

Josip Weissgerber

KOZMOLOGIJA ERNSTA MACHA (1838.—1916.)

Ova je studija skraćeno poglavlje iz doktorske teze: *Empiriocriticisme, Philosophie d'Ernst Mach, initiateur du courant néo-positiviste*, Louvain 1972., I. (181 pages), II. (182.—429., indeksi do 441.).

Ernst Mach, za koga je na sveučilištu u Beču osnovana (prva u Evropi) katedra filozofije induktivnih znanosti, premda je bio samo fizičar, poznat je kao pokretač novog filozofskog smjera: neopozitivizma. Oko njegove katedre, koju su po pravilu držali fizičari i matematičari, organiziran je 1928. i 1929. glasoviti »Bečki kružok« (*Wiener Kreis*), nazvan isprva (1928.) »Ernst Mach Verein«. Taj je pokret promijenio našu civilizaciju uvevši svuda u područja prirodnih znanosti logistiku.

Tako se rodila kompjutorska civilizacija, koja, istina, prijeti radničkim masama automatizacijom, ali obećava čovječanstvu budućnost s više slobodna vremena (*otium, σχολή*). Slobodno je vrijeme preduvjet svakog kulturnog stvaranja. — Edmund Husserl, i sam matematičar, predložio je Machu da ga naslijedi na katedri filozofije induktivnih znanosti. Mach je prihvatio Husserlovu kandidaturu, no plan nije ostvaren.

E. Mach poznat je u fizici jer je njegovo ime poslužilo za jedinicu otpora koje razne sredine i gustine pružaju tijelima koja se kreću. Poznat je i fiziolozima po Mach-Breuerovoj teoriji o labirintu u ušnoj šupljini. Napisao je odličnu metodologiju prirodnih znanosti, zapravo samo metodologiju fizike, zatim povijest fizike — no on živi do naših dana prvenstveno po svojoj kritici osnovnih fizikalnih pojmova, koja je uvjetovala fiziku Alberta Einsteina. Einstein se nazvao u listu Machu »ihr verehrender Schüler A. E.« — U svojoj sedamdesetoj godini Einstein stavlja

u svojoj znanstvenoj autobiografiji od šezdesetak stranica Macha na početak svih svojih novina, a teoriju relativnosti nazvao je najprije »princip E. Macha«.

Mi ćemo se u ovoj studiji ograničiti samo na Machovu kozmologiju. Ni nju nećemo razvijati do zrelih plodova u suvremenoj fizici, što smo učinili u drugom dijelu disertacije koja će izaći na francuskom pod naslovom: *Empiriocriticisme phénoménologique. Philosophie d'Ernst Mach et de son école.*

I: *Continuum* — shvaćen kao sistem neprekinutog mnoštva u kojem se između svaka dva člana nalazi neizmjeran broj članova — sadržava po Machu »dvostruki salto mortale iz konačnog u neizmjereno maleno i ponovo iz neizmjernog u konačno«.¹

Continuum je kvalitativna homogenost onoga što mjerimo. Sve što se pokazuje kao kontinuirano, može se svejedno sastojati od odijeljenih elemenata. Mach vrlo dobro tumači aritmetičke operacije, koje nadilaze jednostavno zbrajanja kao izraz relacija višeg područja, kao izraz struktura, rekli bismo mi.

»Kvantitativni prikaz ne razlikuje se od kvalitativnog osim u tome što se odnosi na homogeni (istovrsni) continuum slučajeva.«² — »Pod continuumom shvaća se sistem (ili mnoštvo = Mannigfaltigkeit) brojeva koji posjeduju jedno ili više svojstava A' u različitim mjerama na taj način da se između svaka dva člana, koji predstavljaju konačnu razliku A, može umetnuti neizmjerni broj članova koji slijede jedan za drugim, a pokazuju neizmjereno male razlike gledom na A.«³ — »Taj dvostruki salto mortale s konačnog na beskrajno sitno i ponovo s beskonačnosti na konačno nije nigdje izveden.«⁴ — »Ali mislilo se da suma elemenata koji nisu beskonačno maleni ne bi mogla dati približno točnih rezultata.«⁵ — »Sve što izgleda kontinuirano moglo bi jednako dobro biti sastavljeno od odijeljenih elemenata, samo ako su ti elementi dostatno maleni, odnosno dostatno brojni u usporedbi s najmanjim mjerama koje upotrebljavamo.«⁶ — »Biot veli da možemo, po Laplaceovoj primjedbi, doći do diferencijalnih jednadžbi samo ako pretpostavimo da je dovod topline davane štapu između točaka konačne udaljenosti (makar one bile vrlo malene).⁷ — »Pichet⁸ razlikuje toplinu koja izharava od topline koja se širi te misli da se samo ova posljednja širi polako od jednog do drugog dijela dok prva pogađa tjelesa u otvorenu sredinu između njih, a širi se pravolinijski i, u svakom slučaju, vrlo brzo, možda brzinom zvuka ili svjetla.«⁹

¹ E. MACH, *Die Prinzipien der Wärmelehre, historisch-kritisch entwickelt*, J. A. Barth, Leipzig 1896., 1923. (4), str. 75. WARM kratica odsada.

² E. MACH, *Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen*, G. Fischer, Jena 1886., 1905. (5), str. 281. AnEmp kratica.

³ WARM, str. 71.

⁴ WARM, str. 75.

⁵ WARM, str. 74.

⁶ WARM, str. 76.

⁷ WARM, str. 80.

⁸ PICHET, *Essai sur le feu*, Génève 1790., str. 83.

⁹ WARM, str. 127.

»Primjena aritmetike na geometriju već je npr. pokušaj da se dijagonala i stranice izraze istim jedinicama, zatim čisto aritmetičke operacije, korijen kao obratna analitička operacija potenciranju, vode do fikcije iracionalnih brojeva, koji ne mogu biti određeni konačnom numeričkom operacijom.«¹⁰ — »Oduzimanje postaje odmah moguće i poprima prihvatljiv smisao čim se predoči kao opozicija dobitak — gubitak, koraci naprijed i nazad. Tako dolazimo do koncepta opozicije između pozitivnih i negativnih brojeva.«¹¹ — »Razlomci nemaju smisla izvan slučaja kad su jedinice zaista djeljive.«¹² — »Drugi korijen negativnog broja isprva izgleda imaginaran. Zaista, prošlo je mnogo vremena odonda kad se smatrao nemogućim, a tako je bilo i s negativnim brojem. Wallis je prvi pokazao, upotrijebivši algebru geometrijski, da je $\sqrt{-1}$ geometrijska sredina između (-1) i $(+1)$, $(+1) : i = i : (-1)$, i odatle $i = \sqrt{-1}$. To tumačenje nije bilo posve jasno do Arganda, koji je stvar rastumačio. On je primijenio proporcionalnost ne samo na veličinu nego i na smjer: dao je izrazu $a + \sqrt{-1}$ značenje vektora na površini.«¹³

»Gauss je rekao: Broj je tvorevina duha. Psihološko naivno promatranje uči nas da je ipak oblikovanje brojnih pojmova uvedeno iskustvom, kao i oblikovanje geometrijskih pojmova.«¹⁴

Neizmjerljivost iracionalnih brojeva ($\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{5}$ itd.), kao i imaginarnih brojeva (drugi korijen negativnih brojeva) rastumačena je ovdje kao napor da se geometrijske strukture koje smo zahvatili zamršenijim jednadžbama svedu na zbrajanje i na njegovu protivnost, oduzimanje.

Machova nauka o continuumu i mnoštvu zahtijeva tumačenje. Mach ovdje ima bolje zamisli od skolastika koji ne paze na moment kad ostavljaju područje čiste multiplikativnosti te ulaze u kvalitetno i strukturalno područje (Formenlehre). Zaista ne valja zamijeniti mnoštvo (Mannigfaltigkeit) i protežnost-prostornost, ne valja zamijeniti aritmetiku i geometriju. Sve što je ograničeno ujedno je i umnoživo jer ne sadrži punine bitka te tako ne iscrpljuje stvoriteljsku silu Prvog Uzroka. Ne postoji najveći mogući broj, svakome se može dodati veći, $n + 1$. Svaki određeni broj ograničen je. Mnoštvo stvarno neograničeno jest protuslovlje u adjektivu (contradictio in adjecto). Samo daljnja umnoživost ostaje neograničena kao mogućnost, upravo stoga jer je svako mnoštvo ograničeno pa ne može iscrpiti mogućnosti bitka. Ta uvijek otvorena umnoživost svakog mnoštva prije je u neodređeno (in indefinitum) nego u beskraj (in infinitum). Stoga svako mnoštvo i umnoživost dokazuje ograničenost takvih bića i može se uzeti kao dokaz ograničenosti. Fernand Van Steenberghen veli:

»Zato ni Bog ne poznaje beskrajni niz cijelih brojeva jer ne postoji i ne može postojati kao ni četverouglasta kružnica; no Bog zna kao i mi (i beskrajno

¹⁰ E. MACH, *Erkenntnis und Irrtum, Skizzen zur Psychologie der Forschung*. J. A. Barth, Leipzig 1905., 1926. (5), str. 330. ErIr kratica.

¹¹ ErIr, str. 331.

¹² E. MACH, *La connaissance et l'erreuer* (francuski prijevod dr. Marcela Dufour), Ernest Flammarion, Paris 1908., str. 332. ConEr kratica.

¹³ ErIr, str. 331. i 332.

