

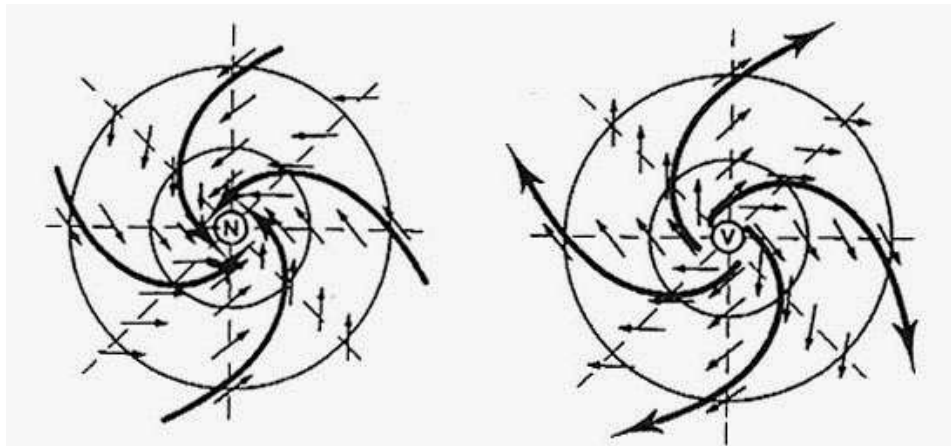
A satellite image of a tropical cyclone, showing a well-defined eye and a dense, swirling cloud structure over a dark blue ocean. The text is overlaid on the center of the storm.

**SEKUNDARNA
CIRKULACIJA
- nastavak -**

ANTICIKLONE

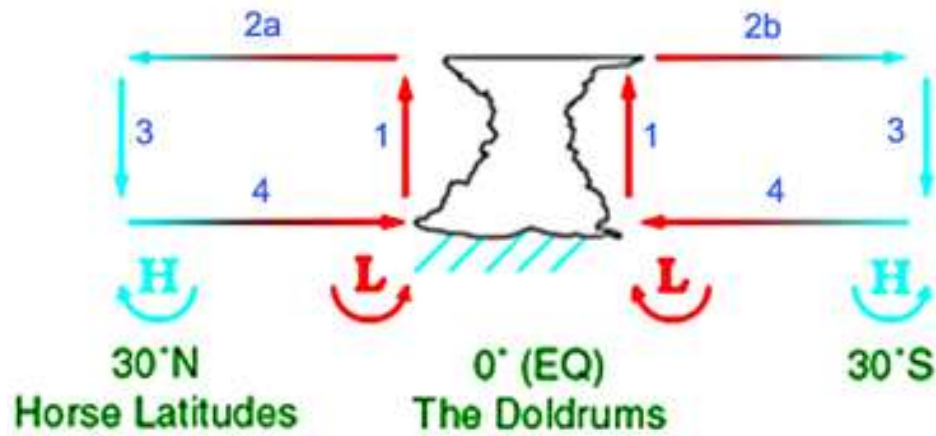
Struktura anticiklone:

- anticiklona = područje visokog tlaka, na sinoptičkim kartama: barički sustav visokog tlaka, prostorno i vremenski strogo definiran, može se pojaviti svugdje (osim u području ekvatora)
- na kartama: statističke tvorevine (npr. karte srednje raspodjele tlaka) = maksimumi
- anticiklone i ciklone: poremećaji koji čine cjelinu
- anticiklona nastaje u jednoj zračnoj masi; frontalne plohe najčešće se nalaze na njezinoj periferiji (npr. kad se spajaju dvije anticiklone različitog postanka ili kad postoje izrazite razlike između anticiklona istog postanka)

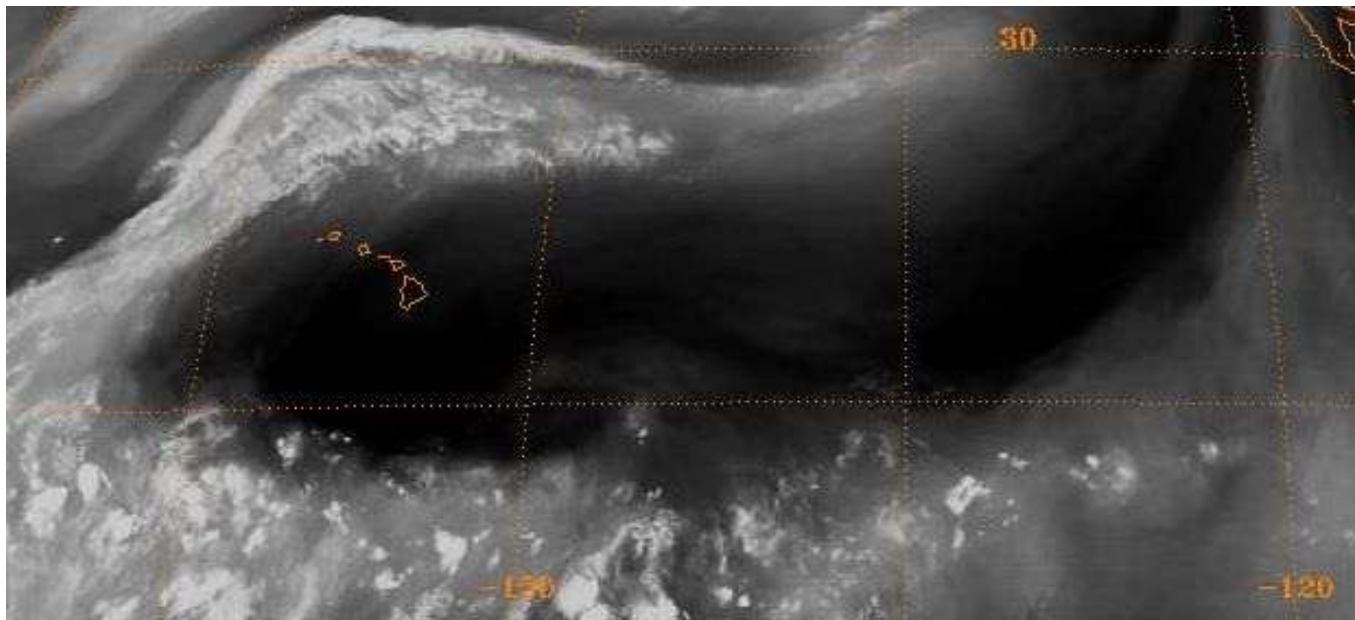


SI. 224. Prizemno strujanje u cikloni (N) i anticikloni (V) na sjevernoj hemisferi; vektori prikazuju strujanje u pojedinim točkama na radijusima, a deblje duge strelice su strujnice.

Hadley Cell Cross-Section



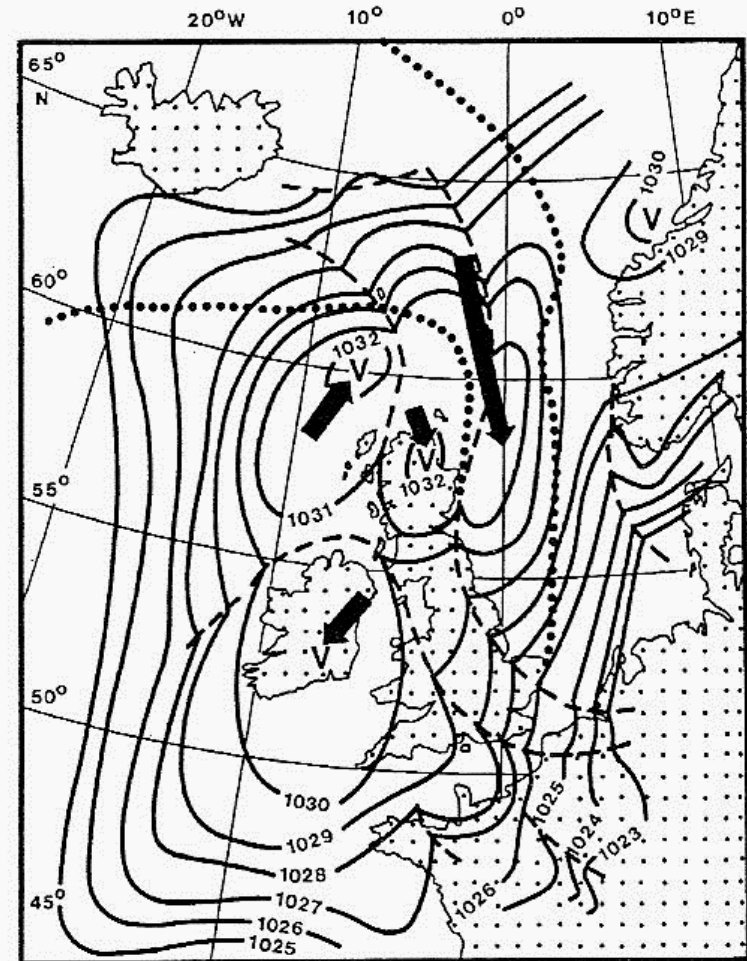
The Hadley cell carries heat and moisture from the tropics towards the northern and southern mid-latitudes



The subtropical ridge shows up as a large area of black (dryness) on this water vapor satellite image from September 2000.

Primjer anticiklone koja je velikim dijelom pod utjecajem kopna:

- sastoji se od dva dijela: centra i periferije
- struktura je jednostavnija nad morem nego nad kopnom - izobare su pravilnije nad morem; nad kopnom neprestano mijenjaju smjer, postoje “dolovi” i “lomovi” → doline malih dimenzija
- središnji dio anticiklone: “grozdovi” individualnih anticiklonskih stanica manjih dimenzija koje rotiraju jedna oko druge (smjer kazaljke na satu)



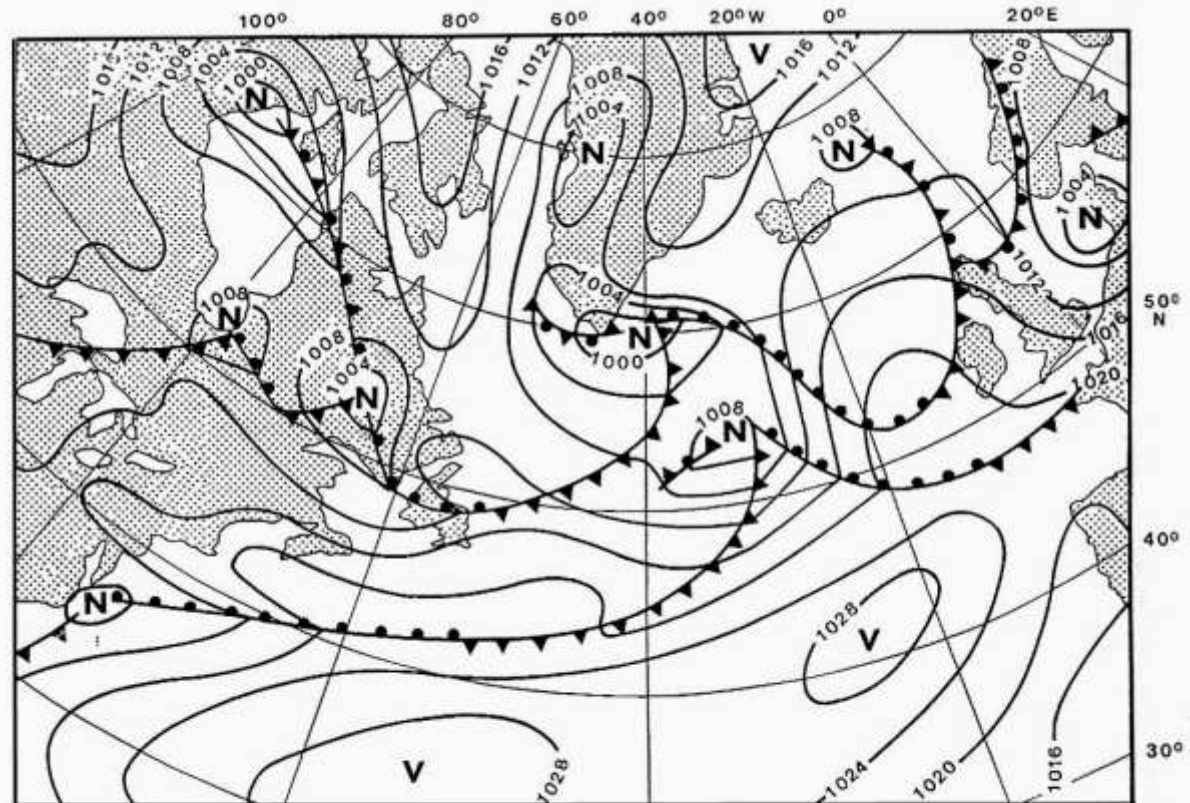
Sl. 258. Detaljna raspodjela tlaka u jednoj anticikloni između Islanda i zapadne Europe; 28. IV. 1960. u 12 : 00 UTC. Strelice pokazuju smjer i veličinu gibanja pojedinih centara, odnosno stanica za 12 sati; točkastim krivuljama prikazane su trajektorije česti zrak na oko 600 m, a isprekidanim krivuljama su spojene doline u izobarama (J. Findlater, 1967.)

Suptropske anticiklone

- najveće dimenzije i najveća važnost u općoj i sekundarnoj cirkulaciji atmosfere
- dinamičke tvorevine - ne ovise toliko o termičkom režimu podloge nego su u vezi s općom cirkulacijom atmosfere
- na dnevnim sinoptičkim kartama najčešće se vide barem dvije anticiklone: naoko jedinstveni maksimum sastoji se od više odvojenih anticiklonskih stanica

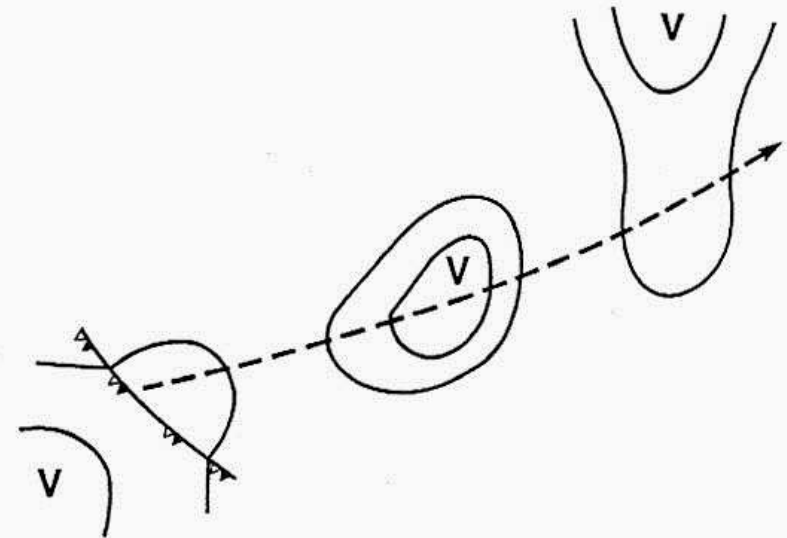
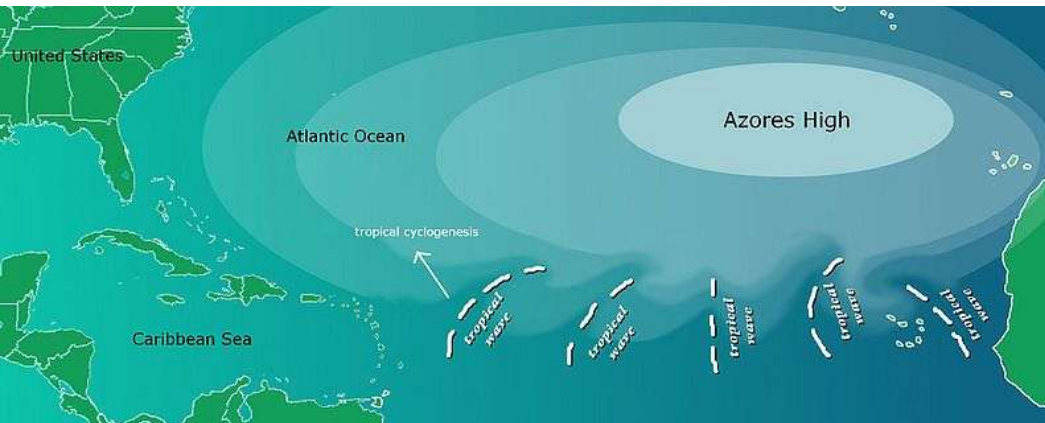
- cirkulacija u suptropskim područjima pod utjecajem anticiklona mnogo je jednostavnija nego u pojasu zonalnih zapadnih vjetrova u višim geografskim širinama

- na slici: dvije obitelji ciklona s kompliciranom cirkulacijom; južnije se nalaze dvije suptropske anticiklone



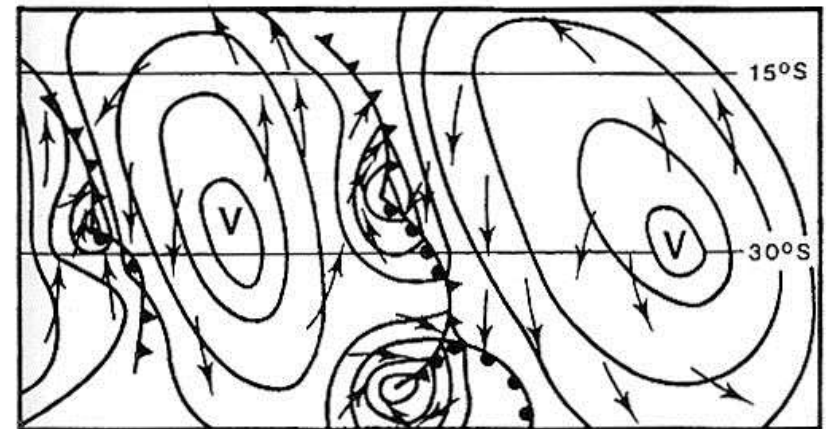
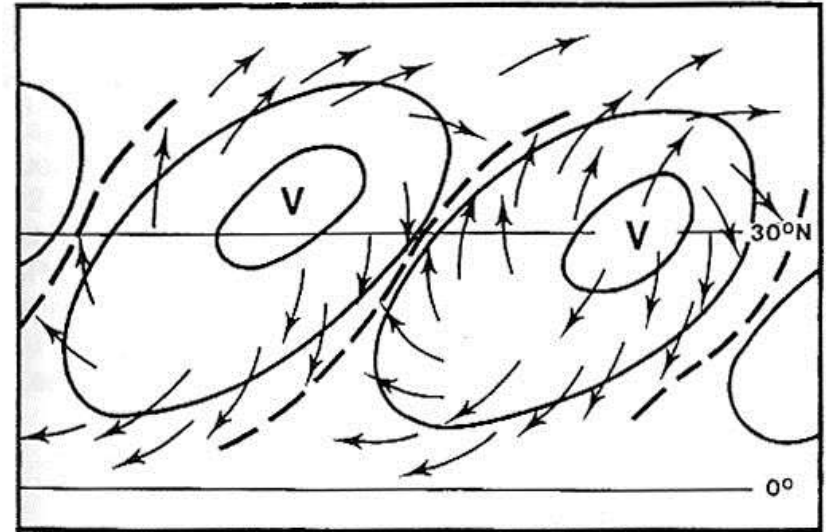
Sl. 259. Sinoptička situacija na sjevernom Atlantiku i susjednom kopnu 7. VIII. 1947. u 00 : 00 UTC (W. G. Kendrew, 1957.; pojednostavnjeno)

- greben Azorske anticiklone zimi i ljeti često prodire u sjevernu Afriku i zapadni Mediteran - od njega se odvajaju posebne anticiklone → spajanje sjevernoatlantske anticiklone s područjem visokog tlaka nad istočnom Europom; ljeti tako nastaju velike vrućine
- moguće je i odvajanje samostalne anticiklone od grebena azorske anticiklone → kretanje prema sjeveroistoku gdje se spoji s hladnom anticiklonom duboko u unutrašnjosti kontinenta
- nakon zadnje ciklone u obitelji ciklona, iz viših geogr. širina prodire hladan zrak koji se “injektira” u supropske širine → ponovno stvaranje i jačanje subtropskih anticiklona



Sl. 260. Shema postanka odvojene anticiklone od grebena subtropske anticiklone, njezina putanja (isprekidana crta) i spajanje s hladnom anticiklonom u višim geografskim širinama (H. Reinel, 1959.)

