

# Geografski aspekt proučavanja energije u suvremenoj meteorologiji i oceanografiji

UDK 550.36:[551.5+551.46]

**Sažetak:**

Suvremena geografija ima značajnu ulogu u proučavanju brojnih procesa. Tako su meteorološka i oceanografska istraživanja u geografiji dosegla visoko znanstveni stupanj.

Proučavanje energetskog i atmosferskog sistema ukazuju na značajne međudnose meteorologije i oceanografije.

Zemljina atmosferska energetska ravnoteža predstavljena je u prostorno geografskom odnosu. Ovim se dobila distribucija i vrijednosti energije na moru i kopnu, kao i albedo vrijednosti.

Sinoptičke analize ukazuju na zakonomjernosti ritmičnosti koje prate zatopljenja i ohlađenja zraka iznad mora i kopna. Ova kretanja su pod utjecajem različitih nejednakosti površina granica mora i kopna, toplotne energije, velikih otoka i arhipelaga i drugih geografskih objekata.

**Summary:**

Modern geography has an important role in studying a number of processes. Consequently, meteorologic and oceanographic researches in geography have reached a high scientific level. Studies of energetic and atmospheric systems show significant interactions between meteorology and oceanography. The earth's atmospheric energetic balance has been presented in space-geographic relationship. The distribution and energy values on the sea and land, as well as albedo values have been obtained in this way.

Synoptic analyses indicate regular rhythms accompanying heating and cooling of air above the sea and land. These tendencies are influenced by a variety of irregularities of areas masking the boundary between the sea and land, heat energy, large islands and archipelagoes and other geographic objects.

Key words: atmospheric system, energy circulation, solar radiation, interaction between oceans, atmosphere and land.

— 0 —

**Atmosferski sistem i energija**

Poznavanje energetskog sistema zemljine planete ima značajnu ulogu u suvremenoj meteorologiji i oceanografiji. Međusobne veze koje se javljaju u atmosferi mogu se promatrati sa sistemskog pristupa. Gledajući u cjelini veze između sistema i okoline, mogu se izdvojiti tri tipa sistema:

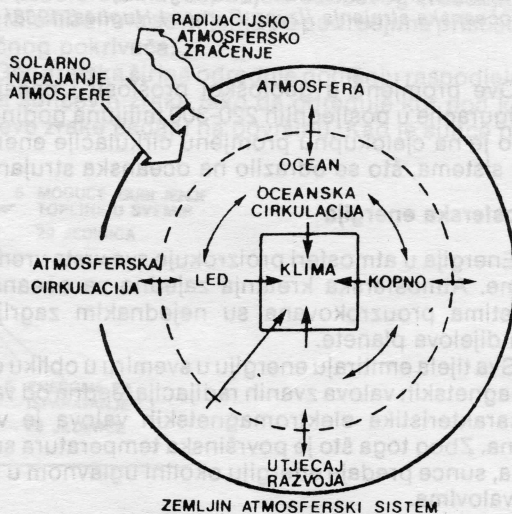
- 1 izolirani sistem,
- 2 zatvoreni sistem,
- 3 otvoreni sistem.

U izoliranom sistemu nema međusobnog djelovanja između sistema i njegove okoline. Zbog toga ne postoji nikakva izmjena energije ili tvari izvan granica sistema. Ovakvi sistemi postoje samo u laboratorijskim uvjetima i nepoznati su u svijetu prirode.

Kod zatvorenih sistema postoji transfer energije, ali ne i tvari između sistema i njegove okoline. Ipak, i ovaj tip sistema je također u prirodi rijedak. Zemljin planet bi otprilike mogao odgovarati ovom tipu sistema, gdje solarni i radijacijski tokovi tvore izmjenu energije. Između sistema zemljine atmosfere ne postoje nikakve izmjene tvari, osim relativno nevezane iznimke meteorita.

U otvorenom sistemu, energija i tvari se razmjenjuju s okolinom. Ovo je blisko gotovo svakoj situaciji, i vrijedi za sve okolinske sisteme, uključujući i atmosferski sistem. Razumijevajući putove ovih tokova energije i tvari, kao i poznavanje dinamičke reakcije atmosferskog sistema do prostornih i vremenskih promjena može se pratiti funkcioniranje atmosfere u cijeloj njenoj kompleksnosti.

Promjene većih i manjih vremenskih skala može se sagledati u cjelini kao klimatski sistem. Gledajući ga kao cjelinu klimatski sistem omogućava da se sagleda njegova složenost, međudnosi varijabla i njegova promjenjivost.



Klimatski sistem /Izvor: Riley i Spolton, 1981/

Klimatske promjene su pod utjecajem dva osnovna faktora:<sup>1</sup>

- 1 vanjski,
- 2 unutrašnji.

