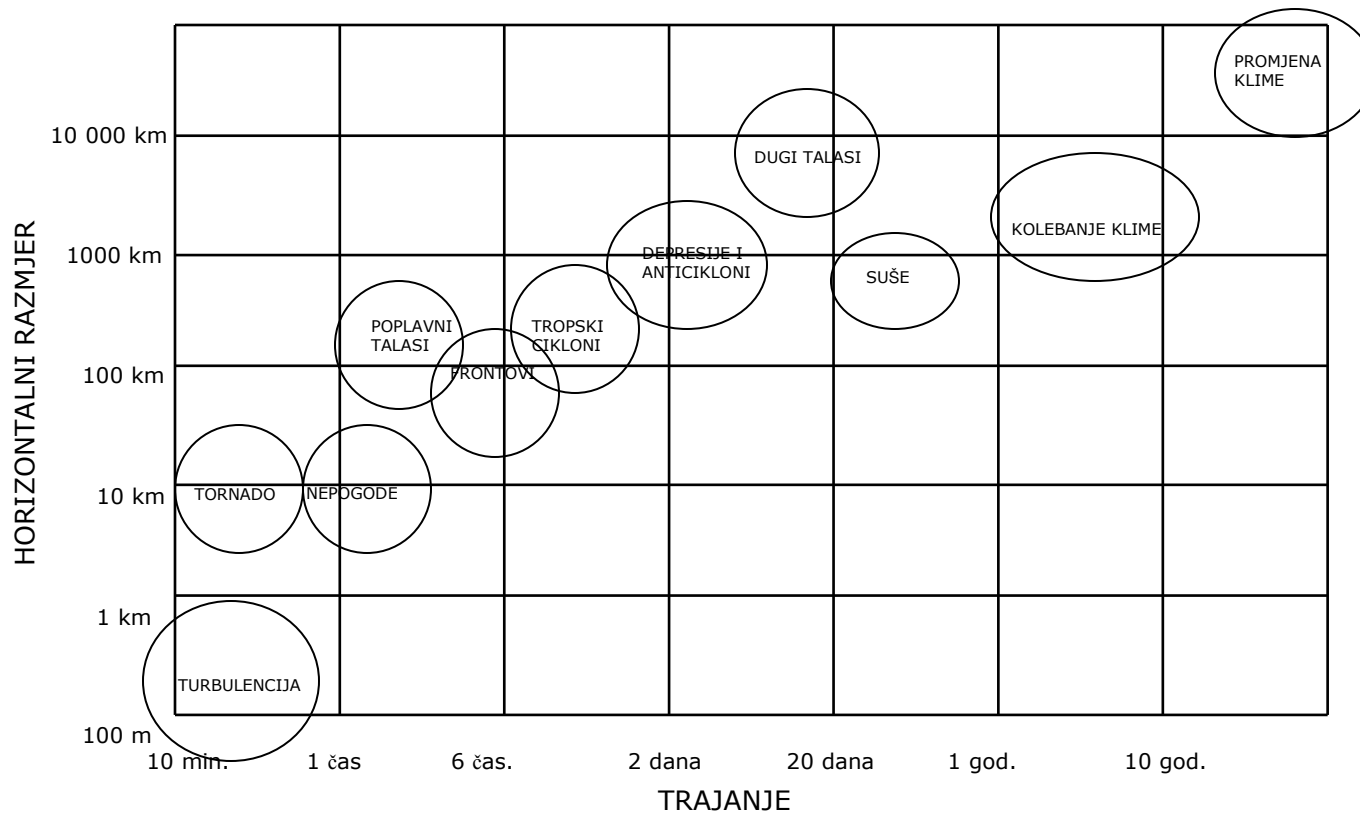
Prema prostornoj razmjeri, postoje fenomeni:

1. Male razmjere (<100 km) – grmljavine, lokalni vjetrovi, tornada itd.
2. Srednje razmjere (100-1000 km) – frontovi, oblačni sistemi itd.
3. Velike razmjere (1000-5000 km) – depresije, anticikloni itd.
4. Planetarne razmjere (>5000 km) – dugi talasi u atmosferi, kolebanje klime, promjena klime itd.

Prema vremenskoj razmjeri (trajanju):

pojave koje traju manje od sekunde, zatim nekoliko minuta, časova, dana, nedelja, mjeseci, godina itd

PROSTORNE I VREMENSKE RAZMJERE METEOROLOŠKIH FENOMENA



Pitanja

1. Definicija, značaj i granice atmosfere
2. Satav atmosfere
3. Vertikalna struktura atmosfere
4. Razvoj proučavanja atmosfere
5. Meteorološka služba u našoj zemlji
6. Meteorologija
7. Klimatologija
8. Vrijeme i klima
9. Atmosferski procesi
10. Meteorološke pojave
11. Meteorološki elementi
12. Vanredne pojave
13. Prostorni i vremenski razmjer meteoroloških pojava
14. Napisati nekoliko rečenica o sastojcima vazduha (o gasovima i primjesama vazduha)

PRIPREMA KLIMATOLOŠKIH PODATAKA

Osmotreni i izmjereni podaci na meteorološkim stanicama (sinoptičkim, klimatološkim, padavinskim, agrometeorološkim i drugim), dostavljaju se nacionalnom meteorološkom centru u vidu Dnevnika osmatranja za svaki mjesec pa se zatim upisuju u računar, kao i putem sredstava veze (internet, mobilne telefonije) u vidu šifrovanih (SINOP, RADAP) i drugih izvještaja. Kompjuterska tehnologija je omogućila čuvanje ogromnog broja podataka i manipulisanje sa njima. Za te potrebe (čuvanje, kontrola i obrada meteoroloških podataka) koriste se posebni softverski paketi, odnosno baze podataka. U HMZCG koristi se CLIDATA baza podataka za čuvanje, kontrolu i obradu meteoroloških podataka.

