

Univerzitet u Beogradu

Filozofski fakultet

Nenad D. Filipović

PROTIVČINJENIČKE VEROVATNOĆE

Doktorska disertacija

Beograd, 2019

University of Belgrade

Faculty of Philosophy

Nenad D. Filipović

COUNTERFACTUAL PROBABILITY

Doctoral dissertation

Belgrade, 2019

Informacije o mentoru i članovima komisije

Mentor:

dr Vladan Đorđević, vanredni profesor, Filozofski fakultet Univerziteta u Beogradu

Članovi komisije:

dr Radmila Jovanović Kozlovski, docent, Filozofski fakultet Univerziteta u Beogradu

dr Andrej Jandrić, docent, Filozofski fakultet Univerziteta u Beogradu

dr Milan Ćirković, naučni savetnik, Astronomska Opservatorija u Beogradu

Datum odbrane disertacije: _____

PROTIVČINJENIČKE VEROVATNOĆE

Rezime

Postoji pojam verovatnoće koji se koristi u determinističkim sistemima, poput bacanja novčića, ali ostaje puno pitanja kako tačno shvatiti taj pojam. Cilj ovog istraživanja je pružanje argumenata da taj pojam treba razumeti kao protivčinjeničku verovatnoću. Da bismo opravdali ovakav zaključak, napravićemo nekoliko glavnih koraka u istraživanju. Prvo, analiziraćemo poznate istorijske i moderne interpretacije objektivnog pojma verovatnoće. Ova analiza će služiti da istaknemo mane i vrline bitnih radova u filozofiji verovatnoće, i da pokažemo da učenjem od prethodnika možemo da dođemo do određenog zaključka oko toga kakva interpretacija verovatnoće treba da bude. Tvrdiću da nam ti zaključci favorizuju protivčinjeničku interpretaciju verovatnoće, čije je osnove izneo Džon Bigelou. Predložiću modifikaciju njegove teorije. Drugo, analiziraćemo najjače argumente za inkompatibilizam objektivne verovatnoće i determinizma. Zaključićemo da je deo diskusije povodom (in)kompatibilizma u filozofiji verovatnoće plod terminološke zbrke. Uz preciznije određenje probabilističkih pojmova, pokazaćemo da ima razloga da prihvatimo kompatibilističku poziciju. Najzad, analiziraćemo tri primera determinističkih sistema koji obiluju probabilističkim pojmovima: klasičnu statističku mehaniku, evolutivnu biologiju, i igre šansi, i pokazati da postoje razlozi da se probabilistički pojmovi u slučaju klasične statističke mehanike i igre šansi shvate kao protivčinjeničke verovatnoće, a da u slučaju evolutivne biologije možemo poboljšati argumente Eliota Sobera ukoliko prihvatimo protivčinjeničku interpretaciju.

Ključne reči: interpretacija verovatnoće, Alan Hajek, protivčinjenička verovatnoća, uverenja, objektivna verovatnoća, Džon Bigelou, mogući svetovi, relacija sličnosti, klasična statistička mehanika, bacanje novčića.

Naučna oblast: Filozofija

Uža naučna oblast: Filozofija verovatnoće

COUNTERFACTUAL PROBABILITY

Summary

Certain notion of probability has been widely used in deterministic systems. However, lots of open question remain about the exact meaning of the notion. The aim of this research is to argue that the notion should be interpreted as counterfactual probability. To justify such a conclusion, we will make several steps in the research. First, we will analyze major historical and modern interpretations of the objective probability. This should serve to highlight both the flaws and virtues of famous ideas in the field of philosophy of probability, and to show that by learning from the predecessors we can come to some conclusions about what should be a good candidate for an interpretation of probability, i.e. what are criteria for acceptable interpretation of probability. I will argue that these conclusions favor the counterfactual interpretation of probability, originally proposed by John Bigelow. I will propose modification of his theory, for some philosophical reasons. Second, we will analyze the strongest arguments for incompatibilism of objective probabilities and determinism. We will conclude that at least part of the long discussion regarding (in)compatibilism in the philosophy of probability is the result of a conceptual confusion. Using more precise probabilistic concepts, we will show that there are reasons to accept compatibilism. Finally, we will analyze three examples of deterministic systems intertwined with probabilistic concepts: classical statistical mechanics, evolutionary biology, and games of chance. We will show that there are reasons to interpret probability in the cases of classical statistical mechanics and games of chance as counterfactual probability, and in the case of evolutionary biology, we can refine Eliot Sober's arguments if we interpret probability as counterfactual probability.

Key words: interpretation of probability, Alan Hájek, counterfactual probability, credence, objective probability, John Bigelow, possible worlds, relation of similarity, classical statistical mechanics, coin tossing.

Scientific field: Philosophy

Scientific subfield: Philosophy of Probability

Sadržaj

Uvod.....	1
0.1. Kratka istorija verovatnoća.....	1
0.2. Problem objektivnih verovatnoća.....	10
0.3. Objektivne verovatnoće i determinizam.....	12
Poglavlje 1: Interpretacije verovatnoća.....	16
1.1. Istorijski značajne interpretacije.....	17
1.1.1. Klasična interpretacija.....	17
1.1.2. Frekvencionističke interpretacije.....	22
1.1.2.1. Aktualni frekvencionizam.....	23
1.1.2.2. Hipotetički frekvencionizam.....	28
1.1.3. Propenzitet.....	35
1.2. Savremene interpretacije.....	41
1.2.1. Luisovske verovatnoće.....	41
1.2.2. Neteoretska interpretacija.....	47
1.2.3. Interpretacija početnog opsega.....	51
1.2.4. Protivčinjeničke verovatnoće.....	58
Poglavlje 2: Principi i objektivne verovatnoće.....	67
2.1. Osnovni princip.....	67
2.2. Laplasov demon.....	79
2.3. Verovatnoće i zakoni prirode.....	90
Poglavlje 3: Verovatnoće u determinističkim sistemima.....	96
3.1. Klasična statistička mehanika.....	96
3.1.1. Termodinamika i statistička mehanika.....	96
3.1.2. Maksvelov demon.....	98
3.1.3. Bolcmanovska statistička mehanika.....	100
3.1.4. Makroverovatnoće u KSM.....	102
3.1.5. Mikroverovatnoće u KSM.....	105
3.1.6. Hipoteza prošlosti.....	107
3.1.7. Interpretacije verovatnoća u KSM.....	111
3.1.8. Subjektivne verovatnoće.....	112
3.1.9. Verovatnoće kao luisovske.....	115

3.1.10. Protivčinjenička verovatnoća.....	117
3.2. Evolutivna biologija.....	120
3.2.1. Princip prirodne selekcije.....	120
3.2.2 Adaptivna vrednost.....	121
3.2.3. Adaptivna vrednost kao propenzitet.....	122
3.2.4. Adaptivna vrednost i subjektivne verovatnoće.....	124
3.2.5. Soberov argument za objektivnost makroverovatnoća.....	125
3.3. Igre šansi.....	128
Poglavlje 4: Pitanja u vezi sa protivčinjeničkim verovatnoćama.....	131
4.1. Mikrokonstantnost.....	131
4.2. Probabilistička objašnjenja i verovatnoća objašnjenja.....	133
4.3. Redukcija objašnjenja?.....	134
4.4. Protivčinjeničke verovatnoće i OP.....	137
4.5. Modalni realizam?.....	138
Zaključna razmatranja.....	139
Literatura.....	141
Apendiks I: Kolmogorovljev aksiomatski sistem i problem sa definicijom uslovne verovatnoće.....	152
Apendiks II: Formalni osnovi protivčinjeničke interpretacije.....	156

0.1. Kratka istorija verovatnoća

Kada bacimo standardan, neoštećen novčić, da li treba da budemo uvereni da će pre pasti glava ili pismo? Uobičajen, vekovima star odgovor jeste da treba misliti da su oba ishoda jednako verovatna. Ako nam neko nudi opkladu prema kojoj bismo dobili pet puta više nego što bismo izgubili u slučaju da padne ono što smo izabrali - bilo glava bilo pismo - trebalo bi da prihvatimo takvu opkladu (delom) zbog jednake verovatnoće ishoda. Verovatnoća nas u tom slučaju vodi ka odlučivanju. Ovakva upotreba verovatnoća stara je, kako Entoni Igl [*Antony Eagle*] napominje, makar onoliko koliko i igre na sreću (Eagle, 2004, str. 372). Pre nego što smo imali probabilističke termine u evolutivnoj biologiji, kvantnoj mehanici, pa čak i pre statističke mehanike, imali smo pojam verovatnoće u preteoretskom obliku u svakodnevnom životu. Prema Iglu, preteoretski pojam koji vidimo u primeru sa novčićem koristi se na nekoliko suštinskih načina:

- (a) kao matematička mera mogućnosti ("jednako verovatno");
- (b) kao vodič ka racionalnim verovanjima („ne treba verovati da će pismo pasti pre nego glava”); i najzad,
- (c) kao na neki način objektivno svojstvo, nezavisno da naših verovanja ("novčić je fer, tako da je verovatnoća ishoda jednaka") (Eagle, 2004, str. 373–375.)

Kako Igl napominje, pre nego što smo u klasičnoj statističkoj mehanici videli precizno upotrebljen naučni pojam verovatnoće, već smo imali ustaljenu upotrebu preteoretskog pojma (Eagle, 2004, str. 373-375). Takav pojam je imao ustaljene veze sa ostalim preteoretskim, naučnim i filozofskim pojmovima. Te osobine i veze sa ostalim pojmovima treba shvatiti ozbiljno pri filozofskoj analizi verovatnoće: unutar neke nauke jedan pojam može biti nazvan „verovatnoćom”, ali ukoliko nema dovoljno glavnih osobina preteoretskog pojma verovatnoće, teško da bismo rekli da je to dobra analiza ili upotreba pojma od kojeg smo krenuli. (Poslužiću se Hajekovim [*Alan Hájek*] primerom: ukoliko vrednosti mase odredimo na skali od 0 do 1, iskazi o

masi mogu zadovoljiti aksiome verovatnoće. Ipak, ukoliko bi neko rekao da je to „verovatnoća” i nastavio da upotrebljava termin na taj način u različitim naukama, ne bismo to prihvatili kao zadovoljavajuću upotrebu preteoretskog pojma verovatnoće (Hájek: 2012, pog. 2)). Klasična statistička mehanika je *dobar* primer naučne upotrebe preteoretskog pojma: izgleda kao da je pojam koji je upotrebljen u njoj, u originalnom smislu, jako blizak postojećem preteoretskom pojmu (up. sa: Eagle, 2004, str. 372-375) Tako da smo naučnu upotrebu preteoretskih verovatnoća dobili jako rano, možda i ranije nego samu filozofsku analizu. Utoliko, posao filozofske analize je različit od prostog „pronalaska” naučnih verovatnoća, naročito jer je klasična statistička mehanika „pronašla“ verovatnoće bez filozofske analize (up. sa: Eagle, 2004, str. 372-375). Ono što je posao filozofske analize jeste da, na izvestan način, poveže i uskladi preteoretsku i teoretsku upotrebu pojma verovatnoće: da preteoretski pojam analizira i objasni tako da se vidi zašto je i na koji način upotrebljen u teoretskom smislu. U tom smislu, filozofija verovatnoće mora da objasni i svakodnevne intuicije u vezi sa pojmom verovatnoće, ali i naučnu upotrebu pojma i naučne intuicije i uticaje vezane za pojam (Hájek nešto slično tvrdi za analizu pojma uslovne verovatnoće u: Hájek, 2003b).

Vratimo se na nekoliko glavnih osobina preteoretskog pojma verovatnoće koje sam pomenuo. Svaka od tih osobina dala nam je dalje smerove u kojima se filozofska analiza pojma kretala. Prvo, verovatnoća u preteoretskom smislu predstavlja *nekakvu* matematičku meru *nekakvih* mogućnosti. Kakvu matematičku meru? Standardan odgovor glasi da je to mera koja poštuje Kolmogorovljevu aksiomatizaciju (Kolmogorov, 1950) [*Andrey Nikolaevich Kolmogorov*]. Iako je to standardan odgovor na pitanje šta je „matematika verovatnoće”, možemo videti da nije jedini: npr. Popper [*Karl Popper*] (Popper, 1959a) je dao značajnu alternativnu aksiomatizaciju, i postoje razlozi da mislimo da je takva aksiomatizacije unekoliko bolji kandidat za matematiku preteoretskog pojma verovatnoće nego standardna aksiomatizacija Kolmogorova (videti u: Hájek, 2003b). Ali, taj deo filozofske analize izgleda kao manje problematičan u odnosu na neke druge osobine preteoretskog pojma.

Poslednje što sam od osobina naveo jeste da je verovatnoća izvesno objektivno svojstvo sveta, nezavisno od naših uverenja: čak i da ljudi nemaju stav o tome, verovatnoća padanja glave je 0.5. Ovo svojstvo, s druge strane, jeste takvo da postoji određena nezavisnost od aktualnog dešavanja ishoda kojem se pripisuje: čak i da mislimo da je novčić namešten tako da je mnogo verovatnije da će pasti glava, to je u skladu sa tim da padne pismo. Tako da imamo tvrdnju o

određenoj nezavisnosti od aktualnog dešavanja, i tvrdnju o određenoj objektivnosti. Odnosno, izgleda kao da pričamo o nekom modalnom i objektivnom svojstvu. Oba ova određenja su predmet kontroverze. Tako imamo uticajne interpretacije koje nam tvrde da je svaka upotreba pojma verovatnoće zapravo tvrdnja o našim mentalnim stanjima (de Finetti, 1970, 1972; Ramsey, 1926), ili uticajne interpretacije koje govore da je verovatnoća u potpunosti svodiva na aktualne događaje (npr. Lewis, 1994; Loewer, 2001, 2004; Venn, 1888). Dok je matematika verovatnoće manje ili više sređeno polje analize koje ima jedan vodeći i nekoliko alternativnih odgovora, metafizika ili semantika verovatnoće ne mogu da se pohvale sličnom slogom, jer najčešće različite interpretacije pokušavaju da interpretiraju pojam verovatnoće tako što potpuno ignorišu osobine preteoretskog pojma koje druge interpretacije smatraju ključnima. Konfuziju povećava što suprotstavljene interpretacije često imaju nekompatibilne poente koje zasebno izgledaju ubedljivo. Tako, tvrdnje subjektivista o tome da preteoretski pojam treba tumačiti kao pojam subjektivne ili epistemološke verovatnoće izgledaju ubedljivo, jer nekada pričamo o verovatnoći kao nivou naših uverenja ("ne verujem da će sutra pasti kiša" je rečenica koju često kažem na osnovu polovičnih znanja koje sam prikupio tokom dana). Takođe tvrdnje objektivista mogu izgledati ubedljivo jer nekada probabilističkim tvrdnjama možemo tvrditi nešto o svetu: ništa od fizičkih karakteristika novčića ne čini izglednijim padanje na glavu nego padanje na pismo, nezvano od toga da li i šta neko o tome misli.

Moje interesovanje za temu je vezano za ispitivanje interpretacije pojma verovatnoće. Opšta poenta za koju bih želeo da pružim argumente jeste da imamo više od jednog preteoretskog pojma verovatnoće. Jedan od tih pojmova verovatnoće jeste protivčinjenički pojam verovatnoće. Braniću protivčinjeničku interpretaciju ovakvog pojma, koju je ponudio Bigelow [John Bigelow] (Bigelow, 1976, 1977). Mislim da takva interpretacija zadovoljava i modalni i objektivni karakter preteoretskog pojma, i predstavlja objektivnu verovatnoću koja je uklopljiva sa determinističkom fizikom.

Vrlo ukratko, poenta je sledeća: nekim probabilističkim iskazima tvrdimo *puno* o svetu, ali ne *sve*. Recimo, kada tvrdimo da je verovatnoća da padne glava pri fer bacanju novčića jednaka 0.5, time tvrdimo nešto objektivno o fizičkom svetu; ali, takođe, time ne tvrdimo previše o svetu. Odnosno, time tvrdimo da je svet takav da je u nekom smislu isključivo fizika bacanja novčića odgovorna za verovatnoću koju pripisujemo tom procesu; ali istovremeno, time ne tvrdimo da je fizika na fundamentalnom nivou deterministička ili indeterministička. Ovakve

tvrdnje ne treba da znače da je svaki pojam verovatnoće koji upotrebljavamo takav: prostora za subjektivnu verovatnoću itekako ostaje. Razvitak subjektivne interpretacije verovatnoće je jedan od najznačajnijih razvoja u teoriji verovatnoće, teoriji odlučivanja, i teoriji igara, a razvitak epistemčkih verovatnoća je povezoao teoriju verovatnoće sa teorijom informacija. U tom smislu, ništa od navedenog, niti od ciljeva rada ne predstavlja kritiku takvih interpretacija na bilo koji način. Štaviše, mislim da su osnove subjektivnih i epistemčkih interpretacija verovatnoća u daleko boljem stanju nego osnove objektivnih interpretacija.

Terminološke napomene: koristiću termin *subjektivne verovatnoće* za pojam verovatnoća kojim se tvrdi nešto o tome kakve nivoe verovanja pojedinac ima ili treba da ima u svetlu određene evidencije. Ovako formulisan termin subjektivne verovatnoće je namerno širok: on obuhvata DeFinetijeve [*Bruno de Finetti*] nivoe verovanja (de Finetti, 1970, 1972); ali, tako formulisan termin obuhvata i sve ono što bi se tradicionalno nazvalo epistemološkim verovatnoćama: interpretacije poput *klasične* ili *logičke interpretacije* (Carnap, 1953, 1963; Keynes, 1921; Laplace, 1814). Ovakvom upotrebom termina subjektivne verovatnoće ne želim da tvrdim da interpretacije na ta dva kraja spektra pričaju o potpuno istom pojmu - pre će biti da to nije slučaj - već da napravim razliku u odnosu na drugi opšti pojam verovatnoće koji imamo.

Za taj opšti pojam koristiću termin objektivne verovatnoće. Ovaj termin stajaće za sve pojmove verovatnoće koji se određuju bez pozivanja na epistemološka ili kognitivna stanja - verovatnoće koje su tu isključivo zato što je svet takav kakav jeste, i postojale bi da i da nas nema. (Drugo dobro ime bi bilo *fizičke* verovatnoće.) Pod ovaj termin očigledno spada ono što tradicionalno nazivamo *šansama*, odnosno, verovatnoće koje nisu svodive na druge fizičke procese, svojstva, entitete i koje bismo smatrali nereducibilnim fundamentalnim fizičkim svojstvom, koje ne pripisujemo nekom *tipu* događaja, već smatramo da je svojstvo celokupnog stanja sveta da evoluiru u buduće stanje određenom verovatnoćom. Paradigmatični primer šansi bile bi verovatnoće kakvim ih nalazimo u GRW [*Ghirardi–Rimini–Weber*] kvantnoj mehanici.

Na ovom mestu vredi dodatno prokomentarisati postojeću terminologiju u filozofiji verovatnoće. Naime, diskusija o problemu koji ćemo predstaviti u trećem delu uvoda - problem (in)kompatibilizma objektivnih verovatnoća i determinizma - jeste isprepletana sa drugačijim shvatanjima pojma objektivne verovatnoće. Zamka u koju mislim da upada određeni broj autora koji raspravlja o (in)kompatibilizmu objektivnih verovatnoća i determinizma jeste što se šanse i objektivne verovatnoće nekada uzimaju kao sinonimni termini (videti u npr: Loewer, 2001;

Schaffer, 2003, 2007), dok drugi podrazumevaju pod objektivnim verovatnoćama i verovatnoće koje se pripisuju tipu događaja, ili nisu nereducibilne itd. Diskusije koje rezultiraju zbog tako različitih početnih pozicija imaju prizvuk konceptualne konfuzije: često obe strane argumentuju za poziciju koju "suprotstavljena" strana ne poriče.

Preuzimajući Lajonovu [*Aidan Lyon*] distinkciju, od početka bih bio pedantniji oko terminologije: šansom ćemo nazivati isključivo pojam verovatnoće kakav se koristi u GRW kvantnoj mehanici. Dakle, šansama ćemo fundamentalne, nesvodive fizičke verovatnoće, koje su svojstva celokupnog sveta, a ne tipa događaja. U ovom smislu, *a priori* je istinito da šanse i determinizam nisu kompatibilni. S druge strane, objektivne verovatnoće i šanse neću koristiti kao sinonime (up. sa: Lyon, 2011, Sober, 2010a, 2010b). Objektivne verovatnoće su sve koje nisu subjektivne, odnosno, verovatnoće koje postoje nezavisno od našeg mišljenja o događajima, evidenciji koju imamo, mogu se pripisivati tipovima događaja, itd. Šansa je tako samo jedan pojam koji spada u objektivne; takvih pojmova možda ima još (up. sa: Lyon, 2011). Takva distinkcija će možda izražavanje učiniti malo rigidnijim (budući da ćemo uvek morati da pojasnimo o kakvom tipu objektivnih verovatnoća govorimo), ali će oslobiti diskusiju postojećih konceptualnih konfuzija i pojasniti problem (in)kompatibilizma objektivnih verovatnoća i determinizma.

Tako bih pitanje da li je determinizam kompatibilan sa objektivnim verovatnoćama razlikovao od (trivijalnog) pitanja da li je determinizam kompatibilan sa šansama. Pitanje je utoliko zanimljivije i kompleksnije: ima li objektivnih verovatnoća saglasnih sa determinizmom. Odgovor koji ću zastupati do kraja ovog rada jeste potvrđan, i pružiću argumente zbog čega bi to trebalo da budu protivčinjeničke verovatnoće.

Dalje, treba napomenuti da se, sem pogleda na klasičnu interpretaciju, i kratkog pominjanja modernog razvoja takve interpretacije (Jaynes, 1968), nećemo analizirati subjektivne i epistemičke interpretacije. Kao što smo već napomenuli, ovo nije iz razloga kritike takvih interpretacija ili mišljenja da one nisu korisne. Naprotiv, takve interpretacije su daleko uspešnije od interpretacija objektivnog pojma, a fokusiranje na objektivne interpretacije je upravo iz razloga što su takve interpretacije do sada bile daleko manje uspešne. Nažalost, povezanost i odnos objektivnih i subjektivnih (ortodoskih ili epistemičkih kao Džejnsove (Jaynes, 1968)) interpretacija nećemo analizirati u ovom radu. Razlog je to što je takav posao dovoljno obiman da zahteva zaseban rad.

Dalje, za ostatak rada treba napomenuti da pitanje o tome kakva vrsta entiteta je **nosilac verovatnoće** (da li verovatnoću pripisujemo događajima, atributima, iskazima, itd) nećemo detaljno analizirati. Kao što Hajek napominje, oko ovog pitanja možda postoji neslaganja među autorima, ali izgleda kao da je takvo neslaganje retko kada supstantivne prirode (Hájek, 2012, od. 1-3). Zbog toga, ustanoviću jako liberalnu upotrebu probablističkih termina tokom rada u pogledu nosioca verovatnoća. Budući da mislim da je najbliže preteoretskom pojmu verovatnoće to da verovatnoću pripisujemo *događajima* ili *ishodima* događaja (procesu bacanja novčića ili ishodu padanju glave), u analizi ćemo najčešće pričati o verovatnoći događaja ili ishoda. Ali, pretpostaviću da verovatnoća jednako lako može da se pripiše i *iskazima* o tim događajima ili ishodima (kao što to i Hajek radi). U formalnom smislu, lakše je pričati o verovatnoći iskaza, tako da ćemo u Apendiksu 1 i Apendiksu 2 pričati o verovatnoći iskaza.

Tokom analize, videćemo da neki autori verovatnoću pripisuju i atributima. Pretpostavićemo da takva terminologija jednako lako može da se prevedu u terminologiju koju mi koristimo.

Ciljevi rada: Glavni ciljevi rada su sledeći: (i) analiza dosadašnjih interpretacija objektivnog pojma verovatnoće i pokazivanje prednosti protivčinjeničke interpretacije u odnosu na prethodne; (ii) analiza argumenata za inkompatibilizam povodom objektivne verovatnoće i determinizma i pokazivanje da takvi argumenti ostavljaju prostor za objektivne verovatnoće; (iii) analiziranje upotrebe pojmova verovatnoće u determinističkim sistemima, i pokazivanje postojanja razloga da barem neke od tih pojmova verovatnoće interpretiramo kao protivčinjeničke.

Organizacija rada: U uvodu ću opisati šta je problem objektivnih verovatnoća i kakav je odnos objektivnih verovatnoća i determinizma. Poglavlja 1, 2, i 3 će predstavljati glavni supstantivni deo rada i podeljena su u tri donekle zasebne celine.

Poglavlje 1 će se baviti značajnim interpretacijama pojma objektivne verovatnoće. Neću analizirati interpretacije koje se bave pojmom subjektivne verovatnoće sem jednog izuzetka: analiziraću klasičnu interpretaciju. Razlog je dvostruki: istorijski značaj, budući da je to prva interpretacija verovatnoće i u nekom smislu je uticala na oblikovanje dalje filozofske diskusije; i argumentativni značaj, jer mislim da neke lekcije te interpretacije, posebno one o važnostima simetrija, treba usvojiti za objektivne verovatnoće. Sem tog izuzetka, poglavlje 1 se bavi interpretacijama objektivne verovatnoće. U prvom delu poglavlja ćemo videti istorijski značajne

interpretacije (klasičnu, frekvencionističke, propenzitet), u drugom delu poglavlja ono što smatram značajnim savremenim interpretacijama (luisovske ili verovatnoće najboljeg sistema, interpretacije početnog opsega, neteoretsku interpretaciju i protivčinjeničku interpretaciju). Deo koji se bavi istorijski značajnim interpretacijama neće doneti ogroman broj novih stvari za čitanje nekome ko je upoznat sa istorijom verovatnoće. Dok će autorska analiza ovih teorija i njihovih dobrih i loših strana naravno postojati, neke od glavnih poenti oko tih interpretacija su donekle „završen posao”, tako da mnogo prostora za originalne pomake nema, niti ih treba očekivati. Ono zbog čega analiziramo te interpretacije jeste ukazivanje na *specifične vrline i mane* konkretnih interpretacija. Zajedno sa analizom savremenih interpretacija verovatnoće, cilj poglavlja je da vidimo šta se očekuje od neke interpretacije, kakve interpretacije su u kom pogledu uspešnije ili manje uspešne. Ono što ću pokušati da pokažem, jeste da iz mana i vrlina interpretacija kroz istoriju filozofije verovatnoće možemo izvući dosta zaključaka. Jedan od tih zaključaka jeste potreba za *modalnim* karakterom pojmom verovatnoće, zbog čega predlažemo upravo protivčinjeničku interpretaciju.

U poglavlju 2 ću se detaljno baviti problemom determinističkih verovatnoća, odnosno, glavnim argumentima za inkompatibilističku stranu: stranu koja tvrdi da determinizam i objektivne verovatnoće nisu kompatibilni. Kako je drugi glavni cilj rada pokazivanje na izvesni probabilistički pluralizam - kao što sam napomenuo, zastupaću da postoji više preteoretskih pojmova verovatnoća - od supstantivne je važnosti analizirati glavne argumente koji to poriču. U prvom delu poglavlja (2.1) videćemo argument na osnovu najznačajnijeg principa koji povezuje verovatnoće i racionalna uverenja [eng. *credence*], Osnovnim principom Dejvida Luisa [*David Lewis*] i argumentu za inkompatibilizam koji je na osnovu tog principa izneo Džonatan Šafer [*Jonathan Schaffer*]. U 2.1. detaljno ćemo analizirati Osnovni princip, analiziraćemo jedan poznati argument za izmenu tog principa, pokazati da taj argument nije dobar, i potom videti Šaferov argument za inkompatibilizam na osnovu principa. Zaključićemo da se na osnovu Luisovog principa može dobiti argument za inkompatibilizam šansi i determinizma, ali da to ne govori ništa povodom toga da je neki drugi pojam verovatnoće objektivan ili subjektivan.

Drugi deo drugog poglavlja (2.2.) biće posvećen istorijski najznačajnijem inkompatibilističkom argumentu, argumentu Laplasovog [*Pierre-Simon Laplace*] demona. Sem što je istorijski značajan, mislim da se većina argumenata za inkompatibilizam zasniva na intuiciji sličnoj onoj koja stoji iza argumenta Laplasovog demona. Zbog toga mislim da je, pre zastupanja

bilo kakve kompatibilističke pozicije, bitno ispitati taj argument. U delu 2.2 detaljno ćemo analizirati argument na osnovu Laplasovog demona, prikazati skorašnje kritike Eliota Sobera [Elliot Sober] upućene tom argumentu, i izneti odbranu Sobera od kritika koje su upućene njegovim argumentima. Opšta poenta dela (2.2.) biće slična kao i povodom Luisovog Osnovnog principa. Odnosno, i argument na osnovu Laplasovog demona nam daje zaključak koji se tiče *samo* za pojam šanse. Zaključak koji se potom izvodi povodom objektivnih verovatnoća *uopšte*, počiva na neopravdanom izjednačavanju šansi i objektivnih verovatnoća. Tvrdiću da je to izjednačavanje motivisanim prediktivnom vrednošću pojma šansi, i da nam i Osnovni princip i Laplasov demon daju odlične testove za to da li neki pojam verovatnoće ima maksimalnu prediktivnu vrednost, ali da to ne znači ništa povodom objektivnosti ili subjektivnosti nekog pojma verovatnoće.