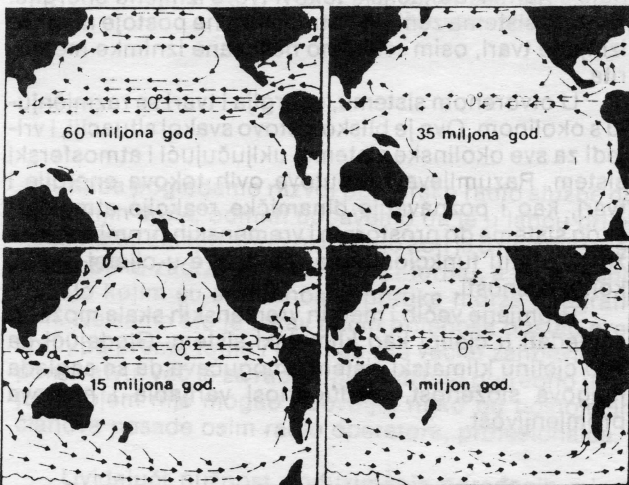
Vanjske kontrole, ili „granice uslovljenosti“ se odnose na toplotnu energiju sunca koja ulazi u sistem. Drugo, i znatno složenije, odnosi se na Zemljin atmosferski sistem. Splet povratne veze u ovim odnosima čini klimatski sistem složenim.

### Utjecaj geoloških promjena na klimu

U geološkoj prošlosti, tj. prije mezozoika kontinenti su bili grupirani u jednu cjelinu, okruženi oceanom i djelomično podijeljeni morem Tetis. Za vrijeme mezozoika, u njegovoj kasnoj fazi, došlo je do odvajanja kontinenata zbog širenja morskog dna. Ovo je moralo značajno promijeniti klimu. U to vrijeme dolazi do pojačane fluktuacije temperature, čineći svjetsku klimu više kontinentalnu.<sup>2</sup>

Povećanje obale zemlje odrazilo se na svjetsku klimu, čineći kontinentalna područja stabilnim i više pogodnim za evoluciju vrsta. U daljnjem odvajanju kontinenata dolazi do izolacije flore i faune.

Za vrijeme rane jure dolazi do promjena pozicija kontinenata. To se odrazilo na pojačanu cirkulaciju temperature od ekvatora prema polovima.



Utjecaj promjena kontinentalne konfiguracije u Pacifiku na oceanska strujanja /Izvor: Barnes i Hughes, 1988/

Ove promjene u geološkoj prošlosti i oceanske konfiguracije u posljednjih 220-300 milijuna godina utjecalo je na cjelokupnu promjenu cirkulacije energetskog sistema, što se odrazilo na oceanska strujanja.

### Atmosferska energija

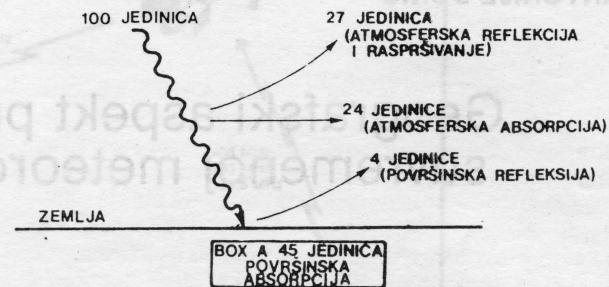
Energija u atmosferi proizrokuje sve vrste vremena i klime. Atmosferska kretanja zajedno sa oceanskim pokretima prouzrokovana su nejednakim zagrijavanjem dijelova planete.

Sva tijela emitiraju energiju u svemiru u obliku elektromagnetskih valova zvanih radijacija. Jedna od važnijih karakteristika elektromagnetskih valova je valna duljina. Zbog toga što je površinska temperatura sunca velika, sunce predaje energiju okolini uglavnom u kratkim valovima.

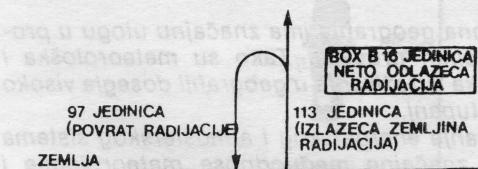
Sunce je najveći izvor energije koju predaje zemljinom atmosferskom sistemu. Sunčeva radijacija ima veliki gubitak prolazeći kroz atmosferu. Oko 27% (27

jedinica) sunčeve radijacije koja dopire na zemlju, odbija se i raspršuje se nazad u svemir preko oblačnih i zračnih molekula (24%) i preko zemljine površine (3%).

