

PRESEK

List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652

Letnik 6 (1978/1979)

Številka 3

Strani 152-157

Jože Rakovec:

SPLOŠNO KROŽENJE OZRAČJA

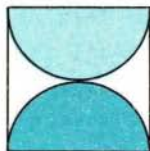
Ključne besede: meteorologija, fizika.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/6/368-Rakovec.pdf>

© 1979 Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije

© 2010 DMFA - založništvo

Vse pravice pridržane. Razmnoževanje ali reproduciranje celote ali posameznih delov brez poprejšnjega dovoljenja založnika ni dovoljeno.



SPLOŠNO KROŽENJE OZRAČJA

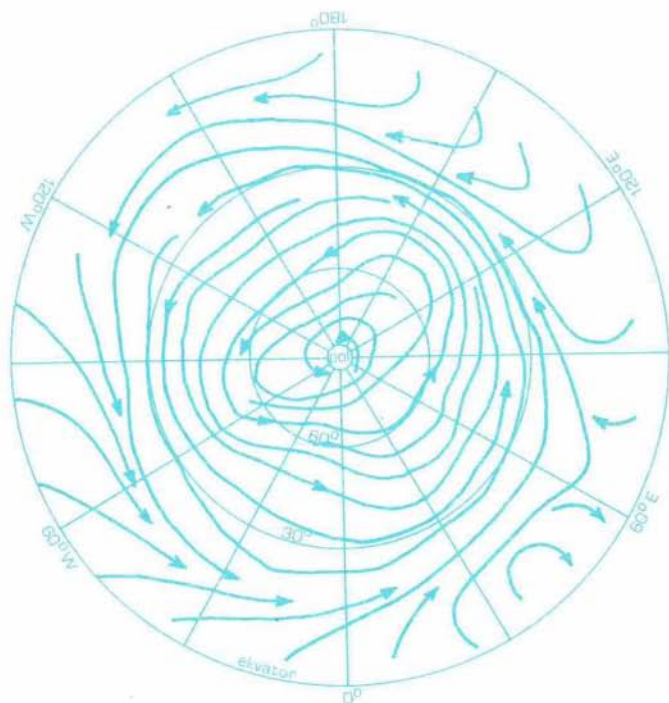
Ozračje Zemlje se neprestano giblje in vremenski pojavi v njem so včasih zelo burni. Odkod energija za vse to?

Kraji ob ekvatorju so bolj ogreti kot oni ob polu, zato je na izbrani višini nad ekvatorjem zračni pritisk višji, kot na isti višini nad polom. Ta razlika povzroči, da se zrak začne gibati od ekvatorja. Toda Zemlja se vrti. Na vrteči se Zemlji pa na vsa gibajoča se telesa deluje t.im. *odklonska* ali *Coriolisova sila* (glej Presek VI, str.145), ki na severni polobli odklona gibajoča telesa v *desno*, na južni pa v *levo*. Zrak se od ekvatorja v višinah zato ne giblje proti severu in proti jugu, temveč v desno in v levo od teh smeri. Tako nastanejo *zahodniki* v *zmernih geografskih širinah*. V višinah nad poloma in pri tleh ob ekvatorju, kjer se zrak steka, da nadomešča zrak, ki v višinah odteka proti poloma, pa imamo *vzhodnike*. Tudi stekajoči se zrak je namreč odklonjen, zato *pasati* pri tleh ne pihajo od juga in severa proti ekvatorju, temveč na južni polobli od jugovzhoda, na severni pa od severovzhoda.

