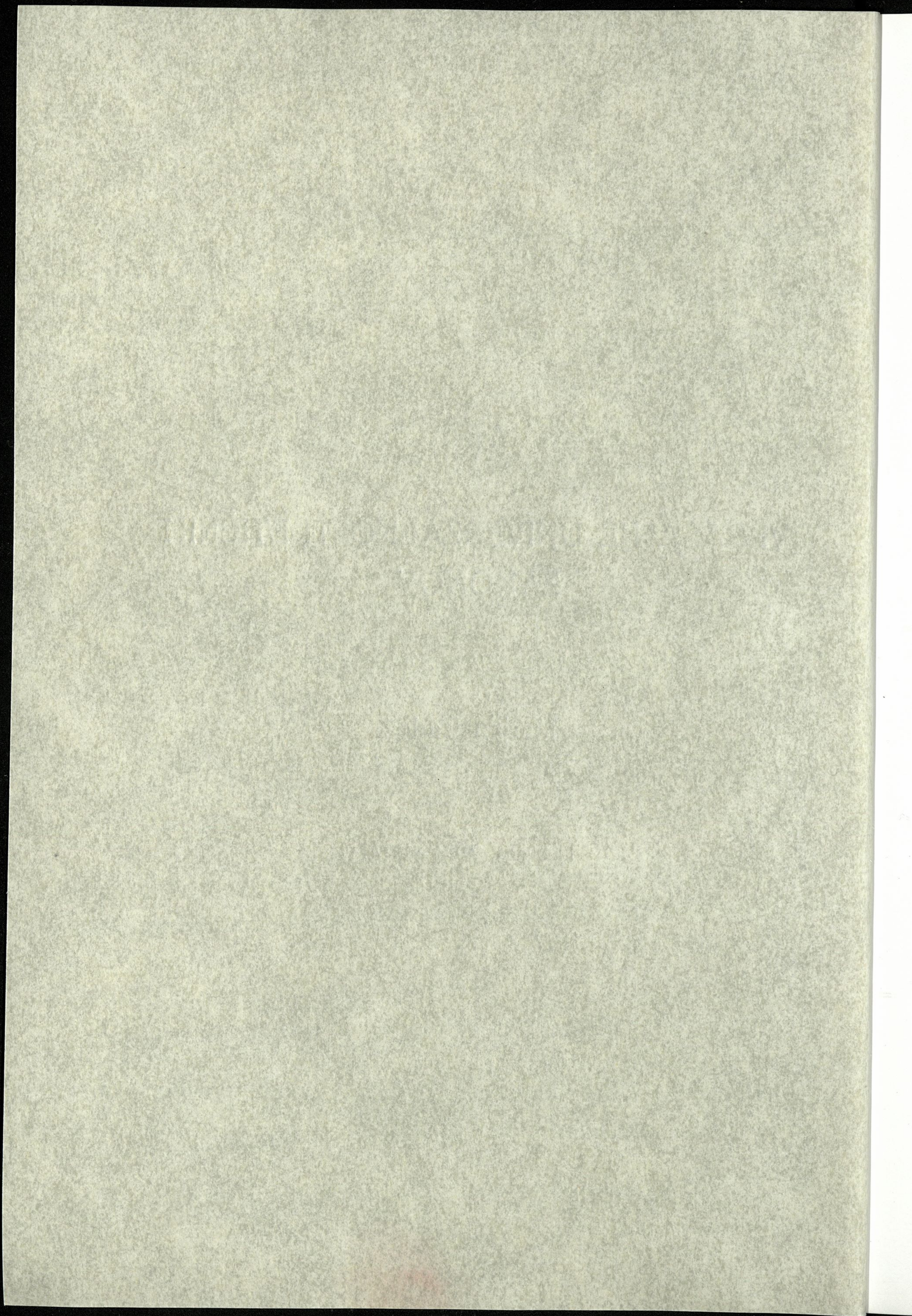


VPRAŠANJE UNIVERZALNOSTI ETIČNIH
ZAKONOV

Marjan Čadež

Ljubljana, 1994 - 1997



2 125.

0 444302 II

VPRAŠANJE UNIVERZALNOSTI ETIČNIH ZAKONOV

Marjan Čadež



Ljubljana, 1994 - 1997

12-04-1999

II 505444

II 505444

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

53

17

ČADEŽ, Marjan ✓

Vprašanje univerzalnosti etičnih zakonov / Marjan Čadež. -
Ljubljana : samozal., 1999

98837504



15 -04- 1999

199905508

Vsebina

1	Uvod	2
2	O teži in zračnem tlaku	4
3	Potencialna energija zraka v atmosferi	5
4	Kinetična in notranja energija zraka v atmosferi	6
5	Delo pdV in odnosi med zračnim delcem in obdajajočo atmosfero	7
6	Delo pdV in zakoni termodinamike zraka	9
7	Potencialna energija polja tlaka in zunanja energija	12
8	Zunanja energija kot zaloga energije	16
9	Primerjava pojmov potencialna energija polja tlaka in polja teže	17
10	Polje potenciala in stabilnost atmosfere	17
11	Analogije med pojavi v zemeljski atmosferi in človeštvu	19
12	Sklepne misli	23
	Seznam avtorjevih razprav, na katerih temelji delo	24

1 Uvod

Svetovni dogodki v zvezi z nedavno vojno in nečloveškimi grozotami v Bosni in Hercegovini, z nemiri na Kosovu, z neurejenimi razmerami na Hrvaškem in s številnimi strahotami vsepovsod po svetu nas navdajajo s strahom, kaj vse nas še čaka v prihodnosti, vendar kljub vsemu z upanjem, da človeštvo ni tu zato, da bi samo sebe uničilo. Pri takem usodnem razvoju dogodkov ugotavljamo, da vsak človek ureja svoje življenje po svoji pameti, opirajoč se na svoja čustva, a zavedajoč se, da si ne sme dovoliti vsega, karkoli bi želel, če hoče biti srečen in obenem koristen član človeštva, ki mu pripada. Ne, ne sme si dovoliti!

Na nas delujejo različne sile, ki izražajo zakone teže, vztrajnosti, elektromagnetizma, kemije... Ne smem se npr. odločiti za nepremišljeno usodno dejanje in s tem z enim samim korakom zapraviti sreče, saj lahko pri tem umrem ali pa ostanem pohabljen do konca svojih živih dni. Omenjene in razne nam še neznane zakonitosti moramo upoštevati, če želimo biti srečni in opraviti poslanstvo, ki nam ga je narava namenila. Kaj se torej v tem pogledu zahteva od nas, je vprašanje, ki nas tu zanima.

Vsakdo od nas se sprašuje, kako naj živi, kaj je prav in kaj ne. Tako mi je pri takem razmišljanju mnogo pomagala stroka. Od najmlajših dni svojega življenja me je privlačilo opazovanje vremena, kakšno je in kako se razvija, kako nastane ta, kako oni pojav v neskončni raznovrstnosti. V zvezi s tem in s stroko sem prihajal do raznih spoznav, ki so temeljile na poznavanju hidrodinamike zraka in dinamike in termodinamike zemeljske atmosfere. V bibliografiji na koncu študije so navedena ustrezna dela.

Ko sem prvič (1952) opisoval zakone pretvarjanja energije iz ene vrste v drugo pri poljubnem delcu zraka, ki se giblje v zemeljski atmosferi, sem naletel na probleme v zvezi z odnosi med delcem in obdajajočo atmosfero. Te odnose sem začel hote ali nehote primerjati z vplivi človeka na sočloveka. Sledilo je vprašanje za vprašanjem in odgovor za odgovorom (1970, 1977).

Leta 1977 sem objavil v Beogradu v časopisu Tehnika razpravo o analogijah med pojavi v zemeljski atmosferi in v naši družbi. Takoj na začetku sem navedel naslednje misli:

”Že v najmlajših letih človek *občuti*, kaj je dobro, kaj je zlo, in se sprašuje, kje živi in kako naj živi. Tudi pozneje, izhajajoč iz spoznanj, ki jih dobimo v stikih z ljudmi, posredno in neposredno, kakor tudi s spoznanji v stroki, s katero smo povezani, stalno iščemo odgovore na ta in podobna vprašanja. Tako sem opazil pojave v mrtvi naravi, ki so analogni pojavom v naši družbi in ki se nam prikazujejo, kot da so odsev etičnih načel.

Atmosfera je svet zase. Podobno kot človeštvo, ki predstavlja množico ljudi, le-ta predstavlja množico molekul in atomov. Tam gibanja potekajo v skladu s fizikalnimi zakoni, kot v naši družbi gibanja tečejo v skladu z družbenimi in splošnimi naravnimi zakoni. Kakor ene tako lahko tudi druge zakone tolmačimo kot odsev določenih načel, ki jih želimo primerjati med seboj.”

To nam govori razum. Toda kje je srce, kje so čustva? Ali je zato smiselno s takimi analogijami poskušati dokazovati nekaj, kar je morda popolnoma neodvisno od teh komponent naše duše? Vsekakor je smiselno, saj so te analogije odsev številnih naravnih zakonov, znanih in neznanih, ki jim je vse, kar obstaja, podvrženo, na katerih mora torej temeljiti etični kodeks kot univerzalni zakon za vse nas.

Etika je znanost o morali, zasnovani na običajih ljudi, družb, narodov. Kar je moralno za ta narod, je morda po svoje nemoralno za drugega - običaji pač niso povsod enaki, saj tudi fizikalno-geografske razmere niso povsod enake. Moralni zakoni temeljijo na izkušnjah, do katerih so prihajali in prihajajo ljudje v skupnem življenju v želji, da si ustvarijo čimboljše medsebojno življenje. Tako govorimo o moralno-etičnih normah skupin, organizacij in narodov, ki se med seboj bolj ali manj razlikujejo.