#### a) SUNČEVA RADIJACIJA (KRATKI VALOVI)



#### b) ZEMLJINA I ATMOSFERSKA RADIJACIJA (DUGI VALOVI)



#### c) POVRŠINSKA NETO RADIJACIJSKA RAVNOTEŽA

$$\text{BOX A 45 JEDINICA} - \text{BOX B 16 JEDINICA} = \text{NRR 29 JEDINICA}$$

Zemljina atmosferska energetska ravnoteža /Izvor: O'Hare i Sweeney, 1988/

Termin albedo označava postotak loma i odbijanja kratkih radijacijskih valova od totalnog prestanka radijacije. Budući je zemljina i atmosferska refleksija 31%, prosječan planetarni albedo je 31%. Daljnjih 24% dolazeće sunčeve radijacije se apsorbira u nižim slojevima atmosfere od atmosferskih plinova, čestica vodene pare, ugljičnog dioksida, ozona i prašine. Ova sunčeva radijacija nailazi na vanjske slojeve atmosfere i gubi oko jedne polovice (45%) svoje energije koju zapravo apsorbira zemljina površina. Usprkos tome, za zemljinu atmosferu obično se kaže da je relativno propusna za kratke valove sunčeve radijacije, zato što teži da propusti prilično veliki omjer oko 19% iste radijacije, prolazeći sve do zemljine površine.

Okolo jedne polovine kratkih radijacijskih valova emitiranih od sunca sastoji se od vidljive svjetlosti. Mali dio ove vidljive svjetlosti uključen je u procesu fotosinteze. Zbog toga je sunčeva radijacija važna za razvoj biljaka i ekosistema u cjelini. Sunčeva radijacija također predstavlja važan energetski izvor.

Jedna od važnijih funkcija insolacije je da snabdijeva zemlju i atmosferu toplinom. Toplina je odgovorna za sve tipove vremena i klime, uključujući i atmosfersku distribuciju, struje, oblake i dr. i sve energetske pojave oko toga.

Insolacija apsorbirana na zemljinoj površini pretvara se u toplinu i zagrijava zemlju. Zagrijavanjem zemlje vraća se velika količina energije nazad u svemir. Ona je predstavljena sa 113% ili 113 jedinica insolacije (b). Zbog toga njena relativna površinska temperatura u zraku predaje toplinu sa dugim valovima. Cijela zemljina radijacija se tako prenosi dugim valovima ili infracrvenom radijacijom. Jedna važna karakteristika zemljinih dugih radijacijskih valova, ponekad različitih kratkih valova, je ta da se najviše apsorbira u atmosferu.



Samo mali dio, 16 jedinica infracrvene radijacije emitira se sa zemljine površine direktno u svemir. Većina, ili 96 jedinica se apsorbira u nižim slojevima atmosfere od vodene pare, sitnih vodenih kapljica, u oblacima i od ugljičnog dioksida, a nakon toga se vraćaju kao dugi valovi atmosfere radijacije na zemlju. Ova povratna radijacija, od atmosfere ka zemlji, je presudna u formiranju prosječne površinske temperature. Bez nje, površinska temperatura zemlje pala bi za 25°C i učinila život nemogućim.

Rast površinske temperature kao rezultat zemljine radijacije prema atmosferi poznat je kao staklenički efekt. Poput staklenika atmosfera teži da propusti sunčeve kratke radijacijske valove, a dijelom zaustavlja zemljine duge radijacijske valove koji se ponovo gube u svemir. Uloga vodene pare i oblaka u atmosferi u ovom stakleničkom efektu je poznata zahvaljujući usporedbi temperature stacionirane u vedrim i oblačnim noćima. Za vrijeme oblačne i sparne noći, oblaci apsorbiraju toplinu sa zemlje i vraćaju je ponovo nazad čime relativno održavaju nižu temperaturu. Za vrijeme vedrih noći s malim oblacima, vodena para te ugljični dioksid apsorbiraju nešto energije, koja većinom iščezava dugim valovima zemljine radijacije. Kao rezultat ovoga činjenica je da je noćna temperatura mnogo hladnija od dnevne.

Kvantitet radijacijskog procesa predstavljen je u prethodnoj shemi zemljine atmosfere energetske ravnoteže. Neto radijacijska ravnoteža na zemljinoj površini je razlika između dolazeće radijacije na zemljinu površinu (dolazeća sunčeva energija te dugi valovi povratne radijacije od atmosfere) i sve izlazeće radijacije od zemljine površine u svemir (reflektirajuća sunčeva radijacija i dolazeći dugi valovi zemljine radijacije). Drugim riječima neto radijacijska ravnoteža na zemljinoj površini je razlika između apsorbirane sunčeve radijacije i neto izlazeće (predajne) radijacije dugih valova. Ako količinu energije od dolazeće insolacije kroz vanjske slojeve atmosfere predstavimo sa 100 jedinica energije, tada apsorbirana insolacija zauzima 45 jedinica (box A). Neto količina odlazećih dugih valova infracrvene radijacije jednaka je  $113 - 97 = 16$  jedinica (box B). Tako je neto radijacijska ravnoteža jednaka 29 jedinica stvarne energije (box A — box B).<sup>3</sup>

Neto radijacijska ravnoteža na zemljinoj površini služi za zagrijavanje zemlje a kasnije zraka poviše. Kao uzrok tome jedna petina ili 6 jedinica od neto radijacije upotrebljena je za zagrijavanje zemlje direktno. Uska zona zraka koja je u dodiru sa toplom zemljom zagrijava se kasnije strujanjem. Kako je topliji zrak rjeđi od hladnijeg zraka poviše, prvi se diže preko drugoga konvekcijom. Vjetrovi također nose zrak preko zemljine površine čineći ga toplijim i hladnijim uz pomoć turbulencije.