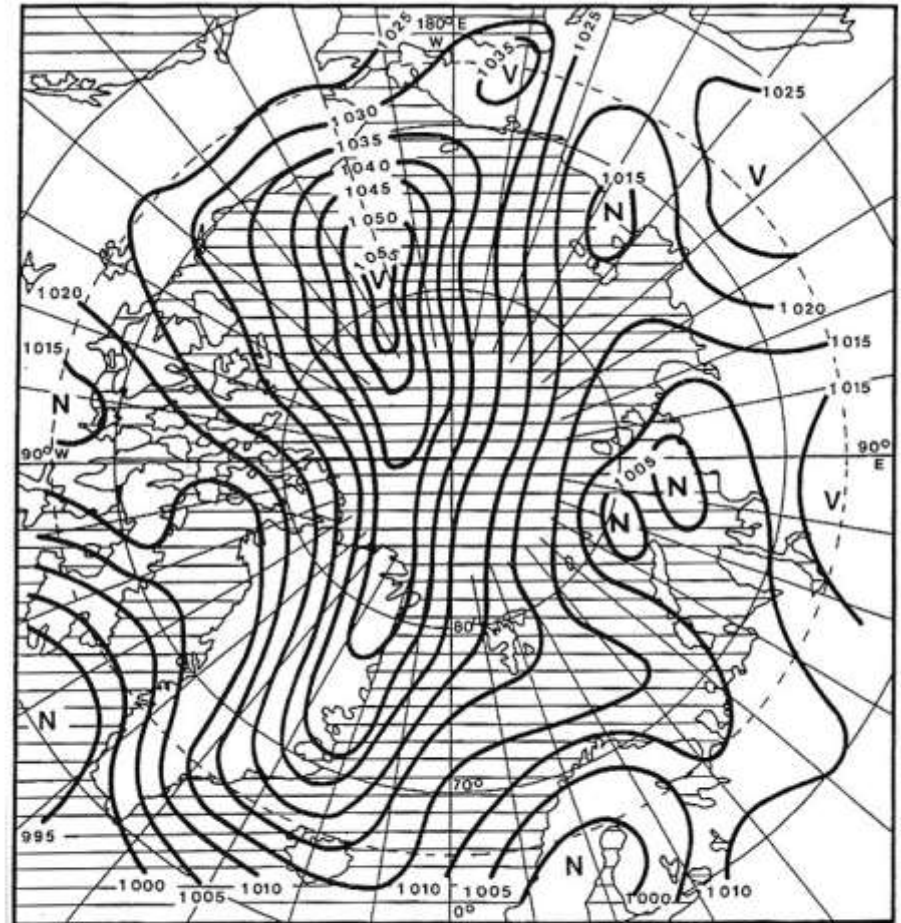
- ako se pojave razlike između zračnih masa u područjima subtropskih anticiklona - nastanak **pasatne fronte** = ploha diskontinuiteta
- uzroci: npr. jedna anticiklona se nalazi nad morem a druga nad kontinentom (suha - vlažna zračna masa); transformacija polarne zračne mase poslije prolaza obitelji ciklona (hladnija → toplija zračna masa)
- pasatna fronta = zona konvergencije; zrak dolazi iz različitih geografskih širina → razlika u temperaturi (južna struja je toplija, sjeverna hladnija)
- zona pasatne fronte: postanak fronte i valnih poremećaja (ciklone) → padaline
- ciklone koje se razvijaju na pasatnim frontama prelaze uglavnom u više geogr. širine



Sl. 261. Gore, shema postanka meridionalne ili pasatne fronte na sjevernoj hemisferi; dolje, shema postanka ciklona na meridionalnoj fronti na južnoj hemisferi (M. A. Garbell, 1947.)

Hladne anticyklone

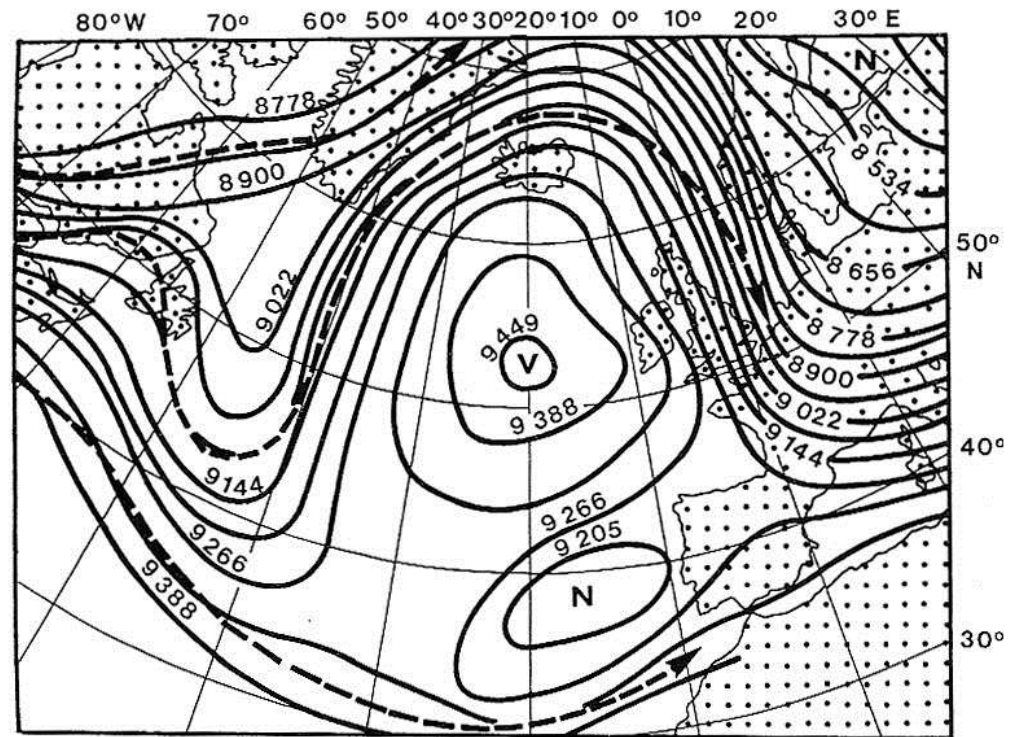
- javljaju se zimi nad kontinentima u umjerenim i višim geogr. širinama te nad zaleđenim Sjevernim ledenim morem i nad antarktičkim ledenim pokrovom
- razlozi nastanka: ohlađivanje zraka od podloge dugovalnom radijacijom, slaba dnevna insolacija
- vertikalne dimenzije su male (2 - 3 km); nisu statični sustavi → izmjena anticiklona i ciklona između njih



Sl. 262. Raspodjela tlaka u arktičkim krajevima 9. XII. 1958. god. u 00 : 00 UTC (E. Vowinckel i S. Orvig, 1970.)

Blokirajuće anticiklone

- povezane sa stvaranjem hladnih kaplji (visinskih ciklona)
- proces je genetski vezan uz meandriranje mlazne struje polarne fronte (raspadanje dugih ili Rosbyjevih valova) - prekidanje veze s tropskim zrakom pa u atmosferi nastaje izolirani "otok" toplijeg zraka (anticiklona, topla kaplja)
- blokirajuće anticiklone razvijene su u cijeloj troposferi → posljedica: blokiranje zonalne cirkulacije zraka i jačanje meridionalne cirkulacije
- mlazna struja se cijepa pod utjecajem blokirajuće anticiklone



Sl. 263. Blokirajuća anticiklona zapadno od Britanskih otoka i kaplja hladnog zraka zapadno od Pirenejskog poluotoka; 24. XI. 1955. u 12:00 UTC. Tanke crte su izohipse izobarne plohe 300 hPa (visina u metrima), isprekidane debele krivulje su mlazne struje (W. G. Kendrew, 1957.)

- blokirajuće anticiklone češće se pojavljuju tamo gdje mlazna struja s oceana nailazi na kontinent

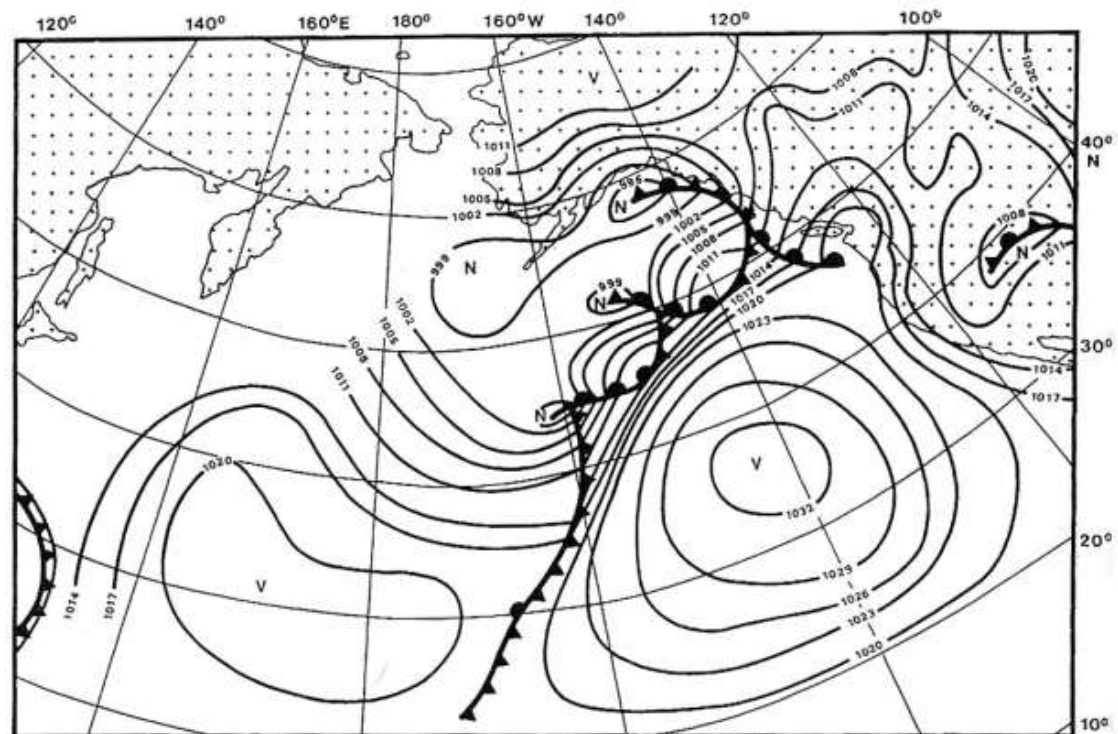
Termodinamičke anticiklone

- nastaju u visokim planinskim područjima zbog jakog trenja nakon prolaza hladne fronte → zaustavljanje hladnog zraka i koncentracija u relativno manjem prostoru

Završne anticiklone

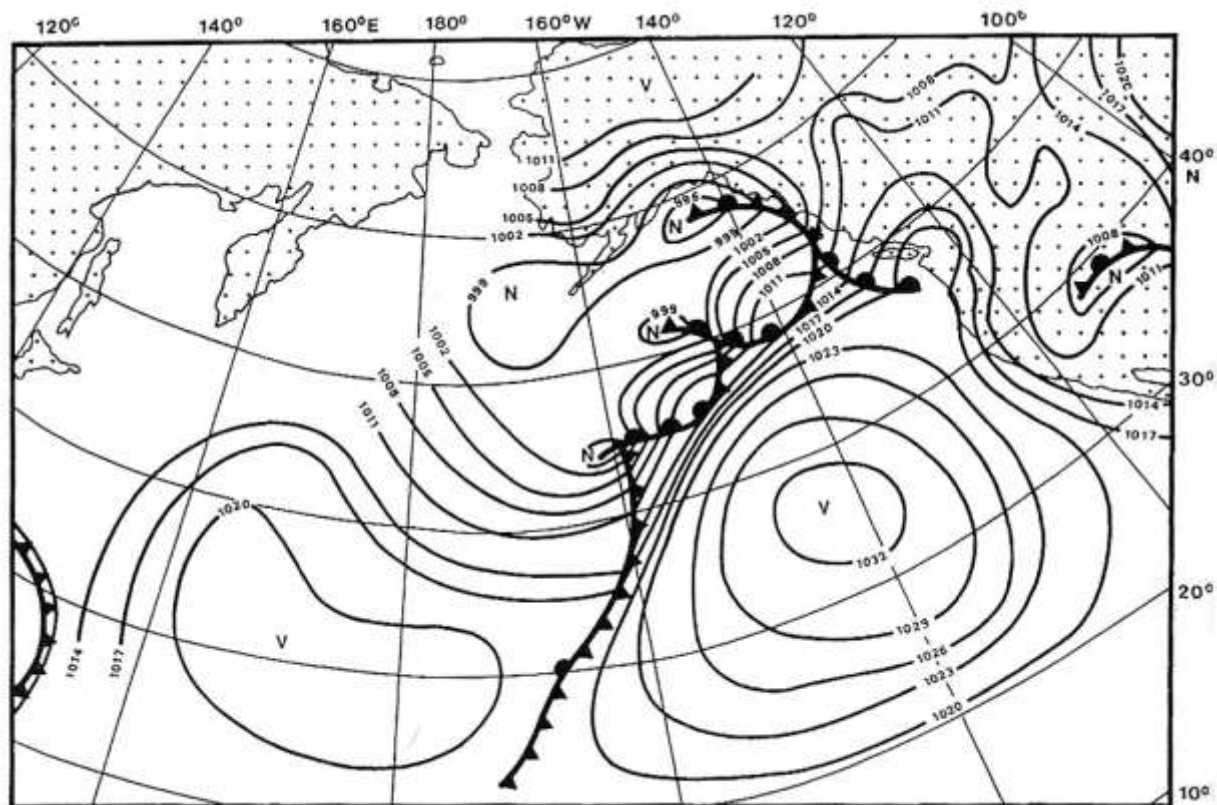
- golema važnost u sekundarnoj cirkulaciji atmosfere - pomoću njih se hladni polarni i arktički zrak na polarnoj strani polarne fronte prenosi u suptropska i tropska područja → transformacija u suptropske i tropske zračne mase

- završna anticiklona prelije se prema ekvatoru kroz prekid između dviju grana polarne fronte
- velika važnost prekida polarne fronte: omogućuju izmjenu različitih zračnih masa između viših i nižih geografskih širina



Sl. 264. Prizemna sinoptička situacija na sjevernom Pacifiku 22. XII. 1938. god. u 00:00 UTC (W. L. Donn, 1951.)

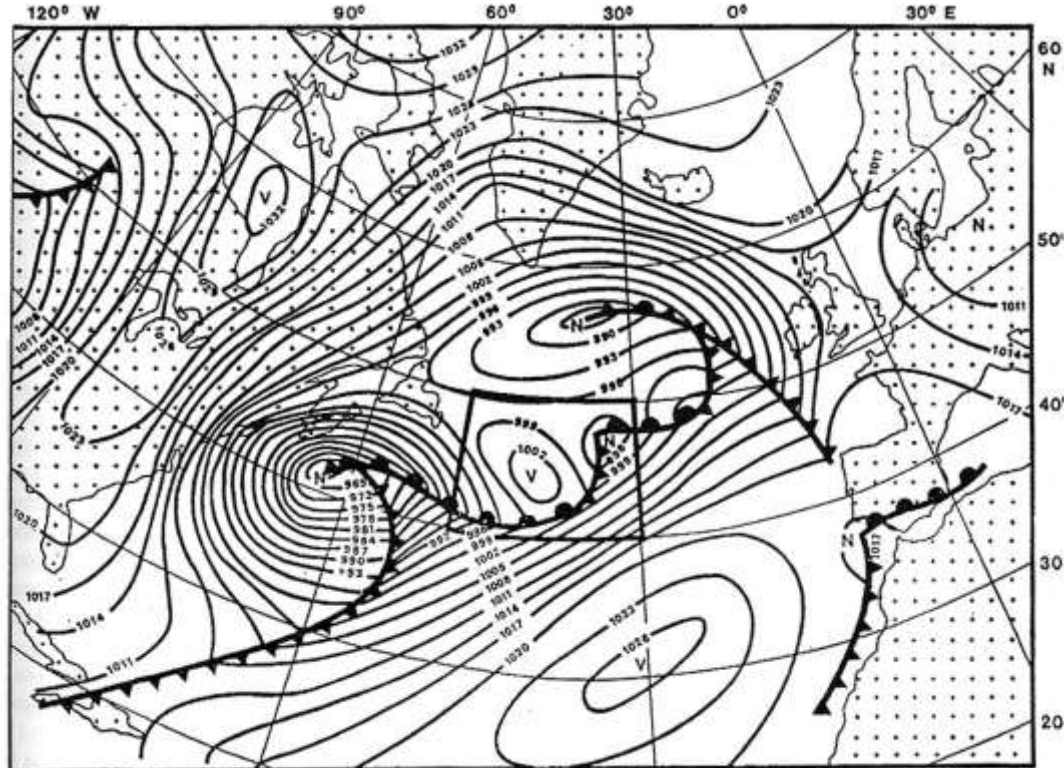
- na kraju svoje evolucije, završna anticiklona spaja se s jednom subtropskom anticiklonom - potpuna transformacija polarne zračne mase u subtropsku - duži proces kojem prethodi stvaranje pasatne fronte → važnost za postanak tropskih ciklona
- najpovoljniji uvjeti za takav razvoj: na dodiru oceana i kontinenta u hladnom dijelu godine (najveći temperaturni kontrasti)



SI. 264. Prizemna sinoptička situacija na sjevernom Pacifiku 22. XII. 1938. god. u 00 : 00 UTC (W. L. Donn, 1951.)