Etika se sprašuje po zakonih, ki naj jih upoštevamo, če hočemo živeti v skladu z naravnimi zakoni, v sožitju z ljudmi in naravo. *Zdi se, da do danes na vprašanje, kakšno naj bo tako življenje, znanost še ni našla ustreznega odgovora.* Tako danes ne vemo, ali je čustvo dobrote nekaj čisto subjektivnega, ali je to odsev določenih univerzalnih zakonitosti (sil), ki povzročajo, da čutimo, kaj je dobro, kaj zlo. Morda narava od nas "zahteva in pričakuje", da upoštevamo ta "opozorila" in da se po teh čustvih ravnamo v težnji, da bi izpolnili eno od osnovnih nalog, ki jih morda *moramo* izpolniti, če hočemo biti srečni. S tem bi izpolnili eno od osnovnih nalog našega poslanstva kot člani človeštva - veličastnega in skrivnostnega stvarstva narave.

Znanost odkriva nova in nova spoznanja. Tako želim tu opozoriti v zvezi s postavljenjo nalogo na določene zakone iz posebnega zornega kota, ki nas nedvomno *opozarjajo* (in morda nič več), kakšno življenje je lahko v skladu z naravnimi zakoni in s tem z našimi čustvi o tem, kaj je pravično in kaj ne, kaj je dobro in zlo, pametno in nespametno. Ta čustva so neodvisna od razuma (najprej čutimo, potem razmišljamo), od našega poznavanja brezštevilnih naravnih zakonitosti.

Spoznanja, ki bodo predmet razmišljanja v tem delu, temelje na določenih pojmih, kot so sila, tlak, delo in energija (notranja, zunanja, potencialna), tj. na pojmih iz fizike, ki so istočasno v uporabi tudi v vsakdanjem življenju. Zato je naša prva naloga kratko opisati te pojme in potem zakone in načela, v skladu s katerimi se giblje zrak v atmosferi. Na podlagi teh spoznanj potem ne bo težko govoriti o omenjenih analogijah, kar nas bo opozarjalo na zakonitosti, ki naj bi bile odsev *univerzalnega etičnega kodeksa*, ki naj velja za vsakega od nas, za vsakega človeka, neodvisno od tega, kje in kdaj živi.

Pri opisovanju bom v glavnem sledil izvajanjem v delu iz leta 1977, omenjenem na začetku, ki ga je uredništvo, žal, na nekaterih mestih po svoje priredilo - pač v duhu tedanjega časa. Delo temelji na zakonih hidrodinamike zraka in zemeljske atmosfere. Zaradi razumevanja so ti zakoni v delu prikazani v zaokroženi obliki. Prikazani so na način, ki ni standarden, saj so upoštevana razna spoznanja, deloma prikazana v bibliografiji na koncu tega dela. Delo temelji na novih pogledih na termodinamiko atmosfere. Upravičeno se ga lahko ovrže samo pod pogojem, če se dokaže, da je tu prikazani opis hidrodinamike atmosfere zmoten.

2 O teži in zračnem tlaku

Zemeljsko atmosfero sestavlja *zrak*, ki predstavlja zunanjo oblogo našega planeta. Na vsak zračni delec deluje *sila teže* in zato pravimo, da atmosfera obstaja v *polju teže*. Atmosfera pritiska na zemeljska tla zaradi svoje teže približno s *silo ene atmosfere*, ki pomeni silo 10 ton na kvadratni meter. Zrak v atmosferi se giblje pod vplivom *toplotne energije*, ki jo neprestano prejema od Sonca in istočasno približno v enakih količinah v obliki *toplotnih žarkov* oddaja v vesolje.

Zamislimo si neki, katerikoli zračni delec (zaradi boljše predstave si zamislimo, da je zaprt s popolnoma elastično membrano v prostoru enega kubičnega metra) v mirni atmosferi in se vprašajmo, kako je mogoče, da ne pade, saj nanj vertikalno navzdol deluje sila teže. Odgovor nam je seveda znan: vertikalno navzgor deluje enako velika sila, ki je posledica razporeditve *zračnega tlaka (pritiska)* v atmosferi, ki se z višino zmanjšuje, tako da atmosfera s spodnje strani pritiska na delec z večjo silo kot z zgornje. Ta razlika v silah tlaka se imenuje *gradientna sila*.

V atmosferi lahko v vsaki točki izmerimo zračni tlak. Zato pravimo, da je atmosfera v *polju zračnega tlaka*. Če se oddaljujemo od poljubno izbrane točke v atmosferi, se pri tem v splošnem zračni tlak spreminja: če se gibljemo navzgor, se zmanjšuje, če navzdol, se večja. Kadar zrak miruje, se zračni tlak v vodoravni smeri ne spreminja. V splošnem ni tako. Vendar so te spremembe v primerjavi z onimi v vertikalni smeri navadno neznatne: največ nekoliko desetisočkrat manjše. In kljub temu so te spremembe za atmosfersko dinamiko in s tem za razvoj vremena bistvenega pomena.

Do odkritja *barometra* ni bil znan pojem zračnega tlaka. Torriceli, italijanski raziskovalec, je v zgodovini človeštva prvi pokazal (1643), da narava ni povsod izpolnjena z materijo in da v njej obstaja tudi prazen prostor (*Torricelijeva praznina v živosrebrovem barometru*).

Načelo "*strah pred praznino*" je bilo ovrženo. Torricelijev učenec Viviani je prišel do spoznanja (tudi veliki filozof Pascal tega na začetku ni mogel verjeti), da v atmosferi povsod obstaja neki zračni tlak (pritisk) in da atmosfera pritiska na tla s silo 10 ton na kvadratni meter! To so ogromne sile, na katere se celo v znanosti tako često pozablja. Človek je pač neobčutljiv na take velike sile pritiska zraka.

Sila teže je sorazmerna *masi* m telesa in vedno deluje vertikalno navzdol. Neodvisna je od *temperature* in od tega, ali je telo v plinastem, tekočem ali trdnem stanju. Kot je znano, je

$$F_t = -mg \quad (1)$$

kjer je g *pospešek prostega pada (težni pospešek)*. Znak minus smo postavili zato, ker predpostavljamo vertikalno smer navzgor kot pozitivno smer.

V nasprotju s silo teže je gradientna sila F_p sorazmerna *volumnu* V zračnega delca in je usmerjena v smeri *gradienta zračnega tlaka*, t.j. v smeri najhitrejšega zmanjševanja zračnega tlaka. Sorazmerna je tudi *jakosti* tega gradienta (zmanjšanju tlaka p v tej smeri na enoto razdalje). Enostavno bi se lahko prepričali, da je

$$F_p = -V \frac{\partial p}{\partial s} \quad (2)$$

kjer je ∂p sprememba tlaka p v smeri gradienta na poti ∂s .

Če zrak v atmosferi miruje, je v skladu z *zakonom o enakosti učinka in protiučinka* rezultanta sile teže in gradientne sile, ki deluje na delec zraka, enaka nič. Tedaj je gradient tlaka usmerjen navzgor ($s = z$), tako da je

$$-mg - V \frac{\partial p}{\partial z} = 0 \quad (3)$$

Od tod sledi *osnovna enačba statike atmosfere*:

$$\frac{\partial p}{\partial z} = -g\rho \quad (4)$$

kjer je

$$\rho = m/V \quad (5)$$

Ta važna in karakteristična količina predstavlja *gostoto zraka*, maso zraka ρ v enoti volumna ($V = 1$).

Omeniti moramo, da je z enačbo (1) definirana *težnostna masa* in da je le-ta enaka *vztrajnostni masi*, ki je definirana z Newtonovo *enačbo dinamike*:

$$\mathbf{F} = m\mathbf{a} \quad (6)$$

Tu je \mathbf{F} sila (= rezultanta vseh sil), ki od zunaj deluje na telo mase m , in \mathbf{a} *pospešek*, tj. sprememba hitrosti telesa mase m v enoti časa v smeri delovanja sile \mathbf{F} .

3 Potencialna energija zraka v atmosferi

Vsak delec zraka v atmosferi ima *potencial* - položaj v polju teže in v odnosu na druge zračne delce v atmosferi. Vsak zračni delec ima zato *potencialno energijo* ϕ , ki

je enaka vsoti dveh delov: *potencialne energije polja teže* ϕ_t in *potencialne energije polja pritiska (tlaka)* ϕ_p . Tako je

$$\phi = \phi_t + \phi_p \quad (7)$$

pri čemer sta ϕ_t in ϕ_p posledica delovanja sile teže oz. gradientne sile.

Iz šole nam je dobro znana najprej omenjena vrsta energije, pojem drugo navedene energije pa težko najdemo celo v znanstveni literaturi. Nas bo le-ta posebno zanimala zaradi pomena, ki ga ima pri opisovanju analogij med pojavi v zemeljski atmosferi in naši družbi.

Margules, pionir moderne teoretične dinamične meteorologije, je potencialno energijo polja teže imenoval potencialna energija razporeditve zračnega tlaka (1901). Kako naj se točno definira ta vrsta energije in kako naj se tolmači, je danes še odprto vprašanje. Med našimi razmišljanji bomo naleteli na zanimiva vprašanja z rešitvami, ki bodo bližje osvetlile ta važni pojem. Takoj lahko ugotovimo, da se ta vrsta energije bistveno razlikuje od potencialne energije polja teže. Medtem ko je slednja univerzalna in obstaja povsod v vesolju, je potencialna energija polja tlaka izključno funkcija karakteristik atmosfere.