Većina neto radijacijske ravnoteže upotrebljava se za isparavanje vode (23 jedinice). Za isparavanje vlage potrebno je da sadržana količina topline bude oko 590 kalorija za svaki gram takvog isparavanja. Ova skrivena i latentna temperatura se također prenosi u gornje slojeve atmosfere konvekcijom i turbulencijom. Ova latentna toplina kasnije se vraća u atmosferu kao osjetna toplina, i djeluje sve dok se vodena para ne kondenzira. Zato sunčeva energija zagrijava zemlju direktno, a atmosferu samo indirektno preko pretvorbe topline sa zemljine površine, normalno je da postoji razlika temperature s visinom. Ova razlika je postala kao normalni ili okolišni visinski gubitak topline.

Konačno važno je naglasiti da mora postojati ravnoteža između dolazeće radijacije sa drugih slojeva atmosfere. Stoga atmosfera mora propustiti 29 jedinica energije da bi se uspostavila neto radijacijska ravnoteža.

Stalne promjene vrijednosti klimatskih elemenata odražava se u neprekidnoj promjeni vremena, a one su pak posljedice izmjene energije u atmosferi, hidrosferi i litosferi.

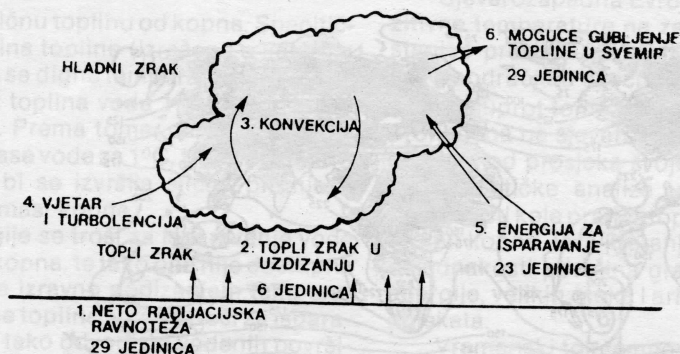
Zato je jedan od osnovnih problema atmosfere znanosti upoznavanje činjenice kolika je uopće količina energije koja ulazi u atmosfere procese, kako se mijenja, koje su manifestacije energetskih promjena u atmosferi (i u podlozi), kako i koliko se energija gubi i kakva je njena geografska raspodjela.<sup>4</sup>

Svi se atmosferski procesi u biti prije ili kasnije svode na izmjenu topline između dijelova kopna, mora i atmosfere, koji se nalaze na različitim energetskim razinama. Zato se danas uzima da je energija koja dolazi od Sunca praktički jedini i konačni uzrok svih energetskih promjena u atmosferi (hidrosferi i na površini litosfere), pokretač golemog mehanizma cirkulacije atmosfere. Njegove zrake griju zrak, vodu, i tlo, pokreću morske struje i vjetrove, isparavaju vodu, omogućuju fotosintezu, a time utječu i na sav život.

### Prostorno geografske karakteristike energije

U biti postoje značajne karakteristike u prostoru i vremenu kod primanja i gubljenja zračenja na različitim dijelovima zemljine kugle. Količina godišnjeg sunčevog zračenja na zemljinu površinu ovisi prvenstveno o geografskoj širini. To je zbog toga što geografska širina određuje jačinu utjecaja sunčevih zraka na bilo koji pojedini prostor. Slika raspodjele sunčevog zračenja kod geografskih širina se mijenja po područjima prisustvom oblačnog pokrivača.

Geografska širina određuje godišnju raspodjelu utjecaja sunčevih zraka tako da određuje kut pod kojim sunčeve zrake padaju na površinu. Kad je sunce nisko



Atmosfersko površinsko zagrijavanje //Izvor: O'Hare i Sweney, 1988/

na nebu (velika kutna udaljenost zemlje od sunčeve putanje) sunčeve zrake padaju na zemljinu površinu pod kosim kutem. Takve zrake daju manje energije od okomitih zraka, kada je sunce visoko na nebu (mala kutna udaljenost zemlje od sunčeve putanje). To je zbog toga što se ista količina utjecaja sunčevih zraka širi većom površinom, i zbog toga što ista sunčeva zraka slabi jer u atmosferi dolazi do refleksije, rasipanja i upijanja jer prolazi kroz širi sloj zraka.