Poslednji deo drugog poglavlja (2.3.) biće posvećen odnosu načina na koji shvatamo zakone prirode i načina na koji shvatamo objektivne verovatnoće. Kako ćemo videti i u 2.1. i u 2.2., inkompatibilistički argumenti često zavise od pozivanja na prirodne zakone. U tom smislu, bitno je barem ukratko prikazati tri glavna pravca u shvatanju zakona prirode: teorije zakona kao regularnosti [eng. *regularity*], kao upravljanja [eng. *governing*] i kao moći [eng. *powers*]. Ukratko ćemo analiziraćemo prostor za objektivne verovatnoće pod svakim od tih pravaca.

U poglavlju 3 videćemo kako se verovatnoće upotrebljavaju u nekim determinističkim naukama - klasična statistička mehanika (3.1), evolutivna teorija (3.2), i igrama na sreću (3.3), odnosno, paradigmatskim primerima u kojima se ne obavezujemo na fundamentalni indeterminizam, a imamo neku upotrebu verovatnoća. Ako objektivne determinističke verovatnoće postoje, onda su ove oblasti prvi kandidati za njihov „pronalazak”. Najveći deo poglavlja zauzeće pitanje probabilističkih pojmova u klasičnoj statističkoj mehanici (3.1). Ispitaćemo na koji način se koriste probabilistički pojmovi u objašnjenjima termodinamičkih procesa preko statističke mehanike (3.1.4. i 3.1.5.). Pokazaćemo da postoji prostora da se barem neki verovatnoće u ovom kontekstu tumače kao objektivne, i zastupati da nasuprot uobičajenom filozofskom mišljenju koje su popularizovali Dejvid Albert [*David Albert*] i Beri Lover [*Barry Loewer*] ne treba da ih shvatimo kao luisovske verovatnoće, već protivčinjeničke. U ovom poglavlju ćemo takođe ispitati status tzv. *Hipoteze prošlosti* kao zakona prirode, i pokazati da nam shvatanje verovatnoća kao protivčinjeničkih (3.1.6.) daje zgodnu posledicu povodom Hipoteze prošlosti koja favorizuje našu interpretaciju u odnosu na interpretacije koje su

popularizovali Albert i Lovér. U drugom delu poglavlja (3.2.) ukratko ćemo prikazati upotrebu probabilističkih pojmova u evolutivnoj biologiji. Ideja u delu 3.2. je da pružimo izvesno poboljšanje Soberovog argumenta za objektivnost verovatnoća u evolutivnoj biologiji. Tvrdićemo da će Soberov argument biti jači, ukoliko verovatnoće shvatimo kao protivčinjeničke. Budući da je fokus dela 3.2. *samo* na poboljšanju Soberovog argumenta, deo o evolutivnoj biologiji biće daleko manje detaljan od dela o klasičnoj statističkoj mehanici i samo ćemo ukratko videti zbog čega se adaptivna vrednost nekada shvata probabilistički. Poslednji deo trećeg poglavlja (3.3.) biće posvećen klasičnim igrama šansi. Kako ćemo kroz analize interpretacija verovatnoće videti, klasične igre šansi su bili prvi objekat istraživanja teorije verovatnoće, i utoliko zaslužuju kratak osvrt u ovom delu. Budući da će o njima dosta biti rečeno kroz primere tokom analiza interpretacija verovatnoća (poglavlje 1), u delu 3.3. imaćemo samo kratak osvrt na mogućnosti shvatanja verovatnoća u igrama šansi, i prikazaću kratak argument zbog čega bi ih trebalo shvatiti kao protivčinjeničke.

U poglavlju 4 ćemo ukratko videti neka pitanja u vezi sa protivčinjeničkom interpretacijom. Ukratko ćemo analizirati neke stavove povodom probabilističkih objašnjenja, mogućnosti redukcije objašnjenja i eventualnog uticaja na shvatanje verovatnoća (4.2. i 4.3.). Takođe ćemo se ukratko osvrnuti na vezu između protivčinjeničkih verovatnoća i racionalnih uverenja (4.4.), kao i na brigu o tome da li se tumačenjem nekih verovatnoća kao protivčinjeničkih možda obavezujemo na modalni realizam (4.5.). Poglavlje 4 će biti značajno kraće od prva tri poglavlja, i samo ćemo se ukratko baviti pomenutim pitanjima, koje smatram od značaja, ali ne supstantivnog poput problema iz prva tri poglavlja. Najzad, u zaključnim razmatranjima ću ukazati na neke od pitanja za koje žalim što nema prostora da budu obrađena u ovom radu.

Sem uobičajenih završnih razmatranja na kraju rada nalaziće se dva apendiksa, odnosno dve teme koje mislim da su značajne za rad da se moraju naći tu, ali da ne predstavljaju nešto što se na prirodan način može naći u glavnom toku rada: aksiomatizacija verovatnoće i formalna osnova protivčinjeničke interpretacije. U prvom apendiksu ukratko predstaviću osnove standardne aksiomatizacije koju je izneo Kolmogorov (Kolmogorov, 1950) i predstaviti glavni filozofski problem sa Kolmogorovljevom aksiomatizacijom, odnosno poznati Hajekov argument protiv *racio* analize uslovne verovatnoće koja je bitan deo aksiomatizacije Kolmogorova (Hájek, 2003). U drugom apendiksu predstaviću formalne osnove za protivčinjeničku interpretaciju

bazirane na radovima Džona Bigeloua (Bigelow, 1976, 1977), i modifikaciju njegove interpretacije koju predlažem da načinimo..

0.2. Problem objektivnih verovatnoća

Interpretacije koje se bave pojmom objektivne verovatnoće su kroz razvoj filozofije verovatnoće imali drugačiji posao i fokus od interpretacija subjektivne verovatnoće. Naime, u subjektivističkim interpretacijama uvek je bilo jasno koji entiteti su predmet interpretiranja. Od prve eksplicitno subjektivističke interpretacije (Ramsey, 1926), pa do savremenih teorija (Titelbaum, 2013) takve interpretacije se bave uverenjima ili nivoima verovanja koje racionalan činilac [eng. *agent*] ima ili treba da ima. Predmet interesovanja je jasan i za sve interpretacije koje su poznate kao epistemološke (Carnap, 1953; Laplace & Solovine, 1814), jer se one bave time kako probabilistička verovanja treba da se formiraju u odnosu na određenu evidenciju.¹ Posao koji takvim interpretacijama preostaje jeste da vidimo kako se uverenja ili probabilistička verovanja formiraju, ili koja su pravila koja nam govore kako bi trebalo da se formiraju. (Naravno, taj posao nije jednostavan, i u zavisnosti od toga kako se koncipiraju pravila unutar teorije možemo dobiti bitno različite pojmove verovatnoće.)

Interpretacije koje se bave pojmom objektivne verovatnoće imaju bitno različit posao, zato što nema zajedničkog odgovora na pitanje o kakvim entitetima je reč kada pričamo o objektivnim verovatnoćama. Neke interpretacije svode verovatnoće na aktuelne događaje (Venn, 1888), neke na hipotetičke događaje (Von Mises, 1957), dok neke identifikuju verovatnoće sa zasebnim svojstvom poput sklonosti sistema ili celog sveta da se ponaša na određen način (Fetzer, 1974, 1977, 1983, 2002; Popper, 1957, 1959a, 1959b), itd. Tako da jedan od glavnih problema sa kojim se suočava bilo koja interpretacija objektivnog pojma verovatnoće jeste određivanje vrste entiteta sa kojim identifikujemo verovatnoće ili na koje svodimo verovatnoće.

Kako Hajek napominje, pri razjašnjenju tog problema treba paziti da pojam verovatnoće koji nam teorija pruža jeste u određenom skladu sa pojmom verovatnoće upotrebljenim u naučnim teorijama, ali i sa onim što identifikujemo kao preteoretski pojam (Hájek, 2012, od. 2). Naravno, ovo ne znači da treba očekivati potpuno poklapanje niti sa jednim, niti sa drugim: kako

¹ Sve ove teorije su na neki način epistemološke, razlika između onih koje su nazivane subjektivne i onih koje su nazivane epistemološke je da li se termin verovatnoće odnosi na verovanja pojedinaca, ili na nešto što identifikujemo kao odnos evidencije i iskaza ili događaja.

smo naveli, izgleda kao da ima više pojmova verovatnoće i u naučnoj i u preteoretskoj upotrebi. Jedna interpretacija teško da će moći da obuhvati sve te pojmove, naročito jer izgleda da su neke od osobina različitih pojmova verovatnoće nekompatibilne. Ali, isto tako, interpretacija nam ne može identifikovati verovatnoće sa nečime što *premal*o zadovoljava očekivanja koja imamo na osnovu preteoretskih i naučnih pojmova: setimo se primera sa normalizovanom masom. Tako gledano, iskazi o masi bi činili aksiome verovatnoće istinitim, ali sem toga, masa ne zadovoljava nikakvo drugo očekivanje o verovatnoći koje imamo na osnovu naučne ili preteoretske upotrebe.

Dve glavne odlike preteoretskog pojma na koje bi trebalo da se fokusiramo su prediktivna i eksplanatorna vrednost. Prediktivna vrednost znači da verovatnoće treba da imaju vrednost u predikcijama budućih stanja i događaja. Prediktivna vrednost obezbeđuje i to da nam verovatnoće služe kao „vodič za život“, u smislu da naša verovanja treba uskladiti sa informacijama o verovatnoćama, i da je racionalnost naših odluka u bitnoj vezi sa takvim informacijama. Ako ima ovakvu prediktivnu vrednost, teorija verovatnoće će biti jednako upotrebljiva i u hipotetičkim i situacijama prošlosti - trebalo bi da možemo da zaključimo ne samo šta će se desiti, već i šta je moglo da se desi da je situacija bila drugačija.

Eksplanatorna vrednost znači da objektivne verovatnoće treba da služe za objašnjavanje fenomena, procesa ili odnosa procesa koje nalazimo u aktualnom svetu. Ukratko rečeno, očekujemo od pojma objektivne verovatnoće da naučna objašnjenja čini boljim. Eksplanatorna vrednost verovatnoće, za razliku od prediktivne, često se zapostavlja u filozofskoj literaturi. (U poglavlju 2 videćemo da je većina principa koji povezuju verovatnoće i druge značajne pojmove fokusirana na prediktivnu vrednost.) Pod eksplanatornom vrednošću možemo smatrati više stvari, ali ono što je najčešće uzimano kao očigledno vezano za pojam verovatnoće i što očekujemo da nam pojam verovatnoće razjasni jesu relativne frekvencije određenih događaja, bilo da su to aktualne frekvencije ili frekvencije za koje očekujemo da se dese. Tako vidimo da se u izolovanim termodinamičkim sistemima entropija sistema nikada ne smanjuje. Ili vidimo da kockice koje imaju šest jednakih strana padaju na šesticu određenom frekvencijom, dok kockice sa nejednakim stranama možda padaju drugom frekvencijom na šesticu. Regularnosti, frekvencije, očekivanja povodom frekvencija, različitosti i sličnosti u posmatranim i predviđanim frekvencijama bi trebalo da se mogu objasniti probablističkim pojmovima.

Interpretacija koja bi nam davala pojam verovatnoće bez prediktivne i eksplanatorne vrednosti ne bi mogla biti dobra interpretacija verovatnoće, čak i da zadovoljava standardnu

aksiomatizaciju. Ima slučajeve kada je potrebno ove dve odlike balansirati (npr. u: Loewer, 2001). Pitanje je, s druge strane, kakav je odnos ove dve odlike, da li se one mogu ili ih treba balansirati, itd. O ovome će biti više reči na početku prvog poglavlja, kada vidimo detaljnije koja očekivanja su autori imali od interpretacija. Za sada naglasimo da pitanje odnosa eksplanatorne i prediktivne vrednosti ostaje pitanje onoga što je Igl nazvao „konceptualnom ekonomijom“ (Eagle, 2004, str. 372). Određen gubitak prediktivne vrednosti tako možemo nadoknaditi dobitkom eksplanatorne, i obratno.

0.3. Objektivne verovatnoće i determinizam

Pored pomenutih problema koje interpretacije objektivnog pojma verovatnoće imaju, postoji zasebno pitanje odnosa objektivnih verovatnoća i determinizma. Nazovimo potpunim mikrostanjem sveta W stanje svih fundamentalnih entiteta tog sveta, a potpunim makrostanjem stanje svih makroskopskih entiteta celog sveta W . Nepotpunim mikro ili makrostanjem nazovimo stanje dela sveta. (Takođe, biće zgodno da ustanovimo termine mikroopis sveta - opis mikrostanja, i makroopis sveta - opis makrostanja.) Definišimo deterministički svet, kao svet u kome važi deterministička teza (nadalje u tekstu DT):

DT: Svako potpuno mikrostanje sveta W u svakom momentu t u potpunosti je determinisano potpunim mikrostanjem sveta W u bilo kom momentu t_i i fundamentalnim zakonima sveta W .

Paradigmatičan primer determinističkog sveta bio bi svet u kome je fundamentalna fizika njutnovska: to je svet u kome se evolucija svakog sledećeg stanja dešava iz prethodnog prema njutnovskim zakonima kretanja. Recimo da pored determinističke teze važi i teza kao što je mereološka supervenijencija (nadalje u tekstu MS):

MS: Potpun opis svih svojstava svih mikročestica, u nekom momentu, jedinstveno određuje sva svojstva koja svi makroobjekti imaju u tom momentu. (Sober, 2010a, str. 181)

Iz DT i MS sledi da je: a) svako makrostanje sveta određeno bilo kojim potpunim mikrostanjem sveta i b) bilo koje mikrostanje u momentu t_n je određeno potpunim mikrostanjem sveta u bilo

kom trenutku t_i . MS je teza koja može imati problema (videti npr. Cartwright, 1980), ali ima *prima facie* ubedljivost. Ono što tvrdimo takvom tezom jeste da svet potpuno zavisi od onoga što važi na fundamentalnom nivou. Zajedno sa determinističkom tezom, MS kao posledicu ima poznate probleme za objektivne verovatnoće. Uzmimo njutnovski svet kao primer. U njemu svako buduće stanje sveta evoluirala iz prethodnog na osnovu njutnovskih zakona kretanja. U tim zakonima nema verovatnoće: $F=ma$ nema niti eksplicitan niti implicitan parametar verovatnoće. Ukoliko upotrebljavamo verovatnoće da predvidimo buduće stanje, to znači da ne znamo u potpunosti prethodno stanje, ili da ne koristimo fundamentalnu fiziku za predviđanje. Dakle, za verovatnoće je nužno ili neznanje stanja ili neznanje zakona ili korišćenje zakona koji nisu fundamentalni. U tom slučaju, svaka verovatnoća koju upotrebljavamo jeste epistemička, odnosno, subjektivna, zato što dolazi usled lošeg epistemičkog položaja koji imamo.

Ovo je, ukratko rečeno, intuicija koja stoji iza ideje da objektivne verovatnoće i determinizam nisu kompatibilni, intuicija koja stoji iza Laplasovog demona i sličnih argumenata (up. sa: Gildenhuys, 2016; Schaffer, 2007; Sober, 2010a, 2010b). Nazivaću pravac koji smatra da objektivne verovatnoće i determinizam nisu spojivi inkompatibilističkom pozicijom ili inkompatibilizmom povodom determinističkih objektivnih verovatnoća.

Sa druge strane stoji kompatibilistička pozicija. Ovakva pozicija generalno dolazi u dve varijante: a) poricanje MS, poricanje značaja MS-a ili reformulacija MS-a; b) fokusiranje na eksplanatornu svrhu objektivnih verovatnoća.

Prvi pravac se vrti oko tvrdnje o izvesnoj autonomiji koju makronivoi imaju u odnosu na mikronivo - samom autonomijom, onda i zakoni koji postoje na makronivou, koji su često probabilistički, sadrže verovatnoće koje su objektivne i autonomne u odnosu na deterministički mikronivo. Koliko je opšta tvrdnja o autonomiji jaka, toliko će i tvrdnja o autonomiji verovatnoća biti jaka. To znači da ukoliko mislimo da fundamentalna fizika važi samo u uskom mikrodomenu (Cartwright, 1980) i da su zakoni specijalnih nauka jednako autonomni kao i zakoni fizike, onda će i verovatnoće specijalnih nauka imati jednaku autonomiju kao i bilo koji zakon fizike.² Ovakav pravac kompatibilizma dolazi do snažnih zaključaka, ali cena koja se plaća jeste, mislim, prevelika. Da bismo na ovaj način tvrdili kompatibilizam moramo da prihvatimo neortodoksan pogled barem na shvatanje zakona fizike i autonomije specijalnih nauka (up. sa: Loewer, 2008). Ukoliko neko, poput Kartrajt [*Nancy Cartwright*], ima posebnih

² Pitanje je da li ovaj pravac poriče samo MS ili i tezu determinizma. Rekao bih da, na način kako je formulisana, teza determinizma stoji, ali ako to nije slučaj, siguran sam da neka slabije formulisana teza koja bi zadržala duh determinizma može opstati.

inklinacija ka takvom gledištu iz okvira filozofije nauke, takav put bi imao potencijala. Ali, zastupati takvo gledište *zbog obezbeđenja objektivnosti verovatnoća*, odnosno, iz okvira filozofije verovatnoće, jeste put koji ima daleko manje potencijala. Tvrdnja o autonomiji posebnih nauka može biti i slabija: možemo tvrditi da zbog toga što su makrostanja višestruko realizibilna - više mikrostanja može realizovati neko makrostanje - tvrdnje o makronivou nisu isto što i tvrdnje o mikronivou koji ih zadovoljava (videti npr. Handfield, 2012, Handfield & Wilson, 2014; Hoefler, 2005, Glynn, 2010). Ovakav pravac ne plaća veliku cenu kao prethodni, ali pitanje je da li je kompatibilizam koji dobijamo dovoljno filozofski interesantan. Ukoliko kažemo da su verovatnoće makronauka objektivne *dok* ne gledamo na mikronivo, to ne može biti potpuno jak niti zanimljiv zaključak. Većina inkompatibilista bi se složila sa takvim zaključkom. Dok insistiramo da te verovatnoće postoje *samo zato* što ne gledamo na mikronivo, tvrdnja o njihovoj objektivnosti može biti plauzibilna, ali pitanje je da li takvo gledište možemo nazvati kompatibilističkim.

Drugi način kako možemo opravdati kompatibilističku poziciju jeste obraćanje pažnje na eksplanatornu funkciju pojma. U ovakvu grupu možemo svrstati bilo koga ko je zastupao frekvencionističke interpretacije verovatnoće³ i derivata takvih interpretacija, od Fon Misesa [*Richard von Mises*] (Von Mises, 1957) do Loverove [*Barry Loewer*] koncepcije luisovskih verovatnoća⁴ (Loewer, 2001, 2004). Sve ovakve koncepcije polaze od toga da su verovatnoće jednostavan način da se izraze regularnosti prirode koje postoje nezavisno od epistemičkog položaja: u tom smislu verovatnoće ne mogu biti subjektivne, čak iako njihova prediktivna svrha nije maksimalna. Definitivno nam je, ako se kladimo da li će pasti pismo ili glava u determinističkom svetu draže da imamo informaciju na osnovu potpunog mikroopisa i fundamentalnih zakona. Ipak, to ne znači da ima nešto epistemički u informaciji koju nam daje aktualni frekvencionista i koja kaže da je verovatnoća za padanje glave recimo 0.50000008, jer je relativna aktualna frekvencija padanja glave takva. Informacija aktualnog frekvencioniste ima slabiju prediktivnu vrednost - iako nije bez nje - ali, prema frekvencionistima, informacija o

3 Ranim frekvencionistima svakako nije bila namera da zauzimaju ili pravdaju kompatibilističku poziciju. Nema svedočanstva da je ovo problem kojime su se uopšte bavili u to doba diskusije o filozofiji verovatnoće, a ako jesu, ni kompatibilizam ni inkompatibilizam nisu bile pozicije za koje je davano eksplicitno opravdanje. Ali, ono što su frekvencionisti radili jeste da primarni fokus bude da ekspliciraju vezu između frekvencija i verovatnoća.

4 Mislim da za Luisovu koncepciju (Lewis, 1980) verovatnoća ovakve tvrdnje ne važe ili barem ne važe u istoj meri kao za luisovsku koncepciju kod Lovera. Razlog je što je Luis na više mesta (Lewis, 1980, 1994) tvrdio da nam njegov Osnovni princip govori *sve* što možemo znati o pojmu objektivne verovatnoće. Osnovni princip, kako ćemo videti, jeste princip koji od pojma verovatnoće očekuje samo prediktivnu vrednost. Tako da, iako je u osnovi luisovske koncepcije pogled ka eksplanatornoj vrednosti objektivne verovatnoće, ne možemo Luisu istovremeno pripisati i takav pogled i obavezivanje na Osnovni princip koliko je on učinio.

relativnim frekvencijama ima i eksplanatornih vrednosti. Takođe, ta informacija se sastoji od odnosa fizičkih događaja, i nije zavisna od toga da li uopšte ima bića koji su epistemički subjekti, tako da ne može predstavljati nivo verovanja ili uverenja. Može se naravno ispostaviti - i kako ćemo videti kada budemo analizirali frekvencionističke interpretacije mislim da se ispostavlja - da takva interpretacija nije adekvatna zbog toga što se ne poklapa sa nekim intuicijama koje imamo o preteoretskom pojmu verovatnoće, ali *prima facie* ubedljivo je reći da nam takva interpretacija daje pojam verovatnoće koji je i objektivan i kompatibilan sa determinizmom.

Mislim da je iz uopštene istorije ove diskusije važno izvući nekoliko pouka:

(I) Inkompatibilistička pozicija ima jaku intuiciju iza sebe. Argumenti na osnovu te intuicije se ne mogu odbaciti, kako sam pomenuo, prostom tvrdnjom da šanse i objektivne verovatnoće nisu sinonimi. Da bismo pokazali da u je neki pojam objektivne verovatnoće uklopljiv sa determinizmom, mora se pokazati da takav pojam *nije* prosto plod neadekvatne epistemičke pozicije.

(II) Pozivanje na višestruku realizibilnost nije dovoljno. Iako je, kako ćemo kasnije videti, višestruka realizibilnost makrosistema bitan pojam za shvatanja objektivne verovatnoće, sama po sebi ne garantuje da imamo opravdanje za bilo šta sem epistemičkih verovatnoća.

(III) Eksplanatorna vrednost verovatnoća ne treba da bude ignorisana. Jedno od glavnih zadataka verovatnoće uopšte jeste objašnjenje regularnosti i frekvencija događaja koje se dešavaju u prirodi. Interpretacije treba rangirati ne samo po tome koliko prediktivan pojam verovatnoće nam daju, već i koliko eksplanatorno vredan.

Poglavlje 1: Interpretacije verovatnoća

U ovom poglavlju prvo ćemo videti analize istorijski značajnih, a potom savremenih interpretacija verovatnoće. Pod istorijski značajne interpretacije sam podveo one čije smo eksplicitne formulacije mogli videti najkasnije sredinom proteklog veka, dok su savremene one interpretacije koje su se pojavile poslednjih decenija. Takva podela ne označava nikakvu supstantivnu tvrdnju o „oštrim“ razlikama između „starih“ i „novih“ interpretacija: neke od interpretacija koje sam naveo među istorijski značajne svakako imaju savremenog značaja i zastupnika, a savremene interpretacije mogu voditi poreklo iz ranijeg doba.

U uvodu sam sam pomenuo neke od najbitnijih stvari koje očekujemo od dobre interpretacije verovatnoće. Od koristi bi bilo izneti potpuniju listu kriterijuma koji su tradicionalno uzimani u obzir za adekvatnost neke interpretacije verovatnoće. Hajek (Hájek, 2012, od. 2⁵) uzima Salmonove [*Wesley Salmon*] (Salmon, 1967, str. 64) kriterijume kao dobar početak: (i) Prihvatljivost: Interpretacija treba da zadovoljava aksiomatizaciju verovatnoće; (ii) Utvrđljivost: Verovatnoće treba da budu barem u principu saznatljive; (iii) Upotrebljivost: Verovatnoće treba da budu „vodič za život“.

Prihvatljivost, kako Hajek napominje, može da izgleda kao trivijalan zahtev, jer od interpretacije nekog pojma bismo očekivali da čini aksiome istinitim, pa u tom smislu bi interpretacija trebalo već da znači prihvatljiva interpretacija (Hájek, 2012, od. 2). Ipak, zahtev se ispostavlja kao netrivialan. Prvi razlog je to što iako je jedna aksiomatizacija uobičajena, ona nije jedina moguća, tako da prihvatljivost interpretacije ne može biti apsolutna već zavisna u odnosu na konkretnu aksiomatizaciju (Hájek, 2012, od. 2). Drugi razlog je što se za neke od interpretacija poput propenziteta ne može tako lako pokazati da zadovoljavaju bilo koju aksiomatizaciju, a to im se ne uzima kao automatska diskvalifikacija (up. sa: Berkovitz, 2015; Eagle, 2004; Humphreys, 1985).⁶ Tako da izgleda da zahtev nije niti trivijalan niti nužan za adekvatnost, iako definitivno ostaje kao bitan.

Utvrđljivost bi trebalo da bude nekontroverzan kriterijum. Ukoliko nam interpretacija

⁵ Hajekov tekst na koji referiram je, u toku *privodjenja kraju* ovog istraživanja doživeo supstantivno ažuriranje. Kao što sam stavio i u literaturi, reference u ovom tekstu će biti načinjene na verziju Hajekovog teksta iz 2012. godine.

⁶ Hamfriz u svom tekstu uzima kao diskvalifikaciju propenzitetu to što ne može da zadovolji standardnu aksiomatizaciju (Humphreys, 1985), ali kako vidimo iz kasnijeg razvoja diskusije, to nije postao prevladavajući stav.

rezultira verovatnoćama koje nisu ni u principu saznatljive, izgleda da nam ne daje mnogo koristi ni u eksplanatornom ni u predikativnom smislu, i da definitivno ne pruža interpretaciju nekog preteoretskog pojma koji smo imali u vidu.

Upotrebljivost je najneodređeniji od ovih kriterijuma i Hajek ga grana na nekoliko daljih kriterijuma: a) netrivialnost, b) upotrebljivost na frekvencije, c) upotrebljivost na racionalna uverenja, d) upotrebljivost na nemonotono zaključivanje, e) upotrebljivost u nauci. (Hájek, 2012, od. 2)

Hajek napominje da nijedan od ovih kriterijuma ne bi trebalo posmatrati kao nužne ili dovoljne za adekvatnost neke interpretacije, i štaviše, ne bi trebalo očekivati da će neka interpretacija uspeti da sve ove kriterijume ispuni u potpunosti (Hájek, 2012, od. 2). Ukoliko bi neka ispunila, to bi bilo sjajno, ali van tog idealnog slučaja, na ove kriterijume bi trebalo gledati kao na vodiče za uspešnu interpretaciju, i kao predmet „konceptualne ekonomije” u smislu da se loš rezultat u jednoj kategoriji ponekad može nadoknaditi jako dobrim u drugoj.

1.1. Istorijski značajne interpretacije

1.1.1. Klasična interpretacija

Klasična interpretacija je prva interpretacija pojma verovatnoće. Delovi te interpretacije se mogu naći kod Paskala [*Blaise Pascal*] (Pascal, 1670, ponovna izdanja 1990) i nekoliko članova poznate familije Bernuli [Jacob Bernoulli, Nicolaus I Bernoulli, Daniel Bernoulli], a potpuno razvijenu interpretaciju možemo videti kod Laplasa (Laplace & Solovine, 1814). Ovakva interpretacija nam pruža pojam verovatnoće koji je ispravno upotrebiti u dva tipa slučajeva: kada imamo potpuni nedostatak evidencije za bilo koji ishod nekog događaja ili kada imamo potpuno balansiranu evidenciju za svaki od ishoda nekog događaja. Glavna ideja je da je u ovim - i samo u ovim - slučajevima verovatnoća jednako podeljena među mogućim ishodima. Ukoliko imamo evidenciju koja nije balansirana, onda ne možemo govoriti o klasičnim verovatnoćama nekog ishoda.