Primjer SINOP izvještaja

ZCZC SNMK10 LYPG 130500

AAXX 13051

13463 41560 82501 10206 20168 30009 40069 57009 79592 889//=

13459 41670 80702 10142 20141 39361 40099 54000 72162 8582/ 333 85696 88498=

13461 41565 71404 10239 20158 30060 40067 55008 70262 87800 333 84830 86645 92323 92437=

Da bi se podaci dobijeni meteorološkim osmatranjem mogli iskoristiti za potrebe klimatologije, odnosno obrađivati (analizirati klima manje ili veće teritorijalne jedinice, vršiti različita klimatološka istraživanja), potrebno je izvršiti njihovu pripremu. Priprema klimatoloških podataka obuhvata dva postupka:

1.Prikupljanje podataka

2.Prilagođavanje podataka

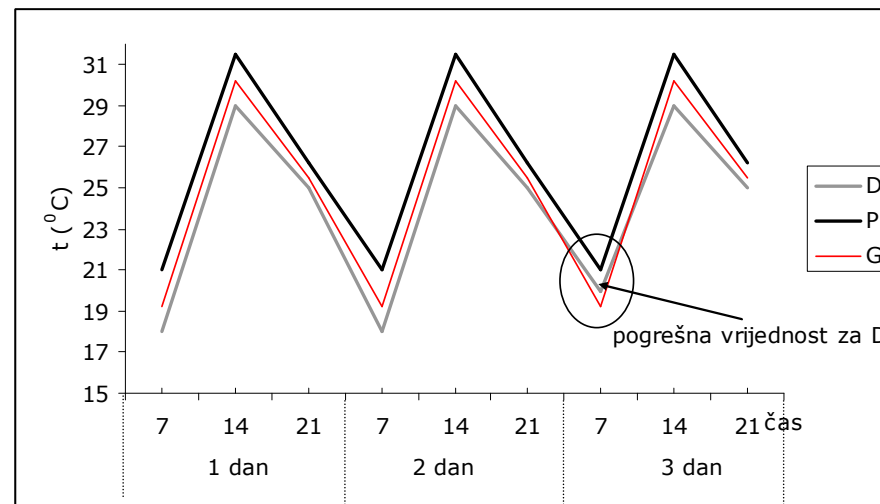
Prikupljanje podataka podrazumijeva način dolaska do potrebnih podataka. Do klimatoloških podataka se može doći na dva načina. Prvi je putem zahtjeva, a drugi je iz meteoroloških godišnjaka. I u prvom i u drugom slučaju izvor je nacionalna Hidrometeorološka služba (zavod). Korisnik podataka u zahtjevu precizira koji su mu podaci potrebni i za koji period. Meteorološki godišnjak je publikacija (izdanje) HMZ, koja izlazi jednom godišnje, a štampa se najčešće iz dva dijela (meteorološki godišnjak I i meteorološki godišnjak II). U njima je za svaku osmatračku stanicu data vrijednost svakog meteorološkog elementa. U HMZCG do podataka se dolazi putem zahtjeva.

Kada se prikupe potrebni podaci, vrši se njihovo **prilagođavanje**. Prilagođavanje podataka podrazumijeva provjeru pouzdanosti podataka i procjenu nedostajućih podataka u nizovima osmatranja.

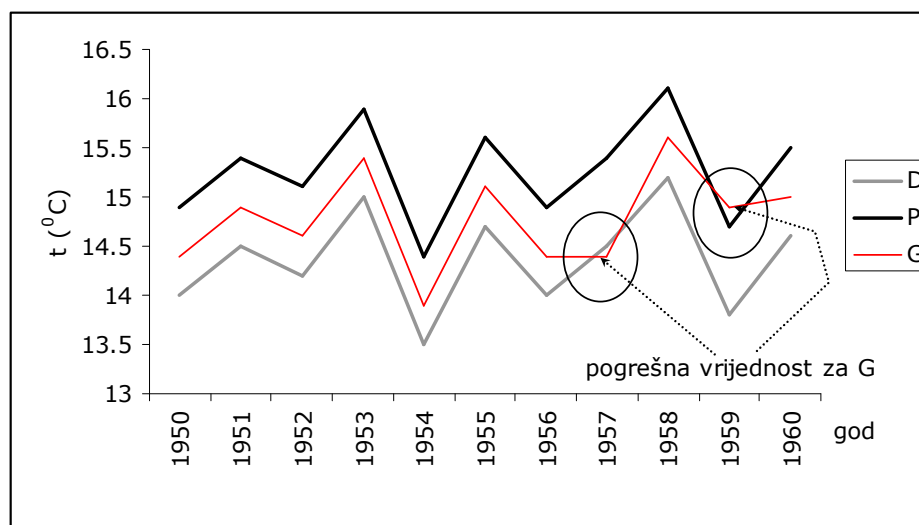
Provjera pouzdanosti podataka

Provjera tačnosti podataka znači ispitivanje relativne homogenosti nizova osmatranja, a može se vršiti logičkim i kritičkim putem. Logička kontrola podataka vrši se vizuelno, ali je za to potrebno određeno znanje iz meteorologije. Npr. ako je meteorološka stanica iznad nivoa mora, stanični pritisak ne može biti viši od redukovanog na nivou mora, itd. Kritička provjera podataka može se izvršiti grafičkim i računskim putem. Za kritičku kontrolu potrebno je raspolagati podacima sa susjednih osmatračkih stanica.

Grafičkom metodom se otkrivaju slučajne i sistematske greške pri osmatranju meteoroloških elemenata i pronalaze uzroci tih grešaka. Slučajna greška je greška osmatrača prilikom očitavanja vrijednosti datog elementa na instrumentu ili pogrešnog preračunavanja nekog elementa (redukovani pritisak na nivou mora, relativna vlažnost, napon vodene pare i sl) ili uslijed potresa instrumenta isti ne pokaže ispravnu vrijednost. Kada je u pitanju slučajna greška, grafički metod se koristi za njeno detektovanje pri terminskim (časovnim) osmatranjima. Kako utvrditi da je podatak pogrešan grafičkim putem? Npr. imamo terminske vrijednosti temperature vazduha za Podgoricu, Danilovgrad i Golubovce za tri dana (vrijednosti su proizvoljno date). Prikažemo grafički tok temperature sa ove tri stanice. Sa grafikona se vidi da se krive temperature dobro podudaraju, ali da postoji i poremećaj paralelnosti za 7 časova trećeg dana. Uzrok neparalelnosti je pogrešno očitana vrijednost na stanici D u taj termin (7 h trećeg dana). Za ovaj postupak treba koristiti podatke sa najmanje tri susjedne stanice, jer ako bi uzeli samo dvije stanice teško bi utvrdili koja stanica ima ispravne vrijednosti a kod koje je greška.