### Vrijednost albeda

	Albedo vrijednost (u postocima)
<b>VRLO VISOKE ALBEDO POVRŠINE</b>	
Svježi snijeg	80-95
Gusti oblak (prosječan)	70-80
Kumulonimbus (5 km +)	90-95
Gusti stratus (500m)	60-70
<b>VISOKE ALBEDO POVRŠINE</b>	
Oblak (prosječan)	25-40
Led/more	30-40
Slane pustinje	25-50
Vrele pustinje	25-35
<b>UMJERENE ALBEDO POVRŠINE</b>	
Savana (prosječna)	15-25
Tundra (bez snježnog pokrivača)	15-20
Tundra (sa snježnim pokrivačem)	80
Polja	15-25
Bjelogorična šuma	15-20
<b>NISKE ALBEDO POVRŠINE</b>	
Zeleni pašnjak i livada (ljeti)	10-15
Zeleni pašnjak i livada (sa snježnim pokrovom)	70
Suha polja	10-15
Crnogorična šuma (sa snježnim pokrovom)	35-40
Gradske površine	15
Tamno tlo	5-10
Oceani (prosječan)	7-9
Ocean (sunce blizu zenita)	3-5
Oceani (sunce blizu horizonta)	50-80

Izvor: Trewarth i Horn (1980)

Tokom cijele godine kut pod kojim sunčeve zrake padaju na površinu postaje sve više kos od ekvatora prema polovima. Iz toga slijedi (pretpostavljajući da je atmosfera za sada bez oblaka) da inače kutna udaljenost zemlje od sunčeve putanje slabi od ekvatora prema polovima kad promatramo rasprostranjenost sunčeve energije koju primi površina zemlje.

Oblaci su snažni činioци kod refleksije i rasipanja sunčevog zračenja u svemir. Široki slojevi oblaka izgledaju tamni ili crni kad se gledaju sa zemlje, ali su bijeli

kad se promatraju iz svemira zbog velikog sunčevog odsjaja na njih.

Visoke albedo vrijednosti za mnoge oblake su označene regionalno i imaju utjecaj na rasprostranjenost sunčevog zračenja koje prima površina zemlje. Zapravo najveća količina koja godišnje stigne na površinu zemlje ne nalazi se na ekvatoru nego u tropima i subtropima koji su bez oblaka, i to na oko 20°N i 20°S. Niža godišnja stopa utjecaja sunčevih zraka na ekvatoru je zbog veće oblačnosti područja akvatorija.

Na jednakim geografskim širinama količina utjecaja sunčevih zraka je niža u južnoj polutki od one na sjevernoj. To je posljedica većeg oblačnog pokrivača u južnoj polutki gdje ima više morskih površina koje daju vodenu paru za oblake.

Prosječna ravnoteža čistog zračenja na zemljinu površinu također se mijenja ovisno o prostoru. To je zato što je utjecaj sunčevih zraka toliko važan sastavni dio ravnoteže čistog zračenja, te su slike godišnjeg zračenja zemljine kugle određene jakom raspodjelom sunčeve energije po geografskim širinama. Kopnena i morska tijela međutim različito reagiraju na presijecanje, transformiranje i mijenjanje sunčeve energije.

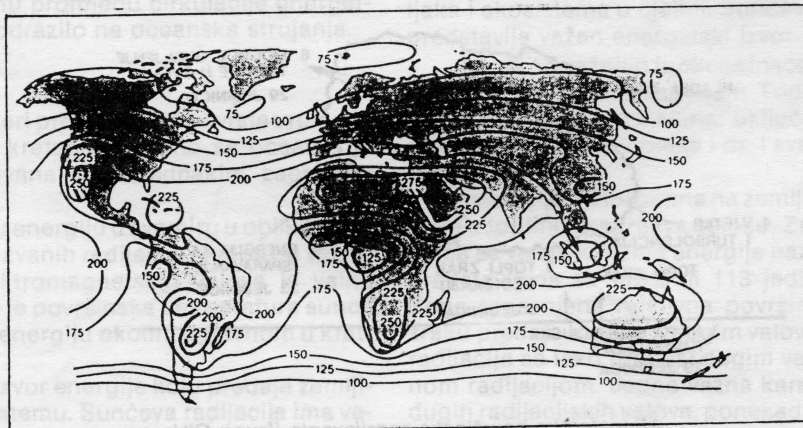
Kao odgovor na pad sunčevog zračenja od ekvatora prema polovima ide oštra silazna linija čistog zračenja prema polovima. Postoji višak čistog zračenja prema ekvatoru, na oko 40° geografske širine. To naravno znači da to područje prima više zračenja (toplina) od sunca nego što gubi hlađenjem kroz čisto dugovalno odvođenje zračenja u svemir. Oko 40° geografske širine prema polovima, gubi se u svemir više zračenja nego što se ikad izravno primi od sunca, tj. tu je manjak čistog zračenja u tom području.