Anticiklona unutar obitelji ciklona

- nastaje između dvije ciklone iste obitelji ciklona na polarnoj fronti, u hladnoj zračnoj masi (polarna strana polarne fronte)
- male dimenzije
- izobare nisu zatvorene, u obliku je grebena, jer je glavna subtropska anticiklona (od koje je odvojena) južno od fronte
- giba se istom brzinom zajedno sa obitelji ciklona u kojoj se nalazi

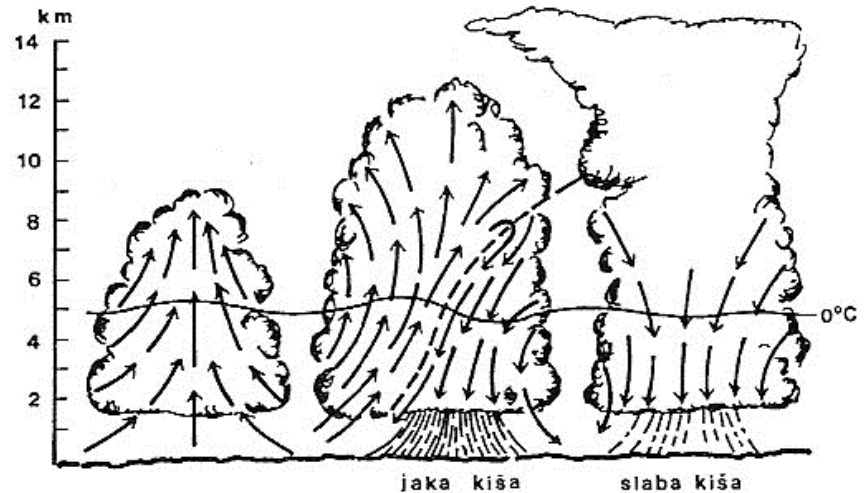


Sl. 265. Anticiklona unutar obitelji ciklona; prizemna sinoptička situacija na sjevernom Atlantiku 15. II. 1940. god. u 12:00 UTC (W. L. Donn, 1951.)

NEPOGODE

- povremene, relativno manje, vrlo intenzivne i kratkotrajne promjene vremena
- ne mogu se identificirati na dnevnim sinoptičkim kartama (nema zatvorenih izobara)
- u njima nema frontalnih ploha ali mogu nastati na njima (genetska povezanost)
- glavni uzrok postanka: vrlo jako konvekcijsko strujanje

- diferencirano zagrijavanje podloge: stvaranje čestica zraka koje su toplije od okolice → djelovanje sile uzgona → izdizanje (konvekcija) → hlađenje → kondenzacija
- istovremeno stvaranje silazne struje hladnog zraka (koji se ohladio zbog trošenja topline na kondenzaciju i sublimaciju)

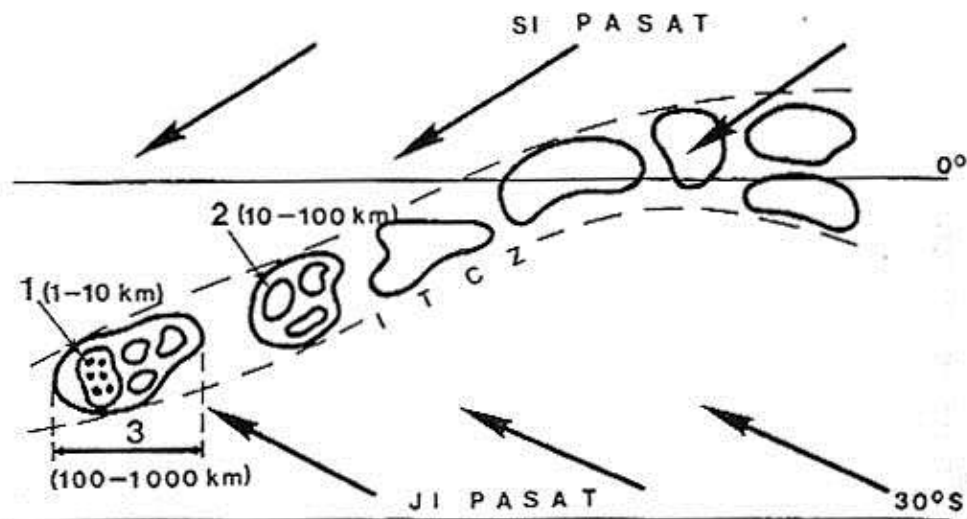


Sl. 265 A. Tri faze u razvoju konvekcijske nepogode isključivo termičkog postanka. Zbog trošenja topline za evaporaciju kišnih kapi i pahuljica snijega, u desnom dijelu srednje faze nastaje jaka silazna struja hladnog zraka. (Izvor: J. M. Moran i M. D. Morgan, 1989.)

Nepogode u tropima

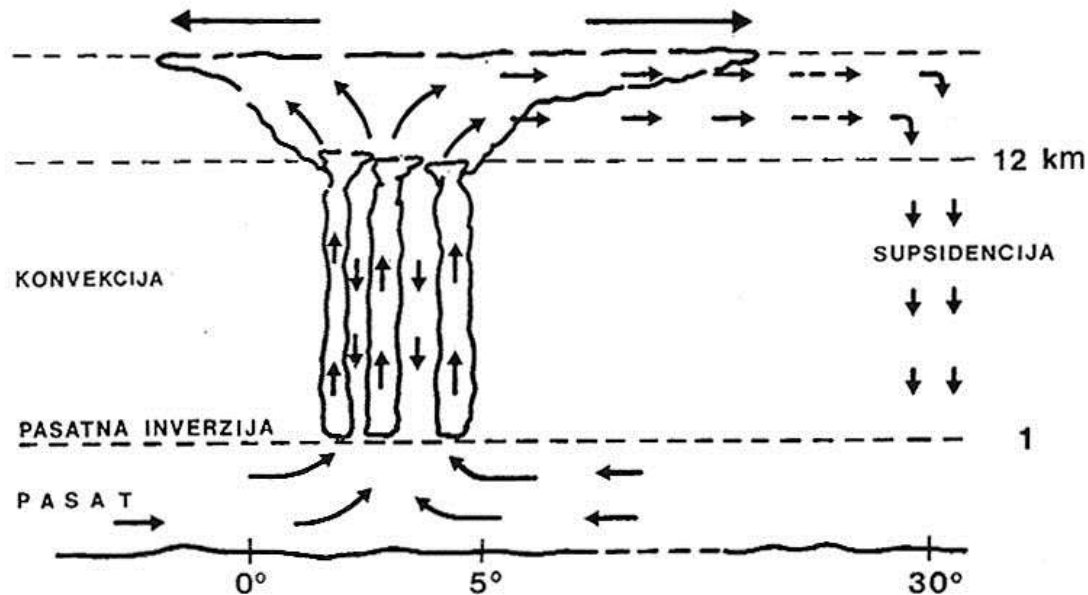
- labilna atmosfera; lako dolazi do konvekcije
- tropske oluje (brzina vjetera: 8 - 12 bofora), tropski cikloni
- grupiranje individualnih konvekcijskih elemenata (kumulusi, kumulonimbusi; promjer od 1 - 10 km) u mezokonvekcijske stanice (promjer od 10 - 100 km)
- grupiranje nekoliko mezokonvekcijskih stanica u izolirane grozdove oblaka (promjer od 100 - 1000 km)
- ti grozdovi oblaka nižu se jedan do drugog u zoni ITC; gibanje iz smjera istoka prema zapadu

- oslobođena latentna toplina kondenzacije pokreće pasate; s druge strane, konvergencija pasata omogućuje konvekciju u zoni ITC



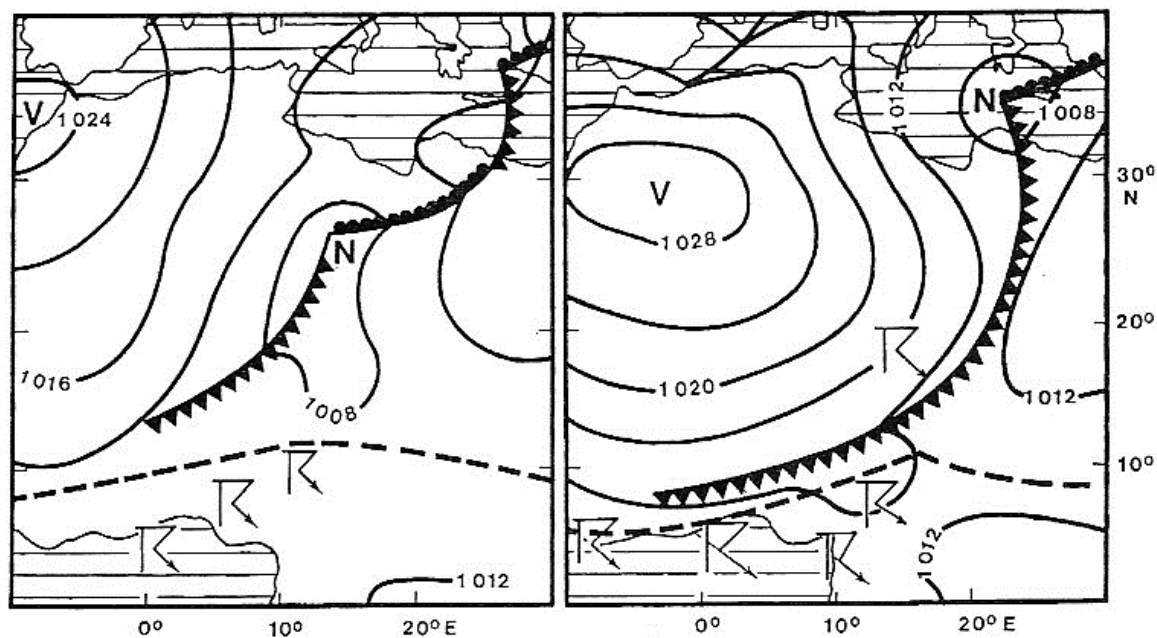
Sl. 266. Shema intertropske zone konvergencije sa sistemima konvekcijske naoblake: 1. individualni konvekcijski elementi, 2. mezokonvekcijske stanice i 3. grozd oblaka (B. J. Mason, 1970.)

- u donjem 1. kilometru troposfere dominira pritjecanje pasatnog zraka;
- između 1. i 12. km jako je razvijena konvekcija
- nekoliko konvekcijskih stupaca u kojima se zrak izdiže; između njih su stupci u kojima se zrak spušta → izmjena zona naoblake i zona u kojima se naoblaka raspada
- tek na visini oko 12 km mezokonvekcijske stanice spajaju se u jedinstven sustav oblaka → razilaženje → zrak prelazi u više geografske širine gdje se spušta u zonama subtropskih anticiklona



Sl. 267. Shema cirkulacije u tropima u jednom grozdu oblaka (B. J. Mason, 1970.)

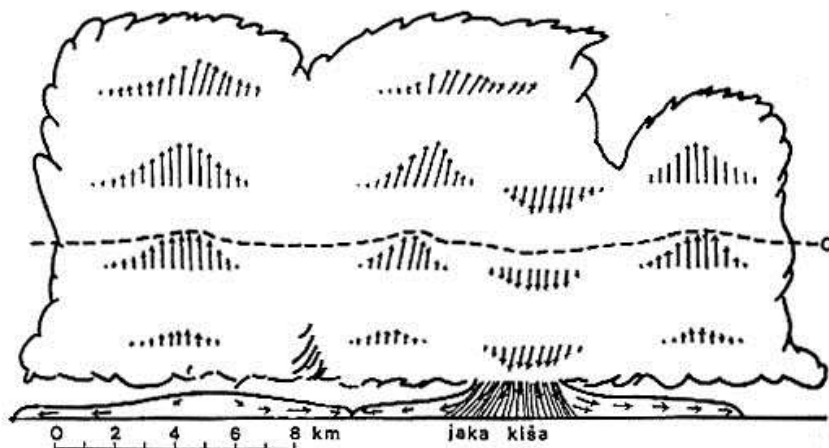
- nepogode u tropima mogu nastati pod utjecajem prodora polarnog zraka prema ekvatoru
- npr. zimi u sjevernoj i zapadnoj Africi: prodor hladnog zraka sa sjevera; na prednjoj strani visinske doline nastaje ciklona velikih dimenzija
- pomicanje ITC na sjever (privlači je ciklona) → nastanak grmljavinskih nepogoda na južnoj periferiji Sahare: posljedica utjecaja hladnog polarnog zraka na pojačanje konvekcije u zoni ITC



Sl.268. Nepogode u Africi prouzrocene prodorom polarne zracne mase sve do ekvatorske fronte (isprekidana krivulja); prizemna sinopticka situacija krajem prosinca 1960. (I.S. Matthews, izvor: D.H. Johnson, 1965.)

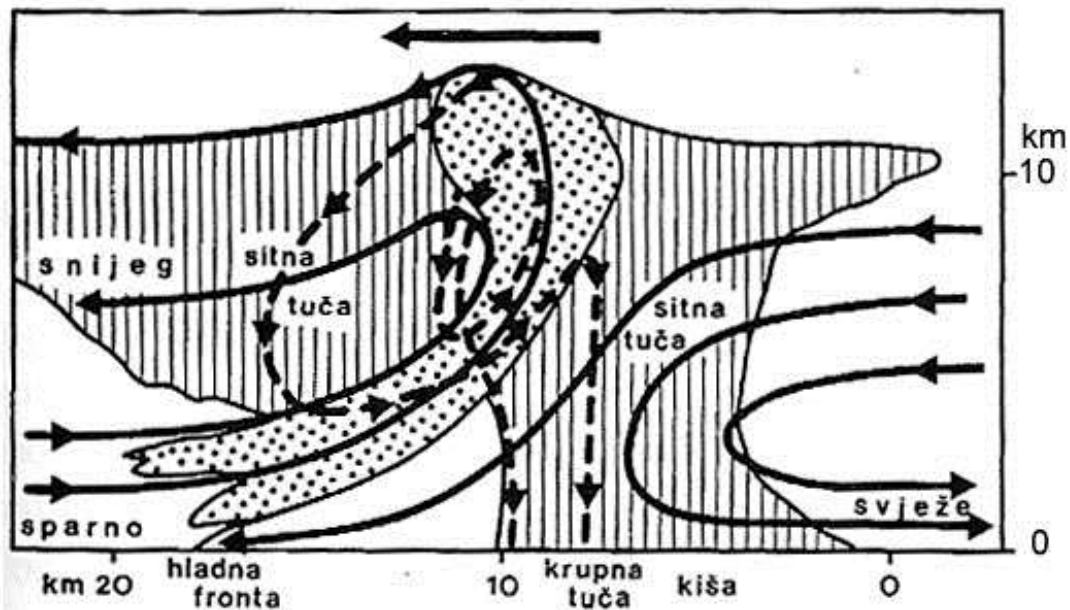
Izvantropske nepogode

- obuhvaćaju sve pojave koje prate vrlo razvijeni kumulonimbusi: vrlo jaki vjetrovi, kiša ili tuča, snijeg, sijevanje i grmljavina
- postoje brojni nazivi (ali bez sustavnosti koja se temelji na genezi procesa): nepogoda, nevrijeme, oluja, grmljavinski pljusak, prolom oblaka, nevera, vihor, uragan, orkan, tornado itd.
- klasifikacija prema postanku u dvije skupine: a) nepogode u jednoj zračnoj masi; b) frontalne nepogode
- nepogode u jednoj zračnoj masi nastaju naglim zagrijavanjem podloge i najdonjih slojeva troposfere → termički postanak (topli dio godine)



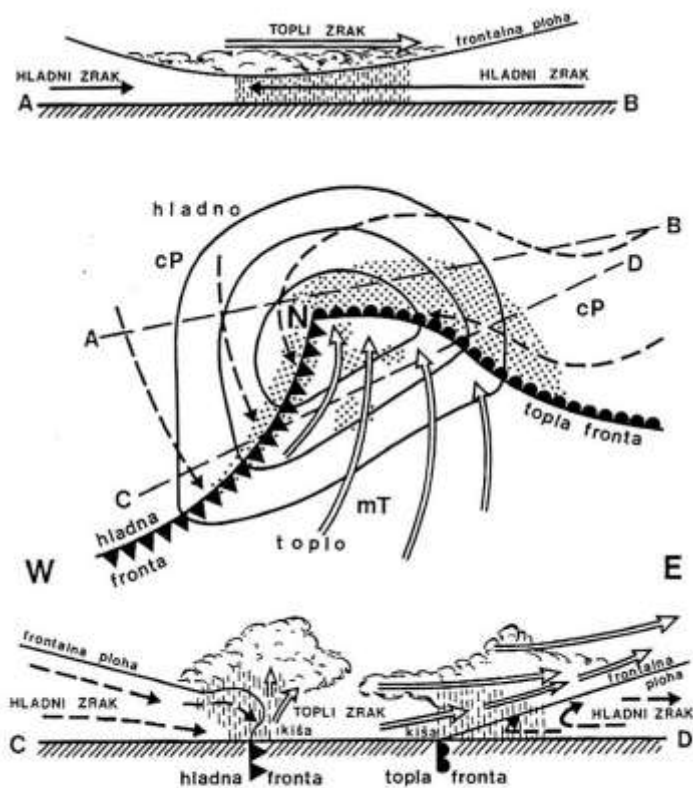
Sl. 268 A. Vertikalno strujanje u razvijenoj višestaničnoj grmljavinskoj nepogodi. Za izdizanje susjednoga toplog zraka, tj. za postanak novih konvekcijskih stanica važno je potkopavanje hladnog zraka koji se spušta iz dijela nepogode gdje pada jaka kiša (Izvor: H. R. Byers, 1974.)