4 Kinetična in notranja energija zraka v atmosferi

Zrak se v atmosferi giblje pod vplivom raznih sil na raznih mestih z večjo in manjšo hitrostjo. Zato ima vsak zračni delec, ki se tam giblje, neko *kinetično energijo*. Ta je sorazmerna masi delca (pod normalnim tlakom in pri vsakdanjih temperaturah je v vsakem kubičnem metru zraka po en kilogram in četrt zraka) in kvadratu hitrosti. Te hitrosti ne smemo zamenjati s hitrostmi molekul, ki sestavljajo zrak. Kot je znano, obstaja v vsakem delcu zraka, kot pač v vsakem telesu, ogromno število molekul in te se gibljejo v vseh mogočih smereh. Gibljejo se s povprečno hitrostjo, ki je vedno neprimerno večja od hitrosti, s katero se giblje delec kot celota. *Tako govorimo o srednji hitrosti molekul neurejenega gibanja* in o hitrosti, s katero se delec kot celota giblje.

Neurejeno gibanje molekul obstaja zato, ker je zrak bolj ali manj *segret*, ker ima neko določeno *temperaturo*, ki je po *definiciji* tem večja, čim toplejše je telo. Poleg kinetične energije ima vsaka molekula v plinu tudi potencialno energijo, in sicer glede na ostale molekule v plinu. To je posledica medsebojnih privlačnih - kohezijskih sil, ki jih molekule obvladujejo, kadar se oddaljujejo druga od druge. Ta *notranja potencialna energija molekul* je tem večja, čim bolj so molekule oddaljene druga od druge.

Zaradi neurejenega gibanja molekul, zaradi gibanj v njih samih in zaradi *kohezijskih sil* vsak zračni delec kot pač vsak plin vsebuje vrsto energije *neodvisno od hitrosti, s katero se giblje*, ki se imenuje *notranja energija*. Le-ta je enaka vsoti treh vrst energije: kinetične energije neurejenega gibanja molekul, ki je tem večja, čim večja je temperatura

plina, kinetične energije notranjih gibanj v molekulah, od katere je odvisna *toplotna kapaciteta plina*, in *notranje potencialne energije molekul*, ki se z večanjem/ zmanjševanjem medsebojnih razdalj molekul večja/manjša.

Pri atmosferskih temperaturah so molekule *suhega zraka*, tj. zraka, ki ne vsebuje *vodnih hlapov (vodne pare)* toliko oddaljene druga od druge, da se s spreminjanjem temperature tretji omenjeni del notranje energije tako rekoč ne spreminja. Zato pravimo, da ima suhi zrak vse lastnosti *idealnega plina*, to je takega plina, v katerem kohezijske sile ne obstajajo. Pri nižjih temperaturah te lastnosti nimajo vodni hlapi, ki so povsod v atmosferi. Kadar pride do *kondenzacije* vodnih hlapov (do pretvarjanja vodnih hlapov v kapljice oblakov ali megle) in *sublimacije* (do pretvarjanja v kristalčke ledu), se druga omenjena vrsta notranje energije pretvarja v prvo omenjeno in s tem se zavira ohlajevanje. Ta pojav je za življenje na našem planetu bistvenega pomena.

5 Delo pdV in odnosi med zračnim delcem in obdajajočo atmosfero

1. Ena od najosnovnejših lastnosti materije je, da telesa prek svoje površine neprestano sprejemajo in oddajajo energijo v obliki *toplotnih žarkov s hitrostjo svetlobe*. Poleg tega vsako telo, če se njegova temperatura razlikuje od temperature obdajajočega okolja, sprejema ali oddaja toploto tudi zaradi *toplotne prevodnosti*, pri čemer toplota sama od sebe vedno prehaja iz toplejšega okolja v hladnejšega (*2. načelo termodinamike*). V zvezi s tem se na ustrezen način spreminja notranja energija telesa, vendar *ne samo zaradi navedenih tokov energije, temveč tudi zato, ker se pri tem spreminja volumen telesa pod vplivom sil pritiska (tlačnih sil), ki z vseh strani delujejo na telo*.

Tu nas zanima, kako je to v zemeljski atmosferi.

2. Zamislimo si zračni delec v mirni atmosferi, ki v nekem določenem času sprejme toploto. Pri tem se delec segreje, poveča se mu tlak, kar povzroči povečanje njegovega volumna V . V skladu z zakonom o ohranitvi mase se istočasno za prav toliko zmanjša volumen V_0 obdajajočega zraka. Podobno bi se delec, ki bi oddal toploto, ohladil, tlak bi se tam zmanjšal, kar bi povzročilo zmanjševanje njegovega volumna V in enako veliko povečanje volumna obdajajočega zraka. Če te spremembe volumna delca in okolice označimo z dV in dV_0 , vidimo, da velja enačba

$$dV + dV_0 = 0 \quad (8)$$

ki jo lahko imamo za eno od osnovnih enačb termodinamike atmosfere.

3. Za izrivanje obdajajočega zraka v času dovoda toplote delec obvladuje tlačne sile, ki nanj delujejo z vseh strani. S tem opravlja delo in to poteka na račun njegove

notranje energije. Enostavno se lahko pokaže, da je to delo sorazmerno zračnemu tlaku (na naših višinah je približno $1atm = 10ton/m^2$) in spremembi volumna:

$$dW = pdV = -pdV_o \quad (9)$$

Ta enačba velja tudi v primeru odvoda toplote, kadar je $dV < 0 < dV_o$, kadar obdajajoča atmosfera daje energijo delcu. Tudi to enačbo imamo za eno od osnovnih enačb termodinamike atmosfere.

4. *Dovajanje in odvajanje toplote neposredno niti najmanj ne vpliva na hitrost zračnega delca v atmosferi, v kateri je sprejel/oddal toplotno energijo. Nadvse pomembno je, da to ne velja za obdajajočo atmosfero. Tam se od točke dovoda/odvoda toplote v radialnih smereh prenašajo impulzi, ki povzročajo določene premike zraka. Če seštejemo vse te impulze kot vektorske količine, je njihova vsota 0. To je zato, ker težišče delca zaradi dovedene toplote ne spreminja položaja v prostoru - nanj ne delujejo nobene zunanje sile. V skladu z zakonom o ohranitvi impulza se pri tem ohranja vsak posamezni impulz, podeljen v katerikoli smeri od delca navzven.*

5. Že leta 1945 sem opozoril slovensko javnost, da se v skladu z zakoni prožnosti teles pojavljene impulzi oddaljujejo v prostor s *hitrostjo zvoka* (ta trditev je bila tedaj in čisto pozneje največji kamen spotike). Tako nastaja v času dovajanja/odvajanja toplote okoli delca longitudinalni sferni val v obliki zgoščine/razredčine kot nosilec pojavljene *motnje notranje in kinetične energije* dU_o . Ta je pri dovodu/odvodu toplote pozitivna/negativna. Po absolutni vrednosti je enaka opravljenemu delu pdV . Tako velja nadvse pomembna enačba

$$dU_o = -pdV = pdV_o \quad (10)$$

6. Pripominjam in poudarjam, da se pojavljeni val takoj po opravljenem dovodu/odvodu toplote, ko se volumen neha spreminjati, v *celoti* oddaljuje v obdajajočo atmosfero. Pri tem val pušča za seboj določene sledi: vedno povzroča *premestitve* zračnih delcev v smeri, v katerih se giblje. Kadar oz. kjer se zgoščinski val giblje navzgor, se zračni delci, čez katere je šel, premaknejo navzgor in del energije vala se pretvarja v potencialno energijo teže. Nasprotno bi se energija takega vala povečala, kadar bi se gibal navzdol, saj bi se pri tem potencialna energija teže dela atmosfere, čez katerega je šel, zmanjšala.

7. Tu smo omenili dve možnosti, kako polje teže vpliva na jakost vala. Seveda obstajajo poleg navedenih še številne druge možnosti, saj na opazovani val ne vpliva samo polje teže, temveč tudi polje tlaka in vetra, upoštevajoč vplive trenja, dovoda in odvoda toplote in nehomogeno strukturo atmosfere, skozi katero se širi. Vse to ni nobeno "kaotično gibanje", temveč teče "organizirano" (ta izraz je uporabil v diskusiji z menoj naš veliki znanstvenik in svetovni šahist Milan Vidmar) v skladu z zakoni dinamike in termodinamike.

8. Hitrost zgoščinskega/razredčinskega vala je tem večja/manjša, čim večja je motnja. Danes se govori o zvoku samo tedaj, kadar so motnje, ki jih povzroča val, zanemarljivo majhne. V tem delu bomo govorili samo o takih valovih, saj bo to zadoščalo za naš opis analogij.

9. V zvezi z vsem navedenim je mnogo odprtih zanimivih vprašanj. Važno je npr. vedeti, kakšno je razmerje med dovedeno/odvedeno toploto in energijo, ki jo delec v obliki longitudinalnega vala odda obdajajoči atmosferi oz. sprejme od nje in od česa je odvisna hitrost zvoka. Na ta in številna druga vprašanja nam ne bo težko odgovoriti, če bomo poprej spoznali osnovne zakone termodinamike zraka.

6 Delo pdV in zakoni termodinamike zraka

Ena od osnovnih enačb termodinamike plinov je *enačba plinskega stanja*, ki se za idealen plin glasi

$$pV = mRT \quad \text{ali} \quad p = R\rho T \quad (11)$$

Tu so p , ρ in T tlak (pritisk), gostota oz. temperatura plina mase m , R je t.i. *specifična ali Clausiusova plinska konstanta*. Zrak je dvoatomski plin in se v atmosferi vedno vede kot idealni plin. Zanj je

$$R = 287\text{J/kgK} \quad (12)$$

Naslednja dva zakona termodinamike plinov se nanašata na specifični toploti idealnega plina (zraka). Specifični toploti pri konstantnem pritisku c_p kakor tudi pri konstantnem volumnu c_v sta konstantni vrednosti. Za zrak je

$$c_p = 1007\text{J/kgK} \quad (13)$$

in

$$c_v = 720\text{J/kgK} \quad (14)$$

Iz zakona o ekvivalentnosti dela in toplote (R. Meyer, 1842) sledi enačba

$$R = c_p - c_v \quad (15)$$

kar je v skladu z zgoraj navedenimi vrednostmi. Številčne vrednosti R , c_p in c_v veljajo tudi za *vlažen zrak*, to je za zrak, ki vsebuje večje ali manjše količine vodne pare.