¹⁴ ErIr, str. 391.

bolje od nas) da nijedan cijeli broj nije posljednji u nizu i najveći mogući broj i da je po tom niz brojeva po naravi neodređen, tj. uvijek se može povećati.¹⁵ F. Van Steenberghe zauzima stanovište protiv sv. Tome Akvinskog, koji ovdje oklijeva: samo nam objava garantira da je trajanje svijeta ograničeno. Naprotiv, sve je brojivo ograničeno. Vlastito određenje brojnog niza jest ograničenost, sposobnost da bude prebrojen. — »Ono što čini mnoštvo diskretnim jest broj njegovih jedinki, dakle ograničenost.« Neograničenom se ne bi moglo ni što dodati ni oduzeti jedna jedinka, inače se nalazimo u apsurd: ograničeno + 1 = = neograničeno, neograničeno - 1 dalo bi dvije ograničenosti; ograničeno + + 1 = neograničeno. Ako od beskrajnoga oduzmemo beskraj, ostaje ništa.¹⁶

Naš očiti uvid o uvijek daljnjoj umnoživosti brojeva pokazuje kvantitativno beskrajne dimenzije našeg horizonta bitka, kao što naša intuicija nesavršenog, kvalitativno ograničenog i dalje usavršivoga dokazuje kvalitativno beskrajne dimenzije našeg zora o bitku. Stupnjevi savršenstva uključuju uvijek ograničenost nižih stupnjeva. Umnoživost i usavršivost uključuju ograničenost. Sposobnost da bića možemo shvatiti kao umnoživa i usavršiva pokazuje dokle seže naš beskrajni horizont bitka. Ta kvantitativna i kvalitativna neograničenost atmosfere bitka, kojeg dio činimo i mi sami, ne mora uvijek biti svjesno tematizirana i doživljena, ali ona djeluje iznutra i čini nas sposobnim da upoznamo umnoživo i usavršivo kao takve.

Sve što je protežno ujedno je umnoživo i ustanovljeno kao umnoženo. No protežna materija nije jedino što se može umnožiti. Zato se ne smije protežnost jednostavno definirati kao umnoživost. Definicija bi bila preširoka. Po Machu djeljivost je samo derivacija umnoživosti. Ako nema cjelina sastavljenih od mnoštva, zbrojenih i možda još i formalno strukturiranih, ne može biti ni djeljivosti. U formalno strukturiranoj cjelini jedinke postaju »dijelovi«. Aristotelova definicija »ono što ima dijelove izvan dijelova« (id quod habet partes extra partes) nije definicija protežnosti, nego bilo kojeg djeljivog mnoštva, bilo prostorno ili ne. Samo prijedlog »izvan« sjeća na prostor. Ako ga shvatimo kao »različan od«, o prostoru uopće ne govorimo.

U stvari, Aristotel daje tu definiciju za kvantitetu, a ne za protežnost; ona se ipak provlači po udžbenicima kao definicija protežnosti i ujedno kvantitete. Točan prijevod Aristotelove definicije bio bi: »Kvantiteta je djeljiva u konstitutivne elemente od kojih je svaki kadar biti jedno i nešto.«¹⁷ Uobičajeni latinski prijevod unio je prostornu interpretaciju: Quantum dicitur id quod est divisibile in insita quorum utrumque aut singula unum quid et quod quid apta sunt esse. — Ta definicija označuje ujedno razliku između Aristotelova pristupa i Machova, te ostalih matematičara (Kronecker, Cauchy, Gauss, Weierstrass, Dedekind itd.): Aristotel polazi od cjeline strukturirane formom koju dijeli, Mach polazi

¹⁵ FERNAND VAN STEENBERGHEN, *Ontologie*, Louvain 1966. (4), str. 224.

¹⁶ *Ib.*, str. 249—250. TOMA AKVINSKI govori o beskraju u *Teološkoj Sumi* I, 7, n° 4.

¹⁷ ARISTOTEL, *Metafizika* V, 13, 1020 a 7.

od jedinki koje nadodaje. Aristotel vidi djeljivu cjelinu, Mach umnoživost (quotitas), koju treba dodavati i eventualno strukturirati. Mach navodi Gaussovu izreku koju je Kronecker izrekao prije njega: »Bog je stvorio prirodne brojeve, sve je ostalo čovjekovo djelo.«¹⁸ Rekli bismo da je i ostalo djelo duhovnog svijeta, ali formalno djelo, organizacija struktura, spiritualizacija svijeta inteligibilnim odnosima. Negativni, iracionalni i imaginarni brojevi nastaju kad reduciramo kvalitete, matematički izražene jednadžbama, na zbrajanje.

Aristotel nije volio matematiku, on se uvijek sklanjao u više područje 'formi'. Tako je dao neadekvatan odgovor aporijama Zenona Eleatskog, koje se oslanjaju na nemogućnost stvarno beskrajnog mnoštva djeljiva u beskraj. Mach bez komentara opetuje Aristotelov odgovor: »Što je u pokretu, ne kreće se brojeći.«¹⁹ Aristotel je utekao u formalno područje pred poteškoćama koje su postavljene na području umnoživosti. Što je u pokretu, prolazi stvarno prostorom, što je više nego brojiti mu dijelove. Aristotel je načinio dvostruk skok: od mnoštva kroz prostornost u strukturalne forme.

Između spojenog (continuum) i odijeljenog (distinctum, discretum) postoji stanje dotaknutosti (contiguum). Contiguum odgovara prostornom: geometriji između aritmetike i struktura (Formenlehre). Mnoštvo je odijeljeno (discretum, distinctum), prostor je međusobno dotaknut (contiguum), a strukture ujedinjuju i »sadržavaju« (continent) jedinice u tijela. Continuum može biti polazna točka samo u aristotelovskoj, više biološkoj orijentaciji, po kojoj su »forme« iznad svega ostaloga. Tako je posve razumljivo da Mach napušta continuum i zauzima se za odijeljenost (discretum, distinctum). Ako taj njegov 'discretum' primijenimo na fiziku, tj. ako ga geometriziramo, discretum postaje contiguum. Discretum, za koji se zauzima Mach, zapravo je 'contiguum' jer on, kao i Aristotel, zabacuje apsolutnu prazninu koja bi imala dimenzije: razmaka ničim neispunjenog između posljednjih jedinki ne može biti.

Machov pristup temeljniji je i bolji. Tijela su djeljiva jer su prije toga bila zbrajanjem umnoživa, ne obratno. A toliko puta su djeljiva koliko puta su prije toga bila umnožena. Djeljivost ovisi o prethodnoj umnoženosti. Pa kako nema dodavanja do beskraj, nema ni djeljivosti u beskraj. Tako treba odgovoriti Zenonovim poteškoćama: čak i brojeći točke, Ahil može preći kornjaču, trkač može doći cilj u stadionu, a strijela može započeti i dovršiti svoju putanju. Nigdje nema beskrajnog mnoštva koje se svakako ne bi moglo ni prebrojati, a kamoli prevaliti.

U toj perspektivi potrebno je pretpostaviti posljednje jedinice materije ili prostora. Fizika je daleko od toga da ih je ustanovila ili izračunala. Planckovi 'kvanti' predstavljaju jedinice temeljnog procesa koji pretpostavlja daljnju kompleksnost i mnoštvo unutar pojedinog kvanta. Ali

¹⁸ »Die natürlichen Zahlen hat der liebe Gott geschaffen, alles Ubrige ist Menschenwerk.«

¹⁹ WARM, str. 74.

filozofski (kozмолоški) moramo zaključiti da postoje posljednje jedinke — hiloni, materioni, spacioni, 'atomi' = nedjeljivci u grčkom izvornom smislu. Te posljednje monade utemeljuju prostor, nedjeljive su i jednostavne. Za pojedine od njih kurentna i kriva definicija prostornosti ne odgovara. Njihovu osnovnu prostornost kojom utemeljuju sav prostor, ne možemo sebi predočiti. O njima imamo samo analogni pojam. Te posljednje jedinke 'tenzivne' su, ali nisu 'ekstenzivne'. Iskustvena prostornost, dostupna i shvatljiva čovjeku, stvara se golemim dodavanjem i strukturalnom dinamizacijom tih jedinki. Te posljednje monade prostora nemaju nikakva oblika (konfiguracije) jer svaka konfiguracija već pretpostavlja poredano mnoštvo. Stoga ih i ne možemo predočiti. S tog stanovišta Aristotel nije trebao zabaciti Demokritov i Leukipov atomizam jer bi, navodno, svaki oblik posljednjih »nedjeljivaca« (atomoi) pri svakom pokretu, osobito kružnom, stvarao apsolutne praznine, »ništa« raznih dimenzija. Dimenzionalno ništa zabacuju s pravom i Aristotel i E. Mach. Posljednje monade nemaju nikakva oblika, pa poteškoća otpada.

Lako previdimo kad smo prešli u formalni sektor. Odnosi i strukture koje zahvaćaju (continent) potpuno ispunjenu prostornost materije, zatvarajući je u homogenu ili heterogenu strukturirane kontinue, propadaju dijeljenjem, ne stvarajući nikakvih apsolutnih praznina. Pravac, shvaćen kao vektor sa smjerom, najjednostavnija je 'forma', jednodimenzijalni continuum. Niz cijelih brojeva 1, 2, 3, ... n, nije još pravac; niz brojeva čisto je mnoštvo bez ispunjenosti prostora i bez odnosa formalnih struktura. Pravac je već formalan i po tome shvatljiv. U njemu već ima inteligibilnoga u osjetnom. Pa i niz brojeva lagano je strukturiran i stoga razumljiv: cijeli brojevi predstavljaju zbrojeve: 1, 1 + 1, 1 + 1 + 1 itd.

Dosljedno, čini se da nam je vratiti se boljoj Platonovoj zamisli: točka nije limes (granica) u Aristotelovu smislu bez ikakvih dimenzija; točka je jedinično dimenzionalna, čak i analogno trodimenzionalna tako da su sve tri dimenzije svedene na jedinicu. »Ništa« se ne može zamisliti, pa se ne bi smjelo ni nazivati. Točka bez ijedne dimenzije, tj. bez ikakve prostornosti, ne bi imala nikakve realnosti koju bismo mogli misliti. Pravac ima jednu dimenziju umnoženu, a dvije u stanju jedinice; površina ima dvije dimenzije umnožene, a jednu kao jedinku. Tijelo ima sve tri dimenzije umnožene. Ne pretpostavimo li taj minimum realnosti (pomišljene ili konstatirane), mi se mučimo da mislimo »ništa« — da ništa ne mislimo. Ako su granice — točka, pravac, površina — nešto stvarno, moraju posjedovati bar jedinične dimenzije.

Ernst Mach ne ide tako daleko, ali neopozitivistički iz njegove skupine — Clifford, Stallo, Pearson — i fizičari kozmolozi oko A. Einsteina produbljuju ta pitanja. Mach općenito ne povlači svih zaključaka iz svojih zamisli. S obzirom na geometrijske limese (granice) on opetuje Aristotelove tvrdnje.²⁰

U tim razlaganjima gradimo na radovima Rudera Boškovića (1711. —1787.), koga skolastici općenito zabacuju jer je odviše izmijenio

²⁰ ConEr, str. 359.