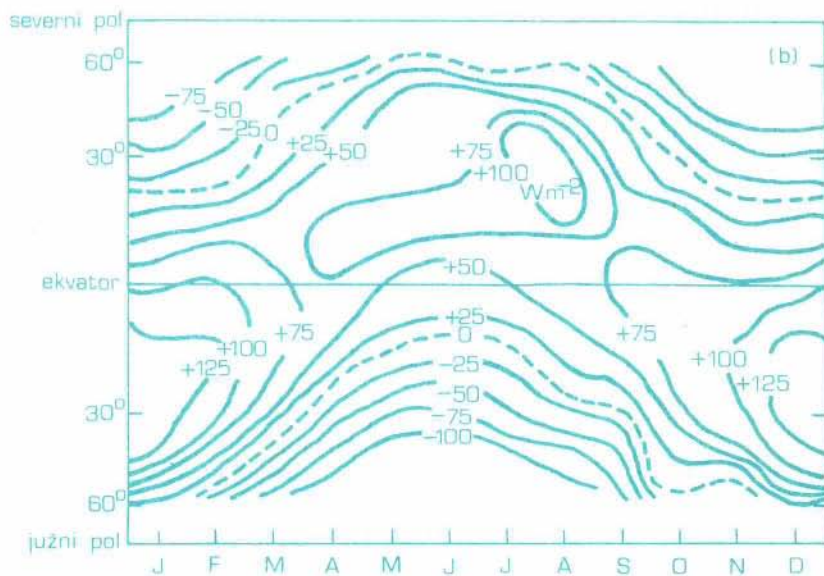
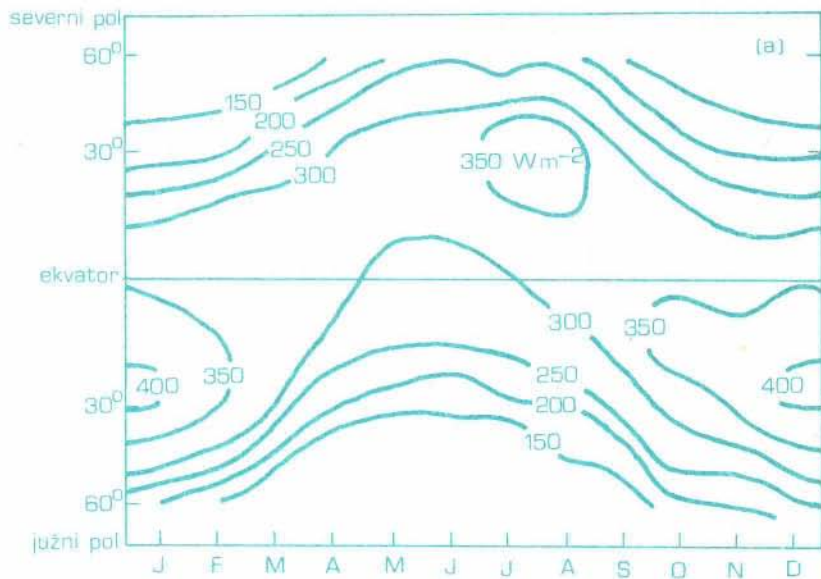
Zemljino površje ni gladko in homogeno, zato je naš prikaz splošnih gibanj v ozračju zelo poenostavljen. Neenakomerna razporeditev morja in kopnega ter gorske pregrade povzročijo, da je gibanje zraka v povprečju tako, kot ga kaže slika 1. Toda tudi ta slika ni popolna. Kot bomo videli, je v resnici gibanje ozračja močno valovito in vrtničasto. Če naj dopolnimo našo povprečno sliko, moramo upoštevati še naslednje pojave.

Zemlja se vrti od zahoda proti vzhodu. Ob ekvatorju, v pasu

vzhodnikov, torej pihajo vetrovi pri tleh nasproti vrtenju Zemlje. V višjih geografskih širinah, v pasu zahodnikov, pa kroži ozračje v smeri vrtenja Zemlje, toda hitreje. Med gibanjem se zrak tare s površjem. Zato v pasu vzhodnikov Zemlja zavira gibanje ozračja, pa tudi ozračje zavira vrtenje Zemlje. V višjih geografskih širinah, v pasu zahodnikov, pa ozračje vrtenje Zemlje pospešuje. Ker je splošno gibanje ozračja dokaj stalno, pomeni, da se vrtilna količina, ki jo daje Zemlja ozračju v tropih, prenaša v večje geografske širine, kjer jo ozračje Zemlji vrača.



Sl. 1: Tokovnice pri tleh na severni polobli v januarju (po Colemanu in Crutcherju). Vetrov od severozahoda proti ekvatorju tu ni videti, kajti *termični ekvator*, to je najbolj ogreti pas okrog Zemlje, je v tem času precej južneje od pravega ekvatorja in z njim so južneje tudi pasati.

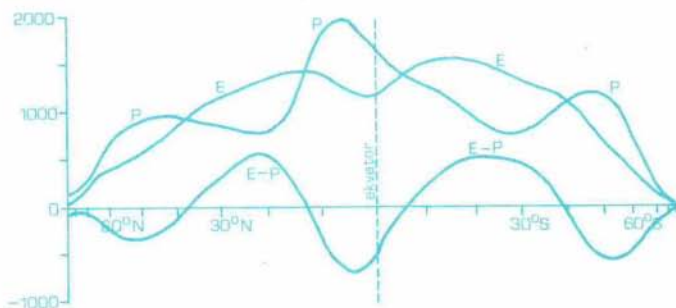


Sl. 2: Dnevno povprečje sončnega obsevanja (a) ter razlika med tem in med sevanjem Zemlje (b) v W/m^2 , kot je bilo izmerjeno s satelita Tiros (po Rasoolu in Prabhakari). Področje z največjim presežkom prejetega sevanja se z letnimi časi premešča skupaj z navideznim gibanjem Sonca od enega povratnika do drugega. Tako je v juliju in avgustu presežek $100 W/m^2$ v pasu med 10° in 30° severne širine, v decembru in januarju pa presežek $120 W/m^2$ v pasu med 10° in 40° južne širine.