Sistematska (kontinuirana) greška se javlja zbog promjene mikroklima (promjena lokacije meteorološke stanice, a da nije izvršena korekcija izmjerenih vrijednosti datog meteorološkog elementa), neispravnosti instrumenta, promjene termina očitavanja, stalna greška osmatrača itd. Greške sistematske prirode odražavaju se i na srednju vrijednost datog meteorološkog elementa - srednju mjesečnu ili srednju godišnju. Za ovaj postupak potreban je historijat meteorološke stanice. Primjer: upoređujući nizove srednjegodišnje temperature sa tri meteorološke stanice u periodu 1950-1960. godina, uočavamo nepodudaranje krivih krajem ovog perioda, zato što je došlo do promjene srednjegodišnje temperature na jednoj stanici (G) u odnosu na ostale dvije. Na grikonu se vidi da se krive dva puta sijeku, 1957. i 1959. godine, dok su u ostalim godinama paralelne. Odnosno, niz stanice G nije homogen u periodu posle 1957. godine. Uvidom u istoriju meteorološke stanice G, utvrđeno je da je do 1957. godine stanicu vodio samo jedan osmatrač, a da je nakon toga dolazilo do čestih smjena osmatrača što se moglo odraziti na subjektivne greške. Dalje je utvrđeno da je 1959. godine stanica promijenila lokaciju, premještena je na manju nadmorsku visinu. Dakle, promjena srednjegodišnje temperature na stanici G poslije 1957. g. nastala je zbog neprirodnih uzroka (često su se mijenjali osmatrača, promijenjena je lokacija stanice tj. mikroklima) i zato je niz nehomogen.



Međutim, vrijednosti nekog meteorološkog elementa se mogu promijeniti i uslijed prirodnih uzroka – na datom prostoru došlo je do promjene toka vremena, npr. sve je toplije zbog pojačane Sunčeve aktivnosti ili promjene cirkulacije atmosfere ili povećane koncentracije ugljen-dioksida u vazduhu ili smanjene koncentracije vulkanskog aerosola (čestice vulkanske prašine) itd. U takvom slučaju, niz datog elementa je homogen, jer je promjena nastala zbog promjene nekog prirodnog faktora, a ne uslijed antropogenog uticaja.

Računskim putem se provjera pouzdanosti vrijednosti datog klimatskog elementa može uraditi metodom diferencije i metodom kvocijenata. Računski metod je sigurniji nego grafički, ali ni on ne može ukazati direktno da li je niz relativno homogen, odnosno da li je u pitanju antropogeni ili prirodni uticaj (vremenski ili klimatski). Dakle, i u ovom slučaju je potrebno poznavati istojat stanica. Za direktnu provjeru (ispitivanje) relativne homogenosti nizova podataka, koriste se posebni statistički krirerijumi (kriterijum Abea, Aleksandersonov test itd) i posebni softverski paketi (MASH, MISH itd), ali to prevazilazi potrebe studenata geografije na osnovnim studijama.

Metod diferencija (razlika) se koristi za provjeru srednjih mjesečnih i srednjih godišnjih vrijednosti kontinuiranih klimatskih elemenata (temperatura vazduha, vazdušni pritisak, vlažnost vazduha itd). Metod kvocijenata (količnika) se koristi za provjeru podataka klimatskih elemenata koji se izražavaju u količini ili sumi (zbiru), kao što su padavine, osunčavanje, isparavanje i drugi.

Primjer: odaberemo tri najbliže stanice (A,B,C) i provjeravamo pouzdanost vrijednosti srednjih godišnjih temperatura u višegodišnjem periodu od 15 godina (1970-1984). Izračunamo diferencije između članova ta tri niza, tj. razliku: A-B, A-C i B-C. Vrijednost diferencija je različita od jednog do drugog člana u nizu. Praksa je pokazala da podatak treba smatrati pogrešnim ako diferencija odstupa za 30-50% preko srednje diferencije za cio niz za dati par stanica. Iz tabele se vidi da je srednja vrijednost razlika sledeća: A-B = 0,2, A-C= 0,5 i B-C= 0,7. tražimo pojedinačne diferencije koje odstupaju preko 30% od odgovarajućih srednjih vrijednosti. To su boldirane vrijednosti u tabeli. Za 1972. i 1974. godinu postoje velika odstupanja kod nizova A-B i A-C. Zajednička stanica za ova dva niza je stanica A, što znači da je podatak za ovu stanicu za dvije pomenute godine nepouzdan i te vrijednosti odbacujemo. Za 1984. odstupanja su velika kod sva tri niza. Pitanje je podatak koje stanice treba smatrati nepouzdanim? Da bi došli do odgovora potrebna je analiza sinoptičkog materijala za 1984. godinu. Aniza sinoptičkih karata je pokazala da je ta godina bila hladna na stanicima A i B, odnosno umjereno hladna na stanici C. Međutim, stanica C je južnija i mnogo udaljenija od prethodne dvije. Dakle u ovom slučaju podatke ćemo prihvatiti kao validne.

stanica	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	sr vr
A	20.2	20.4	20.9	20.9	18.8	20.4	20.2	20.6	20.0	19.3	20.2	20.2	20.8	21.5	19.1	20.2
B	20.1	20.5	21.2	20.5	19.5	20.2	19.8	20.2	19.6	19	19.9	19.9	20.1	21.3	18.6	20.0
C	20.3	20.7	22	21.2	20.2	21	20.5	21.1	20.9	19.8	20.5	20.6	21.1	21.5	20	20.8
A-B	0.1	-0.1	-0.3	0.4	-0.7	0.2	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.7	0.2	0.5	0.2
A-C	-0.1	-0.3	-1.1	-0.3	-1.4	-0.6	-0.3	-0.5	-0.9	-0.5	-0.3	-0.4	-0.3	0.0	-0.9	-0.5
B-C	-0.2	-0.2	-0.8	-0.7	-0.7	-0.8	-0.7	-0.9	-1.3	-0.8	-0.6	-0.7	-1	-0.2	-1.4	-0.7

Metod kvocijenata je isti kao prethodni, a jedina razlika je u tome što između članova nizova tri stanice ne računamo razliku već količnik: A/B, A/C i B/C. Dalji postupak provjere je isti kao i u prethodnom slučaju.