„Teorija šansi se sastoji od redukovanja svih događaja iste vrste na određen broj jednako mogućih slučajeva, to jest, na takve slučajeve oko kojih mi možemo biti jednako

neodlučni u pogledu njihove egzistencije, i u određivanju broja slučajeva koji su pogodni za događaj čiju verovatnoću tražimo. Odnos između ovog broja i broja svih mogućih slučajeva jeste mera verovatnoće, što je tako prosto razlomak čiji je brojilac broj pogodnih slučajeva, a imenilac je broj svih mogućih slučajeva.“ (Laplace, 1814, str. 6-7)

Kako Hajek napominje, dva termina u ovakvom određenju treba razjasniti (Hájek, 2012, od. 3.1). Prvi je „jednako neodlučni“. Ko su subjekti koji mogu biti „jednako neodlučni“? Jedna opcija je da je jednaka neodlučnost nešto što je stvar kognitivnih stanja bilo kog subjekta, u kom slučaju bi Laplasovu interpretaciju trebalo tumačiti kao preteču De Finetijevog subjektivizma (de Finetti, 1970). Druga opcija je da je jednaka neodlučnost stvar odnosa ishoda i evidencije za ishode, u kom slučaju bi Laplasovu interpretacija trebalo tumačiti kao epistemičku. Drugi nejasan termin jeste „jednako mogućih slučajevi“. Taj izraz ovakvo određenje čini ili naizgled kružnim ili kategorijalnom greškom. Ako mogućnost shvatimo kao nešto što može da se stepenuje, onda ima smisla govoriti o jednako mogućim slučajevima. Ali, tada nije jasno da se time kaže išta drugačije od toga da su slučajevi jednako verovatni, jer šta bi jednaka mogućnost mogla drugo da znači? Prema tome bi određenje bilo kružno. S druge strane, mogućnost možemo shvatiti i na „standardan“ način, tako da se ne može stepenovati, jer neki slučaj je ili moguć ili nije. Tada je govoriti o jednako mogućim slučajevima kategorijalna greška.

Razjašnjenje ovih termina je došlo u formi slavnog *principa indiferencije*. Ovaj princip je figurirao pod imenom princip nedovoljnog razloga u Bernulijevim i Paskalovim radovima, a pod imenom princip indiferencije je poznat od Kejnsove [*John Maynard Keynes*] formulacije (Keynes, 1921, pog. IV)⁷.

Princip Indiferencije: Kada god nema evidencije koja ide u korist jedne od mogućnosti, onda mogućnostima treba dodeliti jednaku verovatnoću. (Keynes, 1921, pog. IV)

Interpretacija koja se dobija na osnovu korišćenja ovakvog principa očigledno nam daje epistemički, odnosno, subjektivni pojam verovatnoće, jer to kakva je verovatnoća nekog događaja i da li je uopšte ima zavisi od toga kakvu evidenciju imamo. To nas vodi i do dobre strane ovakve interpretacije: upotrebljivost oko igara na sreću. Budući da su se početna istraživanja o verovatnoći vodila oko igara na sreću, odnosno, mehanizmima koji, u izvesnom

⁷ Kejnns nije zastupao niti princip niti klasičnu interpretaciju, već je kritikovao iznoseći svoju logičku interpretaciju.

smislu, obiluju simetrijama: ništa ne čini broj 3 na ruletu drugačijim od broja 5; ne izgleda da ima ikakve evidencije da će loptica pre pasti na jedan nego na drugi, samim tim ne izgleda da verovatnoća za jedan treba da bude veća nego za drugi. Zbog takvih simetrija, klasična interpretacija je bila veoma uspešna u primeni na igre na sreću; kako su te igre bile glavni predmet početnih izučavanja o verovatnoći, tako je i sama interpretacija imala dosta uspeha na početku.

S druge strane, klasična interpretacija je zbog potpune zavisnosti od principa indiferencije dobila sve probleme koje takav princip nosi sa sobom. Prvo, princip indiferencije nam govori nešto o verovatnoćama samo u slučajevima kada je evidencija takva da ne favorizuje niti jedan od mogućih ishoda. *Prima facie*, postoje dva tipa situacija kada je takav uslov ispunjen: kada nemamo nikakvu evidenciju za bilo koji od ishoda ili kada imamo savršeno balansiranu evidenciju za svaki od ishoda.

Zamerke oko upotrebe principa pri prvom tipu situacija su se obično nalazile oko činjenice da u tom slučaju zaključujemo *na osnovu neznanja*, odnosno, izgleda kao imamo jako neprivlačnu epistemološku metodologiju. Ono što bih napomenuo kao bitniju zamerku od takve jeste da, čak i kada nam takva metodologija ne bi smetala, nije jasno da takav tip situacija ikada aktualno doživljavamo. Većini bacanja novčića prethodi znanje o bacanjima drugih novčića, ili barem iskustvo o padanju oblikih stvari u vazduhu. Svakako, čak i ako bi u ovakvom tipu situacija bilo opravdano donositi probabilističke sudove kako nam princip indiferencije nalaže, to ne bi predstavljalo niti mali deo probabilističkih sudova koje imamo, a definitivno ne deo situacija koje ikada imamo u nauci.

Drugi tip situacija, u kojima imamo savršeno balansiranu evidenciju, donosi nešto drugačiji tip problema. Izgleda da je taj tip situacija upravo ono što imamo u igrama na sreću: nemamo neki razlog da smatramo da je broj jedan na kockici za bacanje drugačiji od broja šest, niti imamo veću evidenciju da će doći do padanja šestice pre nego do padanja jedinice. Ali, pitanje je kako tu evidenciju da shvatimo. Recimo da vidimo da određena kockica pada šest puta zaredom na broj šest. Da li bismo rekli da je evidencija za svaki mogući ishod savršeno balansirana? Svakako izgleda kao da se ishodi prethodnih bacanja mogu shvatiti kao evidencija da je kockica nameštena [eng. *biased*] ka padanju šestice. Ili bi neko preko pogrešnog zaključivanja poznatog kao *kockarska greška* [eng. *gamblers fallacy*] mogao misliti da su prethodni ishodi evidencija da je *manje* verovatno da će u sledećem bacanju pasti šestica. Ili

bismo mogli da kažemo da su prethodni ishodi evidenciono irelevantni, tako da zaključak na osnovu principa indiferencije i dalje važi. Ono što je potrebno da bismo odlučili kako shvatiti evidenciju, jeste pravilo ili teorija oko toga koja evidencija je relevantna i na koji način. Sam princip indiferencije nam to ne govori. Ali, relevantnost evidencije je *najlakše analizirati* preko uslovne verovatnoće: ukoliko je neka evidencija irelevantna za neki ishod, onda je uslovna verovatnoća ishoda pod uslovom evidencije jednaka apsolutnoj verovatnoći samog ishoda; ukoliko je evidencija relevantna onda uslovna i apsolutna verovatnoća nisu jednake (up. sa: Hájek, 2012, od. 3). Dakle, da bi mogli da napravimo smislenu upotrebu principa indiferencije na ovakav tip situacija treba nam zasebna teorija evidencije, takva da je formulisana bez probablističkih pojmova.

Princip indiferencije je takođe bio slavan zbog generisanja određenog tipa paradoksa (više o tome u: Gillies, 2000a, str. 14–25; Hájek, 2012, od. 3; Mellor, 2005, str. 22–35). Naime, upotreba principa zavisi od toga kako „opišemo” moguće ishode. Ukoliko jedan događaj opišemo tako da ima tri moguća ishoda, princip će nam davati jednu verovatnoću koju treba upotrebiti, dok će drugačiju verovatnoću dati ukoliko situaciju opišemo tako da ima dva moguća ishoda. Fon Mises (Von Mises, 1957, str. 77) naziva ovakav tip paradoksa Bertrandovim, i tvrdi da je ime preuzeo od Poenkarea [*Jules Henri Poincaré*], dok Kejns supstantivno isti tip paradoksa pripisuje Fon Kriesu [*Johannes Adolf von Kries*] i naziva ga po njemu (Keynes, 1921, str. 48-9). Kasnija literatura uglavnom prati Fon Misesovo imenovanje paradoksa (Hájek: 2012, pog. 3.1), pa ću nastaviti u toj tradiciji.

- **Bertrandov paradoks, Diskretne verovatnoće:** Recimo da izvlačim kartu iz standardnog špila karata. Koja je verovatnoća da će karta biti crvena? Pa, možemo izvući ili crvenu ili crnu karta, tako da prema tome oba takva ishoda imaju jednaku verovatnoću, $1/2$. Ali, možemo izvući ili srce ili kocku ili crnu kartu, odnosno, ima tri mogućnosti, od kojih su dve crvene karte. Tako da izgleda kao da je verovatnoća za crvenu $2/3$. Ali, možemo situaciju opisati na sledeći način: možemo izvući ili srce ili kocku ili keca tref, ili dvojku tref ili ... keca pik, ili dvojku pik, ili kralja pik. Ovako opisano izgleda kao da imamo 30 mogućih ishoda, od kojih su dva „crvena”. Tako da sada izgleda kao da je verovatnoća za crvenu $2/30$. Ali, situaciju možemo opisati i kao situaciju u kojoj svaka od 52 karte predstavlja jedan mogući ishod, pa je prema tome verovatnoća za crvenu kartu

opet jednaka $1/2$.

Iako smo svakog puta gledali verovatnoću istog događaja - izvlačenja crvene karte iz standardnog špila - i imali potpuno istu evidenciju u svakom opisu, princip nam je predlagao drugačije verovatnoće u zavisnosti od toga kako smo događaj opisali. Ono što se može činiti kao primamljiv predlog za rešenje ovakvog tipa problema jeste da se gleda samo poslednji od opisa događaja koji sam naveo, onaj u kom smo svaku kartu pojedinačno naveli kao mogući ishod. Ipak, ovakvo je rešenje primamljivo u ovom primeru jer imamo intuitivnu predstavu šta je „pravi” način da se opiše situacija. Taj način nam nije garantovan principom indiferencije, niti drugim delom klasične interpretacije, tako da ako bismo hteli da primenimo na ostatak primera, onda bismo morali da nađemo nezavisan način da rangiramo alternativne opise situacije, i da među njima odaberemo onaj koji je ispravan. A kao i u slučaju evidencije, ne bismo smeli da se pozivamo na probablističke pojmove u tom određenju. (Odnosno, ne bismo smeli da odbacimo opis „mogući su kocka, srce i crna karta” zbog toga što je situacija u kojoj izvlačimo crnu kartu duplo verovatnija.)

- **Bertrandov paradoks, Kontinuirane verovatnoće:** Recimo da imamo fabriku koja proizvodi kocke čija je stranica dužine do jedan metar. Koja je verovatnoća da će kocka koja se proizvede u toj fabrici imati stranu veću $1/2m$? Prema principu indiferencije, trebalo bi da bude $1/2$, zbog toga što su mogući ishodi da bude veća ili manja od $1/2$. Koja je verovatnoća da kocka ima stranicu površine veće od $1/2m^2$? Pa, sa jedne strane, površina kocke može biti od 0 do $1m^2$, tako da prema principu indiferencije, trebalo bi da ta verovatnoća bude opet $1/2$. Ali, sa druge strane rekli smo da je verovatnoća da strana bude duža od $1/2m$ jednaka $1/2$. Ako je strana $1/2m$ ili kraća, onda je površina stranice $1/4m^2$ ili manja. Tako da je prema tom opisu, verovatnoća da stranica kocke ima manju površinu od $1/4m^2$ jednaka $1/2$. Nadalje, koja je verovatnoća da zapremina kocke bude manja od $1/2m^3$? Pošto je moguća zapremina kocke od 0 do $1m^3$, to znači da prema principu indiferencije takva zapremina treba imati verovatnoću $1/2$. Ali, verovatnoća da stranica bude kraća od $1/2m$ je $1/2$. Što znači da je prema tome, verovatnoća da kocka ima zapreminu $1/8m^3$ ili manju jednaka $1/2$.

Na ovaj način opet, kao i u slučaju diskretnih verovatnoća, dobijamo različite predloge prema principu indiferencije u zavisnosti od toga kako opišemo moguće ishode. Kao i u

prethodnom slučaju, mogli bismo reći da je samo jedan od tih opisa „ispravan”, ali da bismo mogli to da kažemo moramo reći zbog čega je takav način ispravan, odnosno, dati nekakvu teoriju opisa situacija koju klasična interpretacija nije iznela.

Klasična interpretacija je zbog ovakvih problema sa principom indiferencije napuštena u korist logičke interpretacije (Carnap, 1953, 1963; Keynes, 1921) u kojoj je bilo pokušaja da se eksplicira odnos između evidencije i probabilističkih iskaza bez pozivanja na princip indiferencije. S druge strane, Džejns [Edwin Thompson Jaynes] je pokušao da zadrži duh klasične interpretacije modernizujući princip indiferencije u princip maksimalne entropije (Jaynes, 1968). On entropiju⁸ definiše kao meru informativnosti funkcije verovatnoće: što je funkcija manje informativna, to je entropija funkcije veća. Princip maksimalne entropije nam kaže da od mogućih funkcija verovatnoće koje su u skladu sa našim pozadinskim [eng. *background*] znanjima odaberemo onu koja najviše maksimizira entropiju: to će biti funkcija koja svakoj opciji koja nije eliminisana pozadinskim znanjima daje jednaku verovatnoću. Džejnsovi radovi predstavljaju jako bitne radove u filozofiji verovatnoće: oni prave povezanost teorije verovatnoće i teorije informacija (Jaynes, 1957, 1968). Budući da je njegov dalji razvoj klasične interpretacije eksplicitno je epistemičkog, odnosno subjektivnog karaktera, i zbog toga neće biti predmet dalje analize na ovom mestu (iako ćemo ga pomenuti u delu o klasičnoj statističkoj mehanici). Detaljniji pregled diskusije o klasičnoj verovatnoći možete videti u: (Gillies, 2000a, poglavlja 2–3; Mellor, 2005, poglavlje 2).

1.1.2. Frekvencionističke interpretacije

Frekvencionistička interpretacija verovatnoće, u nekoj od dve varijante koje ćemo videti, može se smatrati istorijski najuticajnijom interpretacijom: verovatnoća kao dugoročna relativna frekvencija javljanja atributa jeste najuobičajeniji način „udžbeničkog” shvatanja verovatnoća i svakodnevnog objašnjavanja šta verovatnoće jesu (up. sa: Hajek, 1996, str. 209).⁹ Većina kritičara frekvencionističkih teorija ne bi poricala da verovatnoće i dugoročne frekvencije

⁸ Ovako formulisano entropiju ne treba *poistovetiti* sa Bolcmanovom entropijom, ali ta dva značenja entropije jesu usko povezana, i Džejnsova motivacija je upravo došla iz tog pravcu, i on je napravio pionirske radove u povezivanju teorije informacija sa termodinamikom (Jaynes, 1957).

⁹ Ovo možemo reći barem na osnovu literature o istoriji filozofije verovatnoće koja se pominje u ovoj tezi (up. sa: Gillies, 2000; Hájek, 1996, 2009, 2012; Mellor, 2005).

jesu blisko povezane. Iako je poslednjih decenija „izašao iz mode“ i ima jasnih problema, frekvencionizam je oblikovao filozofiju verovatnoće i uticao na modernije interpretacije.¹⁰ Zbog toga je ispitivanje uspona i pada frekvencionističkih teorija posao koji je od značaja za svako detaljnije izučavanje o verovatnoći.

Glavna ideja bilo koje frekvencionističke interpretacije jeste da je verovatnoća nekog atributa zapravo relativna frekvencija javljanja tog atributa unutar određene klase referencije. Klasa referencije, u tehničkom smislu, možemo odrediti kao iscrpnu particiju objekata (iskaza, događaja ili nekih trećih entiteta) koji su nosioci verovatnoće, unutar koje određujemo verovatnoću konkretnog objekta. Relativna frekvencija je odnos [eng. *ratio*] javljanja atributa i ukupnog broja slučajeva u kojima je atribut mogao da se javi, odnosno, broja slučajeva unutar klase referencije. Uzmimo za primer izvlačenje karata iz standardnog špila pri čemu se izvučena karta vraća nazad u špil. Tako je verovatnoća da će izvlačenje karte iz standardnog špila rezultirati izvučenom crvenom kartom jednaka broju javljanja atributa (izvučenih karata crvene boje) podeljenom sa ukupnim brojem slučajeva u kojima je crvena karta mogla da bude izvučena (ukupnim brojem izvlačenja karata). Frekvencionističke teorije su često formulisane tako da tražimo verovatnoću *atributa*, dok smo do sada pričali o verovatnoći *događaja*. Kao što sam napomenuo u uvodu, mi ćemo se, u analizi interpretacija, držati govora o verovatnoći *događaja*. Ali, kako smo videli, ta distinkcija nije od suštinske važnosti. U slučaju sa kartama, reći ćemo da je verovatnoća izvlačenja crvene karte jednaka odnosu broja javljanja pozitivnog ishoda događaja (izvlačenja crvene karte) i ukupnog broja ishoda događaja iz klase referencije (ukupnog broja izvučenih karata).

U zavisnosti od toga kako shvatimo termine „frekvencija javljanja“ i „ukupan broj ishoda događaja“, dobićemo ili aktualni frekvencionizam ili hipotetički frekvencionizam. U zavisnosti od toga da li je frekvencionizam aktualan ili hipotetički imaćemo različit skup vrlina ili mana teorije, uz nekoliko vrlina i jednu veliku manu - problem *klase referencije* - koju obe vrste frekvencionizma dele (up. sa: Hájek, 1996, 2009; Jeffrey, 2010).

1.1.2.1. Aktualni frekvencionizam

Prvu eksplicitnu formulaciju aktualnog frekvencionizma možemo naći krajem 19-og

¹⁰ Najdirektniji uticaj možemo videti u luisovskoj interpretaciji najboljeg sistema, koju, kako ćemo videti, možemo smatrati jako sofisticiranim naslednikom frekvencionizma.

veka kod Vena [*John, Venn*] (Venn, 1888), i takve interpretacije možemo posmatrati delom nastale kao odgovor na neempiristički karakter klasične interpretacije verovatnoće. Kao što smo videli, verovatnoće kako ih shvataju zastupnici klasične interpretacije, jesu na više načina „udaljene” od aktualnih događaja. Klasična interpretacija će reći da iako je sto puta uzastopno palo pismo, verovatnoća za padanje glave u sledećem bacanju novčića jeste 1/2. Princip indiferencije, kako smo videli, da bi mogao da se upotrebi, zahteva od nas da prethodne ishode smatramo evidenciono irelevantnim.¹¹ Frekvencionisti ne bi bili skloni da kažu da je ovo naprosto ispoljavanje modalnog karaktera pojma verovatnoće, već loša strana interpretacije, iz dva razloga: poricanje veze verovatnoća i frekvencija i neempirističkog karaktera principa indiferencije, koji nam sugeriše da su aktualni događaji irelevantni za određivanje verovatnoća. Oba ova problema frekvencionisti će pokušati da reše jednim potezom.

„Teza aktualnog frekvencionizma: Verovatnoća događaja A unutar klase referencije B jeste aktualna relativna frekvencija javljanja događaja A unutar klase referencije B.“
(up. sa: Hájek, 1996, str. 210–212)

Na ovaj način, imamo najjaču moguću vezu između frekvencija i verovatnoće, odnosno, „vezu identiteta“ (kako je to nazvao Hajek, 2012, od. 3.4). Takođe, na jako jednostavan način obezbeđen je empiristički karakter interpretacije, jer sve što čini verovatnoću jesu aktualni događaji unutar fizičkog sveta, odnosno, ono što konstituše verovatnoću je jasno empirijski dostupno. Treba primetiti da nam ovakva interpretacija poistovećuje idealnu epistemologiju verovatnoće sa metafizikom verovatnoće: ono što određuje verovatnoće jeste i najbolji način za saznavanje verovatnoća. Drugi naziv pod kojim se ova interpretacija može naći jeste „konačni“ frekvencionizam (Hajek, 1996), i iz samog određenja bi trebalo da je jasno zbog čega je ovakav frekvencionizam konačan: klasa referencije mora biti sačinjena od aktuelnih događaja, recimo neko bacanje novčića koje se desilo, tako da ona po pretpostavci nikada neće imati beskonačan broj članova (up. sa: Hájek, 1996).

Onima sa empirističkim inklinacijama i željom za jednostavnom epistemologijom verovatnoća ova interpretacija treba da bude privlačna, makar u tim manje problematičnim delovima. (up. sa: Hájek, 1996; Loewer, 1996) Kako ćemo videti, kod Luisovih [*David Lewis*]

¹¹ Nije slučajnost što je popularnost aktualnog frekvencionizma bila u vreme popularnosti logičkog pozitivizma: zahtevi za empirizmom teorija koji su dolazili od logičkih pozitivista su favorizovali upravo jednu takvu interpretaciju verovatnoće.

ideja o interpretiranju verovatnoće i najboljem mogućem sistemu zakona - ideji koja je potekla u hjumovskoj empirističkoj tradiciji - preovladava upravo želja da se zadrže dobre strane frekvencionističke teorije.

Aktualni frekvencionizam je tokom decenija posle njegovog iznošenja dobio veliki broj kritika. Taj broj je dovoljno velik da bi iznošenje svake ili barem svake značajne kritike bio posao koji bi oduzeo previše prostora, tako da ću se ograničiti na tri kritike koje smatram najjačim. U formulaciji problema ću pratiti Hajeka (Hájek, 1996), koji uz Džefrija [*Richard Carl Jeffrey*] (Jeffrey, 2010) predstavlja i najbolje mesto za pregled preostalih kritika oba tipa frekvencionizma. Pored ovih problema koje ću navesti, aktualni frekvencionizam pati i od poznatog problema „klase referencije“, ali budući da taj problem deli sa hipotetičkim frekvencionizmom, videćemo ga tek posle iznošenja hipotetičkog frekvencionizma.

- **„Zavisnost“ nepovezanih događaja:** Recimo da želimo da odredimo verovatnoću da će pri bacanju standardne kockice pasti šestica. Prema maksimi aktualnog frekvencionizma, verovatnoća tog događaja je relativna frekvencija padanja šestice u okviru svih bacanja kockice koja su se desila. Najšira klasa referencije je sačinjena od svih bacanja svih standardnih kockica koja su se ikada desila. Prema takvom određenju klase referencije, za verovatnoću ishoda sadašnjeg bacanja kockice, biće relevantno bacanje kockice od npr. dve hiljade godina ranije na lokaciji drugačijoj od našeg bacanja. Ako je kockica tada pala na keca ili dvojku, utoliko će verovatnoća da će danas kockica danas pasti na šesticu biti manja; ukoliko je tada pala na šesticu, utoliko će danas biti veća verovatnoća da će opet pasti na šesticu. Ishod događaja u jednom vremenu i prostoru na taj način je protivčinjenički zavistan od ishoda događaja u potpuno drugom vremenu i prostoru. (up. sa: Hájek, 1996, str. 215–216) Sličan problem se može javiti ukoliko posmatramo užu klasu referencije, odnosno, bacanja samo one kockice koja nas zanima. Za potrebe primera pretpostavimo dugovečnost kockice. Recimo da je to kockica koju smo nasledili od babe i dede, i da je prvi put bila bačena pre sedamdesetak godina, na drugačijoj lokaciji. To bacanje će imati uticaj na verovatnoću bacanja kockice danas i ovde, odnosno, na bacanje koje ni vremenski ni prostorno nije povezano sa njim. Problem nastaje zbog toga što je određivanje klase referencije - kako god se ono odvijalo - takvo da dozvoljava

grupisanje događaja koji nisu lokalno povezani, a to grupisanje događaja ima ključan uticaj na samo određivanje verovatnoća događaja. Tako, nevezano od širine klase referencije, dobijamo protivčinjeničku povezanost događaja za koje ne vidimo način na koji bi mogli biti povezani.¹²

- **Nema iracionalnih verovatnoća:** Klasa referencije, kao i broj javljanja nekog događaja unutar nje moraju biti konačni brojevi m i n , tako da verovatnoća bilo kog događaja prema aktualnim frekvencionistima jeste oblika n/m , gde su i brojilac i imenilac konačni brojevi. Prema tome, *a priori* nije moguće da verovatnoća događaja ima iracionalnu vrednost. Ovo je problem za bilo koju teoriju koja tvrdi da mogu postojati iracionalne verovatnoće. Problem nije samo u tome što bismo na ovaj način dobili argument u prilog toga da je recimo neka interpretacija kvantne mehanike netačna, već je, kako Hájek uviđa, problem takođe u tome što su prema aktualnim frekvencionistima takve interpretacije nužno netačne, jer prema njima ne postoji mogući svet u kome verovatnoća poluraspada nekog atoma može biti iracionalna. (Hájek, 1996, str. 224–225)

Treba napomenuti da je teško spasiti aktualni frekvencionizam tako što bismo napomenuli da se može doći dovoljno blizu svakog iracionalnog broja preko aktualnih frekvencija nekog događaja. Taj manevar bi bio usšedan ukoliko bi nam frekvencionizam bio teorija saznanja verovatnoća, ali ne ukoliko treba da nam predstavlja metafiziku verovatnoća: „verovatnoće *jesu dovoljno blizak broj* aktualnim relativnim frekvencijama“ nije ono što su frekvencionisti imali na umu, niti bi bilo tako privlačno kao maksima interpretacije verovatnoće. (Hájek, 1996, str. 224–225)

- **Problemi veličine klase referencije:** Najveći problemi aktualnog frekvencionizma koji se ne tiču pitanja *određenja* odgovarajuće klase referencije, jesu oni koji se tiču pitanja odgovarajuće *veličine* klase referencije. Novčić koji nije bačen nijednom nema određenu verovatnoću padanja glave. Novčić koji je bačen tačno jednom ima trivijalne verovatnoće za padanje glave ili pisma. Novčić koji je bačen samo tri puta sigurno neće imati verovatnoću $1/2$ za padanje pisma ili glave, nezavisno od konkretnih ishoda bacanja novčića. (up. sa: Hájek, 1996, str. 222–224)

¹² Treba primetiti da nam ovo ne pravi smetnju ukoliko aktualne frekvencije koristimo u epistemološke svrhe, jer onda prepoznavamo da takvo svedočanstvo može biti nepouzdan.

Svi ovakvi primeri imaju izvor u tome što je klasa referencije koju biramo nedovoljno velika. Za primere koje smo naveli, izgleda kao da je očigledno rešenje da povećamo tu klasu referencije, odnosno, da bacamo taj novčić više puta. Ali, takvo rešenje ne može biti zadovoljavajuće iz dva razloga. Prvi jeste što za razliku od bacanja novčića, hteli bismo da kažemo nešto o verovatnoći događaja koje, bilo iz praktičnih ili konceptualnih razloga ne možemo ponavljati dovoljno veliki broj puta: npr. koja je verovatnoća da će Bobi Marjanović pogoditi trojku sa svog koša na kraju četvrtine? Nemamo fizičkih prepreka da ovaj događaj ponavljamo veliki broj puta, ali izgleda kao mana teorije da to moramo da uradimo da bismo rekli da je ta verovatnoća niska. Koja je verovatnoća da će Toronto pobediti Golden Stejt u finalu NBA lige? Ovaj događaj spada ili u grupu događaja koje je jako teško ponoviti - finala lige sa istim timovima se kroz istoriju retko ponavljaju tako da po frekvencionističkom razmišljanju je mala verovatnoća da ćemo to opet videti. Dalje, koja je 1938. god bila verovatnoća da će u naredne godine izbiti 2. Svetski rat? Ovakva vrsta događaja ne izgleda ni u principu ponovljiva,¹³ tako da bi frekvencionisti morali da kažu da je takva verovatnoća *a priori* trivijalna. Kao što Hajek napominje za problem iracionalnih vrednosti, samo pripisivanje trivijalne verovatnoće nije problem u ovom slučaju. Ono što jeste problem je što verovatnoća mora biti trivijalna za konceptualno neponovljive događaje *a priori*, bez obzira na to da li su svet i zakoni fizike deterministički. (Hájek, 1996, str. 224–225)

Drugi razlog zbog kog prosto produžavanje aktualnih „bacanja novčića“ ne može biti zadovoljavajuće rešenje jeste opštiji. Naime, nema konkretnog broja bacanja za koji bismo rekli da je dovoljan da nam odredi „pravu“ verovatnoću. Ukoliko novčić bacimo hiljadu puta, da li je to dovoljno da kažemo da smo došli do verovatnoće za padanje glave? Ukoliko jeste, šta sa eventualnim bacanjima novčića nakon tih hiljadu? Njih može biti još deset hiljada, a ne bi trebalo reći da su ona irelevantna. Takođe, zamislimo da je broj bacanja novčića koji nam je dovoljan 999. Verovatnoća da će pasti glava *a priori* ne može biti 0.5. Kao i do sada, ovo ne mora biti problem: sasvim je u redu da se ispostavi da je neki novčić beznačajno namešten tako da pismo pada neznatno češće od glave ili obratno. Problem za interpretaciju jeste što

13 Prepostavljam scenario u kome putovanje kroz vreme u prošlost, menjanje prošlosti, ili putovanje kroz kružno vreme unapred barem fizički nisu mogući. Ali, čak iako takvi naučno fantastični scenariji jesu mogući, ne mislim da bi aktualni frekvencionisti želeli da im odbrana teorije zavisi od njih.

zaključak o „nameštenosti“ novčića sledi isključivo na osnovu odabira broja bacanja, nevezano za strukturu novčića ili uslove bacanja. Svaki broj bacanja koji odaberemo jeste arbitraran, a iz tog arbitrarnog broja bacanja mogu slediti zaključci o verovatnoći događaja koje ne bismo hteli da prihvatimo.