Kraji ob ekvatorju prejemajo od Sonca precej več energije, kot jo izsevajo nazaj v vesolje. Kraji ob polih pa več sami izsevajo, kot dobijo od Sonca (Sl. 2). Pa vendar se tropi ne segrevajo bolj in bolj in pola nista vedno hladnejša. Torej mora obstajati prenos presežka energije od ekvatorja proti poloma.

Tudi izhlapevanja je več iz toplih subtropskih morij, kot tam pade padavin. In obratno: v zmernih geografskih širinah je več padavin, kot izhlapevanja s tal (Sl. 3). Tako mora tudi vodna para priti v naše geografske širine iz subtropskega pasu.

Kako pa se v ozračju prenašajo naštetje količine? Vzemimo, da bi bilo gibanje ozračja takšno, kot ga kaže slika 1. S slike vidimo, da je povprečna komponenta gibanja proti poloma prav majhna. Še manjša pa je v višinah: če bi v bližini ekvatorja spustili v zrak balone, bi ti z višinskimi zahodnimi tokovi približno en in polkrat obkrožili Zemljo, preden bi dosegli 30° geografske širine, naprej pa ne bi prišli. V stacionarnem



Sl. 3: Srednja letna porazdelitev izhlapevanja (E), padavin (P) in njune razlike (E-P). Količine so na južni polobli, kjer je malo kopnega, drugačne kot na severni, kjer je kopnega več (po Starru).



Sl. 4: Zemlja, posneta z avtomatske postaje Zond 5 iz oddaljenosti 90 000 km (Meteorologija i hidrologija). Nad Atlantikom in Evropo sta vidna dva ciklona v splošnem zahodnem toku ozračja. Nad severno Afriko in Arabskim polotokom je v anticiklonu jasno. Ob ekvatorju je oblačno zaradi dviganja zraka nad ogretnimi tlemi. Ob dviganju se zrak namreč razteza in ohlaja, pri tem pa se kondenzira del vodne pare.

ozračju zrak iz tropskih področij ne doseže velikih geografskih širin. Zato se povečujejo razlike med temperaturo, vlažnostjo in vrtilno količino ozračja nad ekvatorialnimi predeli in ozračja nad predeli v večjih geografskih širinah. Stacionarno gibanje postane nestabilno. Majhne motnje, ki lahko nastanejo zaradi gorskih pregrad, se močno povečujejo in gibanje postane valovito in vrtničasto. Pri takem gibanju pa lahko v grebenih horizontalnih valov prodro proti poloma velike množine toplega in vlažnega zraka.

V ozračju imamo vedno to valovito in vrtničasto gibanje. Včasih, ko je manj izrazito, je gibanje ozračja podobno tistemu povprečnemu s slike 1. Največkrat pa so v splošnem zahodnem toku zraka veliki vrtinci: *cikloni* in *anticikloni*. Te spoznamo tudi na fotografijah oblakov, ki nastajajo v ciklonih (sl. 4). Lahko pa tako gibanje simuliramo v laboratoriju, če s primerno hitrostjo vrtimo posodo z vodo, ki ponazarja ozračje. Največ lastnosti ozračja lahko spoznamo in razumemo pri poskusih z računalniki. Ko za kak mesec rešujemo sistem enačb, ki velja za ozračje, se porazgubi vpliv začetnih pogojev (to je vremena ob začetku reševanja) in prevlada splošna slika. Tako moramo z računalniškim poskusom opisovati *splošno kroženje ozračja in klímo raznih področij* kot njegovo posledico. Prednost tega načina je, da moremo po želji zanemarjati ali upoštevati posamezne vplive. Tako lahko ugotavljamo, kateri so za pojav pomembni in kateri niso. V naravi to ni mogoče, saj ne moremo npr. preprečiti sončnega obsevanja, spremeniti razporeditve kontinentov ali ustaviti vrtenja Zemlje. Merjenja in opazovanja v naravi v planetarnih razsežnostih so tudi zelo zahtevna, draga in ponavadi nepopolna. Zato delamo poskuse predvsem z računalniki, v naravi pa preverjamo rezultate.

Tudi v morjih so nekateri stalni tokovi, ki so nastali zaradi neenakomernega ogrevanja Zemlje in zaradi njenega vrtenja. Oceanski tokovi prenašajo približno tretjino energijskega toka čez trideseti vzporednik.