Procjena nedostajućih podataka

Redovno se dešava da u nizovima klimatskih elemenata nedostaju podaci za neke termine, dane, mjesece ili godine, zavisno sa kojim podacima se barata. Ti nedostajući podaci se ne mogu ponovo izmjeriti i jedini način je da ih procijenimo, primjenom odgovarajućih računskih metoda. Postupak kojim se vrši procjena nedostajućih vrijednosti u neki niz podataka naziva se interpolacija (latinski interpolatio = umetanje). Najčešće se koristi pet metoda interpolacije: metod aritmetičke sredine, metod dvije susedne stanice, metod diferencija, metod kvocijenata i metod matrice. Izbor metode zavisi od vrste klimatskog elementa, perioda za koji se vrši interpolacija, udaljenosti okolnih stanica i prostorne promjenljivosti elemnta koji se interpoliše. Interpolacija se može raditi ako u nizu nedostaj manje od polovine podataka: časovnih u toku dana, dnevnih u mjesecu i mjesečnih u godini (<50%). Ako nedostaje više od 6 mjeseci u godini, ta godina se izbacuje iz niza i tada se procjenjuje (interpoliše ili ekstrapoliše) godišnja vrijednost. Procijenjeni (interpolisani) podatak se najčešće obilježava sa znakom "*", da bi se razlikovao od stvarnih (izmjerenih) vrijednosti.

1. Metod aritmetičke sredine

Ovaj metod se primjenjuje za interpolaciju kontinuiranih klimatskih elemenata i to najčešće za terminske vrijednosti. Interpolisana vrijednost (F_o) se dobija kao srednja vrijednost prethodnog (F_p) i sledećeg (F_s) člana u nizu u odnosu na nedostajući podatak : $F_o = (F_p + F_s) : 2$

Primjer: terminske vrijednosti temperature vazduha na dam 2.februar 1999. godine na datoj stanici

čas	5	6	7	8	9	10
temperatura (°C)	1.5	1.4	1.0	2.3*	3.5	4.9

*podatak dobijen interpolacijom

$(1.0 + 3.5) / 2$

Kada su terminske vrijednosti u pitanju kod skalara (skalar je veličina koja nema pravac i smjer, kao što to ima vjetar ili to su kontinuirani klimatski elementi), vremenska zavisnost između susjednih termina na jednoj stanici je obično veća nego prostorna zavisnost vrijednosti datok elemnta i tog istog elemnta na susjednim stanicama.

2. Metod dvije susjedne stanice

Ovaj metod se koristi kada je veća prostorna nego vremenska zavisnost, a najčešće se koristi za kontinuirane klimatske elemente.

Interpolacija se vrši po formuli:

$$F_o = (F_1/r_1^2 + F_2/r_2^2) / (1/r_1^2 + 1/r_2^2)$$

F_o - interpolisana vrijednost

F_1 i F_2 - odgovarajuće vrijednosti datog klimatskog elementa na dvije susjedne stanice

r_1 i r_2 - rastojanje od stanice za koju nedostaje podatak do susjednih stanica

Prije interpolacije, neophodno je da se vrijednosti datog elementa sa susjednih stanica svedu na nadmorsku visinu stanice za koju nedostaje podatak, a to se radi pomoću vertikalnog gradijenta.

Primjer: na stanici C nedostaje vrijednost vazdušnog pritiska za 1955. godinu. Uradićemo interpolaciju pomoću dvije najbliže stanice (A i B) koje imaju taj podatak za 1955. godinu. Sve tri stanice su na približno istoj nadmorskoj visini, što znači da ne treba svoditi pritisak na visini stanice C.

Primjer: srednja godišnja vrijednost vazdušnog pritiska za 1955. godinu na stanicama A i B. tražimo vrijednost za stanicu C za istu godinu					
Stanica	F (mb)	r (km)	r^2	F/r^2	$1/r^2$
A (F_1 i r_1)	1006.7	53	2809	0.3583838	0.000356
B (F_2 i r_2)	1006.3	52	2704	0.3721524	0.00037
C	1006.5*	$F_o = (F_1/r_1^2 + F_2/r_2^2) / (1/r_1^2 + 1/r_2^2) = 1006,5$			

3. Metod diferencija

Ovaj metod se koristi samo za kontinuirane klimatske elemente i kada je veća prostorna nego vremenska zavisnost. Postupak je sledeći: nizovi moraju biti iste dužine. Računamo razliku A-B i A-C, osim za godinu za koju nedostaje podatak. Saberemo te razlike, bez obzira na predznak (sabiramo apsolutne vrijednosti) i dijelimo sa brojem sabiraka tj. računamo srednju vrijednost diferencija, po obrazcu:

$$D_{C-A} = \Sigma_{C-A}/n-1 \quad D_{C-B} = \Sigma_{C-B}/n-1$$

Primjer: Srednja mjesečna temperatura maja mjeseca u periodu 1971-1980. na stanicama A, B i C. Nedostaje majska temperatura za stanicu C 1976. godine												
godina	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	Σ	$\Sigma/n-1$
A	18.2	16.8	17.3	15	17.4	15.8	17.2	14.5	17	13.8		
B	19.1	17.5	18.1	15.2	18	16.7	17.8	15	17.4	14.3		
C	18.6	16.8	17.9	14.7	17.2	16.7*	17	14.5	16.8	13.5		
C-A	0.4	0.0	0.6	-0.3	-0.2		-0.2	0.0	-0.2	-0.3		
C-B	-0.5	-0.7	-0.2	-0.5	-0.8		-0.8	-0.5	-0.6	-0.8		
C-A (bez predznaka)	0.4	0	0.6	0.3	0.2		0.2	0	0.2	0.3	2.2	0.28
C-B (bez predznaka)	0.5	0.7	0.2	0.5	0.8		0.8	0.5	0.6	0.8	5.4	0.68

Nedostajuću srednju vrijednost za mjesec maj 1976. godine dobijamo po formuli:

$$T_C = ((T_A + D_{C-A}) + (T_B + D_{C-B}))/2 = ((15.8 + 0.28) + (16.7 + 0.68))/2 = 16.73 = 16.7$$

T_A i T_B su srednje mjesečne temperature maja mjeseca na stanicama A i B za godinu (1976) za koju nedostaje podatak za stanicu C.