1.1.2.2. Hipotetički frekvencionizam

Aktualni frekvencionizam nas je ostavio i sa praktičnom i sa teoretskom brigom povodom veličine klase referencije. U praktičnom smislu, briga je to što neke događaje deluje jako teško ponoviti u dovoljno velikom broju; teoretska briga je što nijedan broj ponavljanja ne izgleda kao dovoljan broj, već kao arbitrarno zaustavljanje. Hipotetički frekvencionizam pokušava obe brige da reši jednim udarcem: umesto aktualnog niza događaja posmatraćemo hipotetički niz događaja. A kada već posmatramo hipotetički niz događaja, ništa nas ne sprečava da taj niz bude najveći mogući, odnosno, beskonačan (up. sa: Hájek, 2009, str. 212–215). Tako da hipotetički frekvencionisti poistovećuju verovatnoću sa dugoročnim relativnim frekvencijama koje *bi se dogodile* ukoliko bismo neki događaj ponavljali beskonačan broj puta. Treba primetiti protivčinjenički karakter ovakvog načina shvatanja verovatnoća. Jedna od glavnih motivacija za aktualni frekvencionizam bio je empirijski karakter interpretacije. Kod hipotetičkog frekvencionizma ovakvu motivaciju moramo modifikovati: verovatnoće će biti empirijski određene onoliko koliko su to i protivčinjenički kondicionali.¹⁴ Ono što je bitno, sada novčić ne moramo uopšte baciti, ali to nas ne sprečava da kažemo da padanje glave ima netrivialnu verovatnoću zbog toga što bi se desilo da je on bio bačen beskonačno puta, odnosno, zbog toga kakvo je ponašanje novčića u protivčinjeničkom svetu.¹⁵

Teza hipotetičkog frekvencionizma: Verovatnoća događaja A u klasi referencije B je p , ako i samo ako bi limit relativne frekvencije javljanja A unutar B bio p , da je B beskonačno. (up. sa: Hájek, 2009, str. 212)

¹⁴ Mišljenja oko toga da li protivčinjenički kondicionali imaju empirijski karakter ili ne se mogu razlikovati. Luis, npr. ako se drži svojih teza o hjumovskoj supervenijenciji bi rekao da su protivčinjenički kondicionali svodivi na aktualne empirijske događaje (Lewis, 1973, 1983, 1994).

¹⁵ Čak iako protivčinjenički kondicional ne određujemo preko mogućih svetova, protivčinjenički karakter interpretacije ostaje: hipotetički nizovi se ne dešavaju zaista, već ono *što bi se desilo* govori nešto o aktualnoj verovatnoći.

Ovakvo određenje, koje sa malom izmenom¹⁶ preuzimam od Hajeka (Hájek, 2009, str. 212), jeste dovoljno široko da može da obuhvati većinu poznatih interpretacija hipotetičkog frekvencionizma (npr. Reichenbach, 1949; Von Mises, 1957), iako ponekad supstantivne razlike između konkretnih interpretacija postoje. Fon Misesova interpretacija je najspecifičnija, budući da on verovatnoću vezuje za *kolekcije* [eng. *collective*], koje nisu bilo koje klase referencije ili bilo koji nizovi događaja kao što je to slučaj u drugim interpretacijama. Kolekcije su nizovi događaja koji ujedno zadovoljavaju i aksiom konvergencije i aksiom nasumičnosti. Aksiom konvergencije govori da limit relativne frekvencije postoji; aksiom nasumičnosti tvrdi da je limit relativne frekvencije isti u svakom beskonačnom podnizu koji je moguće rekurzivno definisati na celome nizu. (von Mises, 1957, str. 16-24).¹⁷ Ukoliko za neki niz događaja ne važe ova dva aksioma, takav niz nije kolekcija, i prema Fon Misesu nije smisljeno govoriti o verovatnoći događaja iz takvog niza (Von Mises, 1957, str. 17). Kada razlika između Fon Misesovog i ostalih tipova frekvencionizma bude od značaja za analizu, eksplicitno ću to naglasiti, a u protivnom, govoriću o verziji na osnovu teze hipotetičkog frekvencionizma koju smo videli.

Hipotetički frekvencionizam se lako bori sa problemom veličine klase referencije. Nije nam problem da imamo hipotetičke nizove od beskonačno bacanja novčića, odigravanja beskonačno utakmica finala NBA lige, ili ponavljanja beskonačno mnogo 1938. godina zarad (ne)izbijanja 2. Svetskog rata. (Šta znači to da produžujemo ove nizove događaja u beskonačnost je već kompleksnije pitanje. Kakav god odgovor na njega bio, hipotetičkom frekvencionizmu se ne može poreći da je klasu referencije učinio *dovoljno* velikom.)

Poput aktualnog, hipotetički frekvencionizam je tokom razvitka filozofije verovatnoće dobio veliki broj kritika. Ni ovog puta neću iznositi sve značajnije kritike - taj posao bi bio i predugačak i nepotreban - već ću opet odabrati samo tri za koje smatram da su najzanimljivije i najjače; takođe izneću kritiku određenja klase referencije koja se odnosi i na aktualni i na hipotetički frekvencionizam. Kao i za kritike aktualnog frekvencionizma, za najbolji tekst na kom se na jednom mestu mogu naći najjače kritike hipotetičkog frekvencionizma uputiću na Hajeka (Hájek, 2009), na koga sam se u velikom delu oslanjao pri interpretaciji kritika koje sam navodio.

¹⁶ Izmena je već pomenuto menjanje atributa u događaje.

¹⁷ Sličan tip uslova daje i Čurč (Church, 1940). Razlike između njegovog i Fon Misesovog frekvencionizma nisu preterano značajne.

- **Problemi sa protivčinjeničkim kondicionalom iz određenja hipotetičkog frekvencionizma:** U centru određenja hipotetičkog frekvencionizma je protivčinjenički kondicional: kada bi se x desilo beskonačno puta, onda bi limit relativne frekvencije bio n . Kako hipotetički frekvencionizam ne predstavlja aproksimaciju određenja verovatnoće ili vodič ka saznanju, jedini ispravan način bi trebalo da bude da shvatimo određenje doslovno: verovatnoća aktualnog događaja je određena istinitim kondicionalom (o tome videti više u: Hájek, 2009, str. 215–216). Recimo da je semantika kondicionala standardna luisovska semantika mogućih svetova (Lewis, 1973). Prema hipotetičkom frekvencionizmu, modalne činjenice (ono što se dešava u najbližim mogućim svetovima u kojima je novčić bačen beskonačan broj puta) odgovorne su za aktualne probabilističke činjenice. Ova veza između modalnog i probabilističkog jeste poboljšanje u odnosu na aktualni frekvencionizam, gde izgleda kao da se potpuno izgubio modalni karakter verovatnoće. Ali, do problema dolazi kada ispitamo kakvi mogući svetovi su u ovom slučaju najbliži (up. sa: Hájek, 2009, str. 215–216).

Posmatrajmo bacanje novčića. Za verovatnoću padanja pisma, odgovorni su najbliži mogući svetovi u kojima je taj novčić bačen beskonačno mnogo puta. To su svetovi u kojima je materijal od koga je napravljen novčić dosta otporniji nego što je u našem svetu. Osoba koja baca novčić je besmrtna ili se novčić može baciti beskonačno mnogo puta u toku konačnog života ili se dešava neki sličan scenario koji obezbeđuje beskonačno bacanje - možda sa mašinom koja baca novčić, koja bi opet imala problema oko „roka trajanja“. U svakom slučaju ovakvi svetovi moraju imati dosta različite zakone hemije, biologije, i fizike (up. sa: Hájek, 2009, str. 215–216). Kada vidimo da je većina svetova u kojima može da se dešava beskonačan niz događaja za koji određujemo verovatnoću toliko različita po zakonima od aktualnog sveta, nije jasno zašto bi *takve* modalne činjenice u potpunosti određivale probabilističke činjenice u našem svetu. (up. sa: Hájek, 2009, str. 216)

- **Obrnuti red objašnjenja:** Kako smo pomenuli u uvodu, jedan od zadataka interpretacije objektivne verovatnoće jeste objašnjenje aktualnih regularnosti, odnosno, frekvencija u aktualnom svetu. Hipotetički frekvencionisti su svesni ovoga, i pokušali su da pruže način na koji aktualne frekvencije možemo objasniti pozivanjem na hipotetičke (up. sa:

Hájek, 2009, str. 225-226). Fon Mises je tako, u svojoj verziji hipotetičkog frekvencionizma, imao ideju da objasni aktualne frekvencije preko frekvencija u kolekcijama. Prema njemu, aktualni nizovi događaja predstavljaju početak kolekcije (von Mises, 1957, str. 17). Slično njegovoj ideji, u hipotetičkom frekvencionizmu uopšteno, aktualne frekvencije (recimo, 45 pisama u 100 bacanja nekog novčića) objašnjavaju se pozivanjem na regularnosti hipotetičkih frekvencija, odnosno, pozivanjem na to što je limit relativnih frekvencija u beskonačnom nizu bacanja novčića $1/2$. Ovo znači da nam objašnjenje ide od kolekcija ili hipotetičkog niza nazad ka aktualnim nizovima.¹⁸ Objašnjenje se sastoji u sledećoj stipulaciji: svaki aktualni niz događaja je početni segment hipotetičkog beskonačnog niza događaja ili kolekcije. Da li je ovo dobar način posmatranja odnosa aktualnih i hipotetičkih nizova je pitanje koje možemo zanemariti u ovom momentu (up. sa: Hajek: 2009, str. 225-226).

Ovakav način objašnjenja deluje „naopačke“: ako i pretpostavimo da hipotetički beskonačni niz ima određeni limit, nije potpuno jasno kako bi to objasnilo ponašanje početnog dela tog niza. To što beskonačni niz ima određeni limit ne postavlja nikakva ograničenja na neki njegov konačan deo: šta god da se desi u konačnom delu niza je manje relevantno za limit preostalog beskonačnog dela niza. Verovatnoća pojedinačnog događaja - $1/2$ za pismo pri bacanju novčića - bi objasnila ponašanje aktualnog niza, tako da je određena sekvenca ishoda manje ili više verovatna zbog frekvencije pojedinačnog događaja. Ali ako, kao npr. Fon Mises, smatramo da je verovatnoća pojedinačnog događaja besmislica, onda nemamo način za takvo objašnjenje. Ako kao manje drastični hipotetički frekvencionisti smatramo da je verovatnoća pojedinačnog događaja smisljena, onda ostaje problem da pojedinačan događaj posmatramo kao početak beskonačnog niza takvih događaja - odnosno, objašnjenje opet polazi od beskonačnog niza, a on ne stavlja nikakva ograničenja na pojedinačan događaj (detaljnije videti u: Hajek, 2009, str. 225). Hipotetički frekvencionisti obično prihvataju ovakve posledice i tvrde da je ovakav redosled objašnjenja ispravan.

- **Problemi sa limitom:** Ideja hipotetičkog frekvencionizma jeste da limit ka kom konvergira hipotetički beskonačni niz događaja: a) postoji b) predstavlja „pravu“

¹⁸ U nekim slučajevima ovo objašnjenje se prenosi na pojedinačne slučajeve. Zavisno od verzije hipotetičkog frekvencionizma pitanje je da li ima smisla govoriti o pojedinačnim verovatnoćama ili ne. Von Mises (1957, str. 17.) npr. je tvrdio da su prema njemu verovatnoće pojedinačnih događaja besmislica. Ali, ukoliko teorija dopušta verovatnoće pojedinačnih slučajeva onda se takve verovatnoće objašnjavaju preko hipotetičkih nizova.

vrednost verovatnoće. Obe pretpostavke su diskutabilne.

- Limit može ne postojati: GP GGPP GGGGPPPP.....Ako imamo niz u kom posle n glava pada n pisma limit neće postojati - niz će konvergirati ka 1 verovatnoći za glavu, pre nego što se bude vraćao na 0.5 verovatnoći kada bude padalo pismo. (up. sa: Hajek: 2009, str. 220-221) Kada n teži beskonačnosti, limit neće postojati.
- Limit nam ne mora davati „pravu“ verovatnoću: Limit hipotetičkog niza može biti drugačiji od onoga što bismo nazvali „pravom“ verovatnoćom. Glava može padati zauvek pri bacanju novčića iako je novčić fer, ili može jednom pasti pismo pa zauvek glava, ili može se desiti neka sekvenca poput PGPGGPGGGPGGGPGGGGG... gde posle svakog padanja pisma imamo rastući niz padanja glava. (up. sa: Hajek 2009: str. 220-5) U svakom od ovih slučajeva limit konvergira ka 1 za padanje glave. Odnosno, nije ono što bismo očekivali da bude rezultat bacanja novčića.

Dva tipa¹⁹ odgovora na ovaj problem su bila iznošena u korist frekvencionizma: pozivanje na to da su verovatnoće definisane u okviru kolekcija ili pozivanje na zakon velikih brojeva. Oba tipa odgovora imaju problema.

Pozivanje na kolekcije je tip odgovora za kojim bismo posegnuli ukoliko zastupamo frekvencionizam poput Fon Misesovog (von Mises, 1957). Kao što smo pomenuli, prema njemu verovatnoće su definisane samo kada događaj pripada kolekciji, gde je kolekcija niz događaja koji zadovoljava aksiome konvergencije i nasumičnosti. Aksiom konvergencije bi trebalo da reši probleme sa postojanjem limita, jer nizovi koji nemaju limit ne zadovoljavaju taj aksiom. Aksiom nasumičnosti treba da reši problem slučajeva kada nam limit ne daje pravu verovatnoću. Svi nizovi koje smo navodili kao primer nizova sa pogrešnim limitom ne zadovoljavaju aksiom nasumičnosti, tako da takvi nizovi nisu kolekcije. Ipak, kako Hajek primećuje, to nije slučaj. Aksiom nasumičnosti je i previše i premalo restriktivan. Previše restriktivan jer se fokusira samo na ishode procesa, a ne na sam proces. Poluraspad nekog atoma može biti fundamentalno indeterministički proces, ali ishodi takvog procesa mogu biti takvi da nijedan podniz ishoda nema isti limit kao ceo niz. Zbog toga bismo morali da kažemo da za taj proces nije smisleno govoriti o

¹⁹ Moguć je i treći tip odgovora koji bi tvrdio da se u najbližim mogućim svetovima ne dešavaju ovakvi „atipični“ nizovi. Ukoliko se taj tip odgovora ne poziva i na zakon velikih brojeva, onda je teško videti kako bi bio uverljiv - jer svet u kome se dešava neki od ovakvih nizova je „jednako“ moguć kao i svet u kom se dešava bilo koji drugi niz. Ukoliko se, s druge strane, ovakav tip odgovora poziva na zakon velikih brojeva, onda vrlina i mane deli sa takvim odgovorima.

verovatnoći, iako je fundamentalno indeterministički. Premalo je restriktivan jer prema njemu niz u kome pada zauvek glava *jeste* kolekcija - svaki podniz koji se može definisati na tom nizu ima isti limit relativnih frekvencija kao ceo niz, odnosno ima limit 1 (Hájek, 2009, str. 224–225). Tako da ograničenje na kolekcije ne može garantovati da će limit dati „pravu” verovatnoću.

U ovom momentu, hipotetički frekvencionista bi mogao pribeći drugom načinu da odstrani nizove koji se loše ponašaju: jakom zakonu velikih brojeva.

Jaki zakon velikih brojeva: Ako je verovatnoća događaja D jednaka x , za sekvencu nezavisnih izvođenja događaja D važi: \Pr (limit relativne frekvencije $D = x$) = 1

Jaki zakon velikih brojeva kaže da je verovatnoća da beskonačna sekvenca bacanja novčića bude sa „lošim” limitom jednaka nuli, dok je verovatnoća da beskonačna sekvenca bude „ispravnog” limita jednaka 1. Jako uprošćeno, loših sekvenci je daleko manje nego ispravnih. Ovakvo rešenje nije zadovoljavajuće iz više razloga. Verovatnoća za bilo koju konkretnu sekvencu *jeste* jednaka nuli, jer ima beskonačno mnogo mogućih sekvenci. Tako da odstraniti neku sekvencu kao „lošu” ne možemo uraditi samo na osnovu niske verovatnoće (up. sa: Hájek, 2009, str. 222–224). Dalje, sam zakon velikih brojeva ima implicitno i eksplicitno probablističke pojmove. Pojam „nezavisnih izvođenja” događaja u formulaciji zakona velikih brojeva predstavlja probablističku nezavisnost: dva izvođenja događaja su nezavisna ukoliko je verovatnoća njihove konjunkcije jednaka proizvodu individualnih verovatnoća (Hájek, 2009, str. 223). Uz taj implicitni probablistički pojam, eksplicitno je upotrebljena verovatnoća kada se tvrdi da je verovatnoća „ispravnog” niza jednaka jedan. Kako Hajek primećuje, ako ovu meta-verovatnoću i samu shvatamo kao limit hipotetičke frekvencije - a frekvencionisti ne bi mogli drugačije da je shvate - onda tvrdnju zakona velikih brojeva možemo prevesti kao tvrdnju da limit relativne frekvencije meta-sekvence sekvenci *jeste* jedan...sa verovatnoćom jednakom jedan, jer zakon velikih brojeva govori nešto samo o verovatnoćama sekvenci, ne i *izvesnosti* određenih sekvenci. Kako Hajek napominje, na taj način imamo meta-meta-verovatnoću i, izgleda, put ka beskonačnom regresu (Hájek, 2009 .).

Pored ovih briga, naveo bih još jednu: cirkularnost. Objašnjenje preko zakona velikih

brojeva podrazumeva određenu verovatnoću pojedinačnog događaja. Nema smislene upotrebe zakona velikih brojeva ukoliko nema verovatnoće pojedinačnog događaja. A prema frekvencionistima koji se brane preko zakona velikih brojeva, da bismo mogli govoriti o verovatnoći pojedinačnih događaja, prvo nam treba zakon velikih brojeva.

- **Klasa referencije:** Problem klase referencije je najpoznatiji i najozbiljniji problem za frekvencionističke interpretacije. Iako Hajek tvrdi da takav problem može da se formuliše za svaku interpretaciju, za frekvencionističke je naročito vidljiv i poguban (za prispisivanje ovog problema ostalim interpretacijama verovatnoće detaljnije u: Hájek, 2007). Oba tipa frekvencionizma verovatnoću izjednačavaju sa relativnom frekvencijom ishoda u nizu događaja, ili unutar klase referencije. To znači da je verovatnoća bilo kog ishoda relativna u odnosu na to u koju klasu referencije je svrstan taj događaj. Zbog toga problem je jasan i za najjednostavnije probabilističke iskaze, bilo da je klasa referencije aktualna ili hipotetička. Kolika je verovatnoća da će pasti glava pri bacanju novčića? Zavisi da li kao klasu referencije posmatramo bacanja tog novčića, ili bacanja tog novčića u tačnom momentu kada ga bacamo, ili bacanja tog novčića pri određenim vremenskim uslovima, ili bacanja tog tipa novčića, ili bacanja bilo kog novčića ikada... Broj klasa referencije koji može postojati za bilo koji atribut nije, u principu, ograničen. Kada se odmaknemo od prostih primera, izgleda kao da je problem još veći. Koja je verovatnoća da ću slomiti nogu u narednih godinu dana? Mogu posmatrati sebe u klasi referencije crnokosih ljudi, ili klasi referencije ljudi koji piju sedam i više kafa dnevno, ili klasi referencije muškaraca u Srbiji, ili muškaraca u Evropi, ili studenata filozofije. Dok je za bacanje novčića očekivano da rezultati ne budu značajno različiti u zavisnosti od klase referencije²⁰ u ovakvim primerima verovatnoća može biti jako različita: pretpostavljamo da je relativna frekvencija slamanja noge u klasi ljudi koji igraju fudbal veća nego u klasi ljudi koji čitaju stripove. Rešenje ne može biti da se posmatram u preseku određenih klasa referencije, jer to vodi ili posmatranju atributa u klasi referencije u kojoj je član samo on ili ka meta-problemu klase referencije, gde bismo onda imali različite preseke klasa referencije koji bi nam pružali različite verovatnoće. U oba slučaja problem bi preostao: nema načina da kažemo koja je bezuslovna ili apsolutna verovatnoća da ću ja slomiti nogu u narednih godinu dana. Ostaju nam samo verovatnoće uslovne u odnosu na

²⁰ Zbog toga što je bacanje novčića takav proces da očekujemo relativne frekvencije sa limitom 1/2 bilo da posmatramo konkretan novčić ili sve novčiće.

klasu referencije, i teorija koja nema načina da nam kaže koja od tih verovatnoća je „prava”. Ovo potom predstavlja i praktičan problem. Kako smo pomenuli, objektivna verovatnoća treba da bude, u nekom smislu, vodič ka praktičnom životu. Radije ću da kupim štike na buvljaku ako mislim da je dosta verovatno da ću polomiti nogu u narednom periodu i manje rad ukoliko smatram da je to manje verovatno: teorija koja daje gomilu različitih, jednako „vrednih” verovatnoća za taj događaj daje i gomilu nekompatibilnih praktičnih preporuka za akcije koje je racionalno da učinim.

1.1.3. Propenzitet

Iako se interpretacija propenziteta opravdano vezuje za Popera, mnogi filozofi naglašavaju da je anticipacija ovakvog gledišta mogla da se vidi kod Čarlsa Persa [*Charles Sanders Peirce*] (up. sa: Berkovitz, 2015, str. 630–631; Hájek, 2012, od. 3.5).

„Ja ću, onda, definisati značenje iskaza da *verovatnoća* da ukoliko je kockica... bačena ona će pasti na broj deljiv sa tri, jeste jedna trećina. Ovaj iskaz znači da kockica ima određeno „bilo-bi“ [eng. *would be*]; i reći da kockica ima „bilo-bi“ jeste reći da ima svojstvo, sasvim analogno bilo kojoj *navici* koju čovek može imati. Samo, „bilo-bi“ kockice je, pretpostavljamo, daleko jednostavnije i određenije nego čovekova navika, budući da homogena kompozicija i kockasti oblik kockice jesu jednostavniji od čovekovog nervnog sistema i duše...” (Peirce, 1957, str. 241, kurziv u originalu.)

U Persovom tekstu možemo videti pokušaj da se verovatnoća tretira kao izvesna *sklonost* sistema da proizvodi određene ishode: sklonost novčića da pada na glavu jednako često kao na pismo ili sklonost kockice da otprilike šestinu puta pada na broj jedan. Ovakvo shvatanje verovatnoće preuzima Popper u svojoj teoriji (Popper, 1957, 1959a, 1959b, 1990). On je Persovo „bilo bi” zamenio terminom propenziteta [eng. *propensity*], koji tretira kao tehnički termin i koji treba da označi sklonost sistema da proizvede određeni rezultat. Popper je do interpretacije propenziteta došao napuštajući frekvencionističku teoriju:

„Upravo ova činjenica me je navela da preispitam status pojedinačnih događaja unutar frekvencionističke interpretacije verovatnoće.” (Popper, 1959a, str. 28)

Dva su razloga iz kojih je Popper napustio frekvencionističku teoriju (nešto malo drugačije tvrdi Berkovic [*Joseph Berkovitz*] u: Berkovitz, 2015, str. 635). Prvi je to što je, zbog kvantne mehanike, smatrao da verovatnoće moraju biti „pravi fizički entiteti“, poput „njutnovskih sila” (Popper, 1959b, str. 28). Smatrao je da interpretacija propenziteta može da „eliminiše iz kvantne mehanike izvesne elemente iracionalnog i subjektivnog karaktera” (Popper, 1959b, str. 31) koje teoriju vode u metafiziku, ali na „loš način” (Popper, 1959b, str. 31). Drugi razlog je nemogućnost frekvencionističkih interpretacija da učine smislenim probabilističke iskaze o pojedinačnim događajima (Popper, 1959a, str. 31-33). Tačan način na koji se njegova interpretacija razlikuje od frekvencionističkih, i kako se odnosi prema verovatnoćama pojedinačnog događaja, Popper je ostavio dvosmislenim. Na jednom mestu on tvrdi sledeće:

„Mi sada uzimamo kao fundamentalnu *verovatnoću rezultata pojedinačnog eksperimenta*, u zavisnosti od njegovih *uslova*, pre nego frekvenciju rezultata u sekvenci eksperimenata. Priznaćemo, ako želimo da *testiramo* probabilistički iskaz, moramo da testiramo eksperimentalnu sekvencu. Ali sada probabilistički iskaz nije iskaz o ovoj sekvenci: to je iskaz o određenim svojstvima eksperimentalnih uslova, eksperimentalne postavke.“
(Popper, 1957, str. 68)

Prema ovom citatu, Popper tvrdi da je verovatnoća sklonost eksperimentalne postavke da u *pojedinačnom izvođenju* proizvede neki ishod. Frekvencije, prema ovome, služe kao evidencija, odnosno, predstavljaju jedan od alata epistemologije verovatnoće. Imajući u vidu da je propenzitet objektivno fizičko svojstvo, očekivano je da bi eksperimentalna postavka proizvela sekvence određenih stabilnih frekvencija, ali propenzitet nije svojstvo određeno proizvođenjem takvih sekvenci. Tako dobijamo interpretaciju koja verovatnoću određuje kao propenzitet pojedinačnog eksperimentalnog uređenja, a dugoročne relativne frekvencije su samo posledice tog propenziteta. Sa druge strane, Popper tvrdi i sledeće:

„Svako eksperimentalno uređenje je sklono da produkuje, ukoliko ponavljamo eksperiment veoma često, sekvencu sa frekvencijama koje zavise od tog određenog eksperimentalnog uređenja. Te frekvencije mogu biti nazvane verovatnoćama. Ali pošto se ispostavlja da verovatnoće zavise od eksperimentalnog uređenja, na njih možemo gledati kao na svojstva tog uređenja. One karakterišu dispoziciju, ili propenzitet, eksperimentalnog uređenja da rodi određene karakteristične frekvencije kada je

eksperiment često ponovljen.“ (Popper, 1957, str. 67)

„Jer ako je verovatnoća svojstvo generišućih uslova - eksperimentalnog uređenja - i ako je prema tome smatrana kao zavisna od tih uslova, onda odgovor koji daje frekvencionista implicira da (virtual) frekvencija mora takođe zavisiti od ovih uslova. Ali ovo znači da mi moramo videti te uslove kao obdarene tendencijom, ili dispozicijom ili propenzitetom da proizvedu sekvencu čija frekvencije jesu jednake verovatnoćama; što je upravo ono što interpretacija propenziteta tvrdi.“ (Popper, 1959a, str. 35)

Prema ovim tvrdnjama, verovatnoće su vezane za sklonost (eksperimentalnog) uređenja da proizvede sekvence određenih relativnih frekvencija. Dispozicionalno svojstvo, odnosno verovatnoća, jeste svojstvo eksperimentalnog uređenja. Ali, sada se to dispozicionalno svojstvo ne sastoji od proizvođenja nekog ishoda, već upravo od proizvođenja sekvence događaja određene frekvencije, ukoliko je eksperimentalno uređenje „često“ (šta kod Popera znači često nije potpuno jasno) ponavljano.

Ova dvosmislenost u određenju odnosa interpretacije prema frekvencijama je proizvela više smerova interpretacije propenziteta u kasnijim godinama, pomalo nalik slučaju frekvencionizma. Tako možemo imati interpretacije pojedinačnog propenziteta (Fetzer, 1982, 1983; Miller, 1994) ili interpretacije dugoročnog propenziteta²¹ (Gillies, 2000b; Hacking, 1976). (Zanimljivo je da ne postoji slaganje oko pitanja kako shvatiti samog Popera: Hajek ga svrstava u tabor dugoročnog propenziteta (Hájek, 2007, str. 574; 2012, pog 3.5), Igl ga svrstava u oba tabora (Eagle, 2004, str. 378-342), a Berkovic, tvrdi da je podela u samoj interpretaciji propenziteta nastala kao plod toga što nije moguće dati jedinstvenu interpretaciju Poperovih reči (Berkovitz, 2015, str. 636-9).) Razlike između ove dve vrste interpretacija propenziteta su supstantivne. Kako Hajek napominje, propenzitet je bitno različita vrsta entiteta zavisno od različite vrste interpretacije. Prema interpretacija dugoročnog propenziteta, propenzitet je *veoma jaka* sklonost eksperimentalne postavke da proizvede određene dugoročne frekvencije, ali vrednost verovatnoće *nije* mera ove sklonosti. Prema interpretacijama pojedinačnog propenziteta, propenzitet je *slaba* sklonost eksperimentalne postavke da proizvede neki ishod, i vrednost verovatnoće *jeste* mera ove sklonosti (det u: Hájek, 2012, od. 3.5).

21 U zavisnosti od toga da li „dugoročno“ tumačimo kao konačno ili beskonačno, imaćemo i razliku između konačnog i beskonačnog dugoročnog propenziteta. Ta razlika takođe vodi poreklo iz Poperove višesmislenosti, odnosno toga što izraz „ponavljamo eksperiment veoma često“ može da znači konačan ili beskonačan broj puta.