Aristotela.²¹ Njegov sistem nazivaju za šalu sistemom »naduvenih točaka« (puncta inflata). Mi radije nazivamo monade prostornosti »tenzivnim točkama« (puncta tensiva). Bošković razlikuje spacijalnost od umnoživosti. On veli da svi koji dopuštaju beskrajnu djeljivost continuuma ne mogu odgovoriti poteškoćama Zenona Eleatskoga.

Moderni kozmolog Bertram Schuler razlikuje također prostornost (Ausdehnung, Räumlichkeit) od mnoštva (Vielfältigkeit).²² »Protežnost kazuje relaciju prema drugom.« (ib. I, 19.) — »Kvalitete se ne mogu shvatiti matematički kao dijelovi bez dimenzija.« (Ib. I, 18.) — »Ispod jedne granice prostor gubi predočivost, postaje sub-reprezentativan.« (Ib. I, 23). Schuler razlikuje matematičke točke od fizikalnih pa veli: »Matematičke točke nisu nipošto stvari fizičke realnosti, nego misaoni predmeti (Gedankendinge). Samo su geometrijska mjesta, a ne realnosti koje bi ispunjale prostor i mogle postojati neovisno od naše misli.« (Ib. I, 18.) — Termin 'matematički' dvosmislen je: radi li se o aritmetici ili o geometriji? Ako se radi o aritmetici, ona govori o mnoštvu bilo koje realnosti. U tom smislu Schuler nema pravo govoriti o geometrijskim mjestima. Radi li se o geometriji, valja govoriti o realnom prostoru, o realnim dimenzijama i o realnim granicama, makar ih izražavali samo mislima, inače izgovaramo riječi bez sadržaja. Našim je mislima ipak potreban neki sadržaj. Pa i aritmetičko mnoštvo nisu umnožene »ništavosti«, nego umnožena neka nedeterminirana stvarnost, prostorna ili ne.

II. E. Mach shvaća svijet kao psihofizičko jedinstvo elemenata u mnogostrukoj povezanosti. Te povezanosti koje izražavaju fizikalne jednadžbe predstavljaju 'supstanciju'.

Mach kritizira izraze 'supstanciju', 'masu', 'materiju'; on sve svodi na povezanost elemenata. Ne isključuje elemente koji su u vezama, tako da ga ne možemo nazvati aktualistom kao da bi postojale gole strukture ničega.

Ovdje iskrsava pitanje: koja je razlika između skolastičke koncepcije i Machove o supstanciji? No čujmo najprije samog Macha!

»Možemo misliti s Fechnerom da je prvotno organizirana materija, a ne neorganizirana i da se organizirana materija može pretvoriti u stabilniju neorganiziranu, a obratno se ne dešava. Priroda nije vezana da počne onako kako naša pamet smatra da je najjednostavnije.«²³ — Nastavak tih misli slijedi u poglavlju o termodinamičnoj entropiji. Ovdje nas zanima samo organicistička zamisao svijeta. — »Elementi senzacija, na koje se konačno može svesti analiza konceptualnih karakteristika, jesu psihičke činjenice, a konstantnost veze reakcija, koje predstavljaju fizikalne jednadžbe, najviša je supstancijalnost koju je znanost mogla dosad otkriti, ta je konstantnost stabilnija od svega što se nazivalo supstancijom.«²⁴ — »Kad iznesemo fizikalni zakon za određenu supstan-

²¹ R. BOŠKOVIĆ SJ, *Theoria philosophiae naturalis*, Venetiis 1763.

²² BERTRAM SCHULER, *Die Materie als lebende Kraft*, I. II., 1959.

²³ ConEr, str. 297.

²⁴ ConEr, str. 144.

ciju, znači da je taj zakon valjan za stanoviti prostor u kojem se mogu očitovati poznate reakcije jedne supstancije. Sam termin 'supstancija' pokriva i sakriva općenito komplementarne uvjete.«²⁵

»Supstancijom se naziva ono što je bezuvjetno konstantno.«²⁶ — »Ali takvo hipostaziranje ima i svojih nedostataka.«²⁷ — »Nema prave bezuvjetne konstantnosti, mi je postižemo samo izostavivši i omalovaživši uvjete ili misleći da se neki od njih uvijek pojavljuju ili hotice odvrćamo oči od njih.«²⁸

»Ostaje samo jedna vrsta konstantnosti koja zahvaća sve ostale slučajeve konstantnosti, naime konstantnost veza (ili relacija). Supstancija, kao i materija nisu bezuvjetno konstantne. Što mi nazivamo materijom, to je stanovita zakonska povezanost elemenata. Percepcije različitih sjetila jednog čovjeka, kao i sjetilne percepcije više ljudi ovise međusobno po zakonu. U tom se sastoji materija.«²⁹ — »Ovdje dolaze do izražaja empirički pojmovi mjesto metafizičkih. Znanost time ne trpi nikakva gubitka kad zamijeni nešto fiksno, stalno i nepoznato (materiju) konstantnim zakonom. Time se ne stvara nikakva nova filozofija, nikakva nova metafizika.«³⁰

»Moja definicija mase — otpor kretanju (MEC p. 196) dolazi od težnje da se ustanovi međusobna ovisnost fenomena i da se ukloni svaka metafizička tama, a da ipak nije manje dobra s obzirom na rezultate od bilo koje druge od onih koje se sada upotrebljavaju.«³¹ — »Prednost koncepta mase, kako smo je upravo rastumačili, čini beskorisnom naročitu formulaciju principa jednakosti akcije i reakcije.«³² — »Masa je mjeriva po težini, a da nije nužno pozivati se na 'kvantitetu materije'. Nestaje svaka poteškoća čim jasno upoznamo da pojam mase ne sadržava nikakve teorije, nego upravo samo iskustvo.«³³

»Ostaje samo jedna vrsta konstantnosti, koja sadržava sve ostale slučajeve konstantnosti, naime konstantnost veze (ili relacije). No taj način pristupa nema prava na nepogrešivost, te nije nipošto nužno da se činjenice po njemu ravnaju.«³⁴ — »Nemamo prava pretpostaviti da ono što odgovara našim pojmovima posjeduje apsolutnu permanentnost, a naša istraživanja mogu ustanoviti samo konstantnost veza između reakcija.«³⁵

Mach opetuje staru pretjeranu kritiku znanstvene apstrakcije. Izostavljanje od sporednoga opravdano je, uostalom, to je izostavljanje samo provizorno. Ono što se dobro ustanovi i dobro rastumači, ostaje takvim zauvijek.

²⁵ ConEr, str. 373.

²⁶ AnEmp, str. 268.

²⁷ AnEmp, str. 269.

²⁸ AnEmp, str. 270.

²⁹ AnEmp, str. 270.

³⁰ AnEmp, str. 271.

³¹ E. MACH, *Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch dargestellt*. Navodimo francuski prijevod E. Bertranda, *La Mécanique, Exposé historique et critique de son développement*. J. Hermann, Paris 1925. (5), str. 212. MEC kratica.

³² MEC, str. 214.

³³ MEC, str. 215.

³⁴ E. MACH, *Beiträge zur Analyse der Empfindungen*, G. Fischer, Jena 1886., str. 157—158. B-AnEmp kratica.

³⁵ ConEr, str. 151.

Na prvi pogled čini se da zjapi ponor između poimanja supstancije kod skolastika i Machova poimanja, koji hoće da termine 'supstancija', 'masa' i 'materija' zamijeni 'povezanostima' koje izrazuju fizikalne jednadžbe.

Pod nespretnom terminologijom čini se da kod Macha postoji jedna ispravna sugestija, pod uvjetom, naravno, da ispravimo njegov psihonizam: Mach, naime, smatra posljednjim elementima fizike doživljajne elemente: boje, zvukove, opipe, okuse, mirise itd.

Supstancija je za skolastike prva, temeljna i najjača kategorija. Mach je svodi na najslabiju kategoriju: na relacije i veze. Opozicija ne može biti veća. Pojam supstancije postao je kamen spoticanja ne samo za Macha nego i za većinu učenjaka. Emmanuel Levinas pokušao je rehabilitirati pojam supstancije ne imenovavši ga: treba razlikovati »čovjeka kao svijest« od »čovjeka kao biće«. ³⁶ Levinas naglašuje »konstitutivni čin bitnosti« prije aktivnosti te zahtijeva »metafiziku prije fenomenološke ontologije«. »Čovjek koji spava postoji. Bitak nije u prijelazu intencionalnosti«. Prije toga postoji »moja egzistencija kao stvar u sebi«. ³⁷

Onima koji niječu supstanciju skolastici prigovaraju aktualizam, naku po kojoj bi aktivnost mogla biti bez agensa. Svakako treba da tumačimo Macha, i svakog autora, sa stanovišta njegove terminologije, ma kako bila nespretna. Stoga, premda ima izoliranih tvrdnji koje, shvaćene doslovno, znače aktualizam, cjelina Machove misli ne dopušta da ga smatramo aktualistom. On govori o vezama između elemenata koje treba da zamijene supstancije. Ti su elementi po Machu »Empfindungen« — osjeti subjektivno-objektivno uzeti: boje, zvukovi, oblici . . .

Povijest pojma supstancije zamršena je i ne baš laka. Aristotel polazi od analize rečenične predikacije. Metoda je riskantna, kako ćemo vidjeti. Aristotel postavlja odmah na početku dva termina: οὐσία, ὑποκειμενον supstancija i subjekt. Supstancija je ousia (čovjek) i subjekt supstancije (Sokrat koji je čovjek). Ustanovljuje da samo o ta dva pojma imamo izravnu predikaciju in recto. Izravna predikacija jest komprehenzivna i ekstenzivna identifikacija, bar djelomična: Sokrat (koji je čovjek) jest bio, sjedi itd. Čovjek ili taj čovjek bio je, sjedi itd. Pokazna zamjenica ima ulogu vlastitog imena ili — obratno — vlastito ime vrši ulogu trajne pokazne zamjenice. Supstancija izražava posljednji temelj stvarnosti. Definicija bi trebala da izrazi formalan sadržaj te stvarnosti: ljudsku narav Sokratovu. Već se ta ljudska narav u apstraktnom obliku Sokratu pridijeva in obliquo, u neizravnoj predikaciji: Sokrat ima ljudsku narav.