Naslednji zakon, ki ga tu navajamo, se nanaša na notranjo energijo idealnega plina (zraka). Ta je enostavno sorazmerna masi m in absolutni temperaturi T :

$$U = mc_v T = mc_v(273 + t) \quad 1K = 1^\circ C \quad (16)$$

(T je temperatura v kelvinih, t je temperatura v Celzijevih stopinjah). Prav tako kot notranja energija obstaja enakovredna in enako pomembna termodinamična količina *entalpija*

$$H = mc_p T = mc_p(273 + t) \quad (17)$$

Termodinamika idealnega plina se omejuje na matematično-fizikalno opisovanje pojavov, pri katerih se notranja energija plina lahko spreminja samo na dva načina: ali z dovajanjem in odvajanjem toplote, ali z delom, ki ga pri spreminjanju volumna pod vplivom tlačnih sil opravlja delec ali obdajajoča atmosfera. V skladu z zakonom o ohranitvi energije velja zato enačba prvega načela termodinamike

$$dQ = mc_v dT + pdV \quad (mc_v dT = dU) \quad (18)$$

Napisane enostavne enačbe ((11) do (18)) predstavljajo neodvisne osnovne zakone termodinamike zraka kot idealnega plina. Iz enačb (18), (11) in (15) sledi še enačba

$$dQ = mc_p dT - V dp \quad (19)$$

ki je popolnoma enakovredna in enako pomembna kot enačba (18). Enačbi (18) in (19) veljata brez omejitev v splošnih in najrazličnejših razmerah, v katerih je lahko zrak v atmosferi. V hidrodinamiki se daje danes enačbi (19) neupravičeno velika prednost pred enačbo (18), to je enačbo, ki vsebuje člen pdV kot vez med dogajanjem na enem mestu z istočasnimi in kasnejšimi dogajanjem v obdajajoči atmosferi. V nasprotju s tem je termodinamika toplotnih strojev dosegla v preteklem stoletju revolucionaren razvoj, ker je prišla do spoznanja, da je prav delo pdV tista gonilna sila, ki poganja kolesa strojev v gibanje.

Iz enačb (18) in (19) sledita dve enakovredni enačbi in tudi njima enakovredni enačbi, ki nam kažeta, od česa je odvisno delo pdV in sprememba notranje energije dU . Z eliminacijo spremembe dT temperature T iz teh dveh enačb sledi, da je

$$dU = mc_v dT = c_v dQ / c_p + c_v V dp / c_p \quad (18')$$

in

$$dU_o = pdV = RdQ/c_p - c_v V dp/c_p \quad (19')$$

Za atmosferski zrak kot dvoatomski plin je (v skladu z enačbo (15))

$$c_v/c_p = 0,71 \quad \text{in} \quad R/c_p = 0,29 \quad (20)$$

V dobljenih enačbah tiči odgovor na vprašanje, postavljeno ob koncu prejšnjega poglavja, kolikšne spremembe volumna povzroči dovajanje in odvajanje toplote in koliko energije je pri tem odšlo iz delca v okolico oz. v nasprotni smeri. Poleg tega vidimo, da na spremembo volumna in s tem na pretok energije vpliva tudi vsaka sprememba zračnega tlaka - pa naj bo v zvezi z dovodom/odvodom toplote ali ne.

Dovod/odvod toplote ima v zemeljski atmosferi vedno za posledico - neodvisno od tega, kje se to zgodi - povečanje/zmanjšanje notranje energije zračnega delca, ki je toploto sprejel/oddal, in to za 71 odstotkov od prejete/oddane toplote dQ . Preostalih 29 odstotkov odide istočasno iz delca v obdajajočo atmosfero s hitrostjo zvoka oziroma dospe z enako hitrostjo iz obdajajoče atmosfere v delec. Če se med tem spreminja volumen tudi iz drugih vzrokov, npr. zaradi gibanja zraka proti področju visokega ali nizkega zračnega tlaka, to vpliva popolnoma neodvisno od dovoda/odvoda toplote na energetsko stanje delca in obdajajoče atmosfere. Naj še omenimo, da z eliminacijo vrednosti dQ iz enačb (18) in (19) sledi enačba plinskega stavnja v diferencialni obliki.

V pojavljenem valu okoli delca, ki je sprejel ali oddal toploto, se pojavita motnji $d\rho$ in dp v razporeditvi gostote ρ in tlaka p . Ni težko pokazati, da je v skladu z zakonom o ohranitvi materije

$$d\rho = \rho v/c \quad (21)$$

in zakoni dinamike

$$dp = \rho cv \quad (22)$$

(c je hitrost zvoka, s katero se giblje val, ki povzroča gibanje zraka s hitrostjo v). Iz teh dveh enačb sledi, da je

$$c^2 = dp/d\rho \quad (23)$$

Poleg teh dveh zakonov moramo upoštevati, da obstaja še termodinamični zakon, ki povezuje spremembe termodinamičnih količin ρ in p . Newton (1643 - 1727), ki je prvi hodil po tej poti, je menil, da v tem primeru velja Boyle-Mariottov zakon (1662, 1676). To je bil tedaj edini znani zakon, ki je povezoval volumen plina s tlakom. Ta zakon govori o *izotermnih spremembah plina*, to je o takih, kadar se temperatura ne spreminja

($dT = 0$). Tedaj se pri zmanjševanju/večanju volumna plina odvajajo/dovajajo določena količina toplote. To vidimo iz enačb (18) in (19), od koder sledi, da je

$$dQ = pdV = -Vdp \quad (dT = 0) \quad (24)$$

Če upoštevamo še enačbo (5), s katero je definirana gostota, vidimo, da je v tem primeru

$$dp/d\rho = p/\rho \quad (25)$$

in s tem

$$c = c_N = \sqrt{p/\rho} \quad (26)$$

Dobljeni rezultat se ne ujema z opazovanji. Več kot 100 let pozneje je Laplace predpostavil, da val povzroča take spremembe volumna zraka, da se pri tem niti ne dovajajo niti ne odvajajo toplote ($dQ = 0$). Za taka *adiabatna gibanja* velja enačba

$$dp/d\rho = \gamma p/\rho \quad (dQ = 0) \quad (27)$$

kjer je

$$\gamma = c_p/c_v \quad (28)$$

Enačba (27) izraža *Poissonov zakon (1822) za adiabatsne spremembe zraka*. Ta sledi iz enačb (19') in (5). Če ponovno upoštevamo enačbo (23), dobimo v tem primeru za hitrost zvoka enačbo, ki jo je prvi napisal Laplace(1816):

$$c = \sqrt{\gamma p/\rho} = \sqrt{\gamma RT} \quad (29)$$

Enačba se popolnoma ujema z opazovanji. Hitrost zvoka je torej odsev osmih osnovnih zakonov termodinamike (11) do (18), zakona o ohranitvi materije, zakona o enakosti učinka in protiučinka in zakona, da val povzroča adiabatsne spremembe volumna zraka. Hitrost zvoka je kompleksna količina najosnovnejših fizikalnih zakonov.

7 Potencialna energija polja tlaka in zunanja energija

Zamislimo si, da v mirni atmosferi, kjer se zračni tlak s časom nikjer ne spreminja, neki poljubni zračni delec sprejme določeno količino toplote dQ . Pri tem se pri *nespremenjeni višini* segreje in razširi pod pritiskom tlačnih sil obdajajočega zraka. Ta



dovod toplote, ki se je zgodil pri konstantnem pritisku, je v skladu z enačbo (19) povzročil povečanje temperature za

$$dT = dQ/mc_p \quad (dp = 0) \quad (30)$$

Zaradi povečanega volumna delca se poveča gradientna sila (2), ki deluje nanj vertikalno navzgor. Poleg te sile deluje v našem primeru na delec le še sila teže (1), in sicer vertikalno navzdol, vendar se zaradi nespremenjene mase pri tem nič ne spremeni. Tako je rezultanta obeh sil takoj po tem, ko je delec sprejel toploto, usmerjena vertikalno navzgor. Pod vplivom te sile se delec začne dvigati in prihajati v področje manjšega zračnega tlaka. Zaradi porušenega ravnotežja med zračnim tlakom v delcu in okolici se med dviganjem zračni delec širi in pri tem odriva obdajajoči zrak. Zaradi izredno slabe toplotne prevodnosti zraka menimo, da se segreti zračni delec dviga adiabatno in v skladu z enačbo (18') ohlaja. Če upoštevamo še enačbi (4) in (5), vidimo, da se delec med tem *adiabatnim dviganjem* ohladi na enoto razdalje za

$$\gamma = g/c_p = 0,01K/m = 1^\circ C/100m \quad (31)$$

Vprašanje je, kako dolgo se bo dvigal segreti zrak oz. na kateri višini se bo ustavil in nehal ohlajevati. Vsekakor se bo ustavil na tisti višini, kjer bo toliko ohlajen, da bo dobil enako temperaturo kot obdajajoči zrak. V zvezi s tem naj poudarimo, da je ta pojav v skladu z *Demokritovim načelom*, ki velja prav tako za mrtvo kot za živo naravo, da v naravi obstaja težnja po združevanju podobnega s podobnim.