Iako supstantivno različita, oba tipa interpretacija izgledaju teško uklopljiva sa determinizmom. Ukoliko pogledamo interpretacije pojedinačnog propenziteta, problem izgleda jasno. Propenzitet sistema koju identifikujemo kao verovatnoću ili je (a) svojstvo koje može biti svedeno na fundamentalne relacije i objašnjeno preko njih ili je (b) svojstvo koje je primarno, u smislu da ne može biti svedeno na dalje fundamentalne relacije, svojstva ili entitete. Izolovan sistem u determinizmu evoluirá prema determinističkoj fizici. Odnosno, početno stanje sistema i zakoni fizike u potpunosti određuju kasnija stanja sistema. Ukoliko propenzitet, kao pod (a) može biti sveden na relacije i entitete fundamentalne fizike, onda nije jasno kako bi propenzitet bila probabilistička - tj. uz potpun opis sistema sklonost bi morala imati trivijalne vrednosti. Ako bi se sklonost sastojala iz varijacija početnih uslova sistema, onda bi se sklonost sastojala iz *mere* preko mogućih početnih uslova sistema: odnosno, ovakva interpretacija bi skretala ili u interpretaciju početnog opsega ili u protivčinjeničku interpretaciju (više o njima nešto kasnije). Odnosno, nije jasno zašto bismo verovatnoću identifikovali sa sklonošću sistema, umesto sa merom preko (mogućih) početnih uslova na koju bi se sklonost svodila.

Sa druge strane, ukoliko propenzitet ne može biti analizirana u terminima fundamentalne fizike, onda bismo tvrdili da je ona fundamentalno probabilističko svojstvo sveta. Ali, ako svet ima fundamentalno svojstvo koje je probabilističko, onda je to indeterministički svet. Prema tome, izgleda da propenzitet i determinizam nisu jasno uklopljivi. Neki autori koji zastupaju teoriju propenziteta polaze od toga. Tako Melor [*David Hugh Mellor*] tvrdi da „ako su propenziteti ikada ispoljeni, determinizam nije istinit“ (Mellor, 2004, str. 151). Gijer [*Ronald Giere*] objašnjava propenzitet u indeterminizmu preko analogije sa determinizmom, tvrdivši da je propenzitet „kao fizička nužnost, ali na neki način slabiji“ (Giere, 1975, str. 218), tako da nije jasno kako bi objasnio propenzitet u determinizmu.

Može izgledati da interpretacije dugoročnog propenziteta nemaju problem uklopljivosti sa determinizmom, jer ukoliko je propenzitet svojstvo koje se sastoji od ispoljavanja dugoročne frekvencije ishoda, onda nema problema da ishodi budu određeni determinističkom fizikom. Naprosto, varijacije u početnim uslovima eksperimentalne postavke dovodiće do različitih ishoda, po pretpostavci sa nekom stabilnom relativnom frekvencijom. Ipak, u ovom slučaju ili nije jasno kako možemo govoriti o „ponovljenom“ ili „ponovljivom“ eksperimentu ili nam se interpretacija opet svodi na meru preko (mogućih) početnih uslova. Ako eksperiment odredimo *tačnim* početnim mikrostanjem, onda će ponovljeni eksperiment morati da rezultira istim

ishodom kao i prvi eksperiment. Odnosno, u tom slučaju relativne frekvencije će biti stabilne, ali trivijalnih vrednosti. Ukoliko, sa druge strane, eksperiment definišemo tako da obuhvata skup mikrostanja koja mogu da realizuju određeno makrostanje, onda možemo doći do različitih ishoda jednog eksperimenta. Pretpostavljamo da mikrostanja evoluiraju deterministički, ali različita mikrostanja će determinističkom evolucijom dovesti do različitih ishoda, opet, po pretpostavci neke stabilne relativne frekvencije. Ali, u tom slučaju nije jasno zašto bismo za verovatnoću smatrali propenzitet da se proizvedu frekvencije, umesto mere preko mogućih početnih mikrostanja koja do tih frekvencija dovodi. Verovatnoća shvaćena kao propenzitet bi u ovom slučaju bila određena kao skup rezultata procesa, a ignorisao bi se sam proces koji dovodi do tog rezultata. Ovakav manevar bi imao dosta potencijala kao epistemologija verovatnoće: lakše je saznati vrednosti verovatnoće posmatranjem makrostanja koja su rezultat procesa, nego ispitivati tačnu mikrostrukturu koja do tih rezultata može dovesti. Ali, kao određenje verovatnoće izgleda pogrešno.

Izgleda, dakle, kao da interpretacija propenziteta ima više potencijala kada propenzitet predstavlja fundamentalno indeterminističko svojstvo. (Ovo je unekoliko očekivano, budući da je Poperova originalna namera bila da pruži interpretaciju upravo ovakvog svojstva.) Ipak, čak i u tom slučaju, interpretacija ima posledica koje se mogu okarakterisati kao nepoželjne. Posmatrajmo Hamfrizov [Paul Humphreys] primer:

„Kada svetlost sa frekvencijom većom od neke granične vrednosti pada na metalni okvir, elektroni su emitovani fotoelektričnim efektom. Da li je neki određeni elektron emitovan ili nije jeste stvar indeterminizma, i zbog toga možemo tvrditi da postoji propenzitet p za elektron u metalu da bude emitovan, zavisno od toga da li je metal izložen svetlosti preko određene granične vrednosti frekvencije. Da li postoji odgovarajući propenzitet da metal da bude izložen takvoj svetlosti, zavisno od toga da li je elektron bio emitovan, i ako postoji, koja je vrednost tog propenziteta? Teorija verovatnoće daje odgovor na ovo pitanje ukoliko poistovetimo uslovne propenzitete sa uslovnim verovatnoćama. Odgovor je prost - izračunati obrnutu verovatnoću preko uslovne verovatnoće. Ipak, upravo je ovo odgovor koji je netačan za propenzitet i razlog za to je lako uvideti. Propenzitet za metal da bude izložen radijaciji preko granične vrednosti frekvencije, zavisno od toga da li je elektron emitovan, jeste jednak bezuslovnom propenzitetu da metal bude izložen takvoj radijaciji, zato što to da li se uslovni faktor dešava ili ne u ovom slučaju ne može uticati

na vrednosti propenziteta za to da li će se taj kasniji događaj desiti.“ (Humphreys, 1985, str. 557)

Hamfrizov primer, sa sličnim primerima koje je on izneo u literaturi su poznati kao Hamfrizov paradoks (Berkowitz, 2015. str. 672-673). Poenta je u sledećem: u svim interpretacijama propenziteta, imamo događaj koji ima određen propenzitet. Takođe, imamo i uslove koji određuju propenzitet događaja. Dok je događaj zavistan od uslova koji određuju događaj, uslovi nisu zavisni od događaja (detaljnije u: Berkovitz, 2015, str. 673–674). Prema Hamfrizu, sama priroda propenziteta kao dispozicije je odgovorna za tu činjenicu. Pogledajmo analogiju sa drugim dispozicijama. Za neko jako tanko staklo recimo da ima dispoziciju lomljivosti. Da li ćemo reći da je više ili manje lomljivo, u zavisnosti od toga da li je ono razbijeno u nekom momentu u budućnosti? Ne, staklo je lomljivo u istom stepenu bez obzira da li će biti slomljeno ili neće. Ali, to da li je staklo bivalo ili će biti slomljeno možemo uzeti kao evidenciju lomljivosti. Odnosno, uslovno od te informacije, imaćemo više evidencije za to da staklo jeste lomljivo. Evidencionu zavisnost u ovom slučaju funkcioniše kao probabilistička u Hamfrizovom primeru: ona jeste simetrična, dok dispozicionalna zavisnost nije.

Hamfriz razlog za asimetričnost propenziteta pronalazi u povezanosti dispozicija i uzročnosti. Prema njemu, dispozicije su povezane sa uzročnošću, a postoji asimetrija uzroka i posledica (Humphreys, 1985, str. 558; slično interpretira i Berkovic u: Berkovitz, 2015, str. 673). Ova asimetrija, prema Hamfrizu, nije u skladu sa simetrijom probabilističke zavisnosti u uslovnoj verovatnoći, barem u standardnom načinu određivanja uslovne verovatnoće (Humphreys, 1985, str. 558). Na ovom mestu originalni Hamfrizov argument poprima zanimljiv oblik. On naime ovakvu posledicu ne uzima kao negativnu za interpretaciju propenziteta, već misli da treba da se uzme kao razlog da se odbaci „trenutne teorije verovatnoće kao ispravne teorije šanse.“ (Humphreys, 1985, str. 557). Kada kaže „teorija verovatnoće“ u ovom kontekstu, Hamfriz misli na aksiomatski sistem verovatnoće. Iako u tekstu pominje više aksiomatizacija (Humphreys, 1985, str. 569), protivprimer koji je izneo se fokusira na Kolmogorevljevu. Budući da probabilističku zavisnost izvodi preko upotrebe Bajesove teoreme (Humphreys, 1985, str. 559-66), svaka aksiomatizacija koja za posledicu ima Bajesovu teoremu ili teoremu sličnih posledica će biti obuhvaćena primerima. Kasniji autori nisu prihvatili Hamfrizov zaključak da treba odbaciti standardne aksiomatske sisteme (detaljnije u: Eagle, 2004, Berkovitz, 2015), što uostalom možemo videti iz činjenice da se Kolmogorevljeva aksiomatizacija i dalje uzima kao

standardna (Hájek, 2012, od. 1). Stoga se Hamfrizov paradoks najčešće uzimao kao negativan po interpretaciju propenziteta (slično tvrdi i: Berkovitz, 2015, str. 672–679).

Budući da nam je namera ispitivanje mogućnosti interpretacija objektivnih verovatnoća koje nisu šanse, izbeći ćemo potragu za rešenjem dileme na koju nas stavlja Hamfrizov paradoks. Pre nego što pređemo na sledeću interpretaciju, jedna napomena vezana za interpretaciju propenziteta i evolutivnu biologiju: počevši od rada Mils i Beti, jedna uticajan način shvatanja adaptivne vrednosti [eng. *fitness*] je upravo preko termina propenziteta (Mills & Beatty, 1979). Ukratko, prema tom gledištu, adaptivna vrednost je definisana kao probabilistički propenzitet organizma ili osobine da unutar nekog okruženja E proizvede x potomaka. Uobičajeno je da se propenzitet u takvoj formulaciji adaptivne vrednosti interpretira na neki od načina koji smo videli u ovom poglavlju (za kritiku uobičajenog gledišta det. u: Drouet & Merlin, 2015). Ovakvo shvatanje adaptivne vrednosti može izgledati u suprotnosti sa onim što sam rekao za neuklopljivost determinizma i propenziteta. Odnosno, ako evolutivnu biologiju shvatimo kao determinističku nauku, onda bi to podrazumevalo da su determinizam i propenzitet uklopljivi. Povezanost evolutivne biologije i verovatnoće je važna tema, i dotaći ćemo je se još jednom. Kada budemo pokušali da poboljšamo (3.2.) Soberov argument o objektivnosti verovatnoća, moraćemo da obradimo i pitanje adaptivne vrednosti kao propenziteta.

1.2. Savremene interpretacije

1.2.1. Luisovske verovatnoće

Pod luisovskim interpretacijama objektivnih verovatnoća zvaću one koje za polaznu tačku imaju Luisovu teoriju objektivne verovatnoće. Takva teorija je neodvojiva od ideja koje su u osnovi celog Luisovog filozofskog reduktivnog programa: hjumovske supervenijencije i shvatanja zakona kao teorema najboljeg sistema. Hjumovsku supervenijenciju Luis objašnjava na sledeći način:

„Hjumovska supervenijencija je imenovana u čast velikog protivnika nužnih povezanosti. To je doktrina prema kojoj sve što postoji u svetu jeste ogromni mozaik lokalnih konkretnih činjenica, samo jedna mala stvar i onda još jedna... Imamo geometriju: sistem eksternih relacija prostorno-vremenskih distanci između tačaka...A u tim tačkama imamo

lokalne kvalitete: savršeno prirodna intrinzična svojstva kojima nije potrebno ništa veće od tačke da bi bila instancirana. Ukratko, imamo uređenje kvaliteta. I to je sve čega ima. Nema razlike bez razlike u uređenju kvaliteta. A sve ostalo supervenira na tome., (Lewis, 1986b, uvod, str. vii-ix)

Ove „tačkaste“ činjenice Luis naziva kategoričkim. Ideja hjumovske supervenijencije (HS nadalje) jeste da nema razlike između dva sveta, ukoliko im se kategoričke činjenice ne razlikuju. Odnosno, svaka istina o svetu supervenira na kategoričkim činjenicama tog sveta. Ovo prema pobornicima HS, između ostalog, znači da svaki nomički fenomen (uzročnost, šanse, zakoni itd.) supervenira na aktualnim činjenicama, odnosno, na tzv. hjumovskom mozaiku lokalnih činjenica.

Do određenja šta su prirodni zakoni u nekom svetu, Luis dolazi preko ideje o zakonima kao teoremama najboljeg sistema. Ta ideja vodi poreklo iz radova Mila [*John Stuart Mill*] (Mill, 1884) i Remzija [*Frank Ramsey*] (Ramsey, 1926), zbog čega se takva koncepcija zakona naziva još i Mil-Remzi-Luis. U osnovi to je poistovećivanje prirodnih zakona sa regularnostima koje se nalaze u prirodi.²² Glavni problem za ovu teoriju jeste razlikovanje zakonolikih regularnosti i slučajnih regularnosti: zbog čega je regularnost poput „Sila je jednaka proizvodu mase i ubrzanja“, drugačija od regularnosti poput „Svaki novčić u mojoj kući je srpski dinar“. Svaka analiza koja ne bi mogla da pravi razliku između slučajnih i zakonolikih regularnosti ne bi mogla biti valjana analiza zakona. Luisova ideja rešenja ovog problema jeste preko Najboljeg sistema zakona (NSZ u daljem tekstu):

„Uzmimo sve deduktivne sisteme čije su teoreme istinite. Neki od njih su jednostavniji, sistematičniji od drugih. Neki su jači, informativniji, nego ostali. Ove vrline se takmiče: neinformativan sistem može biti veoma jednostavan, nesistematizovana kolekcija raznolikih informacija može biti jako informativna. Najbolji sistem je onaj koji postiže onoliko dobar balans koliko to istina dozvoljava, između jednostavnosti i jačine. Neka regularnost jeste zakon akko je teorema najboljeg sistema.“ (Lewis, 1994, str. 479–480)

Lako je videti kako se na osnovu ideje NSZ razlikuju slučajne regularnosti od onih koje smatramo više zakonolikim: sistem koji bi nabrajao veliki broj (ili čak sve) slučajne regularnosti kao teoreme bi možda bio informativan, ali bi spadao u jako nesistematične i komplikovane

²² O prirodnim zakonima i njihovoj povezanosti sa objektivnim verovatnoćama biće više reči u delu 2.3. Na ovom mestu predstavljamo osnove luisovskog shvatanja, jer su neophodne za njegovu interpretaciju verovatnoća.

sisteme.²³

Da bi se dobio potpuniji uvod u Luisovsku koncepciju zakona, mora se izneti detaljnija analiza toga šta Luis misli pod kriterijumima jačine i jednostavnosti:

- (a) Uobičajen način shvatanja **jačine ili informativnosti sistema** jeste preko broja mogućih svetova koje sistem isključuje. Što je sistem informativniji, isključiće više svetova koji su fizički mogući. Ipak, ovakva interpretacija jačine ne može biti dobra, jer većina sistema isključuje neprebrojivo mnogo svetova, tako se po ovako shvaćenom kriterijumu ne bi razlikovali. Ovaj problem se može rešiti na dva načina. Prvi je da usvojimo Ermanovu [*John Earman*] ideju dinamičke snage sistema, prema kojoj ono što cenimo nije samo informativnost u smislu odstranjivanja mogućih svetova, već informativnost dinamičkih zakona u smislu predvidivosti budućih stanja sveta na osnovu zakona i prošlih stanja sveta. (Earman & Roberts, 2005a, 2005b, Earman, 1986) (Erman je motivisan aktualnom naučnom praksom u kojoj, prema njemu, cenimo upravo takvu jačinu zakona.) Drugi način jeste da uvedemo meru mogućih svetova koji su isključeni zakonima, i da gledamo da li je prostor mogućih svetova koji je isključen jednim sistemom veći nego prostor koji je isključen drugim. (Time bismo uveli način poređenja dve beskonačnosti.) Nama zasad nije neophodno da odlučujemo između ova dva načina. Intuitivna predstava o jačini sistema će biti dovoljna.
- (b) **Jednostavnost sistema** Luis smatra sintaktičkom osobinom sistema: sistem koji ima manje aksioma i što je manje kompleksna njihova logička i matematička forma, biće jednostavniji. Budući da je ovakva jednostavnost očigledno zavisna od izbora jezika u kom se formuliše teorija, Luisov predlog je da se pre ocenjivanja sve teorije prevode u zajednički jezik L u kom bi svi ne-logički izrazi označavali fundamentalna svojstva poput mase (Lewis, 1970, 1994). Lover i Koen [*Jonathan Cohen*] i Kalendar [*Craig Callender*] između ostalih, imaju zamerke na ovakav manevar, jer nemamo neteoretskog načina na koji bismo utvrdili koja su svojstva fundamentalna (Cohen & Callender, 2009, 2010; Loewer, 1996, 2007). I Lover i Koen i Kalendar predlažu da se prirodna svojstva određuju unutar svake teorije. Njihovi predlozi se razlikuju u tome da li određenje shvatiti na realistički ili ne-realistički način. (Misli se na realizam u filozofiji nauke.)

23 Treba primetiti da granica između slučajnih i zakonitih regularnosti prema Luisovoj analizi nije toliko oštra kao prema nekim drugim analizama (npr. kao u Maudlin, 2007). Ta činjenica ne mora predstavljati ni problem niti vrlinu Luisove analize.

Lover smatra da nam fizika daje realističan jezik za metafiziku (Loewer, 2007b, str. 313–318), dok Koen i Kalendar odbijaju realizam i tvrde da svaka teorija daje jednako legitiman skup prirodnih svojstava (Cohen & Callender, 2009, str. 22–28).

Objektivne verovatnoće prema Luisu u sliku sveta ulaze preko probablističkih zakona, ukoliko takvih ima u Najboljem sistemu (Lewis, 1994). Razmotrimo ovakve tipove svetova. Neki svetovi su takvi da u njima sistema iz stanja A uvek evoluiru u stanje B , dok su neki takvi da sistem iz stanja A' nekada evoluiru u C , a nekada u D . U drugom tipu svetova, bilo bi nam korisno da nam neki od zakona kaže da li će iz stanja A svet češće evoluirati u stanje C ili u stanje D , koliko češće će evoluirati u koje od stanja itd... drugim rečima, u takvim slučajevima bi nam funkcija verovatnoće među zakonima dobrodošla (detaljnije u: Schwarz, 2016, str. 5-8). Recimo da se neki atomi raspadaju nekada za N vremena, nekada za $N+x$ vremena, nekada za $N-y$. Jedan sistem nam može reći vreme za koje se svaki atom raspao, odnosno, može imati ogromnu konjunkciju čiji je svaki konjunkt iskaz o vremenu raspada po jednog atoma. Drugi način je da u sistem ubacimo probablistički jezik kojim bismo specifikovali distribuciju verovatnoća u zavisnosti od vremena za raspad određenog tipa atoma. Na ovaj način izgubili bismo nešto informativnosti sistema, jer bi naš sistem uključivao mnogo više svetova nego prvi sistem. Ali značajno bismo dobili na jednostavnosti, jer bismo umesto neverovatno velike konjunkcije imali jednostavne probablističke tvrdnje. Da upotrebim Loverovo objašnjenje²⁴: prvi sistem bi morao da bude ispisan u neverovatno velikoj knjizi, a drugi sistem bi mogao biti odštampan na majici. Luisova ideja za interpretiranje objektivnih verovatnoća jeste da ih poistoveti sa čime god nam probablistički zakoni NSZ kažu da su verovatnoće:

„Šanse su ono što probablistički zakoni najboljeg sistema kažu da one jesu.“ (Lewis, 1994, str. 481)

Da ovakva interpretacija ne bi bila cirkularna, treba nam način da teorije interpretiramo pre nego što interpretiramo njihove probablističke teoreme, što Luis čini preko ideje *poklapanja* [eng. *fit*]:

„...I nadalje, neki [sistemi] će se poklapati sa aktualnim tokom istorije bolje nego ostali. Odnosno, šanse toka istorije biće veće prema nekim sistemima nego prema drugim... “ (Lewis, 1994, str. 481)

24 Kao što ću pomenuti i kasnije, jako mi je teško da nađem pisan trag kod Lovera o objašnjenju jednostavnosti sistema preko štampanja na majici; ipak, svi usmeni tragovi tvrde da je to njegova metafora.

Luisov predlog je da poklapanje bude treći kriterijum ocenjivanja sistema koji treba da se takmiči sa informativnošću i jednostavnošću. Poklapanje u ovom kontekstu možemo shvatiti kao verovatnoću koju teorija pripisuje aktualnoj istoriji sveta: ako imamo svet sa deset bacanja novčića *GGPPGPPGG*, i dve teorije *A* i *B*, prema kojima *A* pripisuje 0.5 verovatnoću da padne glava pri bacanju novčića; *B* pripisuje 0.9 verovatnoću da pada glava (pri čemu obe teorije različita bacanja novčića smatraju probabilistički nezavisnim događajima), onda prva teorija pripisuje aktualnoj istoriji sveta, barem što se tiče bacanja novčića, verovatnoću $\sim 0,000976$, dok druga teorija $\sim 0,0000059$. Prema tome, prva teorija bi imala veće poklapanje.

Kako Luis kaže, u najboljem slučaju, ovakva teorija se svodi na aktualni frekvencionizam. (Lewis, 1994, str. 477) Jasno je zašto: najbolje poklapanje sa aktualnim svetom će imati teorija koja nam govori da se događaj dešava onoliko često koliko se često dešava u aktualnom svetu. Ali, poklapanje, kako smo videli, nije jedini kriterijum za određivanje prirodnih zakona, tako da za balans moramo obratiti pažnju i na druga dva kriterijuma. Zbog toga, nije očekivano da nam probabilistički zakoni kažu isto ono što bi i aktualni frekvencionizam, ali trebalo bi da kažu dovoljno blisku informaciju. Luisovske verovatnoće će onda, ukratko rečeno, biti dovoljno jednostavan i dovoljno informativan način da se izraze aktualne regularnosti: verovatnoća novčića da padne otprilike jednako često na glavu kao i na pismo, znači da je naš svet takav da novčići padaju otprilike jednako često na glavu kao i na pismo. U ovom smislu, luisovske verovatnoće su sofisticiran potomak frekvencionističkih: govore nam slične informacije, i ono što čini verovatnoće su aktualne frekvencije događaja.

Verovatno najrazvijeniju verziju ove interpretacije verovatnoća možemo videti ne kod Luisa, već kod Lovera (Loewer, 1996, 2001, 2004, 2012b). Kao što smo napomenuli pri razmatranju jednostavnosti sistema, Lover u svom shvatanju zakona napušta Luisovu ideju o prirodnim svojstvima i dozvoljava da svaka teorija specifikuje prirodna svojstva za sebe (Loewer, 2007b). Nadalje, on tvrdi da je najbolji sistem zakona sastavljen od tri člana: (i) fundamentalnih dinamičkih zakona, (ii) hipoteze prošlosti koja tvrdi da je na početku univerzuma bilo stanje jako niske entropije, (iii) uniformne distribucije verovatnoće preko mikrostanja koja realizuju početno makrostanje koje zadovoljava hipotezu prošlosti (Loewer, 2012a, str. 14–18). (Ovakav paket Albert [*David Albert*] i on su popularizovali pod imenom *Mentakulus* (Loewer, 2012a, fusnota 21.))²⁵ Pristup koji Lover zauzima je ambiciozan: on pokušava da tvrdi da je uniformna distribucija preko početnih mikrostanja kompatibilnih sa

25 Referenca na film braće Koen *Ozbiljan čovek*.

stanjem niske entropije u prošlosti zapravo informacija o aktualnom svetu i da je ta distribucija dovoljna da izvedemo bilo koju kasniju objektivnu verovatnoću. Odnosno, ako formulišemo uslovnu verovatnoću u kojoj nam je uslov ta distribucija, to će nam objasniti kasnije probablističke regularnosti. Na nekim mestima pod kasnijim probablističkim regularnostima Lover podrazumeva termodinamičke regularnosti (Loewer, 2012b), dok na nekim izgleda kao da podrazumeva i sve druge probablističke regularnosti ((Loewer, 2012a, str. 15–18). *Prima facie*, ova druga tvrdnja izgleda preterano ambiciozno. Kada dođemo do ispitivanja verovatnoća u klasičnoj statističkoj mehanici, videćemo mane Loverovog pristupa, čak iako ga tumačimo tako da tvrdi manje ambiciozan zaključak.

Zbog veze sa aktualnim frekvencionizmom koju smo pomenuli, luisovske verovatnoće imaju neke probleme koji su slični problemima aktualnog frekvencionizma. Prvo, povezanost sa aktualnim događajima je ono što pobornici ovakve interpretacije smatraju za dobru stranu sistema. To ne mora biti slučaj: recimo da imamo svet, bilo deterministički bilo indeterministički, u kom je bilo deset bacanja novčića, u kojima je palo deset pisama. Najjednostavniji, najsnajzniji i opis koji ima najviše poklapanja sa takvim svetom jeste opis koji nam kaže da je verovatnoća padanja pisma jednaka 1. Ova sekvenca događaja, sa druge strane, izgleda kao plod nasumičnosti procesa kakav je bacanje novčića. U tom smislu, mogla je biti i drugačija, odnosno, mogla je nekoliko puta pasti glava. Luisovske verovatnoće ovakav modalni karakter probablističkih procesa ne prepoznaju - slično kao što to nisu ni aktualni frekvencionisti.

Problem za luisovske verovatnoće predstavlja i način na koji shvatamo poklapanje. Ideja poklapanja, iako intuitivno shvatljiva, može da bude tehnički problematična: jasno je šta bi verovatnoća istorije sveta bila ukoliko istoriju smatramo kolekcijom diskretnih (ne)zavisnih događaja. Manje je jasno šta bi verovatnoća istorije sveta bila kada svet smatramo kolekcijom kontinuiranih događaja, što radimo ako vreme smatramo kontinuiranim, a ne diskretnim. Po analogiji sa primerom sa novčićima, trebalo bi da množimo verovatnoće za svaki događaj. To nije moguće uraditi. Događaja bi u tom slučaju bilo neprebrojivo mnogo; množenje neprebrojivo mnogo brojeva nije valjano definisana operacija (detaljnije u: Frigg, 2008, str. 678–681, kao i odeljak 3.1.9. ovog rada). Čak i kada bi operacija bila valjano definisana, verovatnoća svake moguće istorije sveta bi bila 0, pa teorije ne bismo mogli da rangiramo prema ovom kriterijumu. Luis je ovaj problem smatrao čisto tehničkim problemom, i u načelnu pomoć je pokušao da prizove probablistički račun sa infinitezimalnim brojevima (Lewis, 1980). Kako je Elga [Adam

Elga], između ostalih, primetio, ne izgleda da će to biti dovoljno za rešenje svih tehničkih poteškoća. Ukratko, Elga tvrdi da uvođenje infinitezimalnih verovatnoća ne nudi način rangiranja poklapanja aktualne istorije sveta sa teorijom, jer svaka teorija mora imati jednaku verovatnoću čak iako uvedemo infinitezimalne verovatnoće (detaljnije u: Elga, 2004).

1.2.2. Neteoretska interpretacija

Eliot Sober [*Elliot Sober*] (2010a, 2010b) je, u svojoj kritici onoga što naziva laplasovskom pozicijom povodom verovatnoća²⁶ iznosi ideju za interpretaciju verovatnoće. Glavno zapažanje od kojeg on polazi jeste da je zajednička greška dosadašnjih interpretacija pokušaj iznošenja reduktivne teorije verovatnoće. Npr. kao što smo videli kod razmatranja frekvencionističkih interpretacija, imamo redukciju verovatnoća na relativne frekvencije, aktualne ili hipotetičke. Prema Soberu, slična situacija je i sa interpretacijom propenziteta koja verovatnoću redukuje na sklonost događaja (Sober, 2010b, str. 148-149). U opštem slučaju, prema Soberu, svaka interpretacija koja verovatnoću tumači kao objektivan fizički pojam pokušava da iznese reduktivno određenje verovatnoće, i greške interpretacija počinju upravo u toj nameri. Zbog toga, on pruža interpretaciju koju naziva *neteoretskom* [eng. *no-theory*] interpretacijom, i predlaže da verovatnoću shvatimo kao nereducibilan teoretski kvantitet (Sober, 2010b, str. 149.). Ovakvo shvatanje verovatnoće on pokušava da pojasni preko shvatanja drugih naučnih pojmova koje koristimo, a za koje nemamo reduktivnu teoriju, npr. mase. Unutar logičkog pozitivizma, bilo je smatrano da se masa i naelektrisanje mogu u principu, ili čak i u praksi, svesti na opservacione pojmove koji bi bili teorijski-neutralni. Prema Soberu, slično kao što je takav pogled na masu napušten, trebalo bi to da učinimo i za verovatnoću (Sober, 2010b, str. 149.).