- optimalni uvjeti za razvoj grmljavinskih nepogoda postoje kad su prisutne fronte (osobito na hladnim frontama u toplom dijelu godine) → frontalne nepogode
- u stvarnosti, najčešće je prisutna kombinacija frontalnog i termičkog postanka nepogoda (termička i prisilna konvekcija)

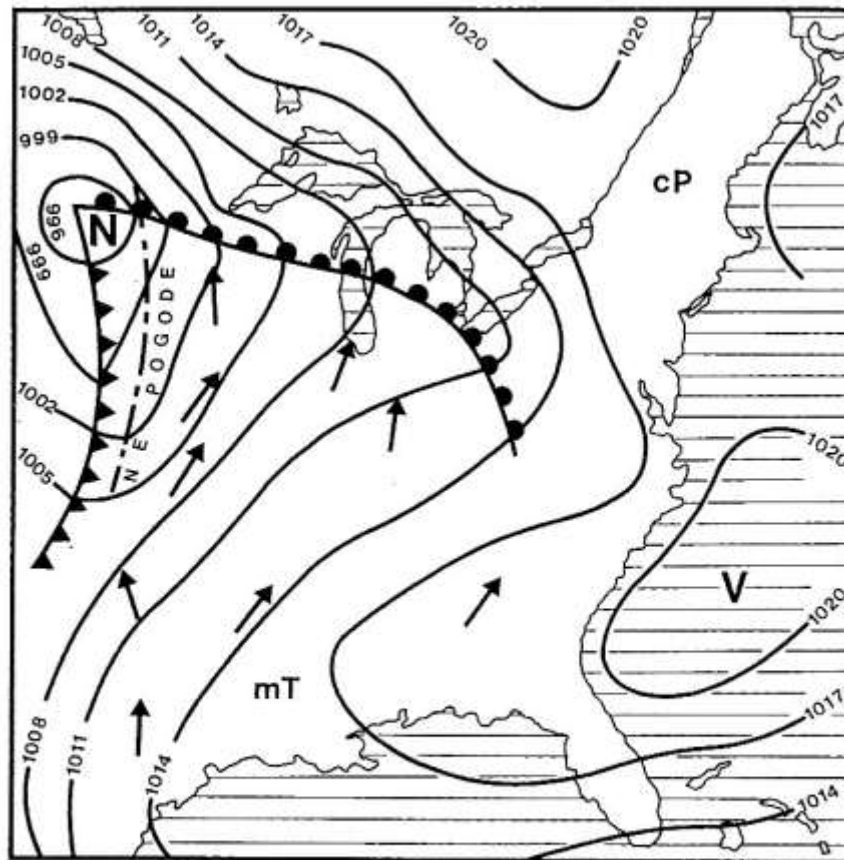


Sl. 269. Shema strujanja u nepogodi s tučom u momentu maksimalnog razvoja; pune strelice – strujnice; isprekidane strelice – putanje zrna tuče; točkicama je označeno područje gdje nastaje kondenzacija u uzlaznoj struji; vertikalnim crtama označeno je područje s padalinama koje su ispale iz zone izdizanja (F. H. Ludlam, 1961.)

- u toplom dijelu godine nepogode često nastaju u toplom sektoru ciklone, ispred hladne fronte (nekoliko desetaka pa i stotinjak i više km); nižu se jedna do druge u pojasu od više stotina km → linije nestabilnosti
- linije nestabilnosti: vezane uz klinovito ispupčenje hladnog zraka u smjeru gibanja hladne fronte - hladni zrak na visini prodire brže nego pri tlu



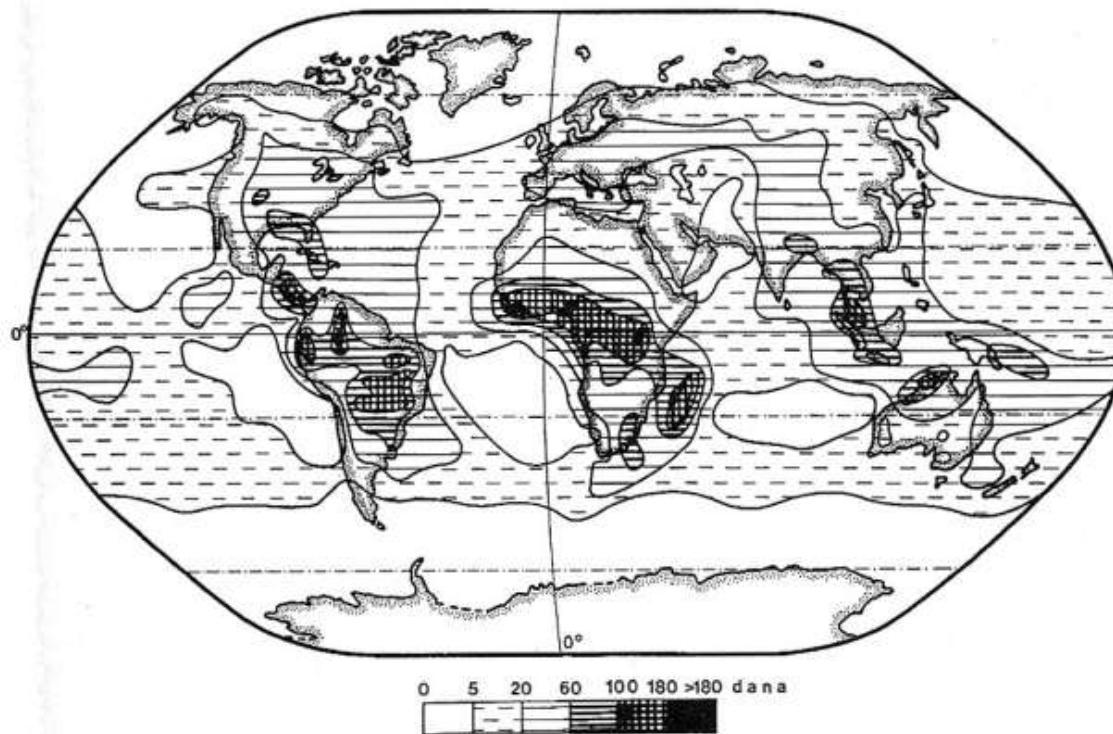
Sl. 230. Shematski prikaz razvijene ciklone prema shvacanjima predstavnika bergenske škole. Tockicama je oznaceno područje s padalinama; tanke krivulje su prizemne izobare. Iznad i ispod su vertikalni presjeci kroz ciklonu (G. Trewartha, 1954.)



Sl. 270. Topli val u srednjem dijelu SAD-a s nepogodama ispred hladne fronte (G. Trewartha, 1954.)

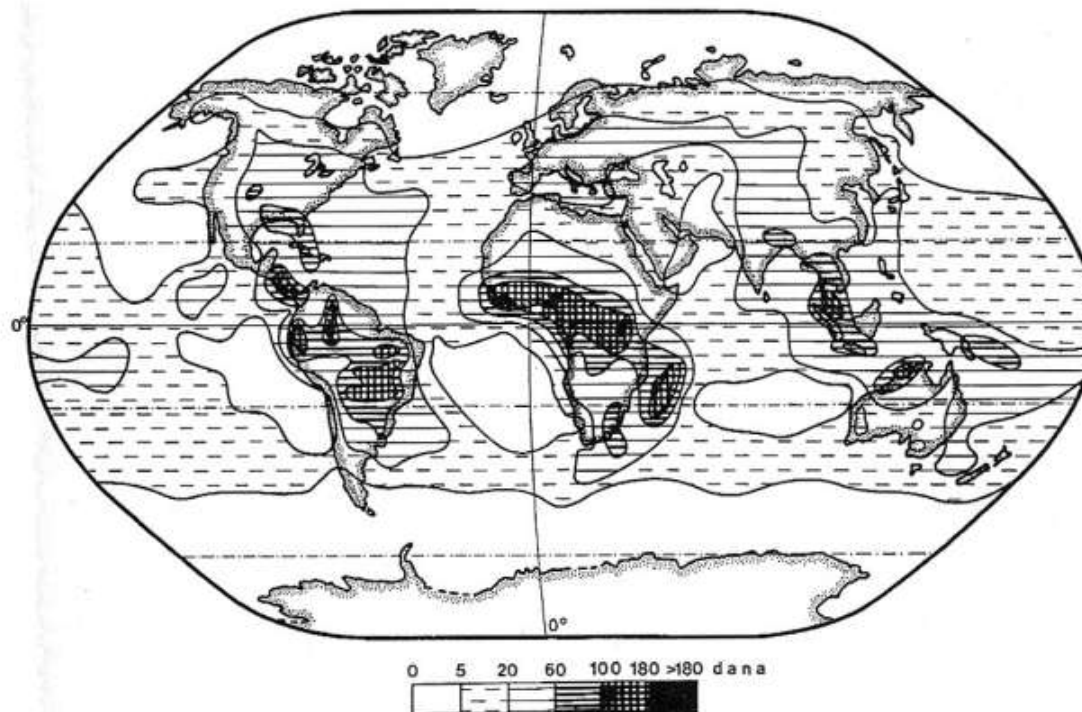
Geografska raspodjela nepogoda

- više ih ima iznad kopna nego nad morskim površinama (jače zagrijavanje kopna)
- najviše ih ima u vlažnim tropskim krajevima; tamo gdje su kiše koncentrirane u ljetnom dijelu godine većina se nepogoda pojavljuje tada
- dijelovi Amazonije, obala Gvinejskog zatljeva, zavalala Konga, Madagaskar, JI Azija, Meksički zaljev, Bengalski zaljev, južni Brazil
- Bogor (Java) - prosječno 322 nepogode godišnje



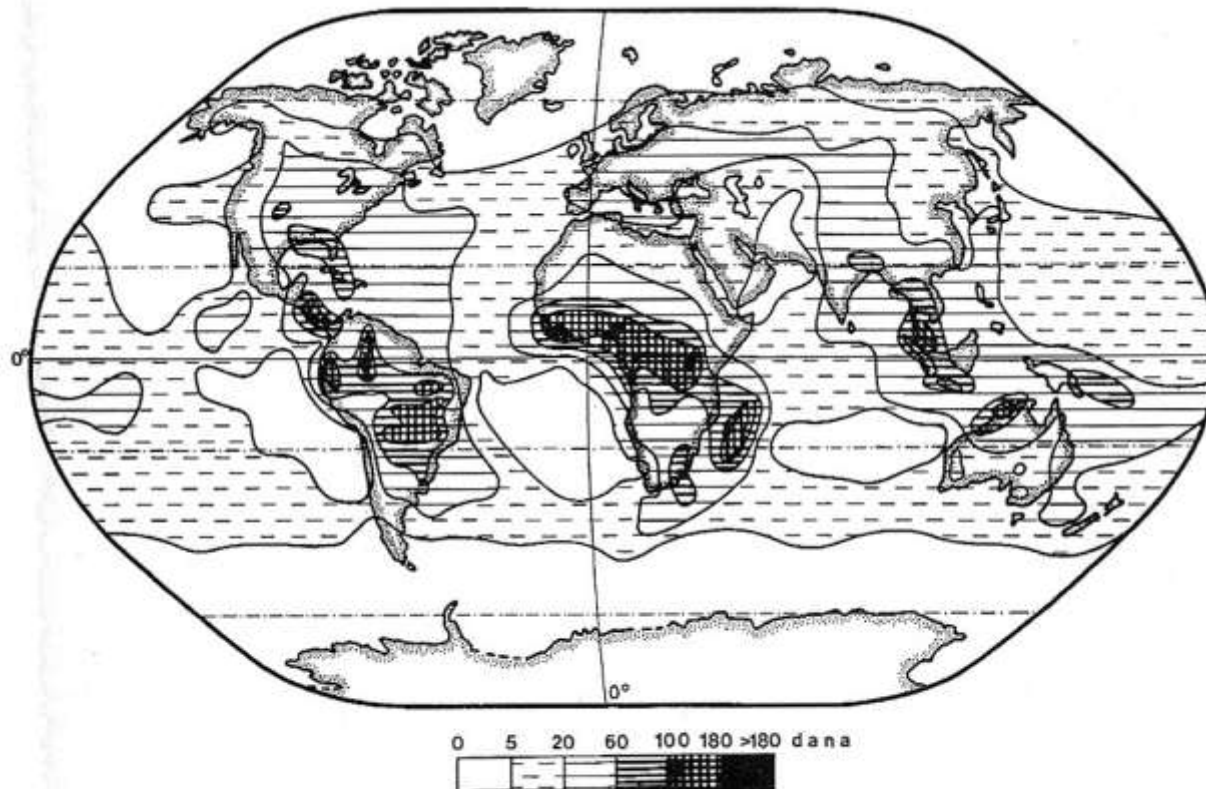
Sl. 271. Srednji godišnji broj dana s nepogodama na Zemlji (WMO 1950., izvor: J. Blüthgen, 1966.)

- mali broj nepogoda nad oceanima uz zapadnu obalu Južne i Sjeverne Amerike, zapadno od Afrike južno od ekvatora, između Somalije i Pakistana te u srednjem dijelu Indijskog oceana - u genetskoj vezi sa stabilizirajućim utjecajem subtropskih anticiklona u tim područjima i relativno hladnijom vodom (hladne morske struje)
- mali broj nepogoda u golemom suhom pojasu od Sahare do centralne Azije, u najtoplijem zapadnom dijelu Sjeverne Amerike, u Australiji i južnoj Africi → suhi zrak - smanjena mogućnost jače konvekcije



Sl. 271. Srednji godišnji broj dana s nepogodama na Zemlji (WMO 1950., izvor: J. Blüthgen, 1966.)

- broj nepogoda raste u pojasu zonalnih zapadnih vjetrova, ali samo nad kopnom - veći dio Europe, nizinski dio Sjeverne Amerike → pritjecanje vlažnog zraka s Atlantika (u SAD iz Meksičkog zaljeva) na ugrijano kopno; sa sjevera struji hladniji zrak pa dolazi do nastanka fronti i linija nestabilnosti
- sjevernije od 60°N i južnije od 60°S grmljavinske su nepogode vrlo rijetke → velika hladnoća i mala količina vlage u zraku



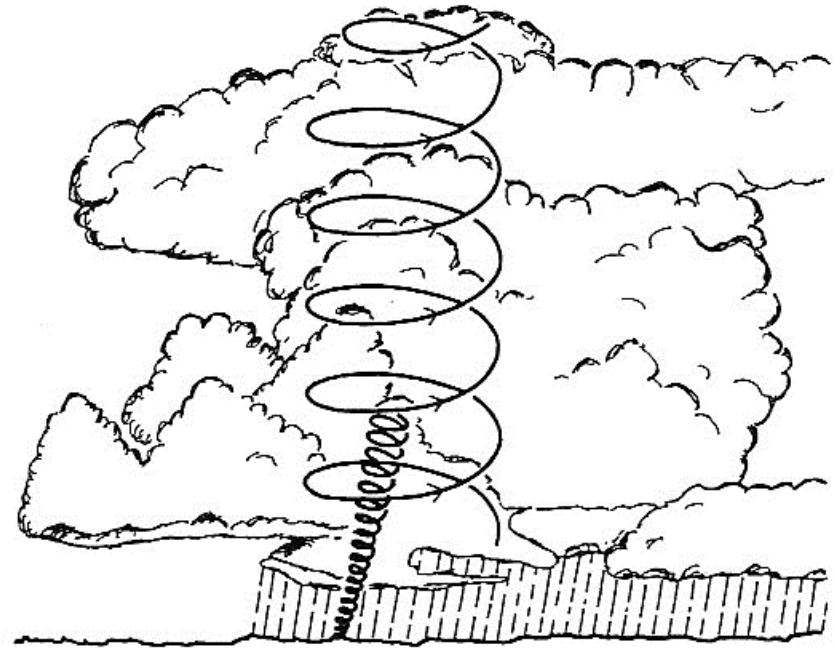
Sl. 271. Srednji godišnji broj dana s nepogodama na Zemlji (WMO 1950., izvor: J. Blüthgen, 1966.)

Dnevni hod nepogoda:

- zakonomjernost
- ako su termičkog porijekla, na kopnu se najčešće pojavljuju danju, s porastom temperature (maksimum između 13 i 18 sati)
- zimi nije moguće utvrditi jasan dnevni hod
- kontinentalni i maritimni tip

Tornado: vrtlog koji se spušta s baze kumulonimbusa, velika razornost

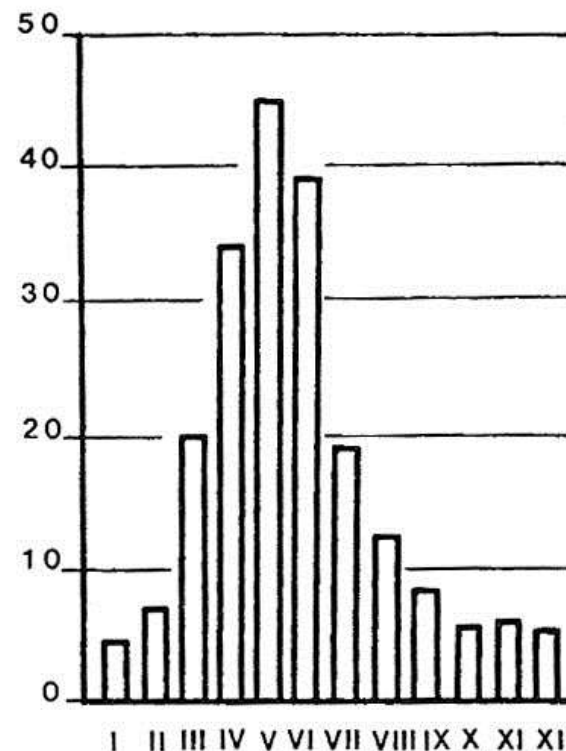
- nastaju na pojasima jake konvekcije na frontama između različitih zračnih masa
- u tornadu zrak rotira brzinom od 160 do 300 km/h i naglo se izdiže uvis
- u središtu tlak naglo pada za 100 - 150 hPa - destruktivni utjecaj razlika u tlaku



SI. 271 A. Shema vertikalnog strujanja u vrlo razvijenom kumulonimbusu, koje uzrokuje postanak tornada (J. T. Snow, 1984.)