Višina, na kateri se bo opazovani delec ustavil, je odvisna od tega, kako se v atmosferi, ki obdaja delec, temperatura spreminja z višino. V tem pogledu obstajajo razne možnosti. Navadno se temperatura z višino zmanjšuje - do stratosfere v povprečju za okoli $0,6^\circ C$ na $100 m$ višinske razlike. Zamislimo si npr., da se temperatura zraka z višino ne spreminja. V taki "*izotermni atmosferi*" se bi delec ustavil na tisti višini dz (glede na začetni položaj), kjer bi se mu temperatura med adiabatnim dviganjem zmanjšala prav za toliko, za kolikor se mu je povečala zaradi dovedene toplote (enačba (30)). Ker se pri adiabatnem dviganju temperatura zmanjša za g/c_p na enoto razdalje, se zmanjša na razdalji dz za $(g/c_p) \cdot dz$. Torej lahko v skladu z enačbo (30) pišemo

$$dT = \gamma dz \quad (32)$$

od koder sledi, da je

$$mgdz = dQ \quad (33)$$

kar pomeni, da je njegova potencialna energija polja teže ϕ_t po umiritvi povečana natanko toliko, kolikor je delec sprejel toplote.

V času, ko je delec kjerkovi v zemeljski atmosferi pri konstantnem pritisku sprejel toploto, je delec oddal obdajajočemu zraku v skladu z enačbami (19'), (30) in (20)

$$dU_{o1} = RdQ/c_p = mRdT = 0,29dQ \quad (dp = 0) \quad (34)$$

energije. Kot med dovajanjem toplote tako se tudi pri dviganju volumen segretega delca zraka večja. Ker se dviga adiabatno, odda pri tem v skladu z enačbami (19'), (4), (33), (5) in (20) obdajajoči atmosferi energijo

$$dU_{o2} = c_v dQ/c_p = mc_v dT = 0,71dQ \quad (35)$$

Skupaj bi torej od začetka do umiritve delec oddal obdajajoči atmosferi

$$dU_{o1} + dU_{o2} = dQ \quad (36)$$

energije, torej točno toliko, kolikor je toplote sprejel. Navedeni primer nas nedvomno opozarja, da lahko z vso gotovostjo pričakujemo, da vsaj v zemeljski atmosferi *obstaja zakon, da samo delo omogoča prehod z nižjega na višji potencial*. To je delo posebne vrste, lahko ga imenujemo "*termodinamično delo*", ki ga opravlja delec zaradi večanja volumna pod pritiskom tlačnih sil obdajajočega zraka.

Ko se je opazovani delec umiril, je imel enako temperaturo in s tem enako notranjo energijo kot na začetku. V nasprotju s tem je zaradi povečane višine bila njegova potencialna energija polja teže povečana, in sicer, kot smo videli (enačba 33), točno za toliko, kolikor je prejel toplote, kar je v skladu z zakonom o ohranitvi energije. Do tega rezultata so nas privedli zakoni termodinamike in nismo nikjer govorili o gradientni sili kot *zunanji sili*, ki je premagovala silo teže, ko je dvigala opazovani delec zraka. Ta sila je na poti dz opravila delo (enačbe (4), (33),(7))

$$dA = \left(-V \frac{\partial p}{\partial z} \right) dz = d\phi_t = dQ \quad (37)$$

Dobili smo enačbo kot *zvezo med zakoni termodinamike in dinamike* in prav v tej zvezi se skriva pomembna zakonitost, ki nas bo privedla do spoznanja, da vsakemu delcu zraka v atmosferi pripada poleg notranje energije še neka *zunanja energija*, ki je zunaj njega v obdajajoči atmosferi.

V času adiabatnega dviganja do umiritve je delec oddal obdajajoči atmosferi zaradi večanja volumna pod vplivom tlačnih sil $dU_{o2} = 0,71dQ$ energije. Ta ista atmosfera je zaradi delovanja *gradientne sile* omogočila ta dvig in s tem opravila delo dA , ki je enako dovedeni toploti dQ . *Dala je več od sebe, kot je dobila*, in sicer za $dQ - 0,71dQ = 0,29dQ$. Zakaj ta razlika, zakaj več da, kot dobi? - Odgovor je enostaven. Če upoštevamo enačbo

(34), vidimo, da je ta razlika enaka tisti količini energije dU_{o1} , ki jo je delec oddal prej, t.j. v času dovoda toplote. Za dviganje je torej atmosfera v celoti prav toliko izgubila, kolikor je od delca prej pridobila. Analogna zakonitost velja tudi za odvod toplote.

Prikazan odnos med zračnim delcem in obdajajočo atmosfero je zakonitost posebne vrste: obstaja kvantitativen odnos med preteklostjo in prihodnostjo delca. Delec daje sedaj, ko se dviga, obdajajoči atmosferi toliko manj, kot je ona prejela malo prej od njega. Prejela je energijo $dU_{o1} = mRdT$, in to v času dovoda toplote. Ta energija je samo začasno v obdajajoči atmosferi in jo lahko imamo za obogatitev njegove zunanje energije Z :

$$dZ = 0,29dQ = mRdT \quad (38)$$

Za premagovanje sile teže na poti dz je v našem primeru gradientna sila $-V \frac{\partial p}{\partial z}$ opravila delo $-V \frac{\partial p}{\partial z} dz$. Zaradi tega dela se je prav za toliko zmanjšala njegova potencialna energija polja tlaka ϕ_p . S tem je na tej poti prišlo do spremembe te vrste energije za

$$d\phi_p = V \frac{\partial p}{\partial z} dz \quad (39)$$

Ker se je prenos zgodil adiabatno v polju, kjer se zračni tlak s časom ni spreminjal, lahko v skladu z enačbo (19) in (17) pišemo

$$d\phi_p = mc_p dT = dH \quad (40)$$

Če sedaj v enačbi (38) upoštevamo, da je plinska konstanta R enaka razliki specifičnih toplot, vidimo, da velja v našem primeru enačba

$$d\phi_p = dU + dZ \quad (41)$$

To se pravi, da je s tem in ne samo v našem primeru

$$\phi_p = H = mc_p T \quad \text{in} \quad Z = H - U = mRT \quad (42)$$

tako, da je

$$\phi_p = U + Z \quad (43)$$

Vidimo, da je potencialna energija polja tlaka poljubnega zračnega delca v atmosferi enostavno enaka vsoti njegove notranje in zunanje energije.

Upoštevajoč enačbi (18) in (19), vidimo, da je dobljena enačba identična enačbi plinskega stanja (11), vendar sta po tolmačenju popolnoma različni. Ali se za tem skrivata dva neodvisna zakona ali sta odsev enega samega zakona, je vprašanje, na katero tu ne moremo odgovoriti. Opozoriti želimo samo na nekatere zakonitosti in vprašanja v zvezi s tem, kar je naloga naslednjih poglavij.

8 Zunanja energija kot zaloga energije

Potencialna energija polja tlaka poljubnega delca zraka obstaja v obdajajoči atmosferi, t.j. v skupnosti enakih in podobnih delcev v polju tlaka. Če gledamo sedaj atmosfero kot celoto, potem te vrste energije, kakor tudi zunanje energije, v njej ne bomo našli! Od tu navedenih vrst energije obstajajo tam samo naslednje: potencialna energija polja teže, zaradi katere je zrak težak, notranja energija, zaradi katere je zrak bolj ali manj segret, in kinetična energija vetrov. Vprašanje je, zakaj zunanje energije kakor tudi potencialne energije polja tlaka tu ne moremo najti. To je enostavno zato, ker je zunanja energija kateregakoli delca zraka v atmosferi zunaj delca in pomeni le del notranje in kinetične energije obdajajoče atmosfere. Če se npr. delec dviga v atmosferi, se dviga na račun zunanje energije in s tem jemlje iz obdajajoče atmosfere del energije, ki ji jo je delec dodelil deloma prej, deloma pa v času, ko se med dviganjem širi. Ta energija ne prihaja v delec od nekega določenega telesa - delca zraka, temveč od vsepovsod prek površine, ki loči delec od obdajajoče atmosfere.

Videli smo, da delec zraka med adiabatnim dviganjem prejema od obdajajoče atmosfere več, kot ji daje, daje ji samo 71 odstotkov od tega, kar dobiva. To je zanimiva zakonitost, ki je ne bi mogli dojeti, če ne bi vedeli, da je atmosfera preostali del energije (29 odstotkov) črpala iz *zaloge (sklada)*, ki vsakemu delcu zraka v atmosferi pripada v obliki zunanje energije. Ta pri vsakem dovodu toplote dQ dobiva od delca $0,29dQ$ energije. Ta vrsta energije je odsev dejavnosti delca zraka v času njegovega obstoja v atmosferi.

V času adiabatnega dviganja poljubnega delca zraka v atmosferi dobiva delec na račun zunanje energije več energije, kot ji daje, in če bi delec končno došel do vrha atmosfere, bi vso to energijo porabil in s tem bi od obdajajoče atmosfere toliko dobil, kolikor ji je prej v času njegovega obstoja v njej predal. Tu torej obstaja zakon, da *ima delec zraka v atmosferi na razpolago natanko toliko energije, kot bi je potreboval, če bi jo iz kateregakoli razloga zapustil*. V zvezi s primerjavo dogajanj v atmosferi in naši družbi zasluži ta zakonitost našo prav posebno pozornost.

9 Primerjava pojmov potencialna energija polja tlaka in polja teže

Potencialna energija polja tlaka je odvisna samo od temperature in ni nam treba vedeti, koliko dela bi morala opraviti gradientna sila za prenos do določene referentne točke. V tem pogledu je ta vrsta energije širše definirana kot potencialna energija polja teže, saj le-to lahko določimo samo na ta način, da izračunamo, koliko dela opravi sila teže, če se delec spusti na nižji nivo. Ali res ne moremo pričakovati, da je lahko tudi ta vrsta energije, ki je višjega reda, saj gravitacija ne obstaja samo v atmosferi, temveč povsod v vesolju, definirana s fizikalno količino, kot je količina stanja zraka entalpija, in nam zato ni treba vedeti, kje v prostoru telo obstaja? Že leta 1945 sem opozoril, da v naravi obstaja univerzalni hipotetični fluid, *eter*, ki že stoletja vznemirja znanstveno javnost. To se mi je tudi kasneje (l. 1992) na drug način potrdilo. Ali ni verjetno, da je ta potencialna energija definirana tudi s količino, ki je povezana s pojmom etra? Če bi nam to uspelo dokazati, bi videli, da notranja energija idealnega plina obstaja tudi še na vrhu atmosfere in da ima vsako telo notranjo energijo, kjerkoli že je v prostoru. V zvezi s tem vidimo mnogo odprtih vprašanj, na katera bo morala znanost prej ali slej odgovoriti. Kljub temu nam za nalogo, ki smo si jo postavili v tem delu, zaenkrat zadostuje naše poznavanje stvari.