³⁶ EMMANUEL LEVINAS, *Théorie de l'intuition dans la Phénoménologie de Husserl*, Alcan, Paris 1930., str. 52.

³⁷ E. LEVINAS, *De l'existence à l'existant*. Fontaine, Paris 1947., str. 153.

Supstanciji se dodaju akcidenti, od kojih je najslabija kategorija relacija: entis-entis-ens. Relacija se dodaje drugim akcidentima. A, evo, Mach hoće da taj entis-entis-ens zamijeni tešku i veličanstvenu supstanciju kao da je jedina stabilna realnost. — Međutim, sve stvari imaju svoj način bivstvovanja, svoju esenciju: stol, ormar, kuća, instrumenti. Sve te stvari imaju svoje definicije koje izrazuju njihove biti. Predikacija je izravna (in recto): stol je uzdignuta vodoravna površina učinjena da na nju stavimo predmete svoga zanimanja; stol je okrugao, uza zid itd. I taj stol ne može se predicirati o stvari koja bi bila supstancijalnija, osim in obliquo: stol ima četiri noge. Esencija, način bivstvovanja takvih stvari, stoji u tom da su svrhovite konstrukcije koje služe određenim zadaćama. No pa to su upravo »povezanosti elemenata« Ernsta Macha. Sad vidimo kako je riskantan Aristotelov pristup preko predikacije. U vidljivom svijetu čovjek je iznimni slučaj: kod njega je »povezanost« elemenata tijela supstancijalizirana, jednostavna i princip jedinstva; ona je postala aktivna i kreativna, osobiti činilac (agens).

Poznate su nikad ne završene rasprave šta je »unum per se«, gdje jedinstvo potpuno dominira. Unum per se bila bi jednostavna bića i od sastavljenih čovjek u kojem je jednostavna supstancijalna forma. Ili, želimo li slijediti početni Aristotelov stav, unum per se mogla bi biti sva bića koja posjeduju tolik stupanj jedinstva da zaslužuju posebnu definiciju i naziv. Mi zaista ne promatramo te stvari kao slučajno sazdate od jedinki, nego kao opskrbljene strukturama iz kojih teku funkcije koje iskorištavamo. Mi cijenimo, nazivamo i kupujemo relacije u materiji. Citav je svijet sazdan od bića koja imaju više ili manje zamršenu strukturu, više ili manje stabilnu sazdanost materijalnih monada, dakle od bića koja posjeduju Machove »povezanosti«. Predmeti koje gradi čovjek svojim golemim makrokozamskim prstima izgledaju kao nespretna strašila usred finih struktura prirode sazdatih po svoj prilici od dna monada. Sensus communis — nesvjesna mudrost čovječanstva utjelovljena u jeziku — ne pravi u predikaciji razlika između prirodnih i čovjekovih zdanja, pa možda nije pametno da ih filozofija čini.

Mi smo danas svjesni kako je ljudski govor relativan. Učenjaci imaju stoga pravo da stipuliraju nove termine kad običan jezik zataji. Ne možemo dakle napadati Machovu zamisao dok govori da su supstancije stvari strukturalne »povezanosti« u njima. Machu treba prigovoriti što je čovjekovu svijest htio svesti na pasivnu zamršenu povezanost percepcija. U čovjeku se formalna strana osamostalila u novu aktivnu bitnost duhovne naravi.

Pojmovi 'materije' i 'mase' kod fizičara predstavljaju novi problem povezan s problemom supstancije. Nema čudnije pripovijesti od definicija materije:

Materija je za Platona prezriv ne-bitak (meè on). Aristotel veli: »Nazivam materijom što po sebi nije ni određena egzistencija, ni stanovita kvantiteta, ni ikoja druga kategorija po kojima je biće određeno: jer

postoji nešto o čemu se sve te kategorije tvrde i čiji je bitak različan od svake kategorije budući da sve druge kategorije osim supstancije postaju predikati supstancije, a supstancija je predikat materije.« — »Posljednji subjekt nije, dakle, po sebi ni određeno biće, ni stanovita kvaliteta, ni ikoja kategorija, *on se čak ne svodi na jednostavnu negaciju tih kategorija* jer će i same negacije pripasti posljednjem subjektu tek slučajno. Kad gledamo pitanje pod tim vidom, izlazi dosljedno da je materija supstancija. A ipak to nije moguće jer je nadasve karakteristično za supstanciju da je određena (odijeljena) i stvarno individualna.«³⁸ — Prof. Suzana Mansion prevodi *χρόσιον* kao »ima određenost.« — »Zato je bit (*εἶδος*) i sastav esencije (*εἶδος*) s materijom (*ὕλη*) prije supstancija nego materija, mogao bi tko pomisliti.«³⁹

Materija je, dakle, po tim gustim i teškim tekstovima, posljednja točka predikacije, Sokrat, koji još nije dobio nikakva određenja, ali će sva određenja biti u predikaciji rečena kao identična s tim subjektom.

Kod skolastika materija nije gotovo ništa, ništa koje ipak nije ništa, nego »čista mogućnost« bez ikakve aktualnosti (Aristotel je rekao: bez određenja!), ali koja može primiti sve aktualnosti. Materija je princip individualnosti ukoliko je označena kvantitetom (quantitate signata). Duns Scot misli da je haecceitas = 'ovost' princip individualnosti, Suarez misli da je egzistencija. Skolastici još vele da je materija »čista umnoživost«. Dok govore o čovjeku, često ne vele jasno da li se radi o umnoživosti više ljudi ili o mnoštvu djelića u tijelu što ih duša ujedinjuje u strukturu tijela. U prvom smislu radi se o Aristotelovoj »hylee«, a riječ 'materija' upotrijebljena je u prenesenom smislu, dalekom od obične uporabe. U tom smislu 'materija' je zaista princip individualnosti. Izostavimo je da dobijemo opći pojam. Sve stvari koje postoje individualne su, a aspekt individualnosti nosi ono što se izostavi da se dobije neindividualni generalni pojam. — U drugom smislu, mnoštva jedinki tijela koje duša ujedinjuje, jedni kažu da materija nema druge realnosti osim one koju joj daje forma (tomisti), drugi (skotisti i suarezi-janci) vele da materija u tom smislu ipak ima svoju siromašnu aktualnost. Tomistički stav odgovara materiji (hylee), kako ju je definirao Aristotel, samo Aristotel ne kaže da ona nema nikakve realnosti, nego samo da nema nikakve određenosti. Sva realnost bit će rečena o njoj.

Marksisti definiraju materiju kao jedinu apsolutnu stvarnost. — Ernst Mach želi je zamijeniti »povezanostima« između percepcija. — Imamo, dakle, čitavu skalu od »ničega« do »apsolutnog bića«. Za jednostavnog čovjeka materija je ono po čemu korača, što upotrebljava da bi izradio instrumente i tehniku. Njemu svi ti raspravljajući sliče čovjeku koji drži lulu u ustima, a svejedno je traži prekopavajući sve ladice. Priznajemo da Machovo mišljenje ne izgleda ni najčudnije, ni najneosnovanije u tom panoptikumu mišljenja. — Naše je mišljenje slijedeće:

³⁸ ARISTOTEL, *Metafizika Z*, 1029 a 20—40.

³⁹ SUSANNE MANSION, *Métaphysique* (Notes de cours), Louvain 1968., str. 355.

1. Djelomičan izvor konfuzije jest Aristotelova definicija, ne zato što bi bila kriva (ona je genijalna), nego jer nije definicija fizikalne materije, o kojoj se radi u razgovoru s Machom. Zašto je Aristotel posljednju točku predikacije nazvao materijom, koja je njegova originalna misao, povijesno je pitanje, u koje ne želimo sada ulaziti. Možda je mislio 'materiju' u širokom smislu, u kojem i mi danas govorimo o »materiji« ispita, nastavnog plana, predavanja itd., tj. o sadržaju; Englezi bi rekli 'the topic'. Bolje od drugih koji su zabacili ili iznakazili Aristotelovu formulu, on je opisao posljednju točku prediciranja kao nešto bez određenja (ali ne bez realnosti). Sokrat nije ništa, samo još nismo odredili šta je. Sva će njegova određenja biti poistovjetovana sa Sokratom u izravnoj predikaciji. Ono što je Aristotel za nas nezgodno nazvao materijom = hylee, jest totalnost realnosti koja je označena, no još nije određena. Tu se pokazuje osnovni oblik čovjekova suda, koji prodire postepeno u stvarnost, odgonetavajući je: To je čovjek, taj čovjek bijel je, sjedi itd. Želimo li govoriti općenito, valja da izostavimo taj aspekt individualnosti. Izraz 'princip' individualnosti čini nam se prejakim. Principi utemeljuju nešto, dok taj aspekt utemeljuje najviše naš način predikacije. »Materija«, tako shvaćena, nije »čista mogućnost«, nego najviše čista neodređenost s obzirom na biće koje nas interesira pa smo ga samo pokazali, ne određivši ga kao oblik bitka u svim njegovim implikacijama i komplikacijama. Da je 'materija' u tom smislu puka praznina realnosti, kako bi se čitava realnost bića smjela poistovjetiti s njom?

Jedan od mojih profesora, dr Franjo Šanc, predlagao je na tomističkom kongresu u Rimu 1937. da se nazove »totalna ili metafizička materija« da bi se sačuvala Aristotelova terminologija i da je treba razlikovati od »fizičke materije i forme«. Zbog zbrke koja je nastala mi bismo je radije nazvali »točkom totalne predikacije« negoli »materijom«.

Umnožava se čitavo biće. Zato je Aristotelov način gledanja zgodan kad se radi o umnoživosti. Možemo mirne duše zanemariti određenja jer će sva biti umnožena bićem o kojem se radi. Samo u tom smislu može se govoriti da je materija (= biće još nedeterminirano) princip čiste umnoživosti. Velimo to samo zato da pokažemo izvor tvrdnje da je 'materija' princip umnoživosti.