Ova slika geografske širine se može analizirati kao dva odvojena sastavna dijela. Što se tiče same geografske širine, višak energije se nalazi svuda, osim u polarnim područjima gdje je znatan odsjaj i gubitak utjecaja sunčevih zraka od vrha oblaka kao i od drugih površina s visokim albedo vrijednostima kao što su obiman snijeg i ledena polja. Također se ne može vidjeti da sama atmosfera gubi više zračenja nego ih dobija, i ta negativna ravnoteža je prilično u skladu sa geografskom širinom.

S obzirom na složenost primanja i gubljenja zračenja ističu se slijedeće:

- prijenos topline od manjih do većih geografskih širina,
- vertikalni prijenos topline,
- temperaturna reakcija.

Negativna i čista ravnoteža zračenja zemlje i atmosfere zajedno koja se javlja prema polovima od 40° ge-



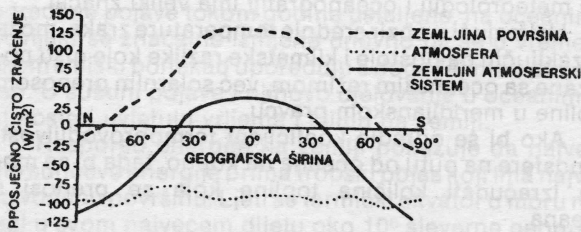
Srednje godišnje vrijednosti solarne radijacije u  $W/m^2$  / Izvor: Barry i Chorley, 1982/



ografske širine nadoknađena je prijenosom topline od od manjih do većih geografskih širina. Da to nije tako, manje geografske širine bi stalno postajale hladnijima. Energija atmosfere se vjetrovima prenosi prema polovima (oko 80%) i morskim strujama (oko 20%). Na srednjim geografskim širinama, gdje je prijenos topline vrlo velik, pokretni vremenski sustav (npr. depresije i ciklone srednje geografske širine) su djelotvorni činioci u tom prijenosu topline. Veliki sustavi struja u oceanima nose toplu vodu prema polovima a hladnu vodu prema ekvatoru.

Čuvanje negativnog zračenja same atmosfere se dobro vrši, ili nadomještava, prijenosom energije (toplina) iz zemlje u zrak. Inače bi se atmosfera stalno hladila dok bi se površina zemlje postepeno zagrijavala. Važno je shvatiti da su ove razlike u zagrijavanju i hlađenju sklopa zemlja-atmosfera po geografskoj širini i dužini osnovni razlog svakog vremena i klime.

Unatoč kretanju topline od manjih do većih geografskih širina, postoji još uvijek opće padanje temperature na površini od ekvatora prema polovima. Što više, usprkos prijenosu topline od zemlje do zraka, tu je opći pad temperature od zemljine površine kroz atmosferu.



Radijacijsko variranje // Izvor: Sellers, 1965/

Dok ravnoteža čistog zračenja i tako prosječna temperatura na površini zemlje pada od ekvatora prema polovima, važne razlike po područjima kod ta dva pokazatelja su zbog rasporeda oceana i kontinenta. To je stoga što more različitije od kopna upija, prenosi i ponovno izračava energiju. Kao posljedica toga, more se sporije zagrijava i hladi od kopna.

Sunčeve zrake izravno prodiru u vodu i to do većih dubina nego kroz zemlju, prenoseći svoju energiju do prilično dubokih slojeva. Za razliku od mora, neprozirnost kopna je razlogom da ono sakuplja i upija sunčevu energiju na površini i tako se brzo i intenzivno zagrijava.

Svojstva tekućeg stanja vode omogućuje vertikalno i horizontalno miješanje i tako smanjuje temperaturne razlike.

Na primjer kada se voda hladi, ona postaje gušćom i težom te zato tone, omogućavajući toplijoj vodi da se digne do površine.

Voda ima veću specifičnu toplinu od kopna. Specifična toplina tvari je količina topline (izražena u kalorijama) koja je potrebna da se digne temperatura te tvari za 1°C. Gdje je specifična toplina vode 1,0, vrijednost za kopno je manja od 0,5. Prema tome, da bi se podigla temperatura jedinice mase vode za 1°C, treba dvaput više energije nego kad bi se izvršila slična promjena temperature na jednoj masi kopna.

Više sunčeve energije se troši za isparavanje vode iznad mora nego iznad kopna, te tako ona nije dostupna za zagrijavanje površine izravno podizanjem temperature. Veliki dio prikrivene topline koja se troši za isparavanje vode iz oceana se tako odvodí od vodenih površina vjetrom, da bi se oslobodila u procesu kondenzacije u gornjem sloju atmosfere, ili iznad hladnijih površina kopna i mora.

Toplinska relacija između oceana, atmosfere i kopna

Postoji velika odstupanja primanja solarnog i neto isijavanja. Važne ciklične promjene u modelu energije zbivaju se u vezi sa ritmom godišnjih doba i izmjenama dana i noći.