Godišnji hod tornada ovisi o pojasima jake konvekcije na frontama između dviju različitih zračnih masa (npr. cP i mT); najveći broj u proljetnim i ljetnim mjesecima

- SAD: na jugu ih ima najviše zimi, u srednjem dijelu u proljeće a u sjevernim državama ljeti - povezanost sa migriranjem polarne fronte



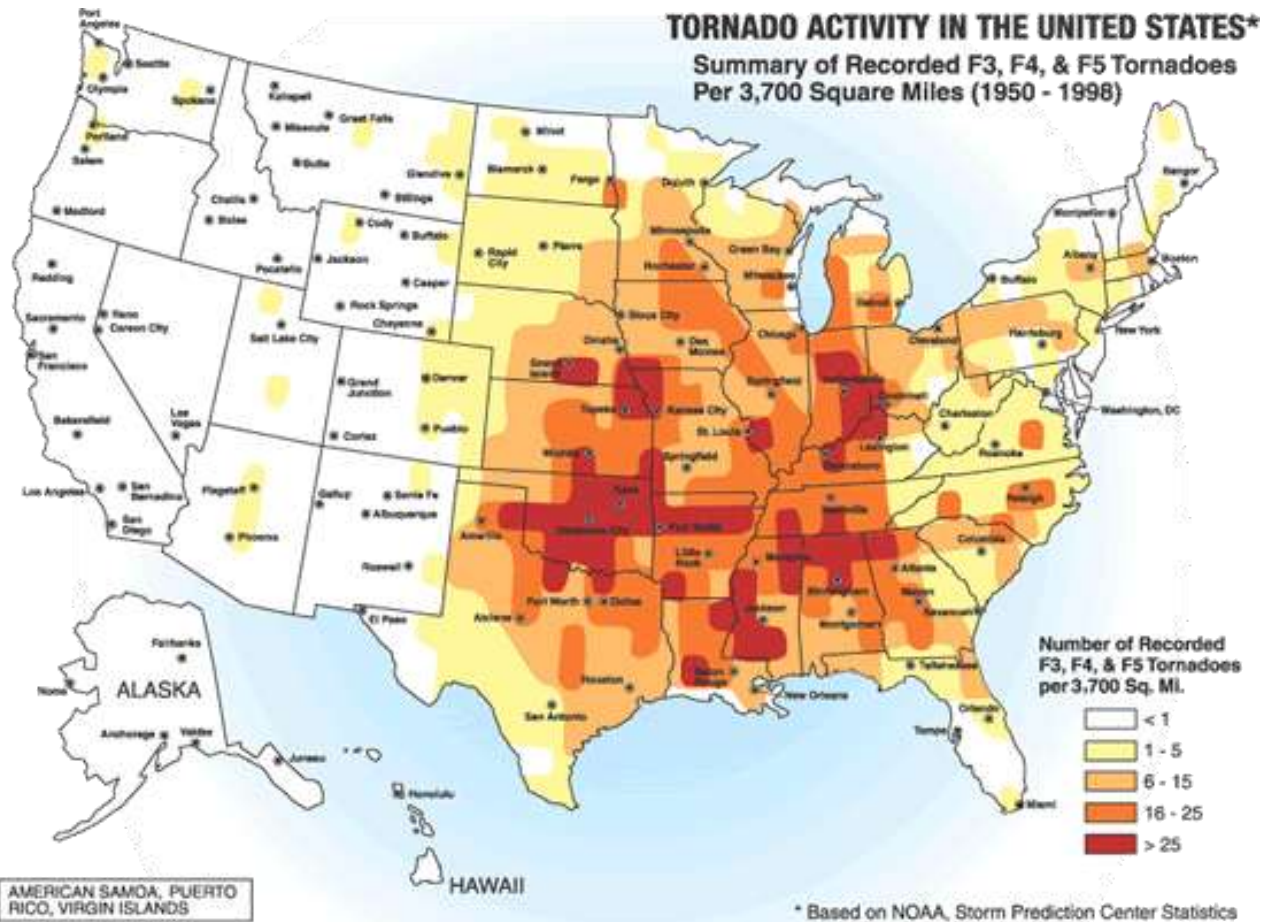
SI. 272. Ukupni broj tornada u pojedinim mjesecima u SAD-u 1916.–1957. god. (H. J. Critchfield, 1966.)



A tornado strikes Central Oklahoma. This was part of the 1999 Oklahoma tornado outbreak on May 3, 1999.

Geografska raspodjela tornada u SAD: važnost činjenice da istočno od Stjenjaka nema planina koje bi ometale gibanje zračnih masa

- najveći broj tornada: u dolini Mississippija
- planine i šume nepovoljno djeluju na razvoj i održavanje tornada - manje ih ima na planinskom zapadu i u području gorja Appalachian



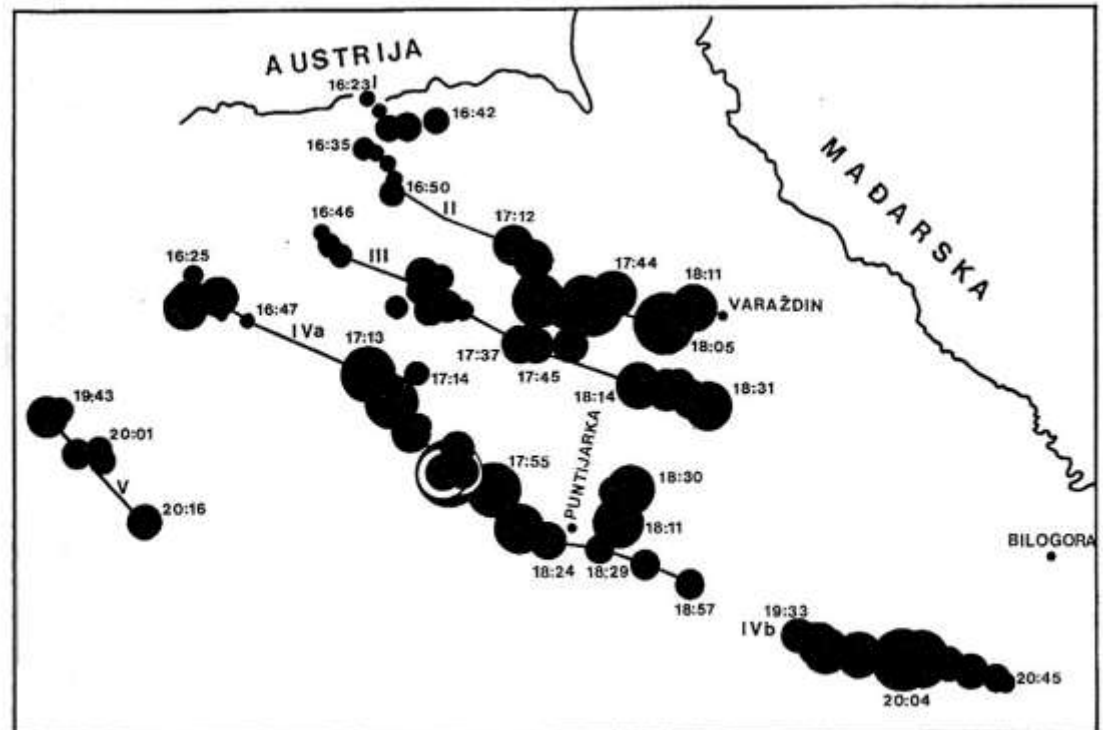


Tornado Alley is a term that most often refers to the area of the United States where tornadoes are most frequent. Although an official location is not defined, the area between the Rocky Mountains and Appalachian Mountains is usually associated with it. There are several ideas of what Tornado Alley is, but those ideas are the result of the different criteria used to refer to it. 90% of tornadoes hit this region of the U.S because cold, dry air from Canada and the Rocky Mountains meets warm, moist air from the Gulf of Mexico and hot, dry air from the Sonoran Desert, which combines with atmospheric instability to produce intense thunderstorms.

Raspodjela i gibanje grmljavinskih nepogoda u manjem području -

- primjer SZ Hrvatske i Slovenije; tehnika mjerenja radarskih odraza
- prolazak hladne fronte; nastanak oblačnih stanica u kumulonimbusima
- identifikacija pojedinih stanica, utvrđen je njihov točan položaj, premještanje i razvoj (tzv. kompozitna slika radarskih mjerenja)
- oblačne stanice gibale su se različitim brzinama; usporavanje ispred orografskih prepreka

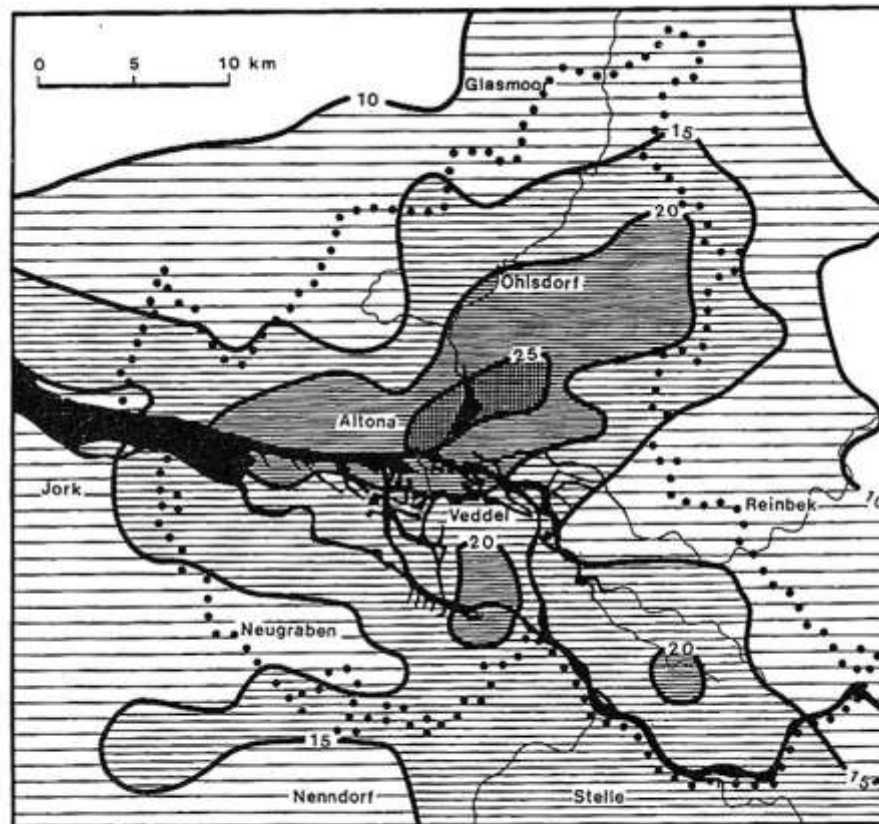
- bitna činjenica:
grmljavinske nepogode
ne gibaju se kaotično već
po određenim putanjama



Sl. 274. Kompozitna slika radarskih mjerenja 29. 6. 1982. godine. Prikazano je pet putanja premještanja oblačnih stanica; brojkama su označeni satovi i minute (I. Čačić i B. Lipovšćak, 1982.)

Utjecaj grada na povećanje broja dana s nepogodama:

- primjer Hamburga: čestina nepogoda najveća je na gradskom teritoriju; (toplinski “otok”, povećan broj jezgara kondenzacije)
- izolinija od 25 dana nalazi se SI od centra grada → povezano s činjenicom da nepogode dolaze sa zapada a njihov je opći smjer gibanja prema istoku



Sl. 275. Čestina grmljavinskih nepogoda 1952.–1968. god. u širem području Hamburga (R. Reidat, 1971.)

Primjer utjecaja Londona na porast količine padalina koje donose grmljavinske nepogode

- utjecaj grada najviše dolazi do izražaja kad se topla fronta u JI Engleskoj pruža od SZ prema JI, i to u toplom dijelu godine
- osim utjecaja grada, na postanak nepogoda utječe i sinoptička situacija



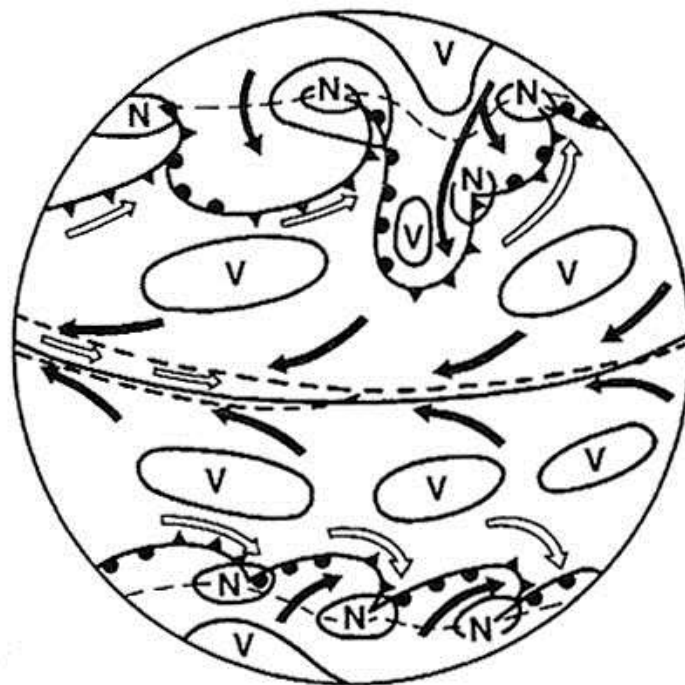
SI.276. Srednja količina kose (mm) koja ljeti padne u grmljavinskim nepogodama na toploj frontu u jugoistočnoj Engleskoj 1951.-1960. god.; 1. izgrađena površina, 2. reljef visi od 120 m (B.W. Atkinson, 1969.)

OPĆA CIRKULACIJA ATMOSFERE

Opća cirkulacija atmosfere = međusobno povezano gibanje zračnih masa u planetarnim dimenzijama

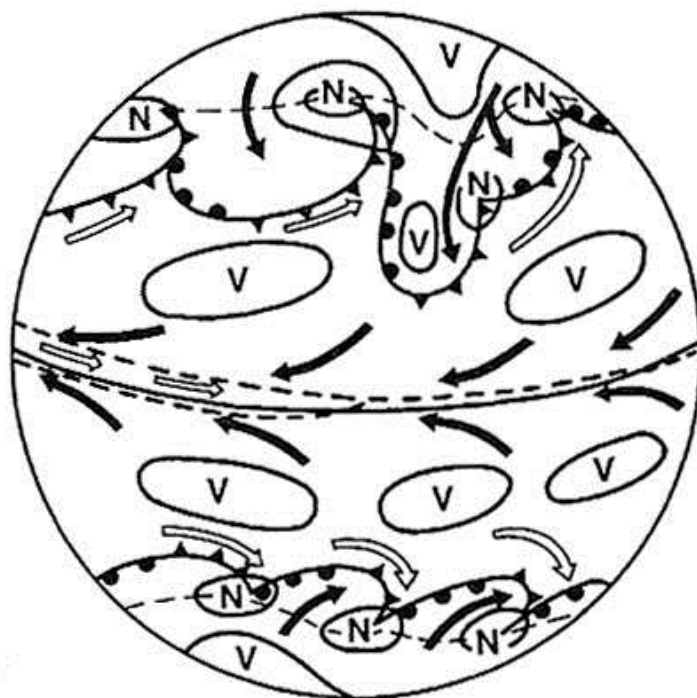
- posljedica je stalne razlike temperature i tlaka između pojedinih dijelova Zemlje
- to je mehanizam kojim se održava ravnoteža između uvijek toplih nižih geogr. širina i uvijek hladnih viših g. š. - izmjena topline između toplijih i hladnijih dijelova Zemlje

- strujanje u sloju troposfere do 2 km pod utjecajem je trenja s podlogom + utjecaj rotacije Zemlje (Coriolisova sila)
- pojas niskog tlaka uz ekvator najhomogenija je zona niskog tlaka na Zemlji
- sjevernije i južnije je subtropski pojas visokog tlaka izdvojen u stanice
- u ta područja povremeno prodire hladniji zrak iz viših g. š.
- konvergencija pasata (ist. smjer),
- ekvatorski zapadni vjetar



SI. 277. Shema horizontalne opće cirkulacije atmosfere u donjoj troposferi (do 2 km); vertikalna je cirkulacija izostavljena (H. Flohn, 1960.)

- u umjerenim geogr. širinama nalazi se planetarna polarna fronta s obiteljima ciklona i anticiklonama između njih
- u toj je zoni strujanje pod jakim utjecajem sekundarne cirkulacije; na ekvatorskoj strani preteže zapadna komponenta, a na polarnoj strani vjetrovi iz sjevernog kvadranta (na sjev. hemisferi)
- s prolazom ciklona smjerovi vjetrova se mijenjaju
- iz arktičkih i antarktičkih krajeva pritječe hladan zrak, tzv. polarni istočni vjetar

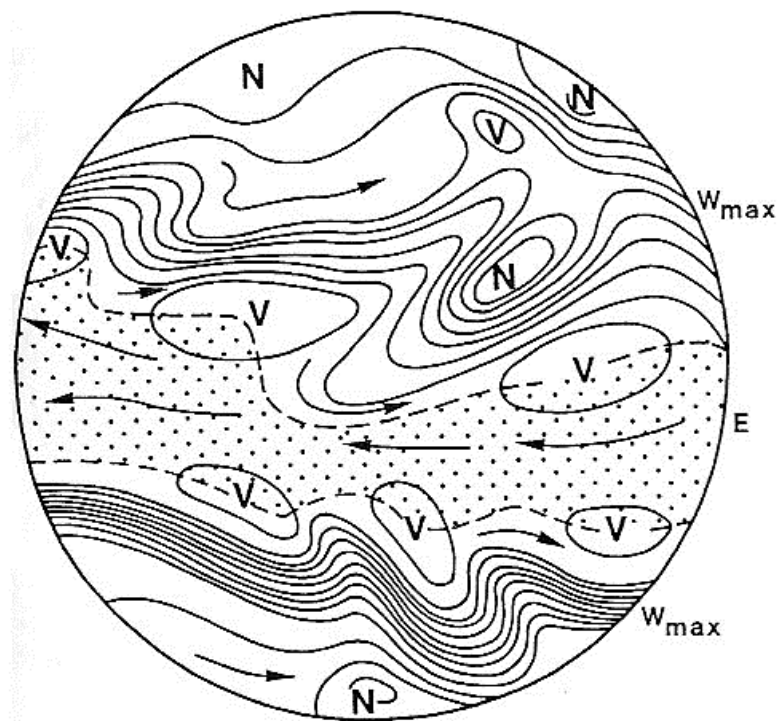


Sl. 277. Shema horizontalne opće cirkulacije atmosfere u donjoj troposferi (do 2 km); vertikalna je cirkulacija izostavljena (H. Flohn, 1960.)