2. Fizikalna materija, jedina prava koja zaslužuje taj naziv, brojna je i umnoživa, kao i sva ograničena bića. Fizikalna materija nije »čista potencijalnost«, tj. praznina aktualnosti. Kad bi forma morala dati biću svu stvarnost pa, i materijalnu, morala bi biti i sama formalno, bar djelomično materijalna, jer nitko ne može dati ono što ne posjeduje. Pomisao da forma daje svu realnost biću potječe iz Aristotelova shvaćanja o totalnoj točki prediciranja: totalna metafizička forma (čovjek) daje svu realnost, pa i materijalnu; još točnije: totalna forma (čovjek) određuje supstancijalnu aktualnost, koju Sokrat posjeduje. Ljudska duša, fizička forma tijela, ne daje realnost materiji tijela, inače bi je i sama morala

posjedovati, morala bi imati mterijalna svojstva da ih dadne svojim ulazom u sastav cjeline tijela. Fizikalna materija ima svodu bijednu aktualnost »tenzivnih točaka bez međusobnih apsolutnih praznina«, koje umnožene utemeljuju ekstenzivnost. Ona nema nikakve strukture, nikakva oblika, nikakve fizikalno-formalne realnosti, ali se podaje svakovrsnoj strukturalizaciji i dinamizaciji. O njoj stvaramo analogni pojam, budući da je bez struktura i oblika nepredočiva. Pristupačna nam je i shvatljiva tek umnožena i strukturirana. Intuicija geometrijskog prostora čini se da je plod neprekinutog kontakta naše svijesti s materijalnom realnošću. Intuicija prostora bez strukture najbolje izražuje što je siromašna aktualnost fizikalne materije, »prostor fizikalnih svojstava« (Albert Einstein).

Sada, kad smo razjasnili pojmove, možemo odgovoriti Machu. Njegovo shvaćanje nije tako loše: materija, masa, materijalna supstancija svode se na »povezanosti elemenata«. Nama pristupačna materija zaista je upravo to. No same povezanosti, strukture i relacije duhovnog su podrijetla i duhovne naravi, shvatljive su umu, a nepristupačne sjetilima kao takvima. Zato životinje u tom području ne mogu biti kreativne kao čovjek. Elementi koji su povezani, kako Mach govori, ne mogu ipak biti njegove »percepcije« (boje, zvuci, opipi itd.), nego materijalne monade. Percepcije u objektivnom smislu (ono što percipiramo) samo su posljednje što naša neobrađena izravna svijest dohvaća u prirodnom iskustvu. Machovo odbijanje da zadrži termine 'materija', 'masa', 'supstancija' — koje posjeduju svi jezici — čini nam se svađom o riječima (*lis de verbo*), koja ne zaslužuje posebno zanimanje.

III. *Apsolutni Newtonov prostor ne postoji. Jednako nema apsolutnog gibanja, ni apsolutnog vremena. Ne postoji apsolutna praznina kao ni djelovanje na preskok (actio in distans).*

U ovoj studiji nećemo produbljivati ove Machove tvrdnje koje su u savršenom skladu sa skolastičkom kozmologijom.

S nemogućnošću apsolutne praznine spojena je i nemogućnost veće ili manje gustoće posljednjih jedinki materije. Iskustvena gustina ili razrijeđenost samo je veća ili manja frekvencija dinamičkih procesa formiranih korpuskula i rezistencija drugim utjecajima. Apsolutno razrjeđivanje ili zgušnjavanje uvećavalo bi, odnosno umanjivalo bi, međusobne apsolutne praznine: ništavosti bi se nadimale i stiskale, što je nemoguće jer ništa ne može imati nikakvih svojstava, a kamoli da ih još mijenja. Mach, istina, gleda sve te probleme odveć eksperimentalno, a ne kozmo-
loški.

IV. *Shvaćanje gibanja i struktura kod Ernsta Macha*

Stranice Machove »Mehanike« o relativnosti gibanja nadahnule su Einsteina. On je nazvao princip relativnosti »Machovim principom«, ali — pošto se Mach izjasnio protiv teorije relativnosti — Einstein je morao

izmijeniti naziv. Šteta što je sin Ludwig Mach uništio eksperimentalno opravdanje Machova opiranja Einsteinovoj teoriji i nije ga objelodanio u postumnoj »Optici«. Ta opozicija nije mogla biti potpuna. Mach je uistinu začetnik relativnog shvaćanja gibanja: gibanje je neshvatljivo bez sredine s obzirom na koju se tijelo giba. U svijetu postoji samo prostor i relativno gibanje.⁴⁰ Machova tvrdnja da su Ptolomejev i Kopernikov sistem jednako ispravni izazvala je škandal.⁴¹ Einstein ga je branio protiv napada Maxa Plancka.

»Perpetuum mobile nemoguć je, beskorisno je tražiti neprestani pokret.«⁴²

Mach postavlja »princip isključenja vječnog gibanja«.⁴³

»Tako dugo dok se iznenađujemo ili vidimo iznimku u uštedi sila kod poluge ili dok mislimo varajući sebe i druge da se može konstruirati perpetuum mobile, mi se nalazimo na pozicijama alkemista.«⁴⁴ — »Što se tiče galvanizma, neki su tvrdili da bi se mogao sazdati perpetuum mobile čim bismo imali strujni neelektrolizirani provodnik drugog reda.«⁴⁵ — »Beskorisno je tražiti perpetuum mobile.«⁴⁶

»Dok ostajemo na terenu činjenica, ne poznajemo ništa drugo do prostora i relativnog gibanja. Ako apstrahiramo od nepoznate sredine prostora, na koji ne bismo trebali gledati, nalazimo da su pokreti u sistemu svijeta relativni i jednaki, prihvatili mi Ptolomejev ili Kopernikov sistem. Te dvije koncepcije jednako su ispravne; druga je samo jednostavnija i praktičnija.«⁴⁷ — »Trebali bismo sve promatrati kao u odnosu s tijelima svemira.«⁴⁸ — »Nemoguće je apstrahirati od ostalog svemira, pa ni u najjednostavnijem slučaju.«⁴⁹ — »Za mene je nedopustivo da uzmemo nekoliko izoliranih točaka neovisno o ostalom svijetu.«⁵⁰ — »Za mene konačno ne postoji drugo nego relativno gibanje.«⁵¹ — »Onda bismo morali zamijeniti tu sredinu s apsolutnim Newtonovim prostorom. Atmosfera nije ta sredina. Morali bismo također zamisliti sredinu koja ispunja gotovo čitav prostor, o čijim svojstvima mi danas ne znamo dovoljno, kao ni o uvjetima gibanja koji se ondje nalaze. Takvo stanje stvari ne bi bilo u sebi nemoguće... sa znanstvenog stanovišta. Ta je ideja od beskrajno veće vrijednosti nego zastarjela ideja o apsolutnom prostoru.«⁵²

Mach ne postavlja pitanja odakle gibanje u svijetu. Filozofski ne analizira gibanje kao oblik bivstvovanja. Zato ne znamo da li je bio dinamista ili ne. Drugim riječima: ne znamo da li je po Machu gibanje

⁴⁰ MEC, str. 225.

⁴¹ AnEmp, str. 290.

⁴² MEC, str. 168.

⁴³ E. MACH, *Popular Scientific Lectures*, translated by Thomas J. McCormack, The Open Court Publishing Co, Chicago 1895., str. 139. PSL kratica.

⁴⁴ WARM, str. 379.

⁴⁵ WARM, str. 254.

⁴⁶ MEC, str. 168.

⁴⁷ MEC, str. 225.

⁴⁸ MEC, str. 226.

⁴⁹ MEC, str. 228.

⁵⁰ MEC, str. 233.

⁵¹ MEC, str. 231.

⁵² MEC, str. 224.

nužno povezano s materijom ili je u nju uneseno, i u posljednjem slučaju: odakle i od koga je u svijet uvedeno. Poznavajući njegov svjetovni nazor, ne bismo mogli ni očekivati da postavi takva pitanja. Njegova je neprestana briga da svu fiziku svede na svoj »senzorni psihomonizam«. No njegova glasovita tetralogija — Povijest fizike — odvija se kao da nije senzorni psihomonista: ne govori više o »Empfindungen«. Tek na kraju začinja svoje razlaganje kakvom primjedbom u tom smislu koja ondje stoji kao u zraku. Time neizravno pokazuje da je psihomonistička fizika neizvediva.

Da li je gibanje stvarno nešto bitno materiji ili je izvana nadodano? Slijedeće činjenice govore protiv dinamičnosti materije:

1. Gibanje je bitno relativno — veli Mach —, neshvatljivo bez fizikalne sredine. Posljednje čestice i jedinke predaju gibanje postepeno drugim česticama i jedinkama. Kako bi gibanje, pretpostavljeno kao bitno autodinamičnoj materiji, moglo biti odijeljeno od jedne materije i predano van drugoj?

2. Na razini materijalnih jedinki gibanje se odvija kao val, što znači da je u neprestanom prijelazu s jednih na druge jedinke.

3. Nadalje, kako bismo rastumačili stupnjeve brzine u autodinamičnoj materiji? Zašto sve jedinke nisu u maksimalnoj brzini? — Stupnjevi uključuju gubitak i manjak, a što je nutarnje i bitno ne može biti izgubljeno, alijenirano.

4. Zatim, kako rastumačiti načelo isključenja vječnog gibanja (perpetuum mobile) u pretpostavci autodinamičnosti materije? Autodinamičnost uključuje perpetuum mobile.

5. Konačno, mi sami dajemo gibanje materiji izvana i to se gibanje od nas dano miješa s ostalim gibanjem u prirodi bez razlike u naravi fenomena. Neprestani smo svjedoci gibanja koje nadolazi izvana — Ujedno smo svjedoci toga kako se tjelesa zaustavljaju i gube gibanje.

Misliti do kraja zahtijevalo bi da postavimo pitanje odakle gibanje u svijetu.

U svakoj dobroj kozmologiji, paralelno s analizom gibanja, morala bi se nalaziti i analiza struktura u materiji kao oblika bivstvovanja. Dinamične strukture jesu »potencijalna energija«, izvori gibanja koje je »kinetička energija«. Svijet je dinamična struktura u neprestanom procesu destrukcije. U slijedećem poglavlju srest ćemo se s kolebljivim, ali vrlo originalnim Machovim mislima o entropiji.