4. Metood kvocijenata

Ovaj metod se koristi samo za interpolaciju klimatskih elemenata koji se izražavaju u količini (sumi ili zbiru) kao što su padavine, osunčavanje, isparavanje itd. Postupak je isti kao i kod metoda diferencija, samo što se umjesto razlika računaju količnici, a umjesto zbira proizvodi. Nedostajući podatak, npr. za padavine, se računa po formuli:

$$D_{C/A} = \Sigma_{C/A}/n-1 \quad D_{C-B} = \Sigma_{C/B}/n-1$$

$$R_C = ((R_A \cdot D_{C/A}) + (R_B \cdot D_{C/B}))/2$$

Primjer: Mjesečne sume padavina maja mjeseca u periodu 1971-1980. na stanicama A, B i C. Nedostaje majska suma za stanicu C 1978. godine												
godina	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	Σ	Σ/n-1
A	55.7	74.9	70.8	83.4	144.7	72.9	80.9	105.7	49.8	55.2		
B	27.2	46.7	61.9	59.8	130.3	90.9	88.8	84.2	84.7	72		
C	79.9	76.2	77.5	74.7	147.9	89.7	99.3	119.9*	64.7	81.3		
C/A	1.4	1.0	1.1	0.9	1.0	1.2	1.2		1.3	1.5	10.7	1.19
C/B	2.9	1.6	1.3	1.2	1.1	1.0	1.1		0.8	1.1	12.2	1.36

$$R_C = ((105,7 \cdot 1,19) + (84,2 \cdot 1,36))/2 = 119,88 = 119.9$$

5. Metod matrice

Ovaj metod se može koristiti i za temperaturu i za padavine, što se za temperaturu primjenjuju diferencije a za padavine kvocijenti. Postupak je sledeći: Na primjer, nedostaje srednja mjesečna temperatura na stanici A za datu godinu. Interpolaciju radimo pomoću jedne susjedne stanice B. Treba formirati dvije matrice. Prva matrica je za stanicu A, a druga za stanicu B. Matrica ima 9 polja – 3 reda i 3 kolone. Srednji red prve matrice (stanice A) čine vrijednosti temperature mjeseca prije i mjeseca poslije onoga za koji nedostaje vrijednost temperature za datu godinu. Prvi red čine vrijednosti temperature za ista tri mjeseca prethodne godine, a treći red čine vrijednosti temperature za ista tri mjeseca naredne godine. Dakle, centralno polje je prazno. Na isti način formira se matrica za susjednu stanicu B pomoću koje se vrši interpolacija podataka stanice A. Članovi stanice B moraju biti iz istog perioda kao i stanice A

Matrica stanice A

A_{P1}	A_{P2}	A_{P3}
A_1	?	A_3
	(A_2)	
A_{S1}	A_{S2}	A_{S3}

Matrica stanice B

B_{P1}	B_{P2}	B_{P3}
B_1	B_2	B_3
B_{S1}	B_{S2}	B_{S3}

Zatim se za stanicu B izračunaju razlike između centralnog člana (B_2) i svih oko njega idući u pravcu kazaljke na satu:

$$\begin{aligned} D_1 &= B_2 - B_{P1} \\ D_2 &= B_2 - B_{P2} \\ D_3 &= B_2 - B_{P3} \\ D_4 &= B_2 - B_3 \\ D_5 &= B_2 - B_{S3} \\ D_6 &= B_2 - B_{S2} \\ D_7 &= B_2 - B_{S1} \\ D_8 &= B_2 - B_1 \end{aligned}$$

Dobijene vrijednosti
diferencija dodajemo
odgovarajućim članovima
matrice A:

$$\begin{aligned} P1 &= D_1 + A_{P1} \\ P2 &= D_2 + A_{P2} \\ P3 &= D_3 + A_{P3} \\ P4 &= D_4 + A_3 \\ P5 &= D_5 + A_{S3} \\ P6 &= D_6 + A_{S2} \\ P7 &= D_7 + A_{S1} \\ P8 &= D_8 + A_1 \end{aligned}$$

Saberemo ove zbirove i tu vrijednost podijelimo sa brojem sabiraka (n), tj. sa 8. Dobijeni količnik predstavlja interpolisanu vrijednost ili nedostajući podatak za stanicu A (A_2):

$$A_2 = \Sigma P / n$$

PRIMJER:

Srednja mjesečna temperatura vazduha na stanici A, nedostaje podatak za februar 1956. godine

STANICA A			
	jan	feb	mar
1955	5.2	6.3	7.4
1956	3.2	4.7*	5.7
1957	2.8	3.9	6.6

Srednja mjesečna temperatura vazduha za stanicu B za isti period, niz je kompletan

STANICA B			
	jan	feb	mar
1955	4.3	5.8	7.0
1956	3.0	4.1	5.1
1957	2.2	3.1	5.9

Pomoćna tabela

$D_1 = B_2 - B_{P1} = -0.2$	$D_1 + A_{P1} = 5.0$
$D_2 = B_2 - B_{P2} = -1.7$	$D_2 + A_{P2} = 4.6$
$D_3 = B_2 - B_{P3} = -2.9$	$D_3 + A_{P3} = 4.5$
$D_4 = B_2 - B_3 = -1.0$	$D_4 + A_3 = 4.7$
$D_5 = B_2 - B_{S3} = -1.8$	$D_5 + A_{S3} = 4.8$
$D_6 = B_2 - B_{S2} = 1.0$	$D_6 + A_{S2} = 4.9$
$D_7 = B_2 - B_{S1} = 1.9$	$D_7 + A_{S1} = 4.7$
$D_8 = B_2 - B_1 = 1.1$	$D_8 + A_1 = 4.3$
	$\Sigma = 37.5$
	$\Sigma/n = 4.7$

Za stanicu B iraju se razlike između centralnog člana ($B_2=4,1$) i svih oko njega idući u pravcu kazaljke na satu (prva kolona pomoćne tabele), a zatim se dobijene vrijednosti diferencija dodaju odgovarajućim članovima matrice A (II kolona + odgovarajući članovi matrice A, rezultat je brojčana vrijednost). Na kraju saberemo ove zbrojeve iz II kolone i tu vrijednost (37.5) podijelimo sa brojem sabiraka, tj. sa 8. Dobijeni količnik (4.7) predstavlja interpolisanu vrijedost ili nedostajući podatak za stanicu A (poslednje polje u koloni II).