- na visini od 4 - 10 km utjecaj trenja s podlogom nestaje
- na većoj visini u ekvatorskim širinama postoji izrazito istočno strujanje (ekvatorski zapadni vjetar ograničen je na relativno tanki sloj atmosfere)
- subtropske anticiklone zahvaćaju čitavu troposferu
- najveća je razlika u umjerenim g. š.: na velikim visinama strujanje je zonalno (zapadnog smjera) - velika razlika između sj. i južne hemisfere (na južnoj je strujanje puno zonalnije)

- u srednjim i višim dijelovima troposfere postoje samo dva osnovna strujanja: u tropima istočno, a u svim ostalim geogr. širinama zapadno

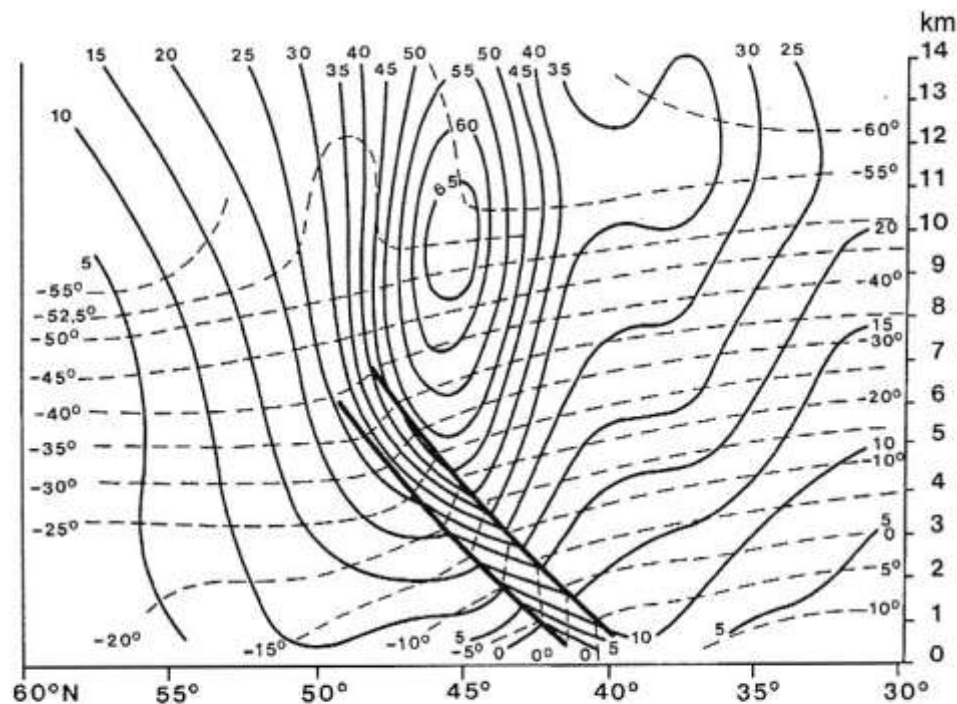
- bitna činjenica: raspodjela kopna i mora je važan faktor koji utječe na opću cirkulaciju atmosfere, osobito u donjim dijelovima troposfere



Sl. 278. Shema horizontalne opće cirkulacije atmosfere na visini 4–10 km; isprekidane crte su granice zapadnog (bijelo) i istočnog strujanja (točkice); tanke krivulje su izobare; vertikalna je cirkulacija izostavljena (H. Flohn, 1960.)

Mlazne struje i dugi valovi

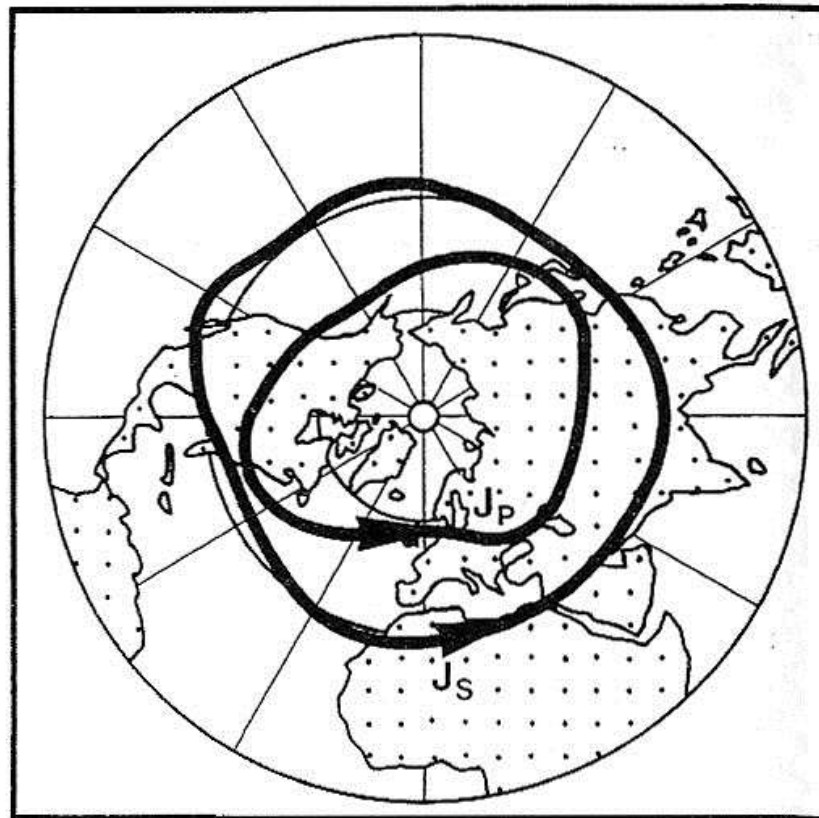
- brzina zonalnog zapadnog vjetra na visini raste u zoni polarne fronte
 - opadanje temperature s visinom u baroklinoj zoni polarne fronte je vrlo naglo
 - naglo povećanje brzine vjeta u uskoj zoni (debljina 1 - 2 km; širina nekoliko desetaka km do stotinjak km) na 8 - 11 km visine, na granici tropopauze
- područje **mlazne struje polarne fronte** (smjer: Z – I)
- brzina vjeta: više stotina km/h; brzina raste u hladnom dijelu godine



Sl.279. Presjek kroz planetarnu frontu s mlaznom strujom polarne fronte; pune krivulje su izotahe (ms-1), a isprekidane crte su izoterme (E. Palmen i Newton; izvor: H. Flohn, 1960.)

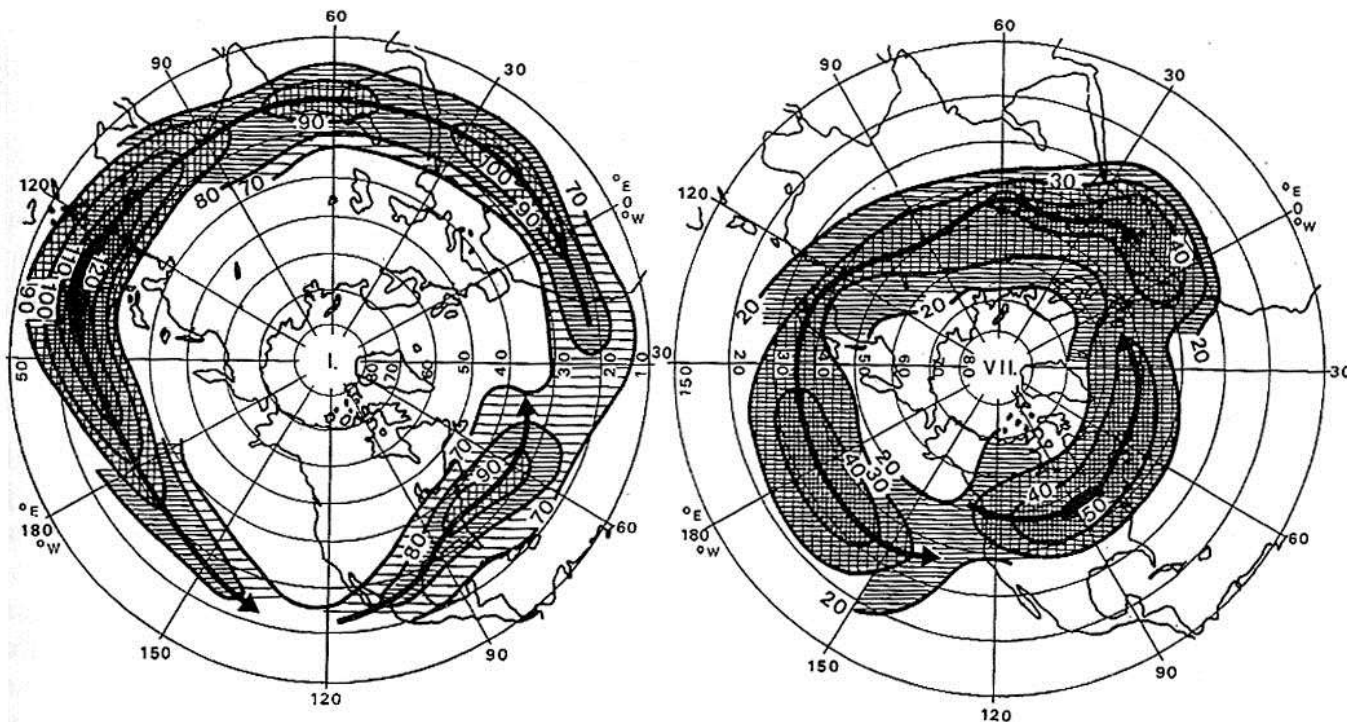
- mlazna struja nastaje i u suptropskom području → **suptropska mlazna struja**
 - nije vezana uz nikakvu frontalnu plohu, puše iznad suptropskih anticiklona
 - obje mlazne struje neprestano mijenjaju svoj položaj i brzinu; ljeti često nestaje mlazna struja polarne fronte, zimi se mjestimično može prekinuti
- povezanost s energetske stanjem atmosfere u donjim slojevima troposfere

- u određenim uvjetima obje mlazne struje mogu se spojiti u jednu jedinstvenu zapadnu mlaznu struju



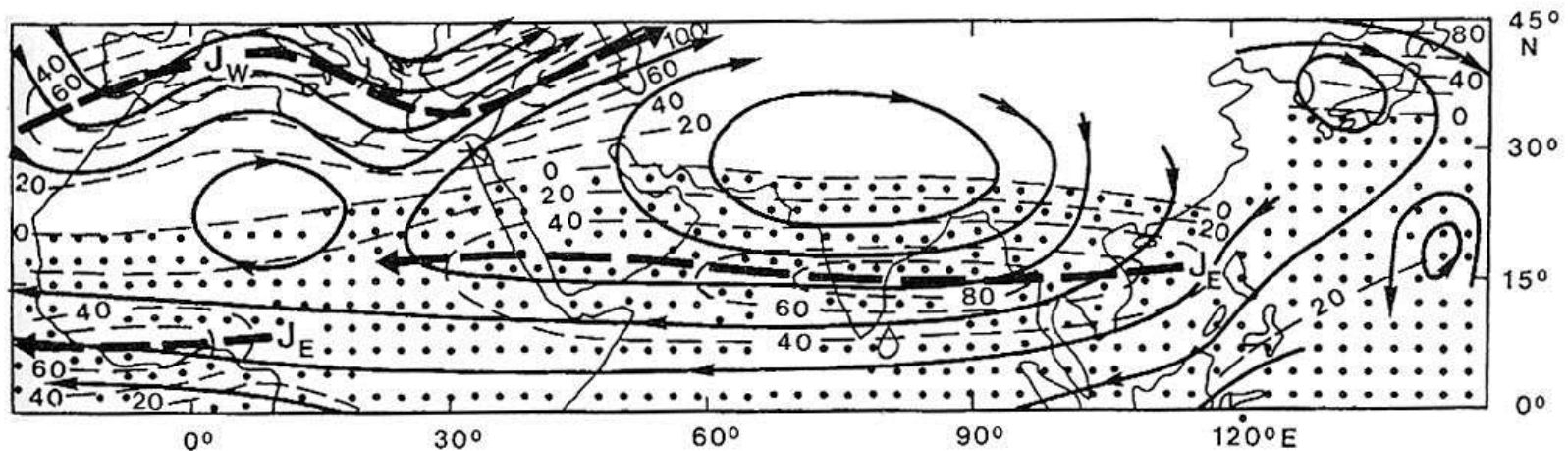
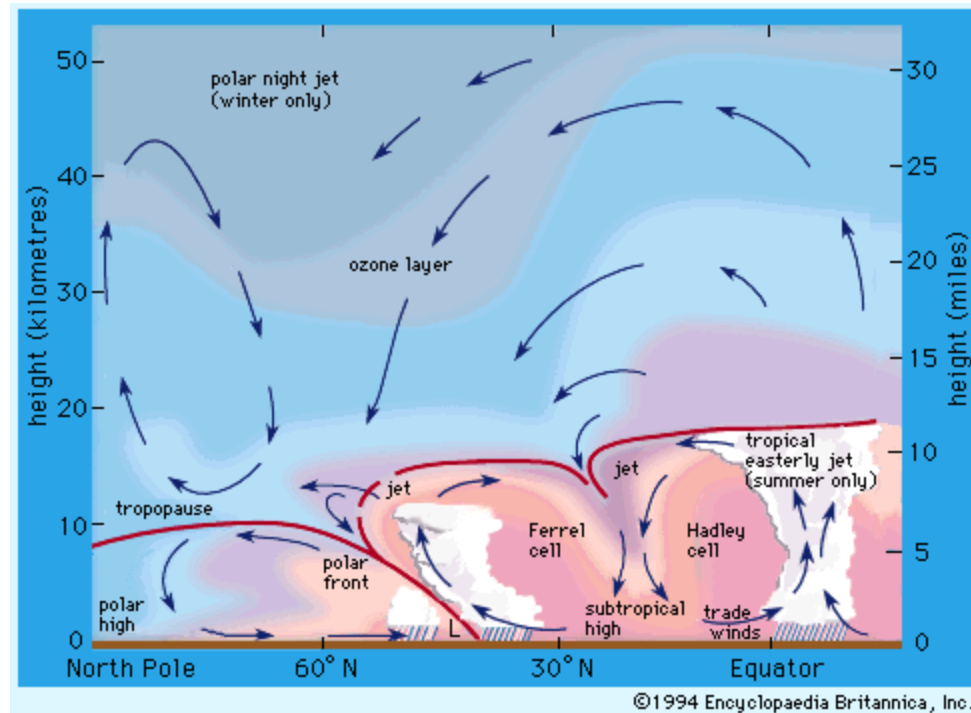
SI. 280. Srednji položaj suptropske mlazne struje (Js) i mlazne struje polarne fronte (Jp) u siječnju na sjevernoj hemisferi (E. Palmén, 1954.)

- u zimskom dijelu godine pojas subtropske mlazne struje spušta se prema ekvatoru a ljeti se povlači prema polu
- brzina je dvostruko veća u hladnom nego u toplom dijelu godine
- subtropska mlazna struja po smjeru i intenzitetu mnogo je postojanija od polarne mlazne struje
- najveća brzina: pred istočnom obalom Azije i sjev. Pacifikom, nad istočnim dijelom sjev. Atlantika i u širem području Sredozemlja i sjev. Afrike



Sl. 281. Srednja brzina (milje/sat) i srednji položaj subtropske mlazne struje na visini 10–12 km u siječnju i srpnju na sjevernoj hemisferi (J. Namias i P. F. Clapp; izvor: R. G. Barry i R. J. Chorley, 1976.).

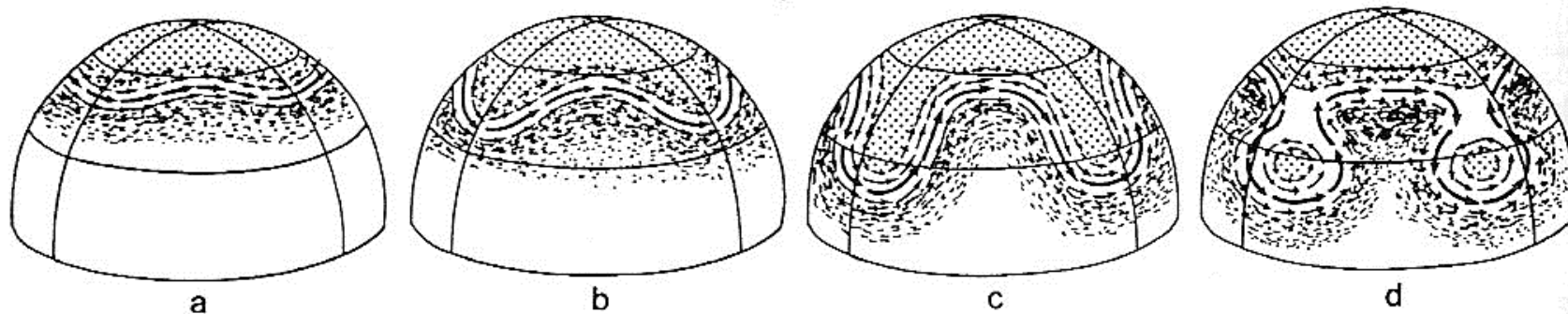
- u neposrednoj blizini ekvatora:
tropska istočna mlazna struja;
utvrđena je samo u zoni ekvatorskog
zapadnog vjetera i to u ljetnim
mjesecima → veza sa ITC, kad se
nalazi nad vrlo toplim kopnom
- maksimalna brzina: na oko 13 km
visine
- tropska mlazna struja - integralni član
monsunske cirkulacije u afroazijskom
monsunskom prostoru



SI. 282. Tropska istočna mlazna struja 25. VII. 1955. između Gvinejskog zaljeva i jugoistočne Azije na visini oko 11,8 km u 03 : 00 UTC; isprekidane krivulje su izotahe u čvorovima (bijelo je područje sa zapadnim vjetrom, a točkicama je prikazano područje s istočnim vjetrom). Pune strelice su strujnice (P. Koteswaram, 1958.)