Šta znači onda reći da je masa objektivno svojstvo, ukoliko je nismo sveli na neko svojstvo koje nije zavisno od teorije? Sober predlaže dva razloga zbog kojih bi masu trebalo smatrati objektivnim svojstvom (Sober 2010b, str. 149-150). Prvi je što je masa svojstvo koje je nezavisno od bilo čijeg duha, odnosno, masa nekog objekta ne zavisi od bilo čijih verovanja ili drugih kognitivnih stanja. Ukoliko ne bi postojalo nijedne svesne osobe, smatramo da bi objekti i dalje imali masu. Sober napominje da je nezavisnost u ovom slučaju konceptualna, a ne uzročna.

26 Detaljan prikaz laplasovske pozicije, Soberove kritike, odgovora na Soberovu kritiku i moj argument odbrane Sobera nalazi se u drugom delu poglavlja 2.

(Sober, 2010b, str. 149-150) Drugi razlog koji Sober navodi za to da je masa objektivno svojstvo jeste epistemološki, odnosno, to što imamo opravdanje da mislimo da je masa objektivno svojstvo. Ovo opravdanje se sastoji iz toga što nezavisnim metodama, nezavisnim procedurama, različite osobe dobijaju slične podatke o masi koju jedan entitet ima. Najbolje objašnjenje za toliko sličnih rezultata različitih načina merenja mase jeste to da je uzrok to što je svojstvo mase inherentno ili „unutar” entiteta, a ne svojstvo koji je relaciono u odnosu na posmatrača ili koje se nalazi samo u posmatračima. Treba napomenuti da Sober ovaj argument ne smatra konkluzivnim (Sober, 2010b, str. 150). Može se ispostaviti da imamo psihološko svojstvo zajedničko svima nama koje na izvestan način dovodi do toga da se procene oko mase u principu slažu. Ipak, i pored toga što nemamo konkluzivan dokaz, imamo opravdanje da masu smatramo nezavisnim i objektivnim svojstvom. Takvo opravdanje ne zavisi od savršenog poklapanja svih procena i svih različitih načina merenja. Čak iako se dobijene procene povodom mase razlikuju, ali ne u mnogo velikom stepenu, to bi favorizovalo zaključak da postoji objektivni kvantitet koji se meri. Soberov argument treba shvatiti kao abduktivan. On pominje da je zaključak o objektivnosti kvantiteta komparativno najbolji, jer ono zbog čega zaključujemo da je masa objektivni kvantitet jeste što alternativna teorija pruža lošije objašnjenje (Sober, 2010b str. 150). Alternativna teorija koju on ima u vidu jeste da neko psihološko svojstvo dovodi da naših sličnih procena povodom mase. Iako bi ova teorija mogla biti istinita, on je smatra znatno kompleksnijom od prve teorije.²⁷

Sober verovatnoću posmatra kao teoretski nereducibilan pojam sličan masi. Ali pre toga moramo primetiti da između mase i verovatnoće, kako Sober želi da je posmatra, postoji bitnih razlika. Masa je nerelaciono, intrinzično svojstvo objekta. Sober smatra uslovnu verovatnoću za primitivan pojam, preko koje definišemo bezuslovnu verovatnoću.²⁸ Pošto je uslovna verovatnoća primarna, to znači da za razliku od intrinzičnog svojstva kao što je masa, sada imamo relaciju između dva događaja ili iskaza. Tako napuštamo potpunu analogiju sa svojstvima kao što su masa i naelektrisanje. Ali, sem toga, činjenica da on verovatnoću smatra primarno relacionim svojstvom, ne bi trebalo da predstavlja problem njegovoj interpretaciji.

Pre daljeg iznošenja Soberovog gledišta, napomenuo bih da ću u ovom poglavlju,

²⁷ Sober priča o modelima umesto o teorijama. Ne mislim da razlikovanje modela i teorija ima supstantivan uticaj na argument koji iznosi.

²⁸ Razlozi iz kojih Sober uzima uslovnu verovatnoću kao primarni pojam su to što on smatra da možemo imati slučajeve u kojima uslovna verovatnoća ($Y|X$) ima vrednost, iako je verovatnoća od $X=0$, kao i što možemo imati slučajeve gde uslovna verovatnoća ima jasno definisanu vrednost, iako bezuslovna nema. Sober nije u krivu oko ovog problema. Ovo su razlozi koje je u poznatom tekstu u istu svrhu koristio Hajek (Hajek, 2003), a kojih je, naravno, bio svestan i sam Kolmogorov.

određena mesta Soberovih argumenata, analizirati manje detaljno nego što su izneta u originalnom obliku. Razlog za to je što Sober iznosi svoju interpretaciju verovatnoće isprepletano sa kritikom argumenta Laplasovog demona i kritikom laplasovske pozicije povodom verovatnoće uopšte (Sober, 2010a, 2010b).²⁹ Delove koji su suštinski za taj argument ću detaljno izneti u drugom delu poglavlja 2, koje se bavi isključivo laplasovskom pozicijom i brani Soberove zaključke, dok je ovaj deo rada posvećen Soberovoj interpretaciji. Kako su kod Sobera ta dva puta jako isprepletana, to bi značilo da ili imam ponavljanja ili na jednom mestu budem manje detaljan nego što bih želeo; ja sam se odlučio za to da nemam ponavljanja.

Označimo makrostanja sveta sa X, Y, Z , a mikrostanja sveta sa A, B, C . Nazivaćemo svaku uslovnu verovatnoću koja kao uslov ima makrostanje - makroverovatnoćom, i uslovnu verovatnoću koja kao uslov ima mikrostanje - mikroverovatnoćom. Prema Soberu, očigledno je da $\Pr(Y|X)$ i $\Pr(Y|A)$ mogu da imaju različite vrednosti, čak iako je A mikrostanje koje realizuje makrostanje X . Razlog tome je što makrostanje X može biti realizovano većim brojem mikrostanja: sistem određene temperature može biti realizovan bilo kojim od velikog broja različitih mikrostanja, sve dok je srednja kinetička energija mikročestica koje sačinjavaju takva mikrostanja jednaka, odnosno, dok ona daje istu vrednost temperature na makronivou. Sober pretpostavlja da su mikroverovatnoće objektivne verovatnoće. On napominje da je onda glavno pitanje kako makroverovatnoće mogu biti objektivne, s obzirom da mogu imati različite vrednosti.

Sober potom daje dva argumenta da je verovatnoća $\Pr(Y|X)$ objektivna. Prvi je abduktivan i sastoji se iz razmatranja situacije u kojoj ima različitih mišljenja o verovatnoći $\Pr(Y|X)$, u zavisnosti od pozadinskog znanja onoga koji ispituje. Recimo da jedna osoba ima pozadinsko znanje U , a druga osoba ima pozadinsko znanje M . Ako je pozadinsko znanje isto, očekivano bi bilo da vrednosti $\Pr(Y|X\&U)$ i $\Pr(Y|X\&M)$ budu iste, pa prema tome i sud o vrednosti $\Pr(Y|X)$. Šta ako su pozadinska znanja U i M različita? Sober razmatra dve stvari: $\Pr(Y|X\&U)$ i $\Pr(Y|X\&M)$ će imati različite vrednosti - što je trivijalno³⁰ - i sud dve osobe o vrednosti $\Pr(Y|X)$ će biti različit. Ovo može favorizovati mišljenje da je $\Pr(Y|X)$ relacija koja nije objektivna, već zavisi od trećeg entiteta, odnosno, pozadinskog znanja onoga koji procenjuje verovatnoću. Prema Soberu, takvo mišljenje bi bilo pogrešno. Ukoliko bismo rekli da $\Pr(Y|X)$

²⁹ Glavni cilj tog argumenta je da pokaže da netrivialne makroverovatnoće mogu biti objektivne, čak iako su mikroverovatnoće trivijalne. Odnosno, da makroverovatnoće mogu biti objektivne iako su svet i fundamentalna fizika deterministički.

³⁰ Sober implicitno pretpostavlja da Y nije probabilistički nezavisno od U i M .

nema jedinstvenu objektivnu vrednost, šta bismo rekli o $\Pr(Y|X\&U)$ i $\Pr(Y|X\&M)$? Da li oni imaju neku jedinstvenu objektivnu vrednost ili su zavisni od daljeg pozadinskog znanja? Ne izgleda kao da ima kandidat za pozadinsko znanje od koga bi oni bili zavisni, sem nekog samoreferencijalnog znanja o tome da znamo da U ili M ; takvi pokušaji bi se završili u lošoj vrsti regresa. Problem prema Soberu jeste što smo smatrali da je dodatak pozadinskog znanja kao stanja uma ono što nas je dovelo do verovanja o vrednostima $\Pr(Y|X\&U)$ i $\Pr(Y|X\&M)$ i posledično $\Pr(Y|X)$, umesto da posmatramo dodatak iskaza U i M kao ključan za procenu $\Pr(Y|X)$. Ono što je ključno u toj proceni nije verovanje da M , već sam iskaz M . Prema Soberu, ovo dalje favorizuje mišljenje da mora postojati neka uslovna verovatnoća koja *jeste* jedinstvena, objektivna, i nezavisna od pozadinskih verovanja (Sober, 2010b).

Drugi razlog za objektivnost makroverovatnoća koji Sober iznosi jeste njihova izvodivost iz mikroverovatnoća. Ovaj argument i njegov značaj ću detaljno analizirati u drugom delu poglavlja 2, odnosno, kada se budem bavio Soberovom kritikom laplasovske pozicije. Pogledajmo osnove tog argumenta: ukoliko prihvatimo, kao što sam napomenuo u primeru sa temperaturom, da isto makrostanje može biti realizovano velikim brojem mikrostanja, onda je, prema Soberu, makroverovatnoća $\Pr(Y|X)$ izvodiva preko srednje vrednosti mikroverovatnoća $\Pr(Y|A_i)$, gde A_i označava neko mikrostanje koje realizuje makrostanje X . Recimo da je makroverovatnoća $\Pr(Y|X) = p$, gde je Y makrostanje u vremenu t_2 , i X makrostanje u ranijem vremenu t_1 . Makrostanje X može biti realizovano bilo kojim od mikrostanja A_1, A_2, \dots, A_n , tako da postoji n mikroverovatnoća forme $q_i = \Pr(Y|A_i)$. Makroverovatnoća $\Pr(Y|X)$ je jednaka srednjoj vrednosti proizvoda ovih mikroverovatnoća i makroverovatnoća $\sum_i (\Pr(Y|A_i) \Pr(A_i|X))$. (Podsetimo se, mikroverovatnoće su ili bezuslovne verovatnoće mikrostanja ili uslovne verovatnoće u kojima je uslov mikrostanje.) Prvi činilac je mikroverovatnoća, dok za drugi činilac Sober tvrdi da može da se izvede preko drugih mikroverovatnoća (Sober 2010a, str. 115-116): Posmatrajmo mikrostanja C_j koja su zajednički uzrok za makrostanje X i mikrostanja A_i koja realizuju makrostanje X . Prema definiciji uslovne verovatnoće važi da: $\Pr(A_i|X) = \Pr(X\&A_i)/\Pr(X) = \sum_j (\Pr(A_i \& X|C_j) \Pr(C_j)) / \sum_j (\Pr(X|C_j) \Pr(C_j))$. Budući da su sve verovatnoće u krajnjoj formuli ili uslovne mikroverovatnoće ili bezuslovne mikroverovatnoće, prema Soberu, ovo završava argument prema kome makroverovatnoće mogu da se izvedu iz mikroverovatnoća (Sober, 2010a, str. 116).

Ono što vredi izneti na ovom mestu jeste da kao primer u prilog neteoretskoj

interpretaciji, Sober daje njutnovski model bacanja novčića Kelera [*Joseph Bishop Keller*] (Keller, 1986) i Diakonisa [*Persi Warren Diaconis*] (Diaconis, 1998). Prema takvom modelu, razlog iz kog novčić pokazuje naizgled nepredvidive sekvence glava i pisama u seriji bacanja jeste to što početni uslovi bacanja variraju pri svakom bacanju, a čak i male varijacije od bacanja do bacanja mogu promeniti ishod. Prema Soberu, ovakav model pokazuje upravo ono što je on želeo - da makroverovatnoća za padanje glave pri bacanju novčića može da se izvede kao srednja vrednost različitih mikroverovatnoća, odnosno, srednja vrednost ishoda uslovno od različitih početnih uslova (Sober, 2010b, str. 152).

Dva zapažanja su relevantna s obzirom na Soberov izbor primera u ovom slučaju: Kelerov i Diakonisov model videćemo i u interpretaciji početnog opsega i možemo ga koristiti u protivčinjeničkoj verovatnoći. Ponavljanje tog modela nije slučajno, već ukazuje na bitne strukturalne sličnosti ovih interpretacija. Tu sličnost i značenje koje sve interpretacije pridaju Kelerovom i Diakonisovom modelu pojasnićemo pošto vidimo preostale dve interpretacije.

Drugo, i bitnije, kao što interpretacije početnog opsega i protivčinjenička interpretacija pokušavaju, ovaj model pruža reduktivno određenje verovatnoće. Naime, verovatnoće su u ovom slučaju svedene na pojmovni aparat koji imamo u njutnovskoj fizici. Sem njutnovske fizike, za dobijanje verovatnoće nam je potrebna matematička operacija nalaženja srednje vrednosti. Ništa od toga nam nije dovoljan razlog za uvođenje novog entiteta u ontologiju, kao što bi to Sober želeo. Iako sam ovo zapažanje izneo za slučaj sa njutnovskim modelom bacanja novčića, problem važi svaku makroverovatnoću koju Sober pominje. Naime, on makroverovatnoće oblika $\Pr(Y|X)$ smatra objektivnim zato što su izvodive preko srednjih vrednosti mikroverovatnoća $\Pr(Y|A_i)$. Te mikroverovatnoće on izvodi preko relacija fundamentalne fizike - bez obavezivanja na njutnovsku fiziku u opštem slučaju - tako da ako nam fundamentalna fizika ne dodaje teoretski kvantitet verovatnoće, onda se makroverovatnoće svode na ono što u fundamentalnoj fizici već postoji. Ironično po Soberove dve namere, nereduktivnu interpretaciju i pokazivanje objektivnosti makroverovatnoća u determinizmu, ovo znači da ukoliko je fundamentalna fizika deterministička, njegovo određene verovatnoće mora biti reduktivno; tek ukoliko je fundamentalna fizika indeterministička, njegovo određenje može biti nereduktivno.

1.2.3. Interpretacija početnog opsega

Abrams [*Marshall Abrams*], Rozenal [*Jacob Rosenthal*] i Strevens [*Michael Strevens*]

su na različite načine izložili ono što ću ovde nazivati interpretacijom početnog opsega [eng: *initial range conception*]. Njihove verzije ove interpretacije imaju i teoretskih i motivacionih razlika. Rozental i Abrams iznose interpretaciju sa motivacijom da iznesu metafiziku verovatnoće, dok Strivens barem isprva želi svoju interpretaciju da razlikuje od metafizike verovatnoće i smatra da iznosi fiziku verovatnoće (Abrams, 2012; Rosenthal, 2009, 2012, 2016; Strivens, 1998, 2003, 2011). Drugim rečima, Rozental i Abrams tvrde im je namera da daju istinosne uslove za probabilističke iskaze (Abrams, 2012, str. 344-348, Rosenthal, 2012, str. 222-223), Strivens u ranijim radovima tvrdi da smo želi da objasni kako nastaju *šansoliki* procesi u determinističkim sistemima (Strivens, 2003). Kasnije, i Strivens očigledno ima nameru da iznese interpretaciju pojma verovatnoće (Strivens, 2011). Supstantivne tvrdnje o prirodi verovatnoće su jako slične u sva tri predloga, tako da sam ih sve svrstao pod imenom početnog opsega.³¹

Glavna ideja ovakve interpretacije je sledeća: pogledajmo neki proces koji smatramo probabilističkim, poput bacanja novčića. Ukoliko je svet deterministički (pretpostavimo vođen njutnovskom dinamikom), ishod svakog bacanja novčića jeste predodređen početnim uslovima procesa. Recimo da je ishod bacanja novčića određen brzinom bacanja i uglom novčića, i za potrebe primera zanemarimo ostale faktore poput otpora vazduha. Obeležimo svaki od početnih uslova u kojima bi novčić mogao biti sa tačkom u ravni - zarad lakše vizualizacije, zamislimo da su recimo plave tačke one koje vode ka padanju glave, žute one koje vode ka padanju pisma. Zavisno kakva je dinamika procesa, rezultat može biti zelenkasta površina. Odaberimo jedan manji deo te površine, i u njemu pogledajmo odnos između dve boje. Ukoliko je proces takav da dovodi do dovoljno velikog mešanja boja kroz celu ravan, onda će nam biti svejedno koji manji deo površine odaberemo (primer preuzet iz: Roberts, 2016, str. 172-`73).

U opštem slučaju, početni uslov sistema čiji ishod zavisi od n parametara možemo predstaviti realnim vektorom u realnom vektorskom prostoru \mathbf{R}^n . Jedan vektor će tako predstavljati detaljnu (prema parametrima koje smatramo relevantnim) reprezentaciju jednog početnog uslova sistema. Pretpostavimo da određujemo verovatnoću ishoda A . Po pretpostavci, sistem je deterministički, tako da će jedan vektor voditi ili ka ishodu A ili ka ishodu $\neg A$. Obeležimo skup vektora koji vode ka ishodu A sa S_A , a skup svih vektora unutar vektorskog

31 Postoji razlika između naziva interpretacije koji oni koriste: Strivens je naziva „determinističkom verovatnoćom“, Abrams „mehanicističkom verovatnoćom“, a Rozental „interpretacijom prirodnog opsega“. Svaki od naziva ima svojih prednosti, a ja sam se odlučio da obuhvatim njihove predloge pod imenom „početnog opsega“, koje Rozental neformalno koristi više puta. Razlog iz kog smatram da je to najbolje ime jeste što se njihova interpretacija svodi na distribuciju preko opsega početnih stanja sistema.

prostora \mathbf{R}^n sa S . Pretpostavimo da je \mathbf{R}^n merljivo Lebegovom merom [eng. *Lebegue measure*]. Pretpostavimo da su skupovi S i S_A , njihov presek, i svaki podskup skupa S takođe Lebeg merljivi. Ceo prostor koji zauzima S u \mathbf{R}^n nazvaćemo prostor početnih stanja sistema. Rozentalova definicija verovatnoće (POV nadalje) je sledeća:

(POV) „Neka je E nasumični eksperiment i neka je A mogući ishod tog eksperimenta. Neka je S prostor početnih stanja za E , i neka je S_A skup onih početnih stanja koja vode do A . Pretpostavimo da su S i S_A merljivi podskupovi n -dimenzionalnog pravog vektorskog prostora \mathbf{R}^n (za neko n). Neka je μ standardna (Lebegova) mera. Ako postoji broj p , takav da za svaki ne-previše-mali n -dimenzioni (jednakostranični) interval I u S važi da:

$$\mu(I \cap S_A) / \mu(I) \approx p$$

Onda postoji objektivna verovatnoća za A pri izvođenju E , i vrednost te objektivne verovatnoće je p .“ (Rosenthal, 2012, str. 224)

Ono od čega zavisi ovakvo određenje jeste izbor mere (Lebegove u ovom slučaju) i od drugog uslova, koji smo u primeru sa novčićem okarakterisali jednakim odnosom boja. U opštem slučaju, treba nam otprilike jednak odnos početnih stanja koja vode do A i svih početnih stanja kroz svaki deo prostora početnih stanja. Odnosno, da svaki ne-previše-mali deo prostora bude takav da je odnos isti ili barem približno isti kao u drugim takvim delovima. Nazovimo proces koji zadovoljava ovaj uslov *mikrokonstantnim*. Za procese koji nisu mikrokonstantni Rozental će reći da nemaju definisanu verovatnoću (Rosenthal, 2012, str. 224.).

Uslov mikrokonstantnosti ima jasne sličnosti sa fon Misesovim uslovom nasumičnosti pri definisanju kolekcija. Istorijski gledano, ovaj uslov izgleda da vodi poreklo od Poinkarea i fon Kriesa koji su prvi izučavali metode arbitratnih funkcija gustine. Svaki od ovih pristupa pokušava da identifikuje uslove nasumičnosti ishoda, i da potom na osnovu njih dođe do prirode procesa koja do nasumičnosti dovodi. Rozental eksplicitno navodi fon Kriesove i Poenakerove radove kao uticaj na svoju interpretaciju, ali ne i fon Misesa.

Uslov mikrokonstantnosti će predstavljati osnovu glavnog problema ovakve interpretacije i o njemu ćemo diskutovati nešto kasnije. Pre toga, treba razjasniti neodređenosti oko veličine regije u kojoj proporcija početnih stanja koja vode do A treba da bude p . Rozental u

svom određenju naziva interval „ne-previše-mali“ [eng. *not-too-small*]. Intuicija iza toga je da, ako u svakom dovoljno malom delu početnog prostora imamo jednaku proporciju pozitivnih i negativnih početnih stanja, onda je jasno zašto imamo makroskopsku nepredvidivost rezultata, i odakle nam ideja o šansolikosti procesa. Jedna ideja da se izbegne neodređen izraz „ne-previše-mali“ jeste da tražimo limes kada veličina intervala teži 0. Kako Rosental napominje, ovo ne može biti rešenje. Prema Lebegovoj teoremi gustine, ako je S_A merljivo, onda za svaku tačku x u \mathbf{R}^n , proporcija početnih stanja koja vode ka A u ε -okolini x -a konvergira ili ka 0 ili ka 1 kada ε teži nuli. (Intuitivno, ako nam je interval sveden na jednu tačku, onda je ta tačka ili ona koja vodi ka A ili ne vodi ka A . Lebegova teorema gustine dokazuje da to važi kad interval teži ka 0.) Stoga, neodređenost definicije ne može da se otkloni ni u principu. Druga kvalifikacija intervala jeste ograničenje na ekvilateralne intervale. Rosental ovakvo ograničenje naziva „donekle iritantno“ (Rosenthal, 2012, str. 224). Ali, ono mora da ostane inače ćemo, prema njemu, dobiti nedefinisane verovatnoće u slučajevima kada bismo intuitivno rekli da verovatnoća treba biti definisana.³² Tako prema njemu ostaju oba „iritantna“ ograničenja (Rosenthal, 2012, str. 224-228).

Vratimo se sada na POV. Posmatrajmo obrtanje „točka sreće“, sastavljenog od jednakog broja crvenih i crnih polja koja su raspoređena „jedno-po-jedno“. Ishod obrtanja ovakvog točka može biti ili zaustavljanje na crvenom ili na crnom polju. Recimo, zbog pojednostavljenja primera, da ishod zavisi isključivo od početne brzine okreta točka. Tako ćemo skup mogućih početnih stanja ovakvog sistema moći da predstavimo tačkama na jednoj liniji. Recimo da je odnos mere stanja koja dovode do zaustavljanja na crvenom delu točka i mere svih stanja jednak x . Prema koncepciji početnog opsega, trebalo bi reći da je verovatnoća da će se točak zaustaviti na crvenom delu jednaka x . Zašto baš x , a ne neki broj blizu x ili neki treći broj? Ukoliko je proces deterministički - kao što predstavnici ovakve interpretacije žele da bude - onda svako početno stanje dovodi do tačno jednog kasnijeg stanja sistema. Govoreći da ishod zaustavljanja na crvenom polju ima x verovatnoću, morali bismo tvrditi da je verovatnoća da početno stanje bude takvo da ishoduje zaustavljanjem na crvenom polju jednaka x . Odnosno, tvrdnjom o ishodu, govorimo nešto o verovatnoći početnih stanja. Odakle nam verovatnoće početnih stanja?

„Neka je dat prostor početnih-stanja, i neka je data distribucija verovatnoće preko njih, verovatnoće ishoda su onda određene, ali zadaci interpretacije bilo koje vrste su prosto

gurnuti nazad od kasnijih ka ranijim verovatnoćama...Situacija je i dalje 'verovatnoće unutra-verovatnoće napolje'" (Rosenthal, 2012, str. 230)

Ovo je problem koji su sva tri glavna predstavnika interpretacije početnog opsega uvidela i koji je Rozental nazvao problemom *distribucije početnih verovatnoća* [eng. *input probabilities distribution*]. Prvi korak ka rešenju koji je načinjen jeste pozivanje na *makroperiodičnost* distribucije: za distribuciju ćemo reći da je makroperiodična ukoliko je približno ista preko svakog dovoljno malog dela prostora. Na makroperiodičnost distribucije pozivaju se Strivens i Abrams (Strevens, 2003, str. 198-202, Abrahms, 2012, str. 134). Treba primetiti strukturalnu sličnost između makroperiodičnosti distribucije i mikrokonstantnosti procesa. Naime, proces koji je mikrokonstantan imaće makroperiodičnu distribuciju: to je ono što uslov mikrokonstantnosti zahteva. U tom smislu, tvrdnja o makroperiodičnosti distribucije ne objašnjava već samo opisuje distribuciju. Tako problem nije rešen, već pomeren korak unazad (ovo napominje i Roberts u: Roberts, 2017, str. 173). Kako isto Roberts pominje, ovo je problem i ako interpretaciju početnog opsega shvatimo kao metafiziku verovatnoća i ako je shvatimo naprosto kao fiziku verovatnoća, kao što Strivens želi (Roberts, 2016, 173-174). U slučaju da iznosimo metafiziku verovatnoće, to je problem jer nije objašnjeno odakle nam pretpostavka o distribuciji verovatnoća preko početnih stanja i zbog toga što nije data interpretacija te distribucije. U slučaju da iznosimo samo fiziku verovatnoće, odnosno želimo samo da pružimo prikaz nastajanja naizgled probabilističkih događaja u svetu bez davanja interpretacije verovatnoće, taj prikaz se zasniva na pretpostavci makroperiodičnosti rasporeda početnih stanja u aktualnom svetu. Ta pretpostavka bi na neki način morala biti opravdana, odnosno, moralo bi biti objašnjeno zbog čega su početna stanja takva kakva jesu. Kako se ispostavlja, iako imaju različite probleme, i Strivens i Abrams daju sličan tip rešenja: pozivanje na aktualne frekvencije. Strivens tvrdi da je makroperiodična distribucija ona koja se dešava u aktualnom svetu za neki tip procesa ili eksperimenata. Objašnjenje ima donekle obrnuti put u odnosu na stari aktualni frekvencionizam. Da bismo to videli, prvo pogledajmo aktualne frekvencije ishoda probabilističkih procesa. Onda, pretpostavimo da na osnovu njih, možemo zaključiti da je aktualna frekvencija početnih stanja takva da je distribucija verovatnoće preko početnih stanja makroperiodična. (Treba napomenuti da izgleda da je Strivens u kasnijim radovima (Strevens, 2011) napustio ideju da iznosi samo fiziku verovatnoće, i da se obavezuje na aktualni frekvencionizam u navedenom smislu.) Abrams ima nešto drugačije povezivanje sa aktualnim frekvencijama. On smatra da distribuciju početnih

verovatnoća možemo da nađemo tako što gledamo aktualnu distribuciju nekog procesa, kao i procesa koji su vremensko-prostorno bliski tom procesu i koji imaju dovoljno sličan prostor početnih stanja. Preko tih aktualnih distribucija, dobićemo distribucije koje su, prema Abramsu, one koje treba da nam služe kao distribucije početnih verovatnoća. (Zbog prostora, ovo je nažalost jako grubo prikazano gledište. detaljnije u: Abrams, 2012).

Ovakvo rešenje ima nekoliko problema, od kojih su dva naročito upečatljiva. Jedan od manje bitnih problema jeste što mi opravdavamo i tvrdimo nešto o distribuciji verovatnoća preko kontinuuma stanja. Toliko aktualnih frekvencija nemamo: nismo vrteli točak sreće niti bacali novčić neprebrojivo mnogo puta. Ovoga su svesni i Abrams i Strivens, koji tvrde da početnu distribuciju treba shvatiti kao idealizaciju ili aproksimatizaciju na osnovu dostupnih aktualnih frekvencija (Abrams, 2012, str. 362-365, Strivens, 2011, str. 353-358). Bitniji problem je što ovo pozivanje na aktualne frekvencije čini distribuciju početnih verovatnoća zavisnom od aktualnih frekvencija. Setimo se da je pitanje bilo kako interpretirati tu distribuciju. Ukoliko je interpretiramo kao aktualne frekvencije, onda interpretacija izgleda kao da je jako sofisticirana formulacija aktualnog frekvencionizma. Problem je što izgleda kao da Abrams i Strivens ne žele da zavise od interpretacije aktualnog frekvencionizma. (Abrams tvrdi da zavisnost od aktualnog frekvencionizma koja se dobija jeste epistemološka, a ne pojmovna. Strivens sa druge strane, u kasnijim radovima izgleda da prihvata da interpretacija mora zavisiti od aktualnog frekvencionizma i misli da su negativne posledice koje dobijamo tako prihvatljiva cena za njegovu interpretaciju.)