Metod matrica se može primijeniti i za interpolaciju padavina, samo se umjesto diferencija koriste kvocijenti, a umjesto sabiraka proizvodi. Za stanicu B iraju se kvocijenti između centralnog člana (B2) i isvih oko njega idući u pravcu kazaljke na satu (KORAK 1). Dobljene vrijednosti kvocijenata množe se sa odgovarajućim članovima matrice A (KORAK 2): Saberemo ove proizvode i tu vrijednost podijelimo sa brojem sabiraka, tj. sa 8. Dobljeni količnik predstavlja interpolisanu vrijednost ili nedostajući podatak za stanicu A (član A2 u prethodnom primjeru).

KORAK 1	KORAK 2
$Q_1 = B_2 / B_{P1}$	$Q_1 \cdot A_{P1}$
$Q_2 = B_2 / B_{P2}$	$Q_2 \cdot A_{P2}$
$Q_3 = B_2 / B_{P3}$	$Q_3 \cdot A_{P3}$
$Q_4 = B_2 / B_3$	$Q_4 \cdot A_3$
$Q_5 = B_2 / B_{S3}$	$Q_5 \cdot A_{S3}$
$Q_6 = B_2 / B_{S2}$	$Q_6 \cdot A_{S2}$
$Q_7 = B_2 / B_{S1}$	$Q_7 \cdot A_{S1}$
$Q_8 = B_2 \cdot B_1$	$Q_8 \cdot A_1$
	Σ / n

EKSTRAPOLACIJA NIZOVA OSMATRANJA

Kada se razmatra klima na širem području, oblasti, potrebno je da se koriste vrijednosti klimetskih elemenata sa više lokacija, po mogućnosti sa svih meteoroloških stanica. Pri tome, neophodno je da nizovi osmatranja sa svih stanica budu iste dužine, radi upoređivanja vrijednosti. Međutim, dešava se da pojedine stanice ne raspolazu sa nizom potrebne dužine pa se na tim stanicama mora vršiti preračunavanje uz pomoć podataka sa obližnjih stanica, koje imaju potpun (cio) niz osmatranja. Preračunavanje nedostajućih podataka vrši se ekstrapolacijom. Dakle, ekstrapolacija je postupak preračunavanja (dodavanja) podataka, odnosno postupak kojim se kraći nizovi redukuju (svode) na jednaku dužinu sa ostalim, dužim nizovima sa kojima raspolazu ostale stanice. Na primjer, obrađujemo klimatski period 1961-1990. godina u nekoj oblasti na osnovu podataka sa 20 meteoroloških stanica. Ali, 15 stanica ima kompletne nizove podataka, a 5 samo za 20 godina, 1961-1980. U tom slučaju, neophodno je da se nizovi tih 5 stanica podvrgnu ekstrapolaciji, tj. dopune podacima koji nedostaju za period 1981-1990. Ekstrapolacija se može vršiti na više načina. Objasnićemo tri postupka: ekstrapolacija zasnovana na pretpostavci konstantnih odnosa dužih i kraćih nizova, ekstrapolacija zasnovana na pretpostavci istih razlika između dužih i kraćih nizova i ekstrapolacija dopunjavanjem niza osmatranja.

1. Ekstrapolacija zasnovana na pretpostavci konstantnih odnosa dužih i kraćih nizova

Ovaj postupak se primjenjuje za ekstrapolaciju srednje mjesečne ili srednje godišnje vrijednosti datog klimatskog elementa za duži niz godina. Za srednju vrijednost temperature vazduha koja nedostaje, ekstrapolacija se pomoću jedne stanice vrši korišćenjem obrazca:

$$T_{AD} = T_{AK} \cdot (T_{BD}/T_{BK}), \text{ gdje je:}$$

T – temperatura

A – stanica za koju nedostaje podatak

B – stanica koja ima potpun niz

K – kraći niz

D- duži niz

Isti obrazac se koristi i za padavine (R): $R_{AD} = R_{AK} \cdot (R_{BD}/R_{BK})$

Ako se koriste dvije stanice, postupak je isti, stim što ekstrapolirana vrijednost predstavlja aritmetičku sredinu vrijednosti koja je dobijena pomoću te dvije stanice.

Primjer: posmatramo godišnje sume padavina za period 1971-1990. godina (20 godina). Stanica A ima podatke za period 1971-1980., a na stanici B niz je kompletan. Treba da izračunamo R_{AK} , R_{BD} i R_{BK} , a zatim pomoću formule odredimo vrijednost R_{AD} . Pri tome, R_{AK} je srednja vrijednost perioda za koji postoje podaci na stanici A (1971-1980), R_{BK} je srednja vrijednost za isti period na stanici B (1971-1980), a R_{BD} je srednja vrijednost cijelog perioda na stanici B (1971-1990).