Kod oba ekvinocija (21. ožujka i 22. rujna) kada po-dnevno sunce stoji direktno iznad odnosno vertikalno na ekvator, sunčeva radijacija je jednako distribuirana po sjevernoj i južnoj hemisferi, maksimalno na ekvatorijalni pojas, a minimalno na polove. S druge strane, za vrijeme solsticija (21. lipnja i 21. prosinca) kada sunčeve zrake stoje vertikalno iznad Rakove obratnice (23,5°N) i Jarčeve obratnice (23,5°S), distribucija sunčeve radijacije je vrlo neujednačena između dvije hemisfere. U svakom slučaju „ljetna“ hemisfera prima dvaput do tripud više insolacije od „zimске“ hemisfere.

Godišnje kretanje insolacije između ljetnog i zimskog solsticija čini vrlo različite modele u zagrijavanju hemisfere tokom siječnja i srpnja. Solarna ili latitudinalna kontrola temperature očita je ne samo u razlici temperatura između dvije hemisfere, nego i u istočno-zapadnom trendu izotermija u oba slučaja.

Toplinski efekti distribucije na zemlju i more, kao i efekti velikih oceanskih struja, imaju velikog utjecaja na globalnu distribuciju temperature. Taj se utjecaj može vidjeti iz slijedećeg odnosa.

Prvo, naglašenija su kretanja i koncentracija izotermi na zemljinu masu nego na oceanima. Drugo, godišnji radius temperatura je veći na kontinentalnim nego na priobalnim lokacijama. Godišnji radius dostiže apsolutni maksimum od preko 55°C na sjevero-istoku Sibira. Treće, velika akumulacija topline u oceanima čini ih da budu prosječno topliji zimi, a hladniji ljeti, nego što je to slučaj sa zemljom na istoj geografskoj širini. Konkretno, utjecaj glavnih oceanskih struja evidentan je naročito zimi ( za tople struje) i ljeti (za hladne struje).

Karakteristike kontinentalnosti i utjecaj oceanskih strujanja može se promatrati kroz koncept „temperaturnih anomalija“.

Temperaturne anomalije se ne reflektiraju u promjenama temperatura sjever-jug, odnosno po geografskoj širini, nego istok-zapad. One se izračunavaju tako da se oduzmu srednje vrijednosti temperatura (siječnja ili srpnja) u svim bazama posebno na istoj paraleli. Odstupanja u temperaturi između baze i njene paralele, bilo pozitivno ili negativno, je anomalija temperatura.

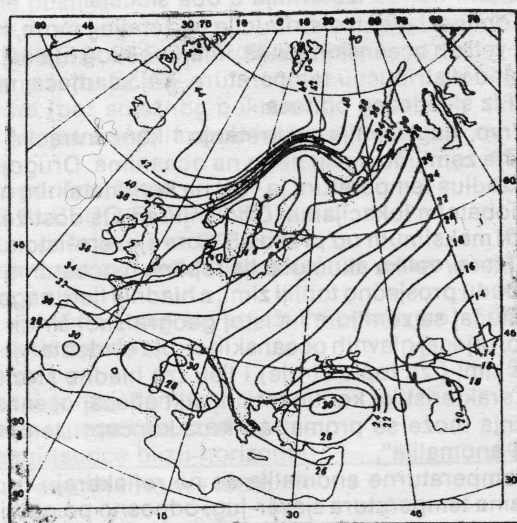
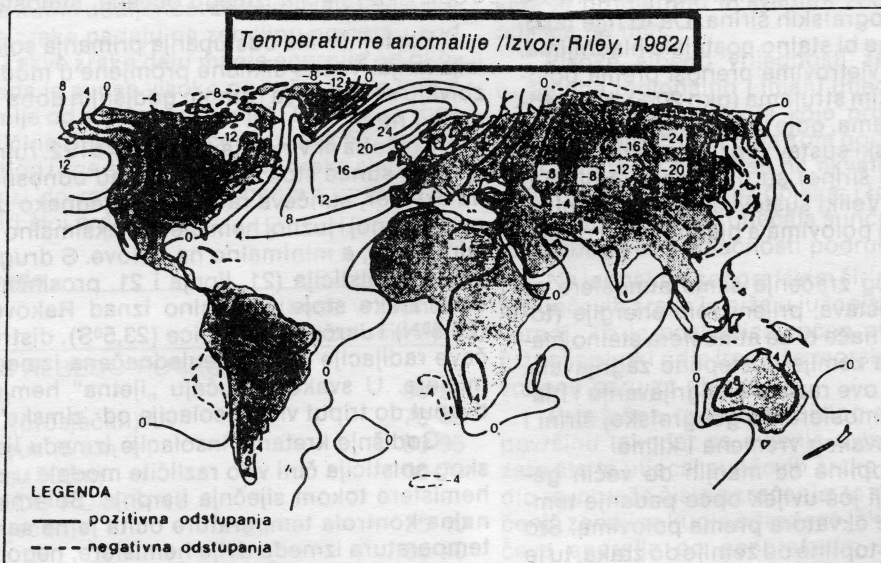
Do najvećih temperaturnih anomalija dolazi u sjevernoj hemisferi, gdje se izmjenjivaju kontinenti i oceani, a najbolji efekt je u siječnju ili u zimskom periodu. U ovom godišnjem dobu, pozitivne anomalije nailazimo iznad oceana, a negativne se događaju iznad zemljine mase.