Dugi valovi

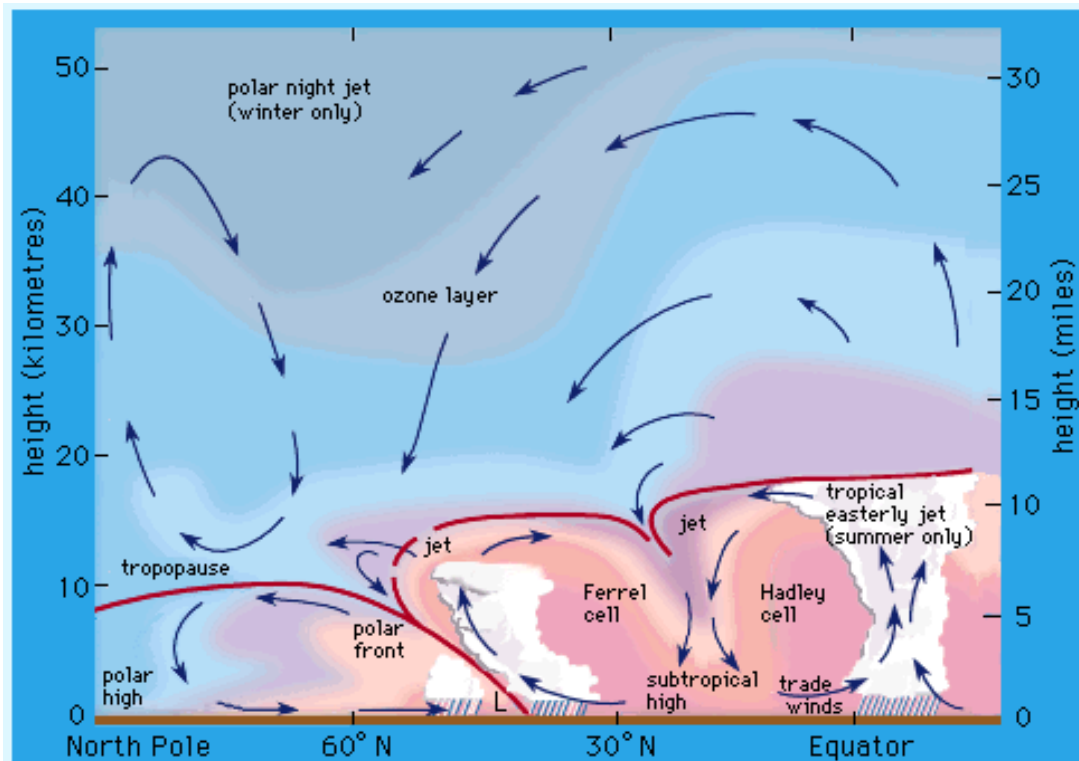
- nastaju u zonalnoj zapadnoj polarnoj mlaznoj struji, zovu se i Rossbyjevi valovi
- važnost: frontogenetske zone
- pojava dugih valova u neposrednoj je vezi s brzinom mlazne struje polarne fronte; na visinskoj sinoptičkoj karti vide se kao doline i grebeni
- smatra se da nastaju kao posljedica intenzivnih hladnih prodora (iz SI Azije, područja Aljaska - SZ Kanada, iz prostora Grenland - Island)
- dugi valovi nastaju usporavanjem brzine mlazne struje → ciklogeneza
- ako je brzina manja (do 70 km/h) amplituda valova se povećava, zrak sa sjevera prodire prema jugu, nastaju visinske ciklone i blokirajuće anticiklone
- velike razlike u smjeru zapad - istok
- velik utjecaj kontinenata i većih reljefnih barijera na nastanak valova



SI. 283. Postanak dugih valova u zonalnoj zapadnoj struji (J. Namias; izvor: G. Trewartha, 1954.)

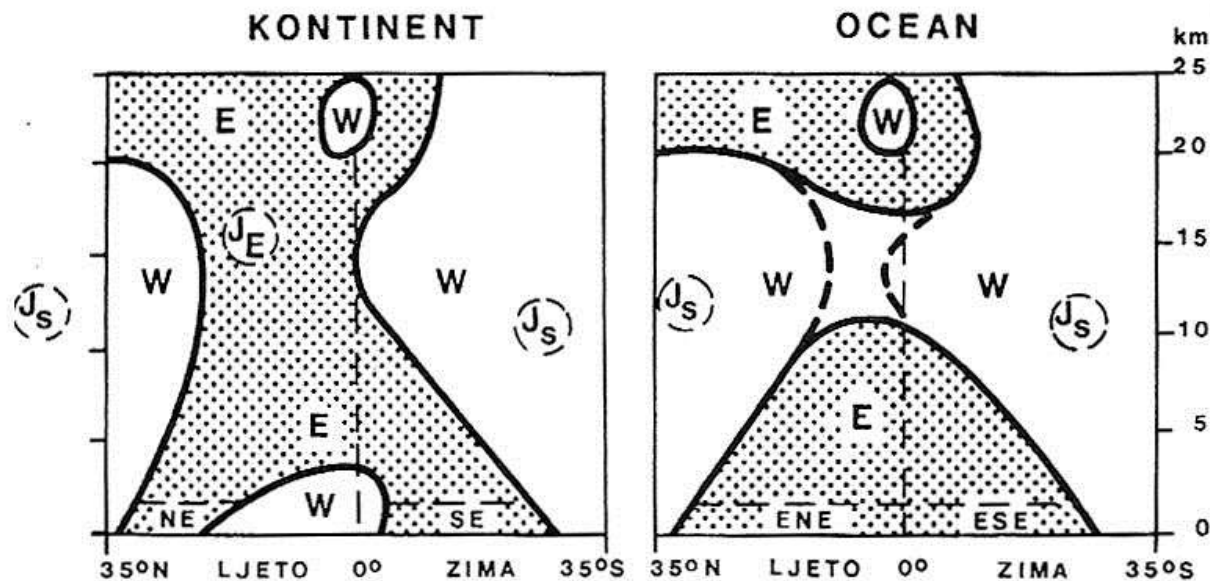
Vertikalna struktura opće cirkulacije atmosfere

- raspodjela kopna i mora i rotacija Zemlje utječu na stvaranje trostranične cirkulacije u atmosferi
 - a) najbliže ekvatoru: tropska stanica; b) sjevernije i južnije: izvantropska stanica (stanica polarne fronte); c) još sjevernije i južnije: polarna stanica
 - u tropskoj stanici zrak pri tlu pritječe prema ekvatoru (pasat) → izdizanje do velikih visina → mijenjanje smjera i vraćanje u više geografske širine, gdje se spušta (anticyklone)
-
- polarna fronta: meridionalna cirkulacija; važnost prekida u polarnoj fronti zbog izmjene zračnih masa
 - sjeverno od polarne fronte - subsidencija i transformacija nekadašnjeg tropskog zraka - glavna masa zraka spušta se u niže geogr. širine a manji dio skreće u više g. š.



Oceanski tip cirkulacije u tropima:

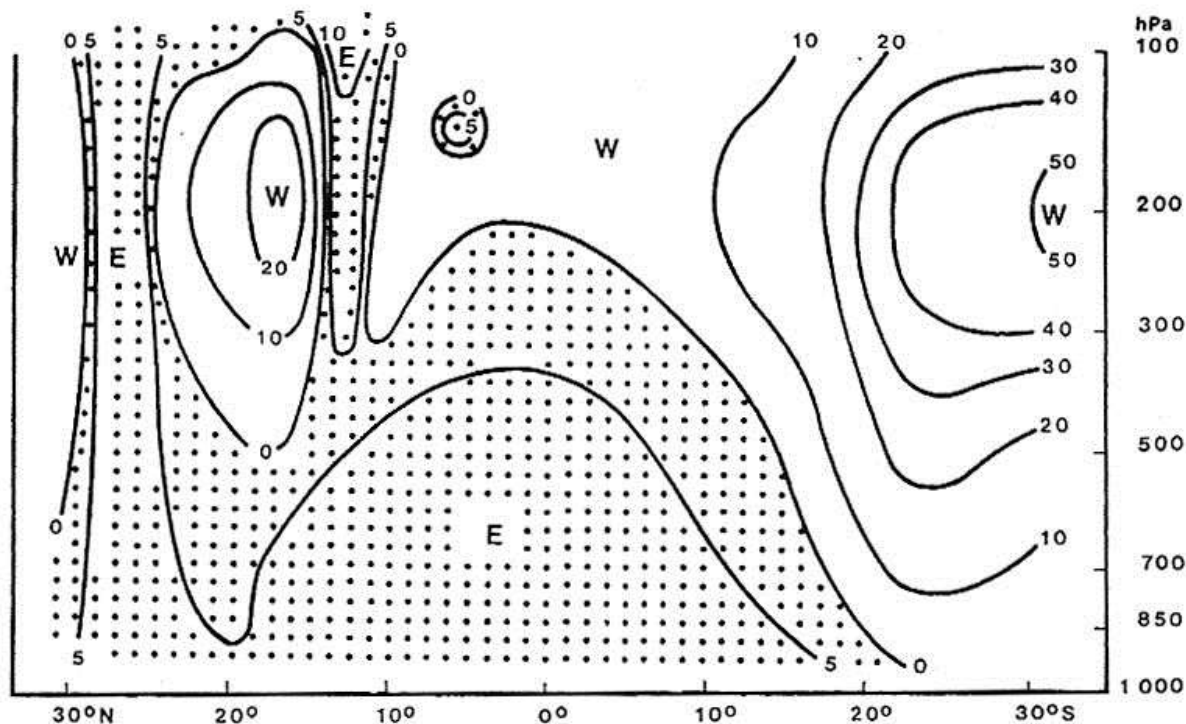
- male sezonske promjene meridionalnog gradijenta temperature
- strujanje je asimetrično: na jednoj hemisferi je ljeto a na drugoj zima, temperaturna razlika: Arktik - Antarktik; pasati konvergiraju i veći dio godine prelaze na topliju (sjevernu) hemisferu, kao i ITC
- u većem dijelu tropa nad oceanima se nalazi zona istočnih vjetrova, pasata (ENE na sj. hemisferi i ESE na južnoj)
- na visini oko 11 - 12 km prekida se sloj s istočnim vjetrom, oko njega pušu zapadni vjetrovi koji se spajaju iznad prekinutog sloja ist. vjetra



SI. 286. Shema opće cirkulacije u tropima iznad kontinenta i oceana (H. Flohn, 1964.)

Primjer oceanskog tipa tropske cirkulacije: srednji Pacifik

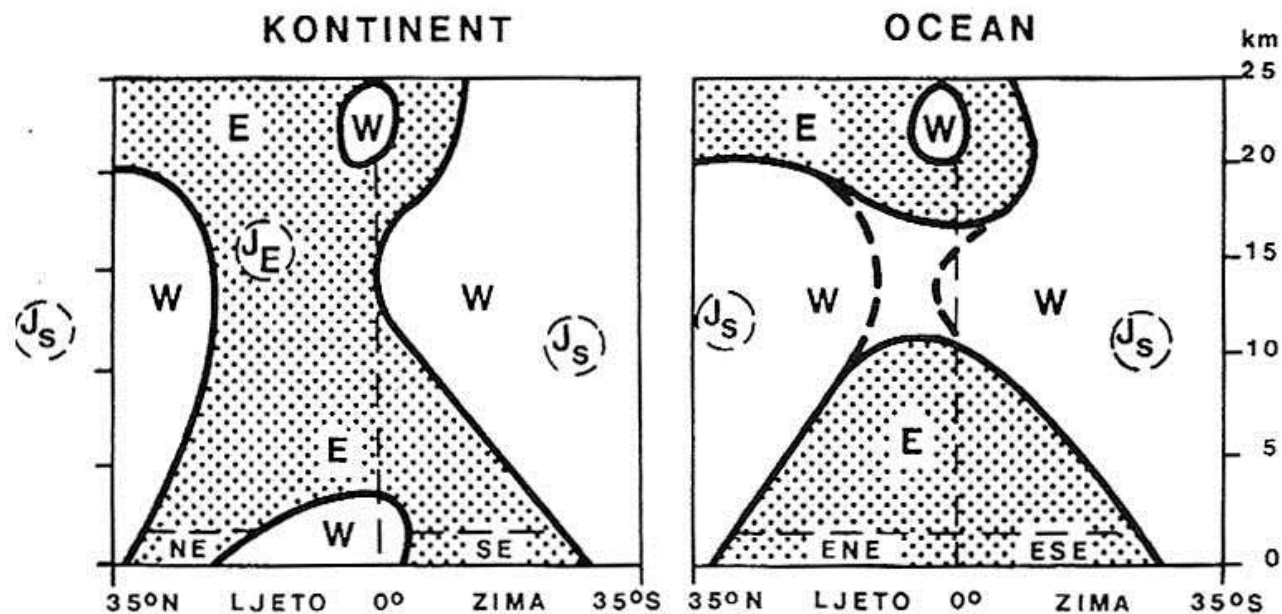
- direktan kontakt između dvaju pasata - u prizemnim slojevima troposfere postoji istočno strujanje
- mogućnost povremene i mjestimične veze ili prekida između zonalnih zapadnih struja
- ne postoji ekvatorski zapadni vjetar



SI.287. Oceanski tip cirkulacije u tropima. Vertikalna raspodjela srednje zonalne komponente vjetrova (ms⁻¹) između 30°N i 30° S duž meridijana 160° W (srednji dio Tihog oceana) u srpnju 1968.god. (K. Saha, 1970.)

Kontinentski tip cirkulacije u tropima:

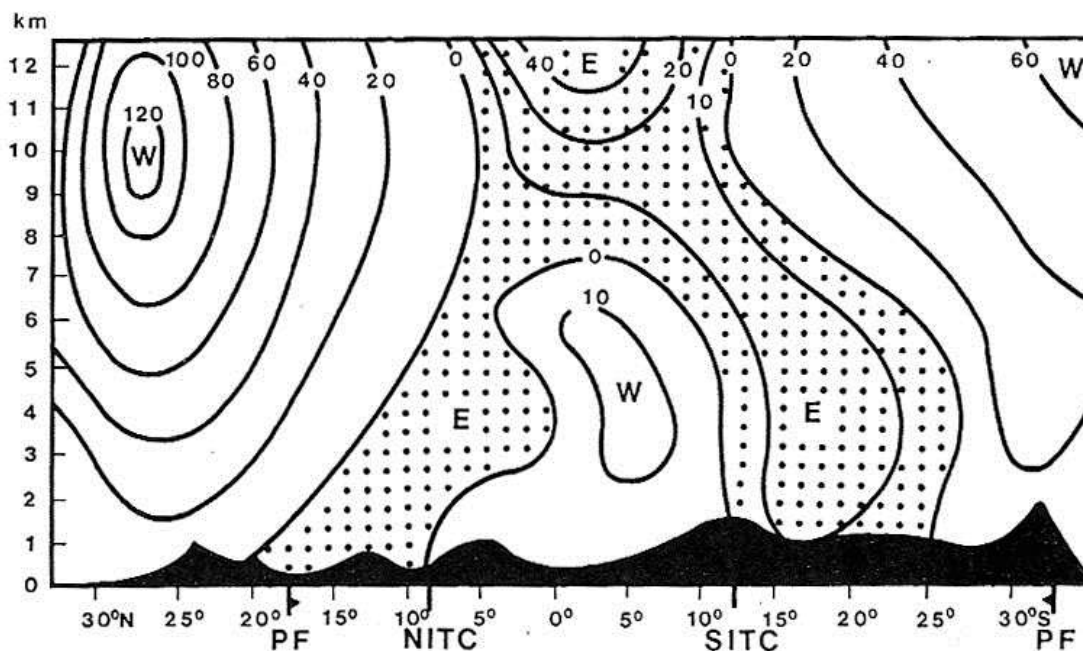
- bitno je drugačiji: neposredno uz termički ekvator (ITC) u sklopu tropske istočne struje nastaje relativno tanki sloj ekvatorskog zapadnog vjetra
- zonalne zapadne struje s obje hemisfere ne spajaju se; tropska istočna struja zahvaća čitavu troposferu
- u višem dijelu troposfere postoji tropska istočna mlazna struja
- u zonalnoj zapadnoj struji nad kontinentima i nad oceanima obje hemisfere postoje subtropske mlazne struje



Sl. 286. Shema opće cirkulacije u tropima iznad kontinenta i oceana (H. Flohn, 1964.)