S obzirom na strukture možemo opetovati ista, malo modificirana pitanja koja upravo postavismo gledom na genezu gibanja. Jesu li strukture materiji nužne i bitne, organizira li se materija sama ili mora strukture dobiti izvana? Evo činjenica koje čine neprihvatljivom supoziciju auto-strukturizacije:

1. Još više nego gibanje struktura je po biti relativna, ona je sazdana od relacija, koje više nisu materijalne, premda su u materiji. To su Machove »povezanosti«, o kojima govore konceptualne fizikalne formule. Struktura uvijek ujedinjuje mnoštvo materijalnih jedinki. Kako bi stvar-

nost koja dominira mnoštvom jedinki mogla biti imanentna i bitna jednako dijelu, pa i svim pojedinim dijelovima skupa, i cjelini? Ti bi dijelovi trebali da dominiraju i da ujedno budu obvladani u istom procesu.

2. Struktura je po naravi nematerijalna, što već kazuje da je materiji dana izvana.

3. Materijalne strukture dinamične su pa u obliku mehanike valova neprestano druge jedinke ulaze i izlaze iz struktura. Time se tumače dinamična polja oko svake materijalne strukture: elektro-magnetsko polje, mezonsko, nuklearno i gravitaciono polje. Strukture su, dakle, izvana nadodne materiji.

4. U pretpostavci auto-strukturacije materije kako bismo rastumačili manjke i gubitke koje uključuju niži stupnjevi strukturiranosti? Zašto sva materija nije maksimalno strukturirana ako sama sebi daje organizaciju? Svemir bi morao uvijek ostati primitivni atom, »monoblok« Georges-a Lemaîtrea.

5. Materija gubi svoje strukture, tako se rađa kinetička iz potencijalnih energija. Svemir se nalazi u procesu nezaustavne i neprestane destrukturacije i degradacije. Entropija je fizikalni izraz te činjenice. Mach priznaje entropiju, kako ćemo vidjeti, pošto je s tolikim žarom tjerao »vještice« dogmatizma, kod termodinamičara da su neki čitači njegovih knjiga zaključili da on niječe ireverzibilnost degradacije energija, pa se Mach sam ispravlja, tvrdeći entropiju, koja je uzrok ireverzibilnosti vremena.

6. Konačno, mi sami izvana unosimo u materiju i rušimo u materiji strukture u tehničkim postupcima. Istina, naše su strukture grube u usporedbi s prirodnima, ali kadšto, u kemiji i u atomskoj fizici, te se naše intervencije miješaju s prirodnim zbivanjima, ne pokazujući razlike u naravi.

Misliti do kraja značilo bi ponovno postaviti pitanje odakle dolaze strukture materiji.

Jednako bi logički do kraja trebalo zamisliti Machov princip isključenja vječnog gibanja koji on poistovjećuje s principom inercije. Navodi Newtonov princip da svako tijelo ustraje u stanju mirovanja ili pravolinijskog jednolikog gibanja dok ga druga sila ne spriječi.⁵³ Zar jednoliko vječno pravolinijsko gibanje nije famozni *perpetuum mobile*?

U svojoj »*Philosophiae naturalis principia mathematica*« (17, 14) Newton tumači gravitaciju kao fluid (*spiritus*) koji je skrajnje suptilan tako da prožima tijela i privlači njegove dijelove. U svojoj *Optici* (»*Optics*«) Newton tumači apsolutni prostor kao svudašnjost Božju, *sensorium Dei*, a apsolutno vrijeme kao Božju vječnost. U listu Bentleyu — koje i Mach navodi⁵⁴ — Newton kaže: »Težina treba da bude uzrokovana po djelatelju koji neprestano radi po stanovitom zakonu, no da li je taj agens materijalne ili nematerijalne prirode, ostavljam svojim čitaocima

⁵³ MEC, str. 294.

⁵⁴ ConEr, str. 360., ErIr, str. 441.

da se odluče.« — Da ne djeluje gravitacija, misli Newton, sveukupna kvantiteta gibanja smanjila bi se trenjem i neelastičnim sudarima.

Mach, kritičar newtonizma, razjašnjuje jednoliko vječno gibanje kao plod neosnovane apstrakcije od sredine koja se opire tom gibanju, a gibanje je bitno u relaciji prema sredini.⁵⁵ On zna da je rasprava oko neprestanog jednolikog gibanja starija i da nije prvi koji kritizira Newtona. Postoji kontroverza s enciklopedistima, pristalicama Descartesove fizike, koji su napadali Newtona. Svojim spektakularnim uspjesima newtonizam je ušutkao dekartovce. Volaire je pridonio tome svojim žarkim oduševljenjem za Newtona. No neodgovorena pitanja prije ili kasnije ponovo iskrsnu. Dekartovci su shvaćali postanak gibanja na temelju zemne mehanike okomite na gravitaciju, ne na temelju nebeske mehanike: potreban je impuls koji ne daje bezgraničnog kretanja. Kartezijanska fizika razlikuje »materiju i gibanje«; Newton razlikuje »masu i silu«, koju ne definira kao jednostavno gibanje, nego kao ubrzanje (akceleraciju). U nebeskoj mehanici zapravo djeluje po gravitaciji neprestana akceleracija. Enciklopedisti, poimence D' Alembert, govore o »masi i o impulsu«, koji je uzrok jednostavnog gibanja i eventualnog ubrzanja. Fizičari XVIII. i XIX. stoljeća govore o materiji ili o masi i energiji. Mach se vraća Descartesu, ne nijećući ostale zamisli, pa govori o prostoru i gibanju.⁵⁶ Einstein će govoriti o prostoru fizikalnih svojstava, u kojem se zbivaju procesi, tako da se masa i energija mogu svesti jedna na drugu.

Mach isprva kritizira D'Alemberta:

»D'Alembert⁵⁷ se pita: u slučaju ako je tijelo pokrenuto (po impulsu), da li uzrok dostaje da pomakne tijelo još za jedan korak ili je trajni impuls bio već potreban za prijašnji korak. U oba slučaja isti se uzrok daje za drugi, treći itd. korak. Pretpostavivši da je gibanje jednoliko samo u diferencijalu vremena nakon impulsa, priznat je ipak uključivo zakon inercije i lako se iz toga izvodi. D'Alembertovo je tumačenje divan sofizam.«⁵⁸ — »Priznao on silu kao uzrok gibanja ili promjene gibanja, slijedi u odsutnosti sile jednoliko gibanje u pravcu.«⁵⁹

Mach prigovara D'Alembertu kao da on hoće zanijekati inerciju, no mi bismo rekli da je D'Alembert bolje zahtijeva od Macha. D'Alembert radikalnije isključuje perpetuum mobile nego Newton i svi koji prihvaćaju pravolinijsko vječno kretanje i koji brane apsolutno očuvanje energije. Mach će to priznati na drugom mjestu.⁶⁰ Nije odgovorio na D'Alembertovo pitanje kako se može opravdati pravolinijsko vječno gibanje bez intervencije sila. Dostaje li bilo koja sila za to? Je li gibanje kroz neko određeno vrijeme i vječno gibanje ista stvar? Zar tijelo koje »perseverat in statu suo movendi« (ustraje u stanju gibanja) nije oživjeli perpetuum mobile?

⁵⁵ MEC, str. 223.

⁵⁶ MEC, str. 227.

⁵⁷ D'ALEMBERT, *Traité de dynamique*, 1743., str. 4—6.

⁵⁸ Erlr, str. 174.

⁵⁹ Erlr, str. 173.

⁶⁰ WARM, str. 239.

»Zakon inercije klatna, veli Mach, zahtijeva da tijelo na koje ne djeluje nikakva okolnost, što modificira gibanje, zadrži brzinu (i smjer) zauvijek. Sila daje samo ubrzanje. *Cessante causa cessat effectus* — vrijedi također.«⁶¹

Dodatak sile rađa ubrzanje, Mach je to dobro rastumačio, a nepostojanje sile ukida ubrzanje; ali načelo »kad prestane uzrok, prestaje i učinak« vrijedi i za svako gibanje. Pri kraju »Mehanike« Mach se vraća na pitanje »jednolikog gibanja koje nema kraja«;⁶² ovaj put zahvaća problem dragocjenom machovskom rezervom:

»Inercija se prikazivala kao dogma koja odgovara sistemu. Mogu, mislim, reći samom sebi da su do tog zakona došli zanemariivši zapreke gibanju, tj. da su zakon otkrili putem apstrakcije, kako to veli Apelt. *No gdje je garancija da će pad brzine prestati u isto vrijeme kad nestanu sve zapreke?*«⁶³

To je bilo upravo pitanje D'Alemberta i dekartovaca. — Postoji, dakle, nebeska mehanika, začudna i točna, Izaka Newtona, ali to je mehanika akceleracije, gibanja, dignuta na kvadrat. Newton je osjećao da treba pitati odakle potječe gravitacija koja pokreće taj mehanizam. No postoji i druga kartezijanska mehanika zemnih gibanja, okomitih na djelovanje gravitacije bez neprestanog dodatka gravitacione energije. Moderna fizika stavlja u pitanje također i načelo održanja energije. Sve to znači povratak Descartesovoj fizici impulsa i »vrtloga«. Genijalni fizičari prošlosti već su predosjećali takav ishod fizikalnih teorija. E. Mach navodi Huygensa koji je »vjerovao da se gravitacija da rastumačiti vrlo brzim gibanjima čestica u okolini između tijela.«⁶⁴ Descartesova fizika »vrtloga« (tourbillons) pristupačnija je kozmološkoj obradi od Newtonove.

Henri Poincaré, Machov suvremenik, umiješan u istu krizu fizike na prijelazu u XX. stoljeće i u radanje suvremene fizike, postavio je problem jasnoćom od koje je teško naći bolju:

»Tijelo koje nije ni pod kakvom silom ne može imati nego pravolinijsko jednoliko gibanje. Da li je to istina koja se a priori nameće duhu? Ako je tako, kako to da su je Grci previdjeli? Kako su mogli vjerovati da se gibanje zaustavlja čim prestane uzrok koji je zapodjeo gibanje? Ili još da svako tijelo, ako se ništa ne protivi, zauzima kružno gibanje, najplemenitije od svih gibanja? — Ako se kaže da se *brzina* tijela ne može promijeniti kad za to nema razloga, ne bi li se jednako moglo reći da se *položaj* tijela ne može mijenjati ili da se *s a v i t o s t* putanje ne može mijenjati, ne dođe li vanjski uzrok koji ih modificira?«⁶⁵ — »Princip inercije, koji nije istina a priori, da li je iskustvena činjenica? — No da li je ikad izvršen eksperimentat na tijelima na koja ne djeluje nikakva sila, a ako se to načinilo, odakle se moglo znati da ta tijela nisu podvrgnuta nikakvoj sili? (Ib., str. 460.) — »Potrebno bi bilo da postoje izolirani sistemi, ali oni ne postoje; jedini je izolirani sistem čitav svemir.« (Ib., str. 474.)