Sjeverozapadna Evropa ima najveću devijaciju pozitivne temperature na zemlji, gdje je obala Norveške stanice preko 30°C toplija od prosječne temperature svog područja u siječnju.

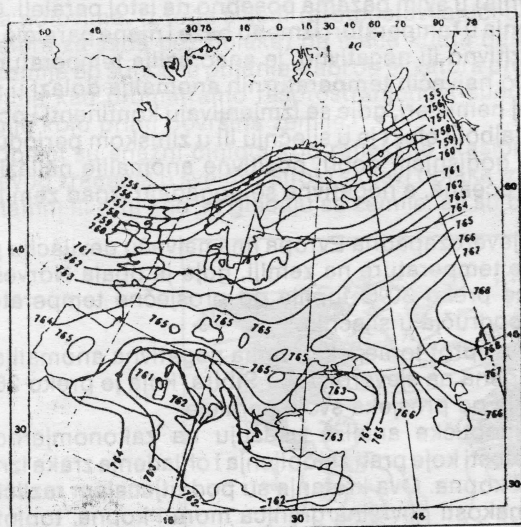
Nasuprot tome, ekstremna negativna anomalija je pronađena na sjeveroistoku Sibira, koja je preko 26°C hladnija od prosjeka svoje paralele.

Sinoptičke analize ukazuju na zakonomjernosti ritmičnosti koje prati zatopljenja i ohlađenja zraka iznad mora i kopna. Ova kretanja su pod utjecajem različitih nejednakosti površina granica mora i kopna, toplotne energije, velikih otoka i arhipelaga i drugih geografskih objekata.

Vremenski tok temperatura zraka karakterizira kolebanja, pri čemu faze tih kolebanja u pojedinim dijelovima Evrope su u potpunosti suglasne sa termobaričkim strujanjima.



Izonomale u Evropi /Izvor: Šulejkin, 1986



Izobare u Evropi /Izvor: Šulejkin, 1986/

Termobilans koji se javlja održava složene toplotne međudnose između oceana i atmosfere s jedne strane, i između atmosfere i kopna s druge strane. Zbog

toga poznavanje temperaturnih odstupanja u suvremenoj meteorologiji i oceanografiji ima veliki značaj.

Uzimajući u obzir srednje temperature zraka, može se zaključiti da postoje i klimatske razlike koje nisu povezane sa oceanskim režimom, već solarnim prenosom topline u meridijanskom pravcu.

Ako bi se odredio koeficijent termoprovodljivosti atmosfere na putu od oceana na kopno, tada bi se mogla izračunati količina topline koja se prenosi s oceana.

Predstavljajući kartu izobara Evrope mogu se uočiti određene zakonomjernosti koje ukazuju na dinamiku atmosfere. Ove dvije karte (izonomala i izobara) Evrope imaju veliku sličnost, čak do detalja. Skoro u potpunosti se podudara prodiranje „jezika“ (izonomala i izobara) iz Azije u Evropu između Baltičkog i Bijelog mora i prodiranje „jezika“ između Crnog mora i Kaspijskog jezera.

Treba istaknuti da barometarski tlak pokazuje starije cijele atmosfere, a temperatura samo njezine niže slojeve. Velika sličnost ovih dvaju karata ukazuju povezanosti u atmosferskim procesima složeni.

#### Literatura:

Riley, D., Spolton, L. (1981) World Weather and Climate, Cambridge University Press, Cambridge.

O'Hare, G., Sweeney, J. (1988) The atmospheric System: Conceptual Frameworks in Geography, Oliver i Boyd, Edinburg, 7-26.

Šegota, T. (1988) Klimatologija za geografe, Školska knjiga, Zagreb 23.

Šulejkin, V.V. (1986) Uzajamni odnos oceana i atmosfere, Nauk, Moskva, 99-102.

Barnes, R.S.K., Hughes, R.N. (1988) An Introduction to Marine Ecology, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 279-280.

#### Bilješke:

1 Riley, D., Spolton, L. (1981) World Weather and Climate, Cambridge University Press, Cambridge.

2 Barnes, R.S.K., Hughes, R.N. (1982-88) An Introduction to Marine Ecology, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 279-280.

3 O'Hare, G., Sweeney, J. (1988) The atmospheric System: Conceptual Frameworks in Geography, Oliver i Boyd, Edinburg, 7-26.

4 Šegota, T. (1988) Klimatologija za geografe, Školska knjiga, Zagreb, 23.

5 Šulejkin, V.V. (1986) Uzajamni odnos oceana i atmosfere, Nauk, Moskva, 99-102.