Primjer kontinentenskog tipa tropske cirkulacije: profil sjeverna - južna Afrika

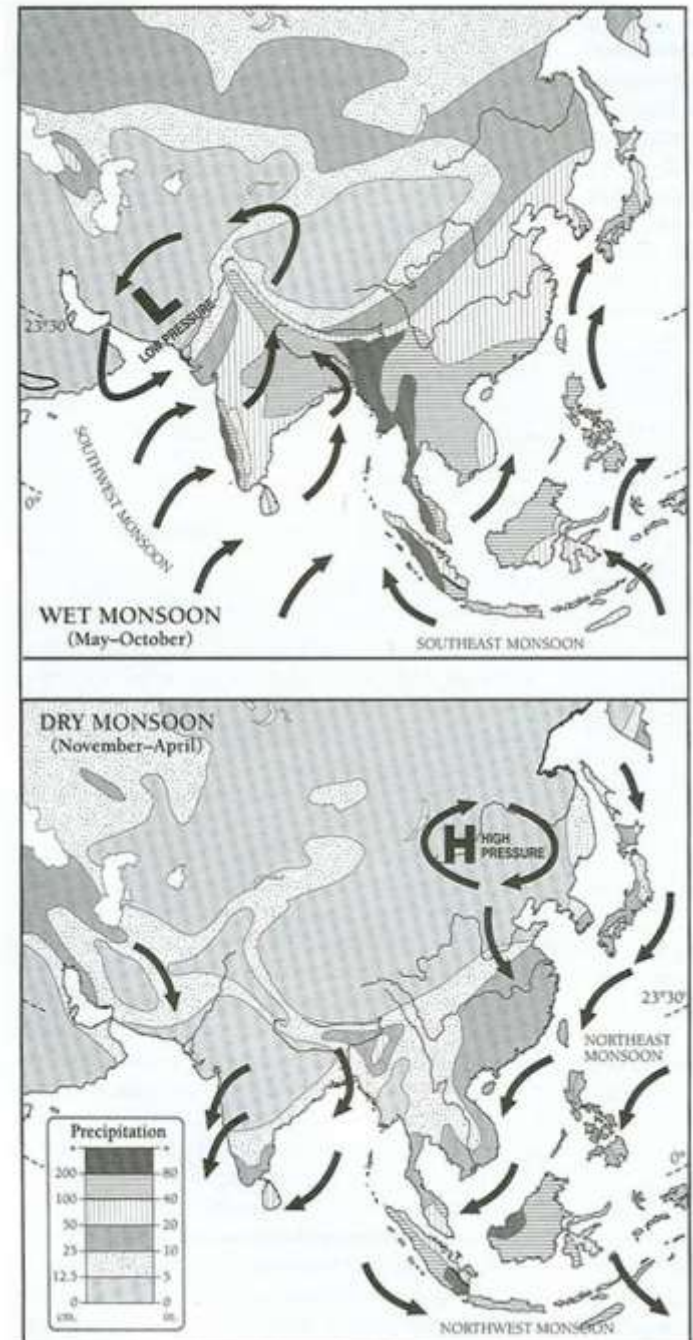
- taj tip cirkulacije postoji samo između zapadne Afrike, južne Azije i zapadnog tropskog Pacifika
- nad tropskom Afrikom cijele godine postoji pojas ekvatorskog zapadnog vjetra s dvije zone konvergencije, NITC i SITC
- debljina sloja s ekvatorskim zapadnim vjetrom: 7 - 8 km
- oko njega nalazi se tropski istočni vjetar (pasati) - granica: NITC i SITC



Sl. 288. Kontinentenski tip cirkulacije u tropima. Vertikalni presjek duž meridijana 20° E 21. III. 1960.; zonalna komponenta vjetra (u cvorovima). PF - polarna fronta (L. Weickmann, 1963.)

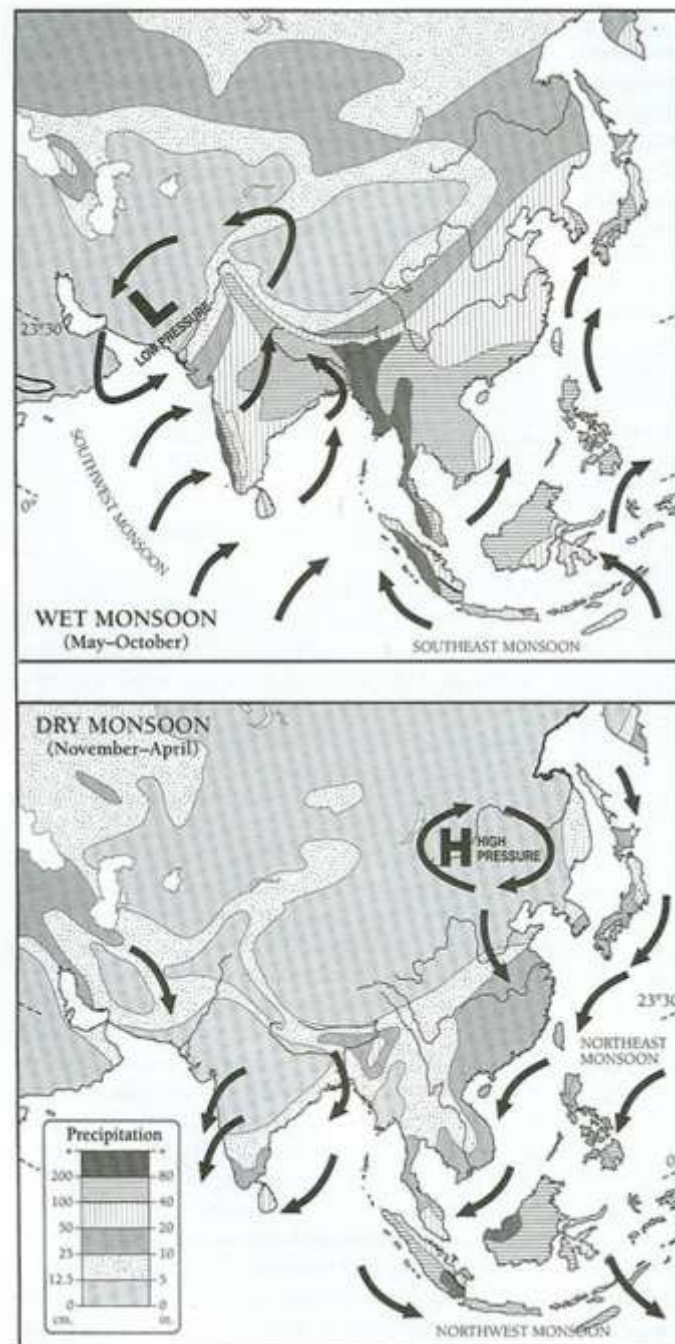
Monsunska cirkulacija

- monsun: prizemna zračna struja u južnoj, jugoistočnoj i istočnoj Aziji s obratnim smjerom ljeti i zimi
- naziv potječe od arapskog “mausim” ili malajskog “monsin” = godišnje doba
- vrlo pravilna izmjena u ljetnom i zimskom dijelu godine
- u genetskom smislu ne postoji jedinstveni sustav zračnih strujanja; sastoji se od posebnih strujanja u regionalnim dimenzijama



Termička teorija postanka azijskih monsunu

- mehanizam postanka: diferencirano zagrijavanje i hlađenje kopna i mora → stvaranje prostranih zona niskog tlaka nad kopnom ljeti (tropske depresije),
- visoki tlak nad kopnom zimi - veliki temperaturni kontrasti između kopna i mora, ljeti i zimi
- ljeti zrak struji s mora na kopno; zimi je obratno
- ljetni monsun nije period neprekidnih kiša - stalna izmjena kišnih perioda i vedrina



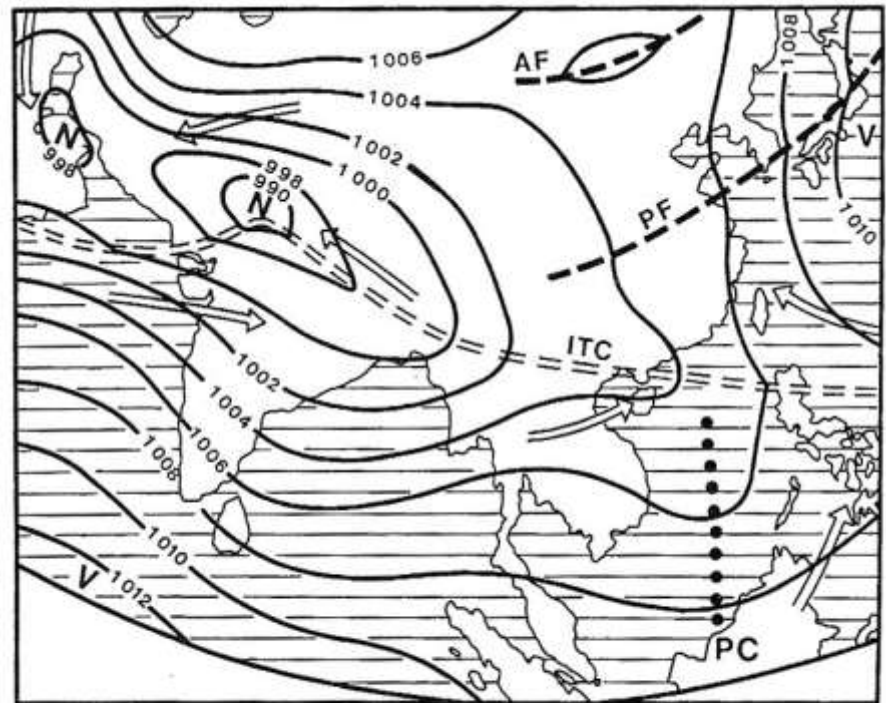
Geografska raspodjela monsuna:

- veličina kontinenta na kojima se monsun razvijaju bitno utječe na njihov intenzitet
- južna, JI i istočna Azija: klasično područje monsuna

Ljetni monsun: nad vrućom Azijom nastaje prostrano područje niskog tlaka; tim pojasom prolazi ITC

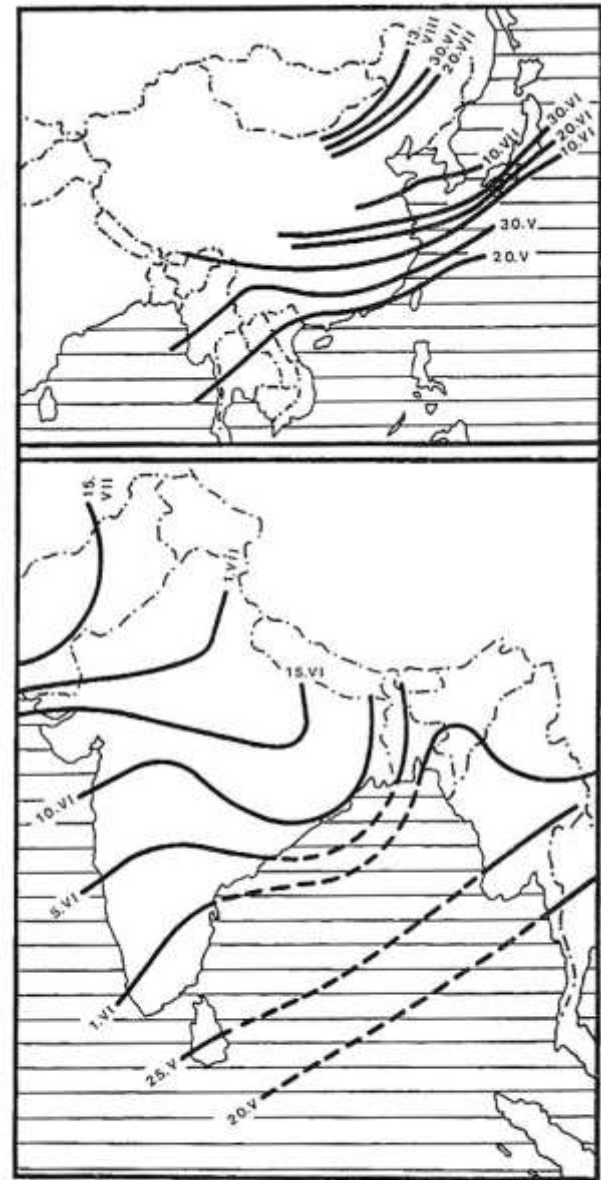
- južno i istočno od ITC struji golema masa vlažnog ekvatorskog zraka iz maksimuma nad Indijskim i Tihim oceanom prema ITC (tlak opada od juga prema sjeveru i od istoka prema zapadu)

- ljetni monsun u Aziji sastoji se od dva dijela: **južnoazijski monsun** (genetski: ekvatorski zapadni vjetar; smjer JZ) i **istočnoazijski monsun** (zapravo SI pasat čiji se smjer mijenja - puše iz smjera JI i J)



SI. 290. Prizemna raspodjela tlaka i opceg strujanja u srpnju nad Azijom; ITC - intertropska konvergencija, PF - polarna fronta, AF - arkticka fronta, PC - zapadnopacificka konvergencija (H. Flohn, 1956.)

- ljetni monsun u Aziji: povezan s meridionalnom migracijom ITC, polarne i arktičke fronte - pojavljuje se vrlo pravilno u određenim datumima
- ljetni monsun u južnoj Aziji genetski je povezan sa ITC koja migrira - povremena razdoblja bez kiše (“monsunske pauze”) - traju 3 - 10 dana - poklapaju se s nestancima i ponovnim pojavljivanjima tropskih depresija na ITC
- krajem svibnja: Koromandelska obala
- lipanj: prelazi preko Indijskog poluotoka na sjever
- početak srpnja: SZ Indija
- sredina srpnja: Pakistan



Sl. 291. Srednji datum početka ljetnog monsunu u Kini, Japanu i Indokini (S. y. Hsu i Y. s. Kao; izvor: J. – H. Chang, 1971.) te na Indijskom poluotoku i u Burmi (R. Ananthakrishnan i P. J. Rajagopalachari; izvor: J. – H. Chang, 1967.)

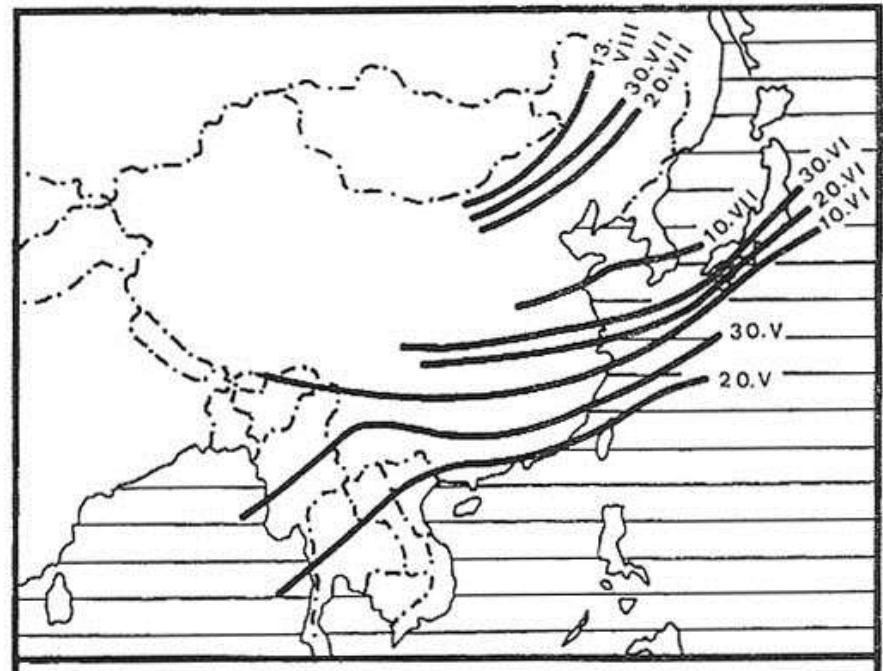
Monsoon clouds over
Lucknow, Uttar Pradesh



View of the Indian Ocean Monsoon
clouds over Howrah Bridge,
Calcutta



- ljetni monsun u JI i istočnoj Aziji: izolinije se pružaju od JZ prema SI
- nije u vezi samo s prodorom ITC (osim južne Kine) nego je posljedica povlačenja na sjever pacifičke fronte
- datum početka ljetnog monsuna pomiče se na sve kasniji datum što se ide više prema sjeveru; polarna fronta = sjeverna granica JI monsuna koji puše s Pacifika
- lokacija polarne fronte: golema važnost u životu Kine - nepravilnosti u migraciji → posljedice: poplave ili suša



SI. 291. Srednji datum početka ljetnog monsuna u Kini, Japanu i Indokini (S. y. Hsu i Y. s. Kao; izvor: J. - H. Chang, 1971.)

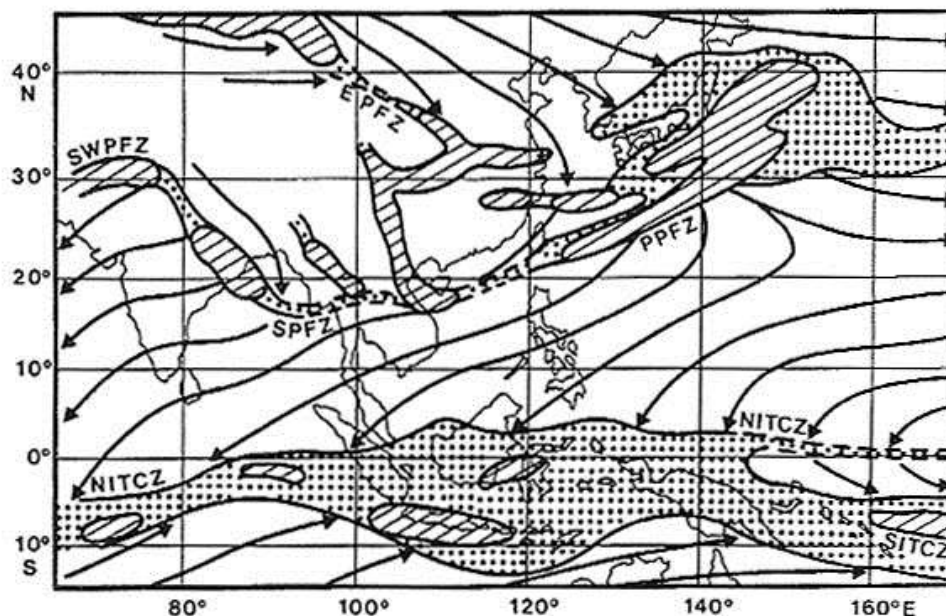
Zimski monsun: po strukturi je jednostavniji od ljetnog

- po postanku nije jedinstven; sastoji se od dva dijela

a) zimski monsun u klasičnom smislu: strujanje iz hladnog azijskog maksimuma, sjeverno od polarne fronte prema toplijem Pacifiku; vrlo hladan i jak vjetar

- put prema jugu onemogućuje planinska barijera Himalaje - do južne Azije stiže kao slab, svjež vjetar

b) strujanje između pacifičke polarne fronte i ITC - SI pasat (“zimski monsun”)



Sl. 293. Srednji položaj fronta i strujanje u južnoj, jugoistočnoj i istočnoj Aziji na visini oko 1,5 km u siječnju. EPFZ – euroazijska polarna frontalna zona; SWPFZ – polarna frontalna zona u jugozapadnoj Aziji; SPFZ – južnoazijska polarna frontalna zona; PPFZ – pacifička polarna frontalna zona. (M. M. Yoshino, 1969.)