Končno bodi opozorjeno, da tu govorimo o potencialni energiji polja teže in ne o potencialni energiji polja gravitacije, ki pomeni univerzalno lastnost teles, da se medsebojno privlačijo. Sila teže je samo na polih enaka, sicer pa približno enaka, sili gravitacije. Nekoliko je manjša zaradi vpliva rotacije Zemlje na vsa telesa, ki se z Zemljo vred vrte. Tako je potencialna energija polja gravitacije univerzalnega pomena in je popolnoma neodvisna od tega, ali telo skupaj z Zemljo rotira ali ne.

10 Polje potenciala in stabilnost atmosfere

V vsaki točki atmosfere obstaja neki potencial φ . Govorimo o polju potenciala atmosfere. Vsak delec zraka v atmosferi ima potencialno energijo polja teže ϕ_t in potencialno energijo polja tlaka ϕ_p . Po definiciji je potencial enak potencialni energiji po enoti mase. Tako je v skladu z enačbo (7) potencial φ enak vsoti potenciala polja teže ϕ_t in potenciala polja tlaka ϕ_p :

$$\varphi = \varphi_t + \varphi_p \quad (44)$$

kjer je

$$\varphi_t = gz \quad \text{in} \quad \varphi_p = c_p T = U/m + Z/m \quad (45)$$

Parcialna potenciala ϕ_t in ϕ_p se bistveno razlikujeta med seboj. Prvi omenjeni izraža zakonitost, da se telesa medsebojno privlačijo z gravitacijskimi silami in da atmosfera skupaj z Zemljo rotira. Drugi je odsev zakonov dinamike in termodinamike in je odvisen samo od temperature, ki se v atmosferi v splošnem spreminja od točke do točke. Tako se v vertikalni smeri z , kar nas tu posebno zanima, φ spremeni na poti dz za

$$\frac{\partial \varphi}{\partial z} dz = g dz + c_p \frac{\partial T}{\partial z} dz = c_p \left(\gamma + \frac{\partial T}{\partial z} \right) dz \quad (46)$$

($\frac{\partial \varphi}{\partial z}$, $\frac{\partial T}{\partial z}$ sprememba potenciala oz. temperature v atmosferi z višino na enoto razdalje). Videli smo (enačba (31)), da je $\gamma = 1^\circ C/100m$ in da ta vrednost pomeni zmanjšanje/povečanje temperature zračnega delca, ki se mu adiabatno poveča/zmanjša višina za 100 m.

Iz kratkega vpogleda v enačbo (46) sledi med drugim, da se potencial φ z višino ne spreminja, kadar je *vertikalni temperaturni gradient* $-\frac{\partial T}{\partial z}$ enak "adiabatnemu temperaturnemu gradientu" γ . V primerih, kadar je temperaturni gradient $-\frac{\partial T}{\partial z}$ manjši/večji od γ , se potencial z višino večja/manjša.

Zamislimo si sedaj, da v atmosferi dvignemo poljubni delec zraka za 100 m adiabatno. Pri tem se mu temperatura zmanjša za 1 °C. Če bi se v obdajajoči atmosferi temperatura z višino večala ali zmanjševala za manj kot eno stopinjo na 100 metrov, potem bi bil dvignjeni zrak hladnejši in gostejši od obdajajočega in bi se, prepuščen sam sebi, začel vračati na mesto, od koder smo ga dvignili. Podobno bi bil v taki *podadiabatni* atmosferi delec zraka, ki bi mu na silo adiabatno zmanjšali višino, toplejši od obdajajočega zraka. Pojavila bi se sila vzgona navzgor in delec bi zopet težil, da doseže prvotno višino. V podadiabatni atmosferi je potemtakem vsak delec zraka v stabilnem ravnotežnem stanju in taka atmosfera je *stabilna*.

Očitno je atmosfera, v kateri se temperatura zraka z višino zmanjšuje za eno stopinjo na vsakih 100 m višine, *indiferentna*. Vsak delec je v taki *adiabatni atmosferi* "zadovoljen s svojim položajem", saj bi imel tudi po poljubnem premiku enako temperaturo kot obdajajoči zrak.

Nadadiabatna atmosfera, v kateri se temperatura hitreje zmanjšuje z višino kot za eno stopinjo na 100 metrov, je *labilna*. V njej bi bil adiabatno dvignjeni zrak toplejši od obdajajočega in s tem bi težil, da se še bolj oddalji od začetnega položaja. V taki atmosferi bi že najmanjša motnja povzročila, da se labilen sistem poruši: spodnje zračne plasti bi se zrinile navzgor, zgornje navzdol in nastala bi stabilna razporeditev zračnih mas.

Za konec naj še enkrat poudarimo, da je *atmosfera stabilna samo tedaj, kadar se v njej z višino (z večanjem geopotenciala) celotni potencial katerega koli delca zraka večja*.

11 Analogije med pojavi v zemeljski atmosferi in človeštvu

Na kratko smo opisali glavne dinamične in termodinamične karakteristike atmosfere (ne upoštevajoč pretvarjanja vode v atmosferi iz enega agregatnega stanja v drugega). Tam se giblje zrak v skladu z določenimi naravnimi zakoni, ki so odsev univerzalnih načel, ki nas s svojo enostavnostjo in s tem izredno lepoto navdušujejo. Ta "družbeni red" ima toliko podobnosti z našim družbenim redom, da verjamemo, da to ni čisto naključje, temveč da je celo določeno *opozorilo*, kako naj živimo in urejamo svoj družbeni red, da bomo čim bolj osrečevali sebe in družbo, v kateri živimo, da bomo s tem izpolnili *poslanstvo* kot ljudje, kot pomembni neuničljivi deli narave, zavedajoč se, da narava "dobro ve, kaj dela". Vsako podcenjevanje našega poslanstva je zato *nesmiselno*.

Sedaj želimo prikazati nekatere pojave v atmosferi v primerjavi z analognimi dogajanjem v naši družbi - v človeštvu.

1. Vsak delec zraka v atmosferi ima svojo maso m , ki je težka, vztrajna, topla, stisljiva ... Zanja veljajo naravni zakoni v skladu z enoznačnimi univerzalnimi naravnimi načeli.

Človek je oseba, ki ima svojo voljo in moč, svoje želje in potrebe, svoja opazovanja in svoje zahteve, v sebi nosi dobro in zlo z vsemi svojimi številnimi psihično-fizičnimi kvalitetami. Vsak človek je osebnost (m) kot komplicirana funkcija številnih komponent ter živi pod vplivom družbenih zakonov med nenehnim delovanjem naravnih sil.

2. Atmosfera obstaja v polju gravitacije. Zato ima vsak delec zraka potencialno energijo polja gravitacije ϕ_t , ki je enaka vsoti potencialnih energij, ki imajo svoj izvor v telesih vesoljstva.

Vsak človek ima določen ugled v družbi, ki je odvisen od njegovih kvalitet. Nekatere od teh so na določen način neodvisne od družbe, v kateri živimo, saj smo jih prinesli s seboj na svet. To so npr. vrline, kot so inteligenca, čast in poštenje (družba nam lahko vse odvzame, samo časti in poštenja ne).

3. Atmosfera je sedež polja zračnega tlaka in vsak delec zraka ima zato potencialno energijo polja tlaka ϕ_p , ki je pri zraku kot idealnem plinu sorazmerna njegovi temperaturi in s tem tudi notranji energiji (enačbi (42), (16)).

Naš ugled je odvisen še od ene, v bistvu popolnoma drugačne komponente: od našega položaja v družbi. Ta ugled je zopet funkcija naših kvalitet, ki v nasprotju s prejšnjimi izraža, koliko smo kot socialna bitja sposobni navezovati bolj ali manj dobre odnose s sočlovekom. To bi bile vrline, kot so ljubezen do človeka, smisel za organizacijo.

4. Celotna potencialna energija kateregakoli zračnega delca v atmosferi je enaka vsoti potencialnih energij ϕ_t in ϕ_p . Videli smo, da je atmosfera stabilna samo tedaj, kadar se z višino (z večanjem geopotenciala) celotni potencial kateregakoli delca zraka veča.

Naš ugled ϕ je odsev ugledov ϕ_t in ϕ_p in prav v tem se skriva tista osnovna lastnost človeka, da ne želi menjati z nikomer. Vsakdo od nas ima v sebi nekaj nezamenljivega, in če nekega ugleda in/ali položaja nimamo, imamo druge psihično-fizične kvalitete, zaradi katerih smo popolnoma zadovoljni sami s seboj. Naša družba je lahko v stabilnem, indiferentnem in labilnem stanju. Stabilna je samo tedaj, kadar so ljudje na tem višjem položaju, čim večje so njihove kvalitete. Labilna družba se često z revolucijami in vojnami ruši in vsaj začasno pretvarja v stabilno.

5. Vsakemu zračnemu delcu v atmosferi pripada zunanja energija Z (enačba (42)), ki je enostavno enaka razliki med potencialno energijo polja tlaka in notranjo energijo (enačba (43)) in je tem večja, čim večja je notranja energija in s tem tudi potencialna energija polja tlaka. Zunanja energija obstaja v obdajajoči atmosferi in zračni delec jo v popolnosti izkoristi, kadar iz kateregakoli razloga zapusti atmosfero in pri tem dobi iz obdajajoče atmosfere natanko toliko, kolikor ji je v času obstoja v njej dajal.