Drugi problem je, kako Strivens primećuje, što makroperiodičnost mora biti jača od aktualne makroperiodičnosti koju su na ovaj način dobili (Strivens, 2011, str. 353-358, up. sa: Roberts, 2016, str. 177-180). Jer, ukoliko smo makroperiodičnost obezbedili preko aktualnih dešavanja, može se desiti da njihova interpretacija deli problem aktualnih frekvencionista i luisovskih verovatnoća koji smo pominjali: nedovoljno modalni karakter verovatnoća. Poslužiću se Robertovim primerom. Ukoliko je okretanje točka sreće makroperiodičan proces, šta bi se desilo da kinem tačno pre no što zavrtim točak? To bi poremetilo aktualne frekvencije početnog opsega, i nije potpuno jasno da li bi početni opseg onda bio makroperiodičan ili ne. Ali, ne bismo hteli da kažemo da događaj ima definisanu verovatnoću samo pod uslovom da ja ne kinem, ili da se ne desi neka od sličnih slučajnih stvari. Ono što bismo hteli jeste da makroperiodičnost bude protivčinjenički *izdržljiva* [eng. *robust*]. Kako Roberts primećuje, i Strivens i Abrams ovako

određuju izdržljivost makroperiodičnosti:

Da se desilo P, onda bi distribucija početnih brzina točka najverovatnije [eng. *most likely*] i dalje bila makroperiodična. (Roberts, 2016, str. str. 177-180)

Ovaj kondicional ima termin „najverovatnije“ u konsekvensu. Strivens ga smatra istinitim, ako je makroperiodična u većini najbližih P svetova. Strivens takvo shvatanje naziva „prirodnom ekstenzijom“ Luisove semantike protivčinjeničkih kondicionala. Zapravo se radi o pojednostavljenim Luisovim istinosnim uslovima, po kojima je protivčinjenički kondicional „da je bilo A bilo bi B“ istinit ako i samo je B istinito u najbližim A-svetovima (svetovima u kojima je A istinito) (Lewis, 1973).

„Zagovarao sam prirodnu ekstenziju Luisovih istinosnih uslova na kondicionale forme *Da se A desilo u vreme t, onda bi se najverovatnije desilo B...* istinit je ako se B dešava u skoro svim najbližim svetovima u kojima se A dešava u t.“ (Strevens, 2011, str. 357)

„Najbliži svetovi u kojima se dešava (skup protivčinjeničkih bacanja novčića) su dakle skoro svi sa makroperiodičnim skupom inicijalnih brzina. Protivčinjenički kondicional je istinit, onda, i zbog sličnih razloga su istiniti mnogi drugi kondicionali koji dijagnostikuju izdržljivost makroperiodičnosti“ (Strevens, 2011, str. 357)

Poente i Strivensovog i Abramsovog rešenja problema protivčinjeničke izdržljivosti makroperiodičnosti su sledeće: (1) procesi su takvi da je početni opseg makroperiodičan, (2) procesi su makroperiodični u odnosu na veliku većinu protivčinjeničkih dešavanja. Ni Strivens ni Abrams ne bi tvrdili nešto jače od (2), npr. da su procesi makroperiodični u odnosu na bilo koje protivčinjeničko dešavanje: takvu tvrdnju bi bilo nemoguće opravdati. Dakle, (2) je maksimalno jako koliko oni mogu tvrditi. Ali, (2) zahteva od nas meru preko bliskih svetova. Nije potpuno jasno kako shvatiti tu meru. Intuitivan način bi bio da tu meru shvatimo kao verovatnoću, ali u tom slučaju nismo rešili problem već ga gurnuli unazad (up. sa: Roberts, 2016, str. 177-180). Ne vidim drugačiji način da shvatimo tu meru, budući da kondicional ima eksplicitno probabilistički termin u konsekvensu.

Rozental ceo ovaj problem posmatra daleko pesimističnije od Abramsa i Strivensa. On izgleda kao da ima dva rešenja na umu, jedno od kojih smatra skretanjem od ideje davanja istinosnih uslova ka davanju uslova opravdanog izricanja probabilističkih tvrdnji, a za drugo

rešenje tvrdi da bi bilo „prilično neprijatno“ ukoliko bi interpretacija implicitno zavisila od njega (Rosenthal, 2009, str. 81). Prvo rešenje jeste tvrdnja da njegovim predlogom ne dobijamo istinosne uslove probablističkih tvrdnji. Naprotiv, u slučaju da imamo proces koji ispoljava frekvencije koje mogu biti znak makroperiodične distribucije, onda bismo imali opravdanje da izrekemo probablistički iskaz. Ali, strogo posmatrano, probablistički iskazi onda ne bi imali istinosne uslove. Drugo rešenje - „prilično neprijatno“ - jeste pozivanje na Fon Kriesov pojam *prvobitne* [eng. *primordial*, nem. *ursprünglich*] distribucije.³³ Naime, Fon Kries je u svom pisanju predložio da nam distribucija preko početnih mikrostanja vodi poreklo od distribucije preko ranijih mikrostanja. Pošto radimo u determinističkom svetu, svako trenutno stanje je jedinstveno određeno prethodnim. Tako je i distribucija preko nekog opsega trenutnih stanja određena distribucijom preko ranijih. Fon Kriesov predlog je da postoji distribucija u t_0 koja je *prvobitna*. Rosenthal izgleda kao da je veoma nerad da prihvati ovakvo rešenje problema (Rosenthal, 2009, str. 81). Glavni razlog je to što prvobitno stanje ne možemo shvatiti kao ponovljiv eksperiment E. Nema načina da ponavljamo početak univerzuma, a kamoli da ga ponavljamo neprebrojivo puta da bismo dobili distribuciju preko prvobitnih stanja koja su nam potrebna. A pošto je svet počeo u *jednom* mikrostanju, ne možemo pričati o aktualnoj distribuciji preko mikrostanja.

1.2.4. Protivčinjeničke verovatnoće

Formalne osnove onoga što ću ovde nazvati protivčinjeničkom interpretacijom izneo je Bigelou u dva teksta sa kraja 70-ih (Bigelow 1976, 1977). Motivacija koju je imao je dvostruka: mislio je da „entiteti na koje se poziva teorija verovatnoće su...zapravo mogući svetovi po svemu sem po imenu“ i da bi bio „korak napred da ih prepoznamo kakvi jesu“ (Bigelow, 1977, str. 460). S druge strane, Bigelou je mislio da je relacija sličnosti između svetova bitan pojam koji nije našao dovoljno mesta u empirijskim naukama. Prema njemu, ukoliko verovatnoću shvatimo preko pojma mogućih svetova, zbog uspeha u analizi značenja modalnosti i kondicionala, i da ćemo na taj način obezbediti mesto pojmu sličnosti u empirijskim naukama koje već koriste probablističke pojmove (Bigelow, 1977. str. 461). Za interpretaciju koju je izneo je mislio da je

³³ Podsetimo se Loverove tvrdnje (str. 44-45 ovog rada) o tome da sve verovatnoće vode poreklo iz distribucije preko početnog stanja niske entropije. Takav Loverov predlog ima veliki prizvuk ove Fon Kriesove ideje, iako dolazi iz različitog „pravca“.

logička interpretacija.

„Smatram teorije verovatnoće bazirane na sličnosti kao razvitak onoga što se ponekad naziva induktivnom logikom, ili kao logičku interpretaciju verovatnoće. Skorašnji predstavnici te tradicije uključivali su H. Džefrija, J. Kejnisa i naročito R. Karnapa.“ (Bigelow, 1976, str. 318)

Interpretaciju koju je izneo Bigolou je nedavno pomenuo Lajon (Lyon, 2011, str. 430–432) u kontekstu klasične statističke mehanike. Lajon tu interpretaciju ne shvata kao logičku, već smatra da ona ima potencijala da odgovara objektivnom pojmu verovatnoće, koji on tvrdi da se koristi u klasičnoj statističkoj mehanici (Lyon, 2011, str. 430-433). Slično shvatanje Bigelouove interpretacije ću zastupati i ja, sa napomenom da pojam verovatnoće koji možemo dobiti nije od koristi samo u KSM, već može da se ispostavi pogodan i za druge determinističke verovatnoće. U nekom smislu, protivčinjeničku interpretaciju bih shvatio kao „metafizičku podršku“ za interpretaciju početnog opsega u sledećem smislu: interpretacija početnog opsega predstavlja deo epistemologije i fiziku verovatnoće, dok istinosne uslove daje protivčinjenička interpretacija. Pre nego što iznesemo supstantivne tvrdnje interpretacije nekoliko digresija koje smatram neophodnim:

- i. Analiza interpretacija koje smo videli je sa namerom zauzela nešto duži prostor. Mislim da je bitno da vidimo put koji su interpretacije prošle, i to da je svaka od njih imala dobrih strana koje treba pozajmiti.
- ii. Jedna od pouka jeste da postoji podela interpretacija na aktualističke i modalne. Aktualističke poput aktualnog frekvencionizma i luisovske interpretacije svode verovatnoću na aktualne događaje ili činjenice. Modalne interpretacije poput hipotetičkog frekvencionizma svode verovatnoću na modalne događaje ili činjenice, odnosno ne samo na ono što se desilo ili će se desiti već na ono što se u nekom smislu moglo desiti. Mislim da aktualističke informacije nisu dovoljne u ovom jednostavnom smislu: probabilistički iskazi nam daju informacije o tome šta je moglo ili šta se može desiti. Da bismo obuhvatili te informacije, moramo ih dobiti iz mogućih svetova. Ono što sa druge strane aktualističke interpretacije daju jeste osnova bilo koje dobre epistemologije verovatnoće.
- iii. Hipotetički frekvencionizam je fundamentalno pogrešio zato što je modalne činjenice na koje je svodio verovatnoću pronalazio u svetovima koji su *veoma različiti* od našeg. Zašto bi takvi svetovi bili relevantni za probabilističke činjenice u našem svetu?

Predlažem da učimo iz (ii) i (iii). Treba da nađemo informacije iz svetova koji nisu aktualni, ali koji nisu preterano različiti od našeg. Da bismo rekli šta je verovatnoća da novčić padne na glavu u našem svetu, moramo da vidimo šta se dešava pored našeg sveta. Ali, ne treba da idemo predaleko: svetovi u kojima je taj novčić bačen beskonačan broj puta nisu baš slični. Šta ako je ugao bacanja bio drugačiji ili otpor vazduha nešto jači ili je brzina bacanja neka druga?

Pretpostavke koje Bigelou koristi su sledeće. Uzećemo Luisovu terminologiju mogućih svetova (Lewis, 1973). Neka je W skup svih mogućih svetova. Neka je i aktualan svet. Definišimo skup D , kao skup svih svetova koji su dostizivi iz i . Bigelou dostizivost tumači kao metafizičku dostizivost. Nazovimo svetove u kojima je neki iskaz A istinit A -svetovima. Iskaze ćemo shvatiti kao skupove svetova u kojima su oni istiniti. Uvedimo relaciju sličnosti preko skupa dostizivih svetova: izraz $j \leq_i k$ ćemo shvatiti tvrdnju kao da je svet j barem onoliko sličan svetu i koliko i svet k . Relacija sličnosti je definisana preko skupa svetova dostizivih iz i . Pitanje kako shvatiti samu relaciju sličnosti ostavimo za nešto kasnije. Da bismo indukovali funkciju distance između bilo koja dva sveta, nije nam dovoljna Luisova relacija sličnosti. Iz informacija o komparativnoj sličnosti dva sveta, ne dobijamo direktno informaciju o sličnosti ta dva svete, već o sličnosti ta dva sveta sa centralnim svetom i . (Kao što Bigelou napominje, ovo ne smeta Luisu za analizu kondicionala, ali otežava posao kad je cilj dati meru preko mogućih svetova (Bigelow, 1976, str. 302).) Bigelov potom uvodi petomesnu relaciju sličnosti: $(j, k) \leq_i (l, m)$. Ovaj izraz znači: svet j je sličan svetu k barem onoliko koliko je svet l sličan svetu m , na način koji je relevantan za svet i . Ova relacija je definisana na skupu dostizivih svetova W iz i . Preko ovakve relacije sličnosti, indukujemo funkciju distance d , koja treba da predstavlja distancu između dva sveta. Nadalje, pošto je d funkcija distance, to nam omogućava da prostor mogućih svetova shvatimo kao metrički prostor. Unutar metričkog prostora, može biti dokazano da možemo da napravimo prvo spoljašnju [eng. *outer*] meru, a potom i meru preko mogućih svetova. (Za prikazivanje formalnih osnova ovakvog izvođenja videti Apendiks 2.) Bigelou ovo koristi da dokaže da možemo da merimo skupove mogućih svetova: praktično, da odredimo „veličinu“ nekog iskaza. Koliko je iskaz velik u odnosu na veličinu skupa najbližih svetova, on će toliko biti verovatan. Definišimo radnu verziju verovatnoće iskaza na sledeći način:

(PV) Neka je e eksperiment koji može dovesti do ishoda a . Neka je E iskaz da se događa e . Neka je A iskaz da se događa a . Neka je E_i skup najbližih E svetova najbližih svetu i . Neka je $\mu(A)$ mera iskaza A . Neka je $\mu(E_i)$ mera skupa E_i . Onda:

$$\mu(A \cap E_i) / \mu(E_i) = x$$

Verovatnoća iskaza A kada je dato E jednaka je x .

Ovakvo određenje zavisi prvenstveno od određenja sličnosti između svetova. Taj pojam između svetova Bigelou preuzima od Luisa i uzima ga kao primitivan (Bigelow, 1977, str. 460). Ali, ono što treba imati u vidu jeste da on citira Luisove radove iz *Protivčinjeničkih kondicionala* (Lewis, 1973). Luis je dve godine posle Bigelouovog drugog rada (Bigelow, 1977) napisao „Protivčinjeničku zavisnost i strelu vremena“ (Lewis, 1979). U tom tekstu on pokušava da iznese reduktivnu definiciju sličnosti preko poznata četiri uslova sličnosti:

„(1) Od primarne važnosti je izbeći velika, širokorasprostranjena, raznolika kršenja zakona. (2) Od sekundarne važnosti je maksimizirati prosto-vremenske regije kroz koje potpuno poklapanje konkretnih činjenica preovladava. (3) Od tercijarne važnosti je izbeći čak i mala, lokalizovana i prosta kršenja zakona. (4) Od malo ili nimalo važnosti je osigurati približnu sličnost konkretnih činjenica, čak i po pitanjima koja nas veoma zanimaju.“ (Lewis, 1979, str. 48)

Kršenja zakona koja se pominju pod (1) Luis naziva velikim čudima, a kršenja zakona pod (3) on naziva malim čudima. Čuda nisu moguća - ni u jednom svetu se ne mogu desiti čuda koja krše zakone tog sveta. O čudima ima smisla pričati kao o kršenjima zakona jednog sveta, koja se dešavaju u drugom svetu (ali, naravno, ta dešavanja su u skladu sa zakonima tog drugog sveta). Luisovi kriterijumi sličnosti pokazuju odličan put za određenje sličnih svetova, a potom i skupa najbližih svetova u kojima se dešava eksperiment E . Kako odrediti skup najbližih E svetova? U tim svetovima neki od relevantnih parametara procesa za čiji ishod određujemo verovatnoću će biti nešto drugačiji nego što su bili u aktualnom svetu. Te razlike između svetova moraju nastati na neki način. Ukoliko do razlike dolazi zbog velikog čuda, takve svetove ne bi trebalo ubrajati među najbliže. Ako do razlike dođe zbog malog čuda, i ako je ispunjen uslov (2) takve bismo svetove smatrali jako sličnim našim. Mislim da krajnju presudu o tome šta su

najsličniji svetovi treba da budu donosimo preko fundamentalne fizike, odnosno, da čuda koja pominjemo jesu kršenja zakona fundamentalne fizike.

Pogledajmo neki primer. Recimo da je bacanje novčića eksperiment e . Iskaz E je iskaz da se dešava eksperiment e . E -svetovi su oni u kojima smo bacili novčić. Nazovimo trenutak u kom je bačen novčić t_e . Najbliži od E -svetova treba da imaju mala čuda koja su dovela do toga da je novčić bačen: nekoliko neurona se pobudilo u mozgu i dovelo do odluke za bacanjem. (U principu, za izvođenje jednostavnih eksperimenata ne bi trebalo da se desi veliko čudo da bi se izveli.) Dalje, najbliži svetovi u kojima je novčić bačen se u potpunosti poklapaju u pogledu činjenica sa našim svetom do momenta neposredno pre t_e . Sa tačke gledišta našeg sveta, onda nastupa malo čudo (recimo momenat indeterminisanosti) koje dovodi do izvođenja eksperimenta e , odnosno, bacanja novčića. Sa naše tačke gledišta, u najbližim svetovima ne treba da bude više čuda. Odnosno, dalja evolucija stanja u kom se nalaze najbliži svetovi treba da se odvija tako da iz *našeg* sveta izgleda da nema kršenja zakona *našeg* sveta. Tako će dalja evolucija u tom svetu biti deterministička, prema zakonima iz našeg sveta. Sve sem takve evolucije bi bilo dodatno malo ili veliko čudo, gledano iz ugla našeg sveta. Prema tome, najbliži svetovi su oni u kojima je došlo do malog čuda koje je dovelo do bacanja novčića i sve vreme pre i posle čuda evolucija stanja sveta je ista kao po zakonima ovog sveta. Koji svetovi zadovoljavaju te kriterijume? Svetovi u kojima je novčić bio bačen od npr. 1m/s do 1.1m/s bi trebalo da budu jednako blizu. Odnosno, male razlike u brzini ili uglu neće biti relevantne: jednako malo čudo je potrebno da dovede do jedne brzine ili jednog ugla kao i do druge brzine ili drugog ugla. (Primetimo da bi za to da novčić bude bačen brzinom od 1000000 m/s bilo potrebno veće čudo, gledano iz našeg sveta.) Pitanje je šta sa drugim faktorima, npr. vlažnošću vazduha. Podsetimo se kakvi su najbliži svetovi. Do malo pre t_e imamo potpuno poklapanje našeg sveta i najbližih svetova. Znači, vlažnost vazduha je do tada potpuno ista. Onda nastupa malo čudo koje dovodi do e . Čudo koje dovodi do bacanja novčića ne bi trebalo, u principu, da utiče na nivo vlažnosti vazduha. Ukoliko sa stanovišta našeg sveta posmatramo, veće i rasprostranjenije odstupanje od naših zakona biće ono koje je u periodu od kratko pre t_e do t_e dovelo do promene vlažnosti vazduha okoline i do bacanja novčića, nego ono koje je dovelo samo do bacanja novčića. Na ovaj način, trebalo bi da dobijemo to da je okolina eksperimenta e nimalo ili zanemarljivo malo različita u mogućim svetovima u odnosu na to kakva je okolina bila u našem svetu do momenta nezatno pre t_e .

Šta će biti najbliži E -svetovi zavisno je, očigledno, od toga kako shvatamo eksperiment

e. Razlog je to što u odnosu na to kako shvatamo eksperiment e , tako ćemo i shvatiti veličinu čuda koja je potrebna da se e dogodi u nekom mogućem svetu. Mislim da ovo ne bi trebalo da bude mana teorije: šta je ishod eksperimenta poput bacanja novčića mora zavisi od toga šta je eksperiment bacanja novčića; šta je ishod eksperimenta transformacije gasa je zavisno od toga šta je eksperiment transformacije gasa. To je ponovno pojavljivanje neke vrste problema *klase referencije*. Ukoliko sam u pravu oko identifikovanja problema, ovo je momenat da citiram naslov jednog Hajekovog teksta: „Klasa referencije je vaš problem takođe“ (Hajek, 2007).

U ovom momentu je, nadam se, jasna strukturalna sličnost protivčinjeničkih verovatnoća sa verovatnoćama početnog opsega. Njihov problem je što nisu mogli da objasne odakle nam distribucija početnih verovatnoća. Na kraju, pokušali su da opravdaju tu distribuciju preko aktualnih frekvencija, a to, kako smo videli, nije bilo dovoljno: za početak, nemamo dovoljno aktualnih frekvencija. Ono što predlažem jeste da tu distribuciju ne shvatamo aktualistički, već kao distribuciju početnih uslova eksperimenta kroz najbliže svetove. Na ovaj način dobijamo nezavisnost od aktualnih frekvencija. Zapravo, eksperiment e ne mora uopšte da se desi da bi imao verovatnoću. Ali, možemo da objasnimo zašto se relativne aktualne frekvencije nekog ishoda događaju. Ako je mera mogućih svetova u kojima eksperiment poput bacanja novčića pada na glavu jednaka 0.5, to će značiti da kada izvodimo eksperiment e u našem svetu, očekivano je da će isti tip - izveden u našem svetu - imati relativne frekvencije zavisne od početnih uslova u kojima se mogao naći. U tom smislu, očekivano je da vidimo stabilne aktualne relativne frekvencije. Ali, treba primetiti da više nemamo jaku vezu sa aktualnim frekvencijama. Sve ovo je samo *očekivano* za aktualne procese.

Ipak, postoji jedan problem koji ovakva interpretacija deli sa interpretacijom početnog opsega, na donekle izokrenut način. Do izvođenja eksperimenta e došli smo preko malog čuda, sa stanovišta našeg sveta. Ali, posmatrajmo šta se desilo sa stanovišta potpunog opisa mikrostanja najbližih svetova. Najbliži svetovi našem su do momenta pre t_e imali potpuno poklapanje mikrostanja sa našim svetom. Onda je nastupilo malo čudo, koje je u mogućim svetovima dovelo do mikrostanja sveta koje je drugačije od aktualnog mikrostanja sveta. Čudo je, kako smo pretpostavili, onoliko malo koliko je neophodno da dođe do e . Recimo da je ta promena mikrostanja u odnosu na mikrostanje našeg sveta velika onoliko koliko je neophodno da bi dovela do e . Mikrostanje je posle tog čuda drugačije u našem svetu u odnosu na bilo koji E-svet. Ishod padanja glave možemo da posmatramo kao jedno potpuno mikrostanje sveta koje

realizuje padanje glave. Koja je mera najbližih svetova sa mikrostanjima koja realizuju izvođenje eksperimenta e , a koja dovode do mikrostanja koja realizuju padanje glave? To će biti jedine, strogo posmatrano, pojedinačne verovatnoće kompletnog stanja. U principu, biće kao Laplasov demon bi moglo da ih proračuna: videće konkretna mikrostanja sveta koja realizuju E , i premeriće³⁴ kolika je mera najbližih E -svetova koja dovodi do mikrostanja padanja glave.

Ali, zbog mogućeg leptir efekta,³⁵ odnosno zbog toga što minimalna promena jednog mikrostanja može dovesti do velikih promena u evoluciji mikrostanja, takve verovatnoće naravno nisu praktično saznatljive. Sa tim ne bi trebalo da imamo problema. (Evolucija aktualnog mikrostanja u naredno aktualno mikrostanje nije praktično saznatljiva.) Ono što može da pravi problem je što ne izgleda da pričamo o pojedinačnim verovatnoćama kompletnog stanja sveta kada pričamo o bacanju novčića. Kada pričam o ishodu bacanja novčića, ne zanima me da li su na tv-u *Zaštitnici galaksije* ili koncert Rijane. Ono o čemu pričamo, jesu verovatnoće za tip procesa, ili, preciznije, ono što nazivamo *izolovanim eksperimentom* ili *izolovanim sistemom*. Samo možemo da pretpostavimo da je verovatnoća izolovanog eksperimenta jednaka kao i verovatnoća pojedinačnog događaja tog tipa posmatrana u odnosu na celokupni svet. Ova pretpostavka nam je neka vrsta metafizičke utemeljenosti verovatnoća o kojima praktično možemo pričati.

Ovakva postavka daje jedan slučaj kada možemo i u praktičnom smislu pričati o verovatnoći pojedinačnog stanja celokupnog sveta. To je onaj slučaj koji je Fon Kries nazvao osnovnim, odnosno, verovatnoća početnog stanja sveta. Ostale objektivne verovatnoće koje su u naučnoj upotrebi imamo jesu verovatnoće izolovanih sistema, bilo to sistem bacanja novčića, termodinamički ili evolutivni sistem. Da se poslužim Rozentalovim rečnikom, ovo je donekle iritantan rezultat. Ali, naučnu upotrebu probablističkih pojmova ne diktira teorija verovatnoće, već obratno. U tom smislu, rezultat bi trebalo da bude dovoljan.

Postoji pitanje da li se isplati koristiti uslov koji bi bio pandan uslovu mikrokonstantnosti iz interpretacije početnog opsega. Situacija je sledeća. Imamo objektivne, protivčinjeničke informacije na koje se svodi verovatnoća. Treba nam da objasnimo zbog čega se takav pojam verovatnoće koristi u situacijama kada imamo nasumičnost ishoda, odnosno, kada izgleda kao da je zadovoljen uslov mikrokonstantnosti. Jedan od načina jeste da, kao i

34 Pretpostavimo da Laplasov demon ima i mogućnost pronalaska mera preko neprebrojivih skupova. Nazovimo ga Laplas-Lebegov demon ukoliko to pomaže.

35 Zahvaljujem članovima komisije za odbranu predloga teze dr Miljani Milojević i dr Andreju Jandriću na ovoj napomeni.

interpretacija početnog opsega, to objašnjenje ubacimo *a priori*. Odnosno, da kažemo da u drugim slučajevima verovatnoće nisu definisane. (Izgleda kao da je lako „ugraditi“ ovakav uslov u interpretaciju: reći ćemo da je verovatnoća definisana ukoliko važi: $\Pr(A_i|E) = \mu(A \cap E_i \cap C) / \mu(C \cap E_i) = x$, za svaki ne-previše-mali skup mogućih svetova C . Na ovaj način bismo obezbedili da su relativne frekvencije ishoda nekog eksperimenta veoma nasumične.)

Mislim da se treba odupreti iskušenju *a priori* objašnjenja. Predlog je sledeći. Probabilističke pojmove koristimo u slučajevima kada izgleda da je zadovoljen uslov mikrokonstantnosti zato što nam to čini objašnjenja takvih slučajeva eksplanatorno kvalitetnijim. Recimo da ishod bacanja novčića zavisi isključivo od brzine kojom je izbačen, i da najbliže svetove okupiraju svetovi u kojima je bačen od 0 do 10m/s. U svetovima u kojima je bačen 0 do 5m/s uvek će pasti glava, dok će u ostalim svetovima uvek pasti pismo. U tom slučaju, i dalje će verovatnoća novčića da padne glava biti 0.5, ali objašnjenje da je pala glava zbog te verovatnoće je ovog puta manje dobro nego u slučaju da su svetovi raspoređeni kao da je zadovoljen uslov mikrokonstantnosti. Uzročno, a ne probabilističko objašnjenje bi u ovom slučaju bilo jednako informativno, a ne preterano komplikovano kao što bi to bilo u slučaju kad je zadovoljen uslov mikrokonstantnosti. Na ovaj način bismo objasnili zašto nas *u principu* ne zanimaju slučajevi kada uslov mikrokonstantnosti nije zadovoljen, bez ugrađivanja takvog uslova *a priori*.³⁶ (Za detaljnije razloge zbog kojih mislim da je ovo bolji način „obuhvatanja“ mikrokonstantnosti sačekaćemo pregled upotrebe verovatnoća u determinističkim naukama.)

Treba napomenuti da u kasnijem od dva teksta o ovoj temi Bigelou odustaje od ideje da funkciju distance indukuje preko relacije sličnosti, birajući „značajno manje zaobilazan način“ (Bigelow, 1977, str. 459). Taj manje zaobilazan način je da funkciju distance shvati kao primitivnu, implicitno zavisnu od relacije sličnosti, i da onda meri veličinu iskaza u odnosu na ceo skup dostiživih svetova. Ovo ne bi mogao da bude dobar put, ukoliko mera koju konstruišemo jeste Lebegova, odnosno, takva da daje jednaku težinu svakom reonu dostiživih svetova. Razlog je jednostavan. Ako dostiživost shvatimo kao metafizičku, verovatnoća iskaza 1 bi u tom slučaju značila da je mera skupa svetova u kojima je taj iskaz istinit jednaka meri svih dostiživih svetova. Odnosno, ovaj iskaz bi bio blizu metafizički nužnom. To bi bilo prejako za

36 Treba primetiti da ovo objašnjenje ima sličnosti sa luisovski shvaćenim verovatnoćama kao zgodnim načinom da iskažemo nasumične pravilnosti u svetu. Još dve napomene do jednog zanimljivog zaključka: ideja o verovatnoći kao načinu „na koji je proces mogao da započne“ potekla od klasične; ako se standardne dispozicije mogu analizirati protivčinjenički, onda se probabilističke dispozicije u okviru determinizma mogu analizirati preko protivčinjeničkih verovatnoća. To kompletira „pozajmljivanje“ od drugih interpretacija, pošto mislim da to čini da postoji element svake od koje je protivčinjenička interpretacija nešto uzela.

verovatnoće koje želimo da upotrebljavamo u prirodnim naukama. (Bigelou pokušava da konstruiše logičke verovatnoće, pa njemu ovaj konkretan problem neće smetati.) Ako konstruišemo meru koja pripisuje daleko veću težinu bližim svetovima, ovakva interpretacija *možda* može da posluži i za objektivne verovatnoće. Ali, mislim da je to put koji je definitivno manje intuitivan, i nije potpuno jasno koju meru bismo koristili. (Plus, čak i u tom slučaju i dalje zavisili od relacije sličnosti, jer bi sličnost morala da bude odgovorna za to kom tipu dostiživih svetova pripisujemo veću težinu.)