⁶¹ MEC, str. 132.

⁶² MEC, str. 483.

⁶³ MEC, str. 484.

⁶⁴ MEC, str. 154.

⁶⁵ HENRI POINCARÉ, *Sur les principes de la mécanique*, Armand Colin, Paris 1901., str. 459., 460., 474.

Međutim, može se provjeriti inercija u gibanju okomito na gravitaciju. Konkretno rečeno, treba li vlak gorivo samo da svlada trenje okoline, koje je jednako za bilo koju težinu, ili treba gorivo da bi nastavio svoje jednoliko neprestano gibanje u pravcu? — Da se spasi to jednoliko neprestano Newtonovo gibanje, fizičari previše važnosti daju trenju. Kažu da se ono povećava proporcionalno težini tijela koje se giba. Veća masa tijela svodi se tako na pretpostavljeno veće trenje tijela u gibanju. Mislimo da to nije ispravno. Veće ili manje trenje dolazi od nepravilnosti površina koje se dotiču. Kotač, najveće tehničko iznašaće čovječanstva, svodi trenje kontakta na jednu točku. Ostaje još trenje kontakta osovine, koje umanjuju maziva, a kuglasti ih ležaji svode na nekoliko točaka. Dokaz da trenje ostaje isto te ne raste uopće s većom masom tijela u pokretu, jest činjenica da tijelo to prije svlada trenje na strmini što je masa veća. Teže tijelo prije će se pokrenuti niz strminu. Horizontalno gibanje, pretpostavljeno jednoliko u beskraj, treba da pobijedi veću inerciju nepokretnosti teže mase, a ne samo trenje miljea, koje ostaje isto za sve težine.

V. Lov na vještice ili razgovor E. Macha s termodinamistima

U raspravi s termodinamistima dolazi do izražaja strukturalni aspekt svijeta. Princip održanja energija, pokoleban u naše dane, u protuslovlju je s posljednjim procesima svjetla (interferencija) i s entropijom ako je domislamo do kraja u terminima računa vjerojatnosti po Helmholtzu. — Energija se privremeno čuva kao potencijalna u strukturama. Odatle opravdana Einsteinova identifikacija mase i energije. Utemeljitelji termodinamike ne vide posljednje konsekvencije entropije: oni tvrde obratno, princip očuvanja energije. Stoga nam je Machov »lov na vještice« posebno dragocjen. On opravdano kritizira zasnivače termodinamike, koji bijahu odreda pobožni teisti, da propovijedaju dogmu »svete neuništive energije koju je Bog dao materiji i nitko je ne može uništiti«. Mach ih navodi jednoga za drugim:

Joule: »Očito je apsurdno pretpostaviti da sile koje je Bog dao materiji budu uništene.«⁶⁶ — »Neću nikad gubiti vremena opetujući i proširujući pokuse jer sam sretan da su veliki agensi prirode po Stvoriteljevu 'neka bude' neuništivi i da se uvijek, gdje se troši mehanička sila, dobiva ekvivalenat topline. Možemo a priori zaključiti da vjerojatno ne može doći do apsolutnog uništenja žive sile ($mv^2/2$) jer je očito apsurdno pretpostaviti da mogu biti uništene sile koje je Bog udijelio materiji; jednako kao što ih čovjek ne može stvoriti, ne može ih ni uništiti. No nismo ostali kod tog argumenta, pa bio on ne znam kako odlučan za svaku misao bez predrasuda.«⁶⁷

Meyer: »Nazvat ću uzrok koji nije materija 'silom'. Ex nihilo nihil fit. Ono što zapodijeva gibanje nazivamo silom. Sila, uzrok pokreta, neuništiva je stvarnost.« — »Sile su uzroci, pa na njih treba potpuno primijeniti načelo:

⁶⁶ PSL, str. 182.

⁶⁷ WARM, str. 260.

causa aequat effectum. Prvo svojstvo svakog uzroka jest njegova neuništivost. U slučaju ako uzrok »c« rodi učinak »e«, sebi jednak, »c« je, doduše, prestao postojati, ali se preobrazio u »e«. Sile su, dakle, neuništive, preobrazive i bestežinske stvarnosti.«⁶⁸

Colding: »Budući da su sile duhovne naravi, ne uništavaju se, nego samo preobrazuju.«⁶⁹

Carnot: »Možemo, dakle, postaviti opću tezu da je moć gibanja u prirodi u nepromijenjenom kvantitetu, da se nikad u pravom smislu niti proizvodi, niti uništava. Ona mijenja oblik, tj. proizvodi sad jednu, sad drugu vrstu pokreta, ali se nikad ne uništava.«⁷⁰

Hirn: »Nihil ex nihilo, nihil in nihilum, to je temeljna zasada mehaničke teorije, to je aksiom koji neću prestati primjenjivati od jednog do drugog kraja ove knjige.«⁷¹

Clausius: Energija svijeta je konstantna. Entropija, koja izražava degradiranu energiju radom, teži u svijetu prema maksimumu. Ireverzibilan kružni proces daje maksimum rada koji odgovara transformaciji određene topline s višeg na niži stupanj.«⁷² — »Kako je proces nepovratan, entropija raste.«⁷³

S obzirom na Clausiusa Mach primjećuje: »Trebalo bi dodati ukus za nove izraze i pojmove koji nisu uvijek nužni. Sve te osobne nebitne karakteristike ne priječe poštovanje pred značajnim Clausiusovim djelom.«⁷⁴ — »Trebalo bi napomenuti da su izrazi 'energija svijeta', 'entropija svijeta' lako prožeti skolasticizmom. Energija i entropija metrički su pojmovi. Entropija raste u svijetu u tijeku vremena:

$$S \frac{dQ}{T} \text{ (razlika topline } Q_2 - Q_1 \text{) (vrijeme)} = 0 \text{ ili } > 0^{75}$$

»U svakom slučaju toplina se samo djelomično pretvara u rad, ali se rad često potpuno pretvara u toplinu.«⁷⁶

»Možemo biti sigurni da su obojica (Meyer i Joule) polusvjesno popustili formalnoj potrebi da dođu do novih jednostavnih zamisli, pa bi se iznenadili kad bi im predložili da prepuste jednom filozofskom kongresu nek odlučiti da li su njihove koncepcije ispravne.«⁷⁷ — »Uza sve poštovanje pred našom težnjom za uistinu jednostavnim, opipljivim i supstancijalnim zamislima o procesima u našoj okolini, ostaje otvoreno pitanje do kojeg se stupnja priroda poklapa s tom potrebom i do kojeg stupnja smijemo toj potrebi zadovoljiti.«⁷⁸

⁶⁸ WARM, str. 247—250.

⁶⁹ WARM, str. 239.

⁷⁰ WARM, str. 244.

⁷¹ WARM, str. 267.

⁷² WARM, str. 289.

⁷³ PSL, str. 176.

⁷⁴ WARM, str. 312.

⁷⁵ PSL, str. 176.

⁷⁶ PSL, str. 175.

⁷⁷ WARM, str. 320.

⁷⁸ PSL, str. 184.

Lov na vještice, koji je Mach usmjerio protiv termodinamista, načinio je kriv dojam kao da zabacuje ireverzibilnost degradacije energija (entropiju):

»Površni čitači moje knjige 'Erhaltung der Arbeit' povjerovali su da nijednom opstojnost nepovratnih procesa. Neće naći nijedno mjesto koje bi se moglo tako shvatiti. Ipak, što sam rekao s obzirom na 'toplotnu smrt svemira', držim još i danas, ne zato što bi procesi bili reverzibilni, nego stoga što tvrdnje o energiji i entropiji svijeta itd. nemaju nikakva razumljiva smisla. Te izjave sadržavaju primjenu mjernih parametara na stvarnost koja nije pristupačna mjerenju.«⁷⁹

Mach ne osporava princip, nego samo zaključke koje ne voli. Vrlo je dobro uvidio još jednu stvar:

»Carnot, Meyer, Joule i Helmholtz prenijeli su načelo isključenja vječnog gibanja iz mehanike u područje čitave fizike i naglasili ga što su više mogli.«⁸⁰ — »Ako pođemo od teorije da su svi fizikalni procesi mehanički, pa i gibanje molekula i atoma, prihvatili smo s tom mehaničkom zamisli fizike i nemogućnost vječnog gibanja za čitavo područje fizike.«⁸¹

Termodinamika svejedno nije podvrgla svu fizikalnu stvarnost principu isključenja vječnog gibanja, nego samo svu dotad istraženu fizikalnu stvarnost. Pa ni u termičkoj domeni nije sve podvrgnuto isključenju vječnog gibanja. Kao što je Newtonova mehanika sačuvala malo ili dosta (kako tko shvaća) vječnog gibanja u »neprestanom jednolikom gibanju u pravcu«, termodinamika je sačuvala obilno mnogo vječnog gibanja u principu uočavanja energija. Toplinska smrt svemira, koju napada Mach, ne kazujući nam otvoreno zašto, konačno je »perpetuum mobile« raspršen u niske strukturalne razine. Zaista, na temelju svojih pokusa termodinamika je imala pravo zaključiti samo na gotovo idealnu elastičnost transformacija u području temperatura. Pravo otkriće termodinamike jest strukturalna degradacija energija. Princip očuvanja energije dogmat-ski je postulat neopravdano generaliziran. Očuvanje energija ostaje perpetuum mobile koji se samo strukturalno degradira. Henri Poincaré, jedan od najvećih matematičara svih vremena, kaže to izričito: »Stabilno ravno-vjesje termodinamike jest perpetuum mobile druge vrste.«⁸²

Da vidimo kako treba zamisliti završni proces degradacije: što treba pretpostaviti na razini apsolutne nule molekularnog gibanja (= topline)? Još postoji dinamika atomskih struktura, vibracija kristalne mreže. Ako to nije toplina, ipak je ta vibracija neki oblik energije. Tijela zaista počinju mijenjati svojstva u blizini apsolutne nule.