Vsak človek je osebnost s svojimi specifičnimi lastnostmi U . Smo bolj ali manj pametni, dobri, močni, vztrajni ... in vsakemu od nas pripada določena lastnina - *sklad* Z , ki je zunaj nas v družbi, v kateri živimo. Naš ugled ϕ , ki ga uživamo, je po pravilu tem večji, čim bolj smo ustvarjalni in čim večje je naše zaslužen bogastvo Z . Vprašanje je, kako naj si ga pridobimo? - V atmosferi se zunanja energija Z spreminja izključno samo na ta način, da delec ali obdajajoči zrak *opravlja delo*. V prvem primeru se ta vrsta energije večja, v drugem zmanjšuje. Seveda kaj tako eksaktnega v naši družbi ne obstaja. V zvezi s tem moramo opozoriti, da človek v svojem življenju stalno jemlje iz družbe vse, kar potrebuje, toda žal često tudi mnogo več, na drugi strani pa daje družbi določeno protivrednost. Videli smo, da v atmosferi vsak delec zraka svojo zunanjo energijo v popolnosti izkoristi, kadar iz kateregakoli razloga zapusti atmosfero in pri tem dobi iz obdajajoče atmosfere natanko toliko, kot ji je v času obstoja v njej dajal. V zvezi s tem lahko zavzamemo stališče o tem, ali je *dobrota* samo nekaj subjektivnega, ali je to odsev univerzalne zakonitosti, zaradi katere *čutimo*, kaj je dobro, kaj zlo. Na osnovi vsega navedenega lahko ugotovimo, da je to *odsev univerzalnega zakona odnosa do okolja, v katerem živimo*. Tako lahko govorimo, da je človek *dober*, kadar družbi, v kateri živi, daje v svojem življenju več, kot dobiva od nje. To je v skladu z naravnimi zakoni in to je zato *vrlina* človeka in ne morda kompleks, posledica strahu pred božjo kaznijo.

Otrok, mladenič in mladenka danes npr. često malo, zelo malo dajejo svojim najbližnjim, dragim in potrebnim, niti dolžnega spoštovanja in to v primerjavi s tem, kar so dobili in dobivajo od prednikov, od staršev in drugih. In to v glavnem ne po svoji krivdi, temveč pod vplivom vseh mogočih dobrot oz. dobrin, ki nas obdajajo v času pospešenega razvoja tehnike in civilizacije. Samo zahtevati in nič dajati, je nenaravno, nepravilno in nepošteno. To nas *ne osrečuje*. *Srečo* moramo iskati samo v delu, v rezultatih dela, v *lepotah*, ki jih lahko odkrivamo *samo z delom*. Zato menimo, da je ena od osnovnih pravic človeka *pravica do dela*.

Na drugi stani pa danes tako često *dovoljujemo* in celo *opravičujemo*, da človek ubija sočloveka, veličastno delo narave, sina ljubeče matere, in da ga pred tem celo nečloveško trpinči. Za takega človeka ni sreče, morda jo bo našel, ko bo spregledal.

Čaka ga, pa naj verjame ali ne, zaslužena *kazen*. Narava je lahko nepopisno *lepa* samo za človeka, ki daje, ki se *žrtvuje*, in *grda*, nepopisno grda za človeka, ki samo jemlje in celo ubija. Če bomo živeli v skladu z naravnimi zakoni, bomo doživeli morda največje lepote, ki jih niti ne slutimo, sicer nas lahko čakajo neznosni trenutki - izbirajmo in odločajmo! Vsak pozitiven član naše družbe daje v svojem življenju tej skupnosti več, kot jemlje od nje. Tak član *ustvarja* in *množi* dobrine človeštva.

6. Notranja energija delca se lahko spreminja na dva načina: z dovajanjem in odvajanjem toplote in s termodinamičnim delom, ki je potrebno za spreminjanje njegovega volumna (enačba (18)) in ki edino omogoča zraku, da se dvigne na višji nivo. To delo je enako spremembi zunanje energije, ki se s hitrostjo zvoka v *celoti* oddaljuje od mesta nastanka. Na ta način se je s tem spremenila količina zunanje energije delca.

Človek se razvija na dva bistveno različna načina, s *spoznanji*, ki so vedno povezana z delom, *prizadevanji* in *žrtvami*, in s *prispevki družbe za njegove zasluge*. Na drugi strani pa vsakdo od nas tudi daje družbi, v kateri živi. V tem pogledu obstajajo razne možnosti, in rezultati našega dela niso vidni samo v naši neposredni okolici, temveč tudi bolj ali manj daleč stran.

7. Količina energije, ki jo delec pri dovodu toplote odda obdajajoči atmosferi, je določena z enačbo (19'). Videli smo, da delec takoj po tem, ko je prejel toploto, odda atmosferi energijo, ki je enaka 29 odstotkom prejete toplote. Podobno v času, ko delec zraka odda toploto, atmosfera opravi delo in s tem delcu odda energijo, ki je enaka 29 odstotkom oddane toplote. Tako obdajajoča atmosfera na adekvaten način nadomesti izgubo, ki jo je delec imel zaradi oddane toplote.

Človeku je treba omogočiti, da lahko deluje in ustvarja na tistem nivoju, ki ustreza njegovim intelektualno-fizičnim sposobnostim. V tem primeru bo lahko v največji možni meri koristil sebi in družbi, v kateri živi. Zakon mora to upoštevati in spoštovati. Največja nesreča za človeka je, če ni zaposlen, saj ne more izpolnjevati svojih obvez do družbe na ustrezen način in uživati v rezultatih svojega dela. Razumno je treba določiti razmerje med našo lastnino oz. "skladom" in našimi sposobnostmi (v atmosferi je to 29:71).

8. Vsak delec zraka v atmosferi zdaj sprejema, zdaj oddaja toploto, zdaj je delec toplejši, zdaj hladnejši od okolice in zato zaradi vzgona menja višino. Pri tem se adiabatno ohlaja oz. segreva. Zaustavlja se na tisti višini, kjer ima enake lastnosti (temperatura, potencial) kot obdajajoči zrak. To je v skladu z načelom združevanja podobnega s podobnim (Demokrit).

V zvezi s tem moramo opozoriti na izredno karakteristično lastnost atmosfere, da ni homogena, temveč razdeljena na posamezne *zračne mase* večjih in manjših razsežnosti. Tu obstaja hladen polarni, tam vroči tropski zrak, v kotlinah se zbira v jasnih nočeh hladen zrak v obliki pravih jezer hladnega zraka... In vsaka taka zračna masa prek več ali manj ostro izraženih mejnih površin meji s sosednjo. Vremenske razmere v posameznih zračnih masah se bolj ali manj močno razlikujejo med seboj. Tako se v hladnih jezerih često zadržuje megla, mirno je in pri nizkih temperaturah veje in druge izpostavljene

predmete pokriva nežno kristalno ivje. Ko se takega dne odpravimo v hribe, nas pot kmalu popelje do meje med hladnim jezerom in zgornjim neohlajenim zrakom. Pokaže se sonce, postane toplo, ivja ni več, pihajo bolj ali manj topli vetrovi in vse je drugače kot prej. Ozračje je čisto, visoke planine se bleščijo v soncu, pod nami pa leži belo megleno morje.

Vsaka zračna masa ima svoje specifične karakteristike, vsem pa je med drugim skupno *načelo*, da vsak pojav vsebuje v sebi pojave, ki delujejo proti njegovemu uničenju. Tako lahko hladno jezero več dni in več deset dni mirno leži v kotlini, čeprav nad njim obstaja sorazmerno zelo topla zračna masa. Če npr. po udaru vetra kakšen topel delec zraka zaide v hladno jezero, ga to odvrže, saj se zaradi vzgona vrača nazaj v zgornjo toplo maso.

Potreba oz. težnja združevanja enakega z enakim je zakon, ki ga moramo vedno upoštevati. To je v današnjih časih posebno pomembno, v časih, ko se posamezni narodi s tako odločnostjo in žal tudi brezobzirnostjo borijo za svojo samostojnost. Tako kot v atmosferi, kjer obstajajo posamezne zračne mase, ki se med seboj bolj ali manj razlikujejo, obstajajo različni narodi s svojo človeško pravico do obstoja, s svojimi specifičnimi lastnostmi. Ti si na razne načine urejajo svoje medsebojne odnose, izhajajoč iz pogledov, ki se navadno med seboj razlikujejo. Veliki radi govore o pravici močnejšega, kar imamo za nesmisel, saj se vedno najde še močnejši. Vsekakor moramo pri urejanju razmer najti pravilno rešitev: mir in normalno trajno sožitje. Našli jo bomo, če bomo spoštovali in upoštevali take splošne veljavne mednarodno sprejete predpise, ki bi temeljili na univerzalnih etičnih načelih, enako veljavnih za vse.

Zakon, ki govori o potrebi združevanja ("v slogi je moč"), je tudi sicer nujno potrebno upoštevati (*organizacija držav, strokovnih združenj in političnih strank, življenje v družini...*). Tako so kolektivne odločitve *heterogenega* članstva poljubnega kolektiva često v nasprotju z etičnimi zakoni in celo izredno škodljive. Ena od slabosti samoupravnega sistema je brez dvoma bila ta, da je dajal prednost kolektivnim odločitvam pred odločitvami posameznikov. Čim močnejši je človek in čim bolj bi lahko kot tak koristil, tem bolj je često osamljen in omejevan v svojem delovanju. V nasprotju s to miselnostjo cenimo in spoštujemo starejše - v najširšem smislu besede, spoštujemo očeta in mater. Zavedati se moramo in si priznati, da tudi na njihovih delih in žrtvah za nas ustvarjamo svojo srečo.