Godišnje sume padavina na stanicama A i B, period 1971-1990.

godina	Stanica	
	A	B
1971	650	710
1972	660	720
1973	670	740
1974	640	690
1975	655	735
1976	648	810
1977	610	785
1978	690	755
1979	710	638
1980	620	677
1981	-	610
1982	-	690
1983	-	728
1984	-	732
1985	-	799
1986	-	750
1987	-	840
1988	-	590
1989	-	690
1990	-	680
Srednja vrijednost 1971-1980.	655 (R_{AK})	726 (R_{BK})
Srednja vrijednost 1971-1990.	$R_{AD} = ?$	719 (R_{BD}) ³⁶

Ekstrapolirana vrijednost za stanicu A iznosi oko 649 mm.

$$R_{AD} = R_{AK} \cdot (R_{BD}/R_{BK}) = 655(719/726) = \mathbf{648.7}$$

DBurić

2. Ekstrapolacija zasnovana na pretpostavci istih razlika između dužih i kraćih nizova

Ovaj postupak se najčešće koristi za ekstrapolaciju mjesečnih temperatura vazduha. Koristi se obrazac:

$$T_{AD} = T_{AK} + (T_{BD} - T_{BK})$$

PRIMJER. U tabeli su date srednje mjesečne temperature za januar na stanicama A i B za period 1921-1940. godine. Na stanici A nedostaju vrijednosti za period 1921-1926.

Srednje mjesečne temperature za januar na stanicama A i B za period 1921-1940. godine

godina	Stanica	
	A	B
1921	-	4.9
1922	-	-1.5
1923	-	1.4
1924	-	-3.4
1925	-	0.6
1926	-	0.8
1927	4	2.4
1928	1.1	0.5
1929	-3.3	-4
1930	1.6	1.7
1931	1.7	1.5
1932	-0.8	-1.1
1933	-2.6	-3.1
1934	-0.4	-1.2
1935	-3.2	-4
1936	5.7	6.7
1937	1	1.1
1938	-0.5	-0.2
1939	3	4
1940	-6.9	-6.6
Srednja vrijednost 1927-1940.	0.0 (T_{AK})	-0.2 (T_{BK})
Srednja vrijednost 1921-1940.	$T_{AD} = ?$	0.07 (T_{BD})

Ekstrapolirana vrijednost za stanicu A iznosi oko **0,2°C**.

$$T_{AD} = T_{AK} + (T_{BD} - T_{BK}) = 0,0 + (0,0 - (-0,2)) = 0,0 + 0,2 = 0,2$$

DBurić

Srednje mjesečne temperature za januar na stanicama A i B za period 1921-1940. godine

3. Ekstrapolacija dopunjavanjem niza osmatranja

Ovaj metod ekstrapolacije se koristi za popunjavanje niza kome nedostaje više podataka. Postupak je sledeći: za temperaturu, prvo se izračuna razlika između srednjih vrednosti niza B i niza A za period za koji postoje podaci kraćeg niza: $\Delta T_{B-A} = T_{BK} - T_{AK}$

Dobijena vrijednost se oduzima od odgovarajućih mjesečnih vrijednosti stanice sa dužim nizom (stanice B) u godinama kada nedostaju podaci za stanicu A:

$$T_{Ai} = T_{Bi} - \Delta T_{B-A}$$

PRIMJER. U tabeli su date srednje mjesečne temperature za januar na stanicama A i B za period 1921-1940. godine. Na stanici A nedostaju vrijednosti za period 1921-1926.

Prvo računamo srednju razliku kraćih nizova:

$$\Delta T_{B-A} = T_{BK} - T_{AK} = -0,2 - 0,0 = -0,2$$

Vrijednost koja nedostaje na stanici A za 1921. godinu, dobija se kada se od vrijednosti stanice B za 1921. godinu (4,9) oduzme -0,2:

$$1921.: T_{Ai} = T_{Bi} - \Delta T_{B-A} = 4,9 - (-0,2) = 5,1$$

Isto uradimo i za ostale godine:

$$1922.: T_{Ai} = T_{Bi} - \Delta T_{B-A} = -1,5 - (-0,2) = -1,3$$

$$1923.: T_{Ai} = T_{Bi} - \Delta T_{B-A} = 1,4 - (-0,2) = 1,6$$

$$1924.: T_{Ai} = T_{Bi} - \Delta T_{B-A} = -3,4 - (-0,2) = -3,2$$

$$1925.: T_{Ai} = T_{Bi} - \Delta T_{B-A} = 0,6 - (-0,2) = 0,8$$

$$1926.: T_{Ai} = T_{Bi} - \Delta T_{B-A} = 0,8 - (-0,2) = 1,0$$

Dobijene vrijednosti unesemo u tabelu i označimo sa znakom * (da se zna da je podatak procijenjen, a ne dobijen mjerenjem).

godina	Stanica	
	A	B
1921	-	4.9
1922	-	-1.5
1923	-	1.4
1924	-	-3.4
1925	-	0.6
1926	-	0.8
1927	4	2.4
1928	1.1	0.5
1929	-3.3	-4
1930	1.6	1.7
1931	1.7	1.5
1932	-0.8	-1.1
1933	-2.6	-3.1
1934	-0.4	-1.2
1935	-3.2	-4
1936	5.7	6.7
1937	1	1.1
1938	-0.5	-0.2
1939	3	4
1940	-6.9	-6.6
Srednja vrijednost 1927-1940.	0.0 (T_{AK})	-0.2 (T_{BK})
Srednja vrijednost 1921-1940.	$T_{AD} = ?$	0.0 (T_{BD})

Isti postupak se primjenjuje za padavine, samo se odgovarajuće operacije oduzimanja i sabiranja zamjenjuju dijeljenjem i množenjem:

$$Q_{BA} = R_{AK} / R_{BK}; \quad R_{Ai} = R_{Bi} \cdot Q_{BA}.$$

Ako se ekstrapolacija vrši pomoću više okolnih stanica, postupak se primjenjuje posebno za svaku stanicu. Zatim se nađe aritmetička sredina dobijenih vrijednosti, koja predstavlja ekstrapoliranu vrijednost za stanicu sa nepotpunim nizom.

UTICAJ RASTOJANJA I VISINSKE RAZLIKE DVA MJESTA NA EKSTRAPOLACIJU

Popunjavanje vrijednosti koje nedostaju u nizu date stanice, vrši se na osnovu podataka sa obližnjih stanica. Pri tome, treba da se zadovolje određeni kriterijumi u pogledu rastojanja i visinske razlike između stanica. Praksa je pokazala da rastojanje između stanica ne bi trebalo do bude veće od 100 km za temperaturu i 50 km za padavine u ravničarskim predjelima, odnosno ispod 50 km za temperaturu i ispod 30 km za padavine u planinskim predjelima. Razlika u nadmorskoj visini između stanica ne bi trebala da bude veća od 200 m za temperaturu i 100 m za padavine.