Hermann Ludwig Ferdinand Helmholtz (1821—1894) sveo je entropiju na račun vjerojatnosti. Entropija je proporcionalna logaritmu proba-

⁷⁹ WARM, str. 338.

⁸⁰ WARM, str. 269.

⁸¹ PSL, str. 139.

⁸² HENRI POINCARÉ, *Dernières pensées*, F. Flammarion, Paris 1930., str. 169.

bilnosti stanja: $s = k \log_e W$ (Wahrscheinlichkeit), a konstanta je $k = 1,37 \cdot 10^{-16}$ erga. Svaka je razlika manje vjerojatna od homogenog stanja. Proces strukturalne degradacije svodi se na prijelaz iz manje probabilnih u probabilnija stanja. Ne samo da se izjednačuju stanja topline nego i sve zamislive razlike energija. Strukture svih vrsta znače energetske razlike koje teže da se izjednače, a strukture da se raspadnu. Dina-mičke strukture (potencijalne energije) zadržavaju energiju provizorno. One se troše u kinetičkom obliku i spuštaju na jednostavnije i vjerojatnije razine do stanja bez ikakve razlike i bez ikakve strukture. Kad se jednom izjednače posljednje razlike, koji se oblik energije može sačuvati i kako se ponovo može roditi gibanje? S druge strane, ustrajemo li u tvrdnji da neki oblik neuništive energije ostaje, iako to nije perpetuum mobile?

Ima i eksperimentalnih činjenica koje zahtijevaju odgovor od zastupnika održanja energije. Fenomeni interferencije valova predstavljaju činjenice u protuslovlju s održanjem energije. Dva protivna vala, uzmimo ih istih energija, tj. iste frekvencije i dužine vala u istoj fizikalnoj sredini, međusobno se uništavaju. Gibanje, koje bi rodilo toplinu, nije uopće nastalo. Uostalom, mogli bismo pokusom provjeriti ima li povećanja topline koje odgovara dvjema valnim energijama. Uzmimo isti fenomen na subtermičkoj razini: interferenciju svjetlosnih valova. E. Mach nas izvješćuje da je već u XVII. stoljeću Franciscus Maria Grimaldi D. I. prvi zapazio tamne pruge interferencije svjetla.⁸³ Svjetlo dodano svjetlu može roditi tminu.⁸⁴ Može li se pretpostaviti jednostavniji oblik energije? Zbroju dviju valnih energija prije susreta odgovara nula energije nakon interferencije bez očuvanja bilo koje strukture — svjetlo je, naime, najjednostavnija koju poznamo — i bez očuvanja ikoje energije.

U subatomske procesima, u kojima je masa s pravom shvaćena kao oblik energije, princip očuvanja energije postao je princip očuvanja mase i energije skupa. Bolje bi bilo govoriti o principu savršene transformacije za naša gruba mjerenja. Louis de Broglie veli:

»Što se tiče atomskih zbivanja, možemo bez grižnje savjesti žrtvovati princip očuvanja energije.«⁸⁵ — Moritz Schlick, jedan od Machovih nasljednika na katedri filozofije induktivnih znanosti, kaže također: »Ima pokusa koji bude ozbiljne sumnje u striktnu i opću vrijednost principa energije; izgleda da ne možemo otjerati pretpostavku da princip očuvanja energije ne vrijedi više za najfinija zbivanja u atomu.«⁸⁶ — Filip Frank, Einsteinov nasljednik u Pragu i njegov životopisac, kaže u istom smislu: »Princip očuvanja energije nije princip koji bi imao smisla za sva moguća zbivanja do najmanjih pojedinosti.«⁸⁷

⁸³ E. MACH, *Die Prinzipien der physikalischen Optik, historisch und erkenntnistheoretisch entwickelt*. J. A. Barth, Leipzig 1921., str. 177. OPT kratica.

⁸⁴ OPT, str. 415.

⁸⁵ Navedeno u knjizi Juliusa SEILER, *Philosophie der unbelebten Natur*, 1948., str. 353.

⁸⁶ MORITZ SCHLICK, *Naturphilosophie*, Berlin 1925., str. 420.

⁸⁷ PHILIPP FRANK, *Das Kausalgesetz und seine Grenzen*, Wien 1932., str. 294.

Marksizam zahtijeva autodinamičnost materije (perpetuum mobile), čak i autoevoluciju materije. Marksistički fizičari bore se protiv entropije na dva načina:

1. Što se temperatura više spušta, pojavljuju se stanja visoke organizacije krutog tijela. Komplikiranije strukture vjerojatnije su. — Odgovor nije težak. Radi se o borbi dviju sila: kristalne strukture krutog tijela, utemeljene konačno na atomskoj strukturi, nisu uništene, nego su samo postale slabije od toplinskih molekularnih vrtloga. Ti snažniji pokreti rastaču konzistentnost krutog tijela. Čim se temperatura spusti, te će se strukture ponovo očitovati: plin će postati tekućina i zatim kruto tijelo. Termičke pojave nisu jednostavan i najsretniji slučaj da se ustanovi entropija premda ju je historijski upravo termodinamika ustanovila.

2. Sve su strukture uvjetovane dubljim nepoznatima. Apsolutna nula ne može se dostići jer autodinamične atomske strukture, napose one nepoznate kvasarske i niže, priječe potpun nestanak energije. Sve su više strukture posljedica nepoznatih dubinskih. U dubinama, kao i u termičkom sektoru, zamršenije strukture ujedno su i vjerojatnije. U dnu materije neprestano se sprema obnova, protuentropijski uspon. — Takvo rezoniranje jednostavno je bijeg u nepoznato, a slučaj agregatnih stanja krivo je rastumačen. Ako su nepoznate antientropijske sile temelj svima ostalima, kako to da zataje i ne djeluju u čitavom poznatom fizikalnom zbivanju? — Ako su strukturiranija stanja vjerojatnija, zašto se naša tehnika ne stvara sama? U pretpostavci vjerojatnijih komplikiranih stanja, morali bismo, bacajući kocku, dobivati uvijek isti broj, jer je taj privilegij komplikiranija tvorevina. Za normalnu misao vjerojatnost je upravo da neće biti privilegiranih brojeva, što iskustvo i potvrđuje. Same od sebe opeke se ne grade u kuće, niti metali u strojeve jer su ta stanja zamršenija i nevjerovatnija.

E. Mach prihvatio je entropiju i razvio na njoj vrlo zanimljivu teoriju o nepovratnosti vremena, no odbio je generalizaciju načela očuvanja energija u toplinskoj smrti svemira. Treba mu čestitati na tome. Ipak, bojimo se da on želi isključiti svaku energetska smrt, a ne, kao mi, zahtijevati potpunu energetska smrt.

Filozofi neopozitivističkog smjera, poimence Clifford, Stallo i Pearson, te fizičari Pierre Duhem, Henri Poincaré, Max Planck, Nils Bohr, Albert Einstein, Max von Laue, Ushenko, Nagel i Karl Menger, produbljuju sva ta pitanja koja je dotakao Ernst Mach. Svi su pod Machovim utjecajem. Zato mislimo da je bilo vrijedno da iz zaborava izvučemo njegove kozmološke sugestije.

Résumé

Extrait de la thèse à l'Université de Louvain, Empirio-criticisme, Philosophie d'Ernst Mach, initiateur du courant néo-positiviste. I. II. Louvain 1972.

E. Mach, pour qui la première chaire en Europe de la philosophie des sciences inductives a été inaugurée à l'Université de Vienne en Autriche, bien qu'il ne fût qu'un physicien, est connu comme initiateur du courant néo-positiviste. Autour de sa chaire de philosophie, occupée de règle par les physiciens et les mathématiciens — Edmund Husserl, mathématicien, en était un des candidats — va s'organiser en 1928 et 1929 le fameux «Cercle Viennois», appelé tout d'abord en 1928 «Ernst Mach Verein».

Malgré son opposition farouche à toute sorte de métaphysique, Mach a décisivement contribué au rapprochement de la physique moderne aux idées cosmologiques de Descartes, des scolastiques et d'Aristote en critiquant les conceptions de Newton.

Le continuum-compris comme système de pluralité ininterrompue, où on trouve, entre chacun des deux membres, un nombre infini de membres-contient, d'après Mach, «le double salto mortale du fini vers l'infiniment petit et de l'infini vers le fini». L'opération fondamentale est addition, la divisibilité la suppose. La divisibilité à l'infini n'existe pas: il n'y a de divisibilité qu'autant qu'il y avait auparavant d'addition. — Les nombres irrationnels et imaginaires sont incommensurables parce qu'on essaie de réduire les structures à l'addition.

Mach veut remplacer les notions de physique 'matière', 'masse' et la notion de 'substance' par 'connexions entre les éléments'. Ses conceptions et celles des scolastiques y sont confrontées plutôt à l'avantage de Mach malgré l'inachèvement de ses pensées et la maladresse de sa terminologie.

Les pages de Mach sur la relativité du mouvement dans sa Mécanique ont inspiré à Einstein la théorie de relativité. Einstein l'a appelée d'abord «le principe de Mach». Les systèmes de Ptolomée et de Copernic sont équivalents. — Mach pose le principe de mouvement perpétuel exclu, critique le mouvement uniforme rectiligne perpétuel de Newton, accepte l'entropie des thermodynamistes, mais rejette la mort de chaleur de l'univers. Cependant, il ne reconnaît pas, comme Henri Poincaré, dans le principe de conservation de l'énergie, «le mouvement perpétuel de seconde espèce».

Les philosophes du courant néo-positiviste, notamment Clifford, Stallo et Pearson, et les physiciens Pierre Duhem, Henri Poincaré, Max Planck, Nils Bohr, Albert Einstein, Max von Laue, Ushenko, Nagel et Karl Menger approfondissent les problèmes cosmologiques touchés par Mach. Ils sont tous sous son influence. Ernst Mach est initiateur de la cosmologie contemporaine des physiciens.

Pour la bibliographie exhaustive (928 titres) se référer au texte complet de la thèse doctorale qui fera l'objet d'une publication.