9. Zaradi vztrajnosti in odpora okolja se ravnotežje ne doseže takoj, temveč šele tedaj, ko sila vzgona ne obstaja več.

Naše upravičene težnje po uveljavljanju in doseganju zasluženih pravic so vedno povezane z večjim ali manjšim odporom družbe. Ne smemo zahtevati, da takoj dosežemo to, kar nam pripada. To je podobno kot odpor atmosfere pri gibanju segretega ali ohlajenega delca zraka, zaradi česar le-ta ne doseže takoj ravnotežnega stanja.

10. Med dovajanjem in odvajanjem toplote nastaja okoli delca zraka val v obliki zgoščine oz. razredčine. Val se giblje v polju teže, tlaka, vetra in temperature ter povzroča ustrezne motnje v okolju, in sicer tako tam, kjer trenutno obstaja, kakor tudi za seboj v

sledi.

Vsak človek pušča za seboj v teku življenja večjo ali manjšo sled. Vsak človek želi, naj prizna ali ne, da se mu priznajo "zasluge za narod". Te so plod dobrote, našega truda, da damo od sebe vse, kar je v naši moči in s tem obogatimo občestvo, v katerem živimo. Plod našega nesebičnega dela je del naše sreče, ki jo doživljamo, če živimo v skladu z *vestjo*, ki je odsev obstoja univerzalnih naravnih zakonov.

12 Sklepne misli

Na podlagi stalnega sistematičnega opazovanja razvoja vremena in v zvezi s tem preučevanja zakonov dinamike in termodinamike atmosfere je avtor tega dela opazil številne zanimive in pomembne analogije med pojavi v zemeljski atmosferi in človeški družbi. Po kratkem opisu teh zakonov so v prejšnjem poglavju posebej opisane opažene analogije.

Menimo in verjetno je, da vse te analogije niso čista naključja, temveč odsev *univerzalnih zakonov*, veljavnih za neživo in živo naravo. Vse to je usklajeno z daljnosežnimi načeli, ki nas s svojo logiko, enoznačnostjo, enostavnostjo in lepoto vedno znova prevzemajo, navdušujejo in spodbujajo k nadaljnjemu razmišljanju. Živimo v naravi, ki nam vedno znova odkriva svoje skrivnosti in vedno znova se nam vsiljuje misel, da vse, kar vidimo in doživljamo, ni naključje, temveč odsev nekega zavedajočega se duha - Boga, in sicer samo enega, saj drugače univerzalni zakoni ne bi bili enoznačni.

Pričujoče delo pomeni skromen vpogled v del narave, majhen po velikosti, vendar veličasten in vsebinsko neskončen. To je zemeljska atmosfera kot svet zase, nosilka analogij med pojavi v njej in v naši družbi. Prav te analogije se nam prikazujejo kot *zapovedi*, po katerih naj živimo, če želimo v življenju doseči srečo, po kateri hrepenimo od svojih najmlajših let. Dosegli in zaslužili jo bomo, če bomo hodili po taki poti soglasja. S tem bomo izpolnili poslanstvo, ki se od nas kot neuničljivega dela narave pričakuje.

Na podlagi opaženih analogij lahko sklepamo:

- da je ena od osnovnih pravic človeka pravica do dela, saj nas edino delo (vključujoč žrtve) lahko pripelje do sreče, do pravičnega napredovanja v družbi,
- da vsakemu človeku poleg osebne pripada tudi zasebna lastnina (sklad), ki naj bi bila usklajena s kvalitetami človeka,
- da naj si človek prizadeva, da bi v svojem življenju družbi več dal, kot od nje jemal,
- da čustvo dobrote temelji na univerzalnosti naravnih zakonov, da zato dobrota ni samo subjektivno čustvo, temveč je vrlina, prav tako kot poštenje, modrost, volja...,
- da je narava (in s tem življenje) za človeka tem lepša, čim bolj živi v skladu z naravnimi

zakoni, ki jih vsak od nas bolj ali manj občuti,

- da se zahteva od nas, naj pospešujemo življenje in naj ne oviramo sočloveka pri njegovem ustvarjalnem delu,

- da je naravno spoštovati Demokritovo načelo združevanja podobnega s podobnim (spoštovanje patriotskih čustev, negovanje strokovnih društev...),

- da ima vsak človek *dušo*, ki je neuničljiva, kot je neuničljiva energija,

- da s smrtjo ostajamo še naprej (ko se kristal vode posuši, se njegova masa ne uniči in ostane nespremenjena v obliki vodne pare),

- da je zločin ubiti človeka (prav tako sebe), saj se s tem ne zada samo sočloveku neizbrisne bolečine, temveč se tudi ne spoštuje neizprosni naravnih zakonov.

Navedli smo nekaj misli, kakšen naj bo po našem mnenju kodeks našega vedenja, da bi v življenju zaradi svojih zaslug in žrtev čim večkrat doživljali srečne trenutke, po katerih hrepenimo. Opisane analogije v zvezi z našimi čustvi nam zato kažejo, kakšno življenje je v skladu z univerzalnimi zakoni in kakšne elemente naj zato vsebuje *etični kodeks*, ki naj bo vodilo v našem življenju.

Priznanje

Delo je plod dolgoletnih opazovanj, razmišljanj in razgovorov z člani moje ožje družine, s soprogo Gizi in sinovoma Vladimirjem in Iztokom. Brez tehnične pomoči sinov, brez njunih koristnih pripomb bi bilo delo močno pomanjkljivo in danes niti ne bi bilo pripravljeno za objavo. Za tako izdatno pomoč se imenovanim od srca zahvaljujem. Zahvalo zasluži tudi gospa bohemistka Nives Vidrih, ki je lektorirala tekst.

Seznam avtorjevih razprav, na katerih temelji delo

1. Impulzna teorija gibanja - Pojavi v ozračju kot slika pojavov v vesoljstvu (začasno poročilo). Samozaložba. Tisk Makso Hrovatin, Ljubljana, 1945, 1-37.
2. Conséquences immédiates de l'absorption et de l'Émission de l'Énergie calorique dans l'atmosphère. Archives des sciences physiques et naturelles, **152** (1947), 112 -118.
3. O talasnoj energiji. Astronomska i meteorološka saopštenja, Beograd, 1948, 1-2.
4. Potencialna energija raspodele vazdušnog pritiska i Bernoulli - Bjerkneseva jednačina. Hidromet. glasnik I (1948), 98-104.
5. O pretvaranju energije u atmosferi. Publikacije Savezne uprave hidrometeorološke

- službe FNR Jugoslavije, **2** (1949), 1-30.
6. O toploti isparavanja. Hidromet. glasnik, **3** (1950), 19-25.
7. Sur l'Énergie potentielle du champ barique. Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie A, **5** (1952), 5-16.
8. Über die Strömung der inneren und kinetischen Energie in der Atmosphäre. Gerl. Beitr. zur Geoph. **63** (1953), 130-144.
9. Über lokale Luftruckänderungen in der Atmosphäre. Arch. für Met., Geoph. und Biokl., A, **6** (1953), 201-210.
10. Internal and External Influences on Weather Development. Időjárás, **62** (1958), 129-133.
11. Uvod u dinamičku meteorologiju - 1. deo, Osnovi dinamičke meteorogije. Savez studenata Prirodno-mat. fakulteta u Beogradu (univerzitetni učbenik), 1959, 1-288.
12. General Solution of the Wave Equation. International Geophysical Year, 1957/58, Annals, **11** (1961), 28-30.
13. Air Flow in a Variable Pressure Field. Időjárás, **66** (1962), 320-336.
14. Über die Tendenzgleichungen eines System - predavanje na posebnem kolokviju Univerze Karl Marx v Leipzigu ob 50-letnici obstoja l. 1964 (posebna publ. 359-362).
15. Transport de l'Énergie dans l'atmosphère et premier principe de la thermodynamique. Geofisica e Meteorologia, **XVII** (1968), 39-42.
16. A Discussion of the Validity of Hydrodynamical Equation of Motions. Pure and Applied Geophysics, **79** (1970), 92-97.
17. Su alcune analogie fra i principi dell'etica e quelli delle leggi fisiche. Predavanje na zasedanju 18. skupščine Italijanskega geofizičnega in meteorološkega društva (Genova, 2. - 3. April 1970).
18. Way of Flying Based on Compressibility of Fluids. Pura and Applied Geophysics, **93** (1972), 187-190.
19. O nekim analogijama izmedju pojava u atmosferi i vasioni. Zbornik radova Nacionalne konferencije jugoslovenskih astronoma - 1973, Beograd. Savez društava mat., fiz., i astr. Jugoslavije, Beograd, 1975, 123-128.
20. Analogije izmedju pojava u atmosferi i našem društvu. Tehnika - opšti deo, **22** (1977), 815-820.
21. Impulzna teorija gibanja. Neobjavljeno, 1982, 1-146.

22. Coriolis-Kraft und Arbeit. Zeitschrift für Meteorologie, **29** (1979), 40-44.
23. Homogeneous Medium and Law $r^2\rho = const$. Collana Studi dell'Accademia Ligure di Scienze e Lettere, **VI** (1985), 29-32.
24. Brechung und Reflexion von Longitudinalwellen. Gerlands Beitr. Geophysik - Leipzig **97** (1989), 213-216.
25. Transport der inneren und kinetischen Energie durch die Grenzflächen von Luftmassen. Z. Meteorol. **39** (1989), 213-216.
26. Kinematic and Dynamic Characteristics of Longitudinal Spherical Waves. Neobjavljenost, 1992, 1-9.
27. Critical Remarks on the Basic Postulates of the Kinetic Theory of Gases. Neobjavljenost, 1992, 1-7.



001155 2

NARODNA IN UNIVERZITETNA
KNJIŽNICA



00000211036

Narodna in univerzitetna knjižnica
v Ljubljani

II 505444