Takođe, ekstrapolacija ima smisla samo ako je promjenljivost elementa (temperature, vlažnosti i dr) znatno veća od promjenljivosti njenih diferencija između stanica. Isto tako, u zavisnosti od međusobnog rastojanja i visinske razlike između stanica, potrebno je da niz koji se ekstrapoliše ima određeni broj godina. Broj godina koji je potreban za ekstrapolaciju određuje se preko Hanove i Fehmerove formule. Han je dao opštu formula za računanje varijacije temperaturnih diferencija (v) u zavisnosti od međusobnog rastojanja između stanica (L u km) i njihove visinske razlike (ΔH u hektometrima – hm). Opšti obrazac je:

$$v = 0.28 + 0.00131 \cdot L + 0.0283 \cdot \Delta H$$

Pomoću Fehmerove formule o vjerovatnoj greški, može se odrediti koliki je broj godina osmatranja potreban da se vjerovatna greška (r) srednje promjenljivosti diferencija (v) smanji za $0,1C^0$. Ta formula ima oblik:

$$r = 1,1955 \cdot v \cdot \sqrt{2n-1}$$

Primjer: ekstrapolišemo temperaturu u mjestu A prema podacima o temperaturi u mjestu B. Rastojanje i visinska razlika između stanica je: $L=117$ km, $\Delta H= 2,86$ hm (1 hm=100 m). Iz Fehmerove formule

$$r = 1,1955 \cdot v \cdot \sqrt{2n-1} \quad \text{dobijamo da je } n=72 \cdot v^2.$$

Po Hanovoj formuli, dobijamo da je $v= 0,514$, pa će n biti 19 ($72 \cdot 0,514^2$), što znači da je potrebno da stanica pomoću koje se niz ekstrapolira ima dužinu osmatranja od najmanje 19 godina.

Za ljeto i zimu se srednja promjenljivost diferencija dobija po obrazcu:

$$v_{lj} = 0.25 + 0.00086 \cdot L + 0.0138 \cdot \Delta H$$
$$v_z = 0.32 + 0.0018 \cdot L + 0.0617 \cdot \Delta H$$

Pitanja

1. Kakva može biti kritička provjera podataka?
2. Koji niz klimatoloških podataka se smatra homogenim?
3. Kakva je razlika između postupka kontrole podataka metodom diferencija i metodom kvocijenata?
4. Koje postupke obuhvata priprema klimatoloških podataka?
5. Kako se vrši prikupljanje podataka?
6. Šta podrazumijeva prilagođavanje podata?
7. Kako se vrši provjera pouzdanosti podataka?
8. Koje metode se koriste za procjenu nedostajućih podartaka?
9. Šta je interpolacija?
10. Koje metode interpolacije postoje?
11. Objasniti metod matrice?
12. Šta je ekstrapolacija?
13. Koje metode ekstrapolacije postoje?
14. U tabeli su dati podaci o srednjoj mjesečnoj temperaturi u aprilu za mjesta A i B. Izvršiti ekstrapolaciju dopunjavanjem niza osmatranja na stanici A pomoću podataka iz mjesta B?

godina	Stanica	
	A	B
1981	-	5.8
1982	-	2.3
1983	-	1.4
1984	-	-3.4
1985	-	0.6
1986	1.1	0.8
1987	4	2.4
1988	1.1	0.5
1989	-3.3	-4
1990	1.6	1.7
1991	1.7	1.5
1992	-0.8	-1.1
1993	-2.6	-3.1
1994	-0.4	1
1995	-3.2	-4
1996	5.7	6.7
1997	1	1.1
1998	-0.5	-0.2
1999	3	4
2000	-6.9	-4.4
Srednja vrijednost 1986-2000.	0.1 (T_{AK})	0.2 (T_{BK})
Srednja vrijednost 1981-2000.	$T_{AD} = ?$	0.5 (T_{BD})

OBRADA KLIMATSKIH ELEMENATA

Kada se podaci o vremenu, odnosno vrijednosti meteoroloških elemenata i stanja meteoroloških pojava srede za jedan duži niz godina i izračunaju njihove srednje vrijednosti za određene vremenske jedinice (dan, mjesec, sezona, godina), dobijaju se klimatski elementi. Skup svih klimatskih elemenata predstavlja klimu ili podneblje date prostorne jedinice. Svjetska meteorološka organizacija je preporučila da period osmatranja, koji se koristi za razmatranje klime, mora bit dug najmanje 30 godina. Period od 30 godina, iz koga se računaju prosječne vrijednosti klimatskih elemenata, naziva se klimatski period. Takođe, Svjetska meteorološka organizacija (WMO-World Meteorological Organization) je još davne 1935. godine u Varšavi, predložila da klimatski period počinje sa 1, počev od 1901. godine, odnosno da se završava sa nulom. To je potrebno da bi se mogla vršiti poređenja klimatskih karakteristika širom svijeta. Drugim riječima, klimatski periodi, koji traju po 30 godina, su: 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990, 1991-2020,....., i takvi periodi se nazivaju standardni klimatski periodi, a prosječne vrijednosti klimatskih elementa za standardni klimatski period normale. Dakle, poslednji standardni klimatski period je 1961-1990. i danas se u odnosu na taj period računaju odstupanja vrijednosti temperature, padavina, vlažnosti vazduha i drugih elemenata za datu vremensku jedinicu. Na primjer, srednja godišnja temperatura 2010. godine u Podgorici je iznosila $16,4^{\circ}\text{C}$, a tzv. normalna vrijednost perioda 1961-1990. godina je $15,3^{\circ}\text{C}$, što znači da je 2010. bila toplija od normale (prosjeaka) za $1,1^{\circ}\text{C}$.

Osnovni klimatski elemnti su:

- 1.Sunčevo zračenje,
- 2.temperatura vazduha,
- 3.vazdušni pritisak,
- 4.vjetar,
- 5.isparavanje,
- 6.vlažnost vazduha,
- 7.oblačnost,
- 8.padavine,
- 9.sniježni pokrivač itd.