Poglavlje 2: Principi i objektivne verovatnoće

Kako smo u uvodu videli, postoje uticajni argumenti protiv kompatibilističke pozicije povodom objektivnih verovatnoća i determinizma. Najznačajnije dve vrste su argumenti na osnovu principa koji povezuju objektivne verovatnoće i druge bitne naučne i filozofske pojmove. Šafer [*Jonathann Schaffer*] je napisao tekst koji predstavlja najznačajniji argument protiv determinističkih objektivnih verovatnoća na osnovu šest takvih principa (Schaffer, 2007). Snaga tih argumenata zavisi, između ostalog, i od toga koliko su principi koje navodi ubedljivi. Princip koji je najjači je Luisov Osnovni princip [eng. *Principal Principle*]. Utoliko će naša pažnja biti usmerena na argument koji Šafer izvodi preko Osnovnog principa (OP). Drugi tip argumenta za inkompatibilističku poziciju koji je istorijski najuticajniji jeste slavni argument Laplasovog demona. Nedavno je Sober izneo kritiku ovakvog tipa argumenta (Sober, 2010a, 2010b), a potom je Gildenhajs [*Peter Gildenhuys*] izneo kritiku Soberovih kritika (Gildenhuys, 2016). U drugom delu ovog poglavlja videćemo Soberove argumente, Gildenhajsovu kritiku, i jedan mogući način odbrane Soberovih argumenata za kompatibilizam.

2.1. Osnovni princip³⁷

Kao što smo u uvodu videli, interpretacije subjektivnog pojma verovatnoće tiču se uverenja ili nivoa verovanja koje racionalan pojedinac ima ili treba da ima. Takve interpretacije moraju staviti ograničenja na to kakva uverenja ili nivoi verovanja treba da budu da bi se pojedinac smatrao racionalnim. U zavisnosti od tipa i količine takvih ograničenja možemo razlikovati radikalne ili ortodoksne (DeFinneti, 1974, 1981) i neortodoksne subjektivističke interpretacije (Jeffreys, 1965). Radikalni subjektivistički će od ograničenja imati samo poštovanje aksioma verovatnoće i Bajesovo pravila za ažuriranje verovanja. Neortodoksni subjektivistički, sa druge strane, dodaju još ograničenja.³⁸ Luisov OP je jedno od takvih ograničenja. Prema OP, ukoliko su nam poznate šanse da će se neki događaj desiti, uverenje da će se taj događaj desiti

37 Delovi ovog poglavlja su objavljeni u: Filipović, 2018. Cilj objavljenog teksta je bilo razjašnjenje problema podrivajućih budućnosti, kojim ćemo se baviti i u ovom poglavlju; ali fokus ovog poglavlja je drugačiji i širi od objavljenog rada.

38 Dodatna ograničenja mogu biti razna. Pored Osnovnog principa, *regularnost* (Jeffreys, 1961), *uskađivanje sa ekspertskim mišljenjem* (Gaifman, 1988) jesu neka od popularnijih među neortodoksnim bajezijancima.

treba da bude jednako njegovoj šansi, kakvu god dodatnu prihvatljivu evidenciju o tom događaju da imamo pored informacije o šansama (Lewis, 1980). Šta nejasni termini iz ove formulacije znače, videćemo uskoro.

Prema Luisu, OP ima dvostruki značaj. Sa jedne strane, princip treba da ograniči uverenja na ona koja su utemeljena u znanjima o aktualnom svetu. Sa druge strane, prema Luisu, OP nam govori šta objektivne verovatnoće mogu biti. Luis tvrdi da ovaj princip zapravo „govori sve što možemo znati o šansama“ (Lewis, 1980). Ovakva tvrdnja uzeta bukvalno je trivijalno netačna; pošto nam princip ne govori da li su objektivne verovatnoće takve da su usklađene sa aksiomama verovatnoće niti sa kojom aksiomatizacijom, ne može reći *sve* o objektivnim verovatnoćama. Ipak, iako ne govori *sve*, OP govori *jako puno* o objektivnim verovatnoćama, i od principa koji povezuju verovatnoće i uverenja je ostao kao najsnažniji formulisani princip.

Luisova originalna formulacija je sledeća:

„Neka je C bilo koja razumna [eng. *reasonable*] početna *funkcija uverenja*; t bilo koje vreme, x bilo koji realan broj u intervalu $[0, 1]$, X iskaz da je šansa za A jednaka x . Neka je E bilo koji iskaz koji je kompatibilan sa X takav da je prihvatljiv u vremenu t , onda: $C(A|X\&E) = x$ “ (Lewis, 1980, str. 270.)

Recimo da je E kompletna evidencija koju imam. Neka je $C(.|E)$ moja razumna početna funkcija uverenja. Neka A bude iskaz da će u momentu t , deset minuta od sada, biti izvučen kralj iz špila karata. Recimo da u E spada evidencija koju imam o prethodnom izvlačenju karata iz špila, i recimo da je kralj bio izvučen u dvadeset od prethodnih 40 nezavisnih izvlačenja. Neka je X iskaz da je verovatnoća izvlačenja kralja iz špila jednaka $4/52$, i neka je E kompatibilno sa iskazom X . Prema Luisovoj formulaciji, uverenje u A treba da bude jednako x . Odnosno $C(A|X\&E) = 4/52$. Informacija o verovatnoći izvlačenja kralja je takva da ostale informacije koje imamo (poput one da je kralj bio izvučen u pola prethodnih izvlačenja) čini irelevantnim, odnosno, informacija o verovatnoći je *otporna* na ostale prihvatljive informacije.

Razjašnjenja ključnih pojmova:

- **razumna početna funkcija uverenja:** razumna početna funkcija uverenja jeste takva da poštuje pretpostavljenu aksiomatizaciju verovatnoće i da uslovna uverenja formiramo preko formule $C(A|B) = C(A\&B)/C(B)$. Pošto treba da je moguće odrediti uslovna uverenja kada su dati bilo koji kontingentni iskazi, funkcija treba da bude *regularna*, odnosno, da samo nemogući iskazi imaju uverenje 0, a samo nužni iskazi imaju uverenje 1 (Lewis, 1980, str. 271).
- **realni broj x u intervalu [0, 1]:** x ne treba da bude ograničeno na standardne realne brojeve, odnosno, prema Luisu, x može biti infinitezimalna vrednost (Lewis, 1980, str. 272-273).
- **iskaz X:** Luis tvrdi da X jeste iskaz o verovatnoći koji je primenljiv na pojedinačne događaje. Ovakvim određenjem on odbacuje one frekvencionističke teorije koje ne mogu da se primene na pojedinačne slučajeve (Lewis, 1980, str. 273-274.).
- **bilo koje vreme t:** o verovatnoćama obično mislimo kao vremenski zavisnim. Pre bacanja novčića verovatnoća da padne glava jednaka je 0.5. U toku bacanja, ta verovatnoća se zavisno od uslova može menjati. Kada novčić padne, verovatnoća da pada glava je ili 0 ili 1. Vremenski indeks koji Luis stavlja u OP eksplicira ovu zavisnost. Pretpostavimo da je iskaz A o nekim činjeničnim stvarima u momentu t_A , i pretpostavimo da nas zanima verovatnoća u vremenu t. Ako je t kasnije nego t_A , onda je, prema Luisu, A prihvatljivo u t. (Objasnićemo zbog čega je, prema Luisu, A prihvatljivo u tom slučaju nešto kasnije.) Onda možemo da primenimo OP tako da E zamenimo sa A. Ako X kaže da A u t ima verovatnoću x, onda, ako su A i X kompatibilni:

$$1 = C(A/XA) = x$$

Ovo znači da ako je verovatnoća za A različita od 1, onda su A i X nekompatibilni. Iskaz A implicira da je verovatnoća u t za A jednaka 1. Odnosno, ono što je prošlost više nije stvar verovatnoće. Ovo je u skladu sa standardnom maksimom o zatvorenoj prošlosti i otvorenoj budućnosti (Lewis, 1980, str. 274-276).

Za prihvatljive iskaze Luis nije dao definiciju, ali kaže da su to oni iskazi koji „su vrsta informacija čiji uticaj na uverenja o ishodima dolazi potpuno pomoću uverenja o šansama tih ishoda“ (Lewis, 1980, str. 272). Iskazi nekog proroka, npr. bi bile informacije koje na naša uverenja utiču preko uverenja o budućnosti, a ne prema uverenja o šansama, pa zbog toga ne bi

bili prihvatljivi. Informacije o budućnosti, prema Luisu, uopšteno nisu prihvatljive. Ovo određenje zahteva dalje interpretacije, ali taj posao nije preterano lak. Interpretiranje pojma prihvatljivosti je otežano, za početak, zbog toga što je Luis izneo samo ono što smatra „dovoljnim“ ili „skoro dovoljnim“ uslovima da nešto bude prihvatljiva informacija (Lewis, 1980, str. 276). Dva uslova koje on smatra (skoro) dovoljnim da bi informacija bila prihvatljiva su sledeća:

- **informacija je o protekloj aktualnoj istoriji:** Ako je informacija u potpunosti o činjeničnim stvarima u vremenu pre t, onda je, po pravilu, informacija prihvatljiva u t. Informacija o bacanju novčića uključuje sva bacanja tog ili sličnih novčića, sva bacanja svih novčića pre toga, sva bacanja svih stvari koje nam liče na novčić, sve informacije o fizičkom sastavu novčića, fizičkih karakteristika okoline, ruci i opštoj fizičkoj konfiguraciji onoga koji baca novčić, način bacanja itd. Uopšteno, jako veliki broj informacija koji se može činiti preterano pedantnim ili nepotrebnim prema Luisu spada u prihvatljive informacije. Luis dodaje kvalifikaciju „po pravilu“, da bi se ogradio od nekih mogućih posledica relevantnih za prihvatljivost istorijskih informacija. Naime, veliki deo motivacije za prihvatanje istorijskih informacija - i odbijanje informacija o budućnosti - leži u maksimi o otvorenoj budućnosti i zatvorenoj prošlosti. Ali, pitanje je da li je prošlost toliko „daleko od budućnosti“ koliko ta maksima sugerše. Luis navodi par mogućnosti koje mogu učiniti da informacije o prošlosti sadrže informacije o budućnosti, od ljudi koji su putovali kroz vreme i prisustvovali budućim događajima koji nas interesuju, do problematičnijeg dela: „parčići prošlosti mogu biti dovoljno iscrtani budućnošću tako da se istorijska informacija može činiti neprihvatljivom“ (Lewis, 1980, str. 276) Luis pod ovim može misliti da vreme može da se ispostavi nelinearnim, i nekoliko rečenica kasnije pominje da fizičar koji je „otvorenog uma oko oblika kosmosa“ ne sme odbaciti takve mogućnosti. Sa druge strane, u determinističkim svetovima, informacije o prošlosti *de facto* jesu iscrtane budućnošću, tako da nije potpuno jasno da li bi se ovakva Luisova opaska odnosila na njih.
- **informacije je o hipotetičkim verovatnoćama:** To je vrsta informacija koja predstavlja različita mišljenja o tome kolika bi verovatnoća bila pod pretpostavkom da se određeni uslovi ostvare. Recimo kolika bi verovatnoća za izvlačenje kralja bila da nema kečeva u

špilu; ili kolika bi ta verovatnoća bila da je vetar 10ms jači nego trenutno, ili kolika bi ta verovatnoća bila da se izvlačenje desi 10000 godina u budućnosti, itd. Svaka od ovih hipotetičkih informacija je, po pravilu, prihvatljiva ukoliko je istinita. Ove informacije treba da budu u formi kondicionala u kojima antecedens ne bi smeo da bude iskaz o događaju posle vremena t . Prema Luisu kondicional ne bi mogao biti bilo koji kondicional koji može, preko *modus ponensa*, zajedno sa istorijskim informacijama, nositi informacije o budućnosti, koje nisu prihvatljive (samim tim što su o budućnosti). Luis predlaže svoj protivčinjenički kondicional kao odgovarajući, ali ostavlja mogućnost da neki od drugih kondicionala mogu igrati bolju ulogu (Lewis, 1980, str. 278). (Nije potpuno jasno zašto on misli da protivčinjenički kondicional ne nosi informaciju o budućnosti.) Skup ovakvih kondicionala može biti nesistematičan, nepovezan ili nepotpun. Ali, možemo imati skup koji je jako sistematičan i u izvesnom smislu povezan i potpun. I jedan i drugi skup nam daje teoriju oko toga kako verovatnoće „rade“; ono što ne daje, naravno, jeste koje verovatnoće da izaberemo. Ukoliko generalizujemo ovakve kondicionale, i dobijemo skup opštih kondicionala koji nam govore o povezanosti verovatnoći sa istorijom, moguće je da će neke od generalizacija u tom skupu biti zakonske generalizacije, odnosno, probabilistički zakoni prirode. (Luis, naravno, smatra zakonskim generalizacijama one koje su deo najboljeg sistema teorema (Lewis, 1980, 1994).) U praktičnom smislu, ovo znači da zakoni prirode, šta god oni bili, prema Luisu jesu prihvatljivi.

Pojam prihvatljivosti iz izraza „E je bilo koji iskaz koji je kompatibilan sa X takav da je prihvatljiv u vremenu t “ jeste supstantivno najbitniji. Kako će se posle Luisovog teksta ispostaviti, taj pojam je dovoljno neodređen da bude predmet radikalno različitih tumačenja, tako da on zaslužuje detaljniju i precizniju analizu. Prihvatljivost je od supstantivne važnosti za OP. Ukoliko je prihvatljivost takva da je premalo prihvatljivih informacija, dobijamo princip koji nam ne govori mnogo. Recimo da nijedna informacija koju možemo imati u vremenu t nije prihvatljiva; prema takvom određenju, otpornost koju bi informacije o verovatnoćama imale bi bila nepostojeća. Ukoliko otpornost ne bi postojala, onda bi verovatnoće bile, u izvesnom smislu, prazan pojam, jer informacija o verovatnoćama ne bi bila ni u kom slučaju važnija za naša uverenja od bilo kojih drugih informacija. S druge strane, ako dozvolimo previše prihvatljivih informacija, princip će biti nekonzistentan. Recimo da dozvolimo informacije od jako pouzdanih

proroka kao prihvatljive; i neka takav prorok ima informaciju da će karta koja biva izvučena iz špila biti ili kralj ili osmica. To nije u skladu sa informacijom o tome da je verovatnoća za izvlačenje kralja $4/52$. Izgleda kao da na takvu vrstu informacija ni ne očekujemo da postoji otpornost.

Budući da je značaj uslova prihvatljivosti zadržavanje neželjenih informacija izvan iskaza E , Luis smatra da sve informacije koje iz prihvatljivih iskaza možemo dobiti konjunkcijom i disjunkcijom jesu takođe prihvatljive. Uz ova određenja možemo izneti detaljniju verziju OP. Neka je P_{tw} funkcija verovatnoće, u vremenu t , u svetu w ; $P_{tw}(A)$ je verovatnoća iskaza A u vremenu t , u svetu w . (Domen funkcije P_{tw} su iskazi za koje je verovatnoća definisana, tako da ovime ne pretpostavljamo da je za svaki iskaz moguće odrediti verovatnoće.) Iskaz H_{tw} definišimo kao kompletnu istoriju sveta w do momenta t ; iskaz T_w je potpun skup kondicionala koji opisuju zavisnost verovatnoće od različitih istorija sveta; odnosno, iskaz T_w je teorija verovatnoće. Kao i u prethodnoj verziji principa, X je iskaz da je verovatnoća za A jednaka x , a C je razumna početna funkcija uverenja. OP onda glasi:

$$C(A|X \& H_{tw} \& T_w) = x \text{ (Lewis, 1980, str. 277)}$$

Konjunkcija $H_{tw} \& T_w$ nam govori *puno* o svetu: H_{tw} kompletnu mikroistoriju sveta, a T_w svaki način na koji verovatnoća zavisi od istorije sveta u svakom momentu do t . (Iskazi H_{tw} i T_w moraju biti konjunkcija neprebrojivo konjunkata.) Prema Luisu, to što konjunkcija *puno* govori ne pravi problem da bude prihvatljiva, jer se sastoji od iskaza koji tvrde onaj tip informacija koje on smatra prihvatljivim (Lewis, 1980, str. 277). Treba primetiti da on podrazumeva da „parčići prošlosti u sebi *ne nose* budućnost“ na način koji mu je smetao u određenju prihvatljivosti, jer ako smo u prihvatljive informacije ubacili *celokupnu* prošlost, onda *svaki parčić* prošlosti sigurno smatramo prihvatljivim. Da li svi zakoni prirode mogu da se nađu u ovom skupu, ili samo probabilistički zakoni, nije jasno iz Luisove formulacije.³⁹

No, pre no što dođemo do tog dela, intermeco: *Velika zla buba* napada (Lewis, 1994)! Problem velike zle bube [eng. *the big bad bug*] jeste problem koji je originalno Hal [*Ned Hall*] postavio kao problem za OP u kombinaciji sa luisovskim verovatnoćama (Hall, 1994). Budući da

³⁹ Hofer (2007) tvrdi da zakoni prirode u konjunkciji sa kompletnom istorijom sveta nose maksimalnu informaciju o budućnosti, ali ne pomoću uverenja o šansama tih ishoda; stoga, on misli da takva konjunkcija *nije* prihvatljiva. (up. sa: Ismael, 1996) Istovremeno, Šafer (2007) tvrdi da konjunkcija zakona prirode i kompletne istorije sveta *mora* biti prihvatljiva, jer je to vrsta informacija koja uticaj na uverenja daje preko uverenja o šansama, pa se potpuno uklapa u Luisovo određenje prihvatljivosti.

se standardno ovaj problem rešavao izmenom OP-a, rešenje tog problema uticaće na inkompatibilistički argument. (Preciznije, novije verzije OP-a pružaju nešto slabiji inkompatibilistički argument (detaljnije u: Schaffer, 2007.)) Pokazaću da problem ne treba da se rešava izmenom OP-a, jer OP nije uzrok tog problema, već luisovske verovatnoće. Zbog toga, argument za inkompatibilizam možemo uzeti u njegovoj najjačoj formi.

Problem velike zle bube se formuliše preko tzv. podrivajućih [eng. *undermining*] budućnosti koje, prema Luisu, vode OP i luisovske verovatnoće u kontradikciju: „Mogao bih da tolerišem podrivanje da je samo čudnjikavo. Ali ne kontradikciju!“ (Lewis 1994, str. 483) Iako je problem formulisan specifično za kombinaciju hjumovske supervenijencije i OP, Luis tvrdi da su podrivajuće budućnosti nešto što je problem za *svaku* teoriju verovatnoće i OP, iako dodaje predlog da ako tražimo azil kod nekih drugih teorija to budu one koje „superveniraju na onome što jeste“, čak iako postuliramo nehjumovske entitete (Lewis, 1994, str. 484)⁴⁰. Iako nije dao argumente za ostale interpretacije verovatnoće, videćemo kako se njegov argument može proširiti na neke od interpretacija koje smo videli u prvom poglavlju. Na kraju ću izneti argumente u prilog zaključku da ovaj problem ne zavisi od OP, već od konkretnih interpretacija. Prema Luisu, nekoliko su teza ključne za ovaj problem, pa ćemo ih se ukratko podsetiti:

- **Hjumovska supervenijencija:** Teza o supervenijenciji svih nomičkih istina na partikularnim činjenicama.
- **Najbolji sistem zakona:** Teza o tome da su prirodni zakoni aksiome najboljeg sistema teorema. Najbolji sistem teorema je onaj koji ima najbolji balans između snage, jednostavnosti i poklapanja.
- **Luisovske verovatnoće:** Teza o tome da su objektivne verovatnoće ono što nam aksiome najboljeg sistema kažu da su verovatnoće. Odnosno, ako su neke od aksioma sistema probabilističkog tipa, objektivne verovatnoće su ono što te aksiome kažu da su verovatnoće.
- **Poklapanje:** Teza o tome da ako jedan sistem pripisuje veću verovatnoću aktualnoj istoriji sveta nego drugi sistem, onda ima bolje poklapanje.

⁴⁰ Nije potpuno jasno kako je ovo moguće, jer da bi entiteti bili nehjumovski oni moraju da prekrše hjumovsku supervenijenciju; ako i ima takvih koji su nehjumovski, a ne krše supervenijenciju, to ne izgleda kao velika klasa entiteta. Poenta je, Luis ovakvim predlogom ne ostavlja baš puno mesta za azil.

Kako smo u delu o luisovskim verovatnoćama videli, glavna ideja jeste da će nam probabilistički zakoni dati jednostavniji način da iskažemo regularnosti u prirodi. Verovatnoće prema ovom viđenju su probabilističke aksiome o regularnostima u prirodi koje nam daju dovoljno jednostavnosti tako da nam gubitke snage sistema čine prihvatljivim.

Definišimo budućnost F kao podrivajuću u vremenu t u svetu w akko:

1) $P_{wt}(F) = x$, gde važi $0 < x < 1$

2) U konjunkciji sa kompletnom istorijom sveta w do t i uključujući t , F je nekompatibilno sa $P_{wt}(F) = x$

Uzmimo Luisov primer:

„Postoji neka minijaturna trenutna verovatnoća da će daleko više atoma tricijuma postojati u budućnosti nego što ih je dosad postojalo, i da će se svaki od njih raspasti u vremenu od samo nekoliko minuta. Ako bi se ovakva neverovatna mogućnost desila, po svoj prilici ona bi kompletirala obrazac šansi prema kom bi vreme poluraspada tricijuma bilo veoma kraće nego aktualnih 12.26 godina.“ (Lewis, 1994, str. 482)

Argument u originalnoj verziji možemo analizirati na sledeći način:

P_1) Postoji podrivajuća budućnost F

P_2) $P_{wt}(F) = x$; $0 < x < 1$ (Iz P_1 , definicije podrivajuće budućnosti)

P_3) $Cr(F|E_F) = P_{wt}(F) = x$ (na osnovu OP, definicije podrivajuće budućnosti)

P_4) $E_F \rightarrow \text{ne-}F$ (iz definicije podrivajuće budućnosti, P_2)

P_5) $Cr(F|E_F) = 0$ (iz P_4 , aksioma verovatnoće)

P_6) $Cr(F|E_F) = 0 = x$, $0 < x$ (iz P_5 i P_3)

P_6 je kontradiktorno.

Luisov primer treba da posluži da opravda da podrivajuće budućnosti postoje ukoliko imamo netrivialne verovatnoće u teoriji (Lewis, 1994, str. 481-484). Problem nije stvar fizičke mogućnosti ili aktualnog dešavanja neke podrivajuće budućnosti. Stvar je u tome što nam je posledica aksiomatizacije verovatnoće da ćemo imati pozitivnu verovatnoću za podrivajuću budućnost ukoliko imamo netrivialne verovatnoće, a posledica je luisovske koncepcije

verovatnoća da nam podrivajuća budućnost nije u skladu sa objektivnom verovatnoćom upravo te budućnosti. Ako je ono što čini verovatnoće aktualan hjumovski mozaik, račun verovatnoće dozvoljava mogućnost da mozaik izabere drugačije verovatnoće. Sve ostale premise su posledice ili definicije OP ili definicije podrivajuće budućnosti, tako da smo iz pretpostavke luisovske interpretacije verovatnoće, OP i bilo koje aksiomatizacije verovatnoće došli do kontradikcije - velika buba je i zla i opasna. Luis je pri iznošenju problema rekao da misli da on možda predstavlja *reductio* celog projekta hjumovske supervenijencije. Interesantno, ipak je pokušao problem da otkloni tako što je izmenio OP. Slično važi za većinu kasnijih pokušaja. Dve zajedničke osobine najznačajnijih tekstova koji se bave ovom temom su: 1) dijagnostikovanje problema kao problema kompatibilizma OP i luisovskih verovatnoća; 2) rešavanje problema modifikacijom OP (videti npr. u Briggs, 2009, Hall, 1994, 2004, Lewis, 1994).

Luis je, podsetimo se, tvrdio da buba napada svaku teoriju verovatnoće i OP (Lewis 1994); i donekle je bio u pravu. Ono što ćemo videti jeste da buba napada svaku aktualističku interpretaciju verovatnoće. Gotovo je trivijalno tačno da problem napada aktualni frekvencionizam: Zamislimo novčić koji je bio deset puta bačen, tako da je pet puta pala glava, i pet puta pismo. Prema aktuelnim frekvencionistima, uverenje u to da pri bacanju novčića pada glava bi trebalo da bude 0.5. Ali takvo uverenje je u skladu sa budućnošću u kojoj ima 1000 bacanja novčića i u kojima svakog puta pada glava - u skladu je sa podrivajućom budućnošću. Kontradikcija! Slučaj je sličan ukoliko interpretaciju početnog opsega shvatimo kao aktualističku. Uverenje da pada glava treba opet da bude 0.5. Ali, takvo uverenje je u skladu sa budućnošću u kojoj svako od 1000 bacanje novčića zauzima isključivo deo distribucije početnih stanja koje dovodi do padanja pisma. Setimo da zastupnici interpretacije početnog opsega distribucije početnih verovatnoća objašnjavaju aktuelnim frekvencijama. Dakle, aktuelne frekvencije nam kažu da distribucija nije bila takva da je verovatnoća 0.5. Kontradikcija.

Ali, nasuprot uobičajenom tumačenju problema velike zle bube, teza koju ću zastupati je sledeća: problem podrivajućih budućnosti nema mnogo veze sa OP. OP nam unekoliko pomaže da formulišemo problem u najozbiljnijoj verziji, ali čak i kada otklonimo OP iz analize, i čak i kada otklonimo bilo kakvu vezu objektivnih verovatnoća od uverenja, i razmatramo luisovske verovatnoće same za sebe, suština problema preostaje. Razlog iz kog je izvor problema luisovska interpretacija verovatnoće je što pojam verovatnoće jeste u izvesnom smislu „širi“ nego što mu to kriterijum *poklapanja* dozvoljava.⁴¹ Kako je kriterijum poklapanja ključan za

41 Slična poenta važi i za aktualni frekvencionizam i interpretaciju početnog opsega shvaćenu kao povezanu sa

luisovsku interpretaciju - bez njega ili neke verzije tog kriterijuma ne možemo imati rangiranje probablističkih teorija sa još uvek neinterpretiranim probablističkim iskazima - ovo će u praksi značiti da je verovatnoća prema luisovskoj interpretaciji *dvojaka*, imajući jedne informacije koje nam daje zbog probablističkog računa, i druge informacije koje nam daje zbog kvalitetnog poklapanja teorije sa aktuelnom istorijom. Pogledajmo par primera:

- verovatnoća za padanje novčića na glavu je 0.5. Recimo da imamo svet u kom je bilo 10000 bacanja novčića u celokupnoj istoriji sveta. Prema informaciji o verovatnoći i bilo kojoj aksiomatizaciji verovatnoće, w je u grupi svetova gde je glava pala između 0 i 10000 puta pri tim bacanjima. Recimo da je w svet u kom je glava pala 0 puta, pošto je moguće da je w takav svet, koliko god malo verovatno. U tom slučaju, u w verovatnoća za padanje novčića na glavu neće biti 0.5, zbog toga što sistem onda ne bi imao najbolje poklapanje sa aktuelnom istorijom.
- Poluzivot tricijuma je 12. 26 godina; odnosno, verovatnoća raspada tricijuma u periodu od 12. 26.godina jednaka je 0.5. Recimo da imamo svet u kom je postojao jako veliki broj N atoma tricijuma. Prema informaciji o verovatnoći (i opet, bilo kojoj aksiomatizaciji verovatnoće), w je u grupi svetova gde je između 0 i N atoma tricijuma raspadnuto pre nego što istekne 12. 26 godina. Recimo da je w svet u kom se svih N atoma tricijuma raspadnuto tokom prve godine postojanja, a u preostalom vremenu nijedan. U tom slučaju, u w verovatnoća za raspad tricijuma u periodu od 12.26 godina neće biti 0.5, zbog toga što sistem onda ne bi imao poklapanje sa aktuelnom istorijom sveta.

Definišimo A kao iskaz da neki događaj d u svetu w , u momentu t , ima pozitivnu objektivnu verovatnoću x . Definišimo L kao kompletnu istoriju sveta w posle t takvu da: a) L ima pozitivnu uslovnu objektivnu verovatnoću y pod uslovom A ; ($P_w(L|A) = y$), i b) ukoliko je L kompletna istorija sveta W , onda postoji barem jedna distribucija verovatnoće V prema kojoj je $P_w(d) \neq x$, takva da ima bolje preklapanje sa w od distribucije koja implicira iskaz A ; odnosno, L je takva istorija sveta da je nekompatibilna sa iskazom A . Nazovimo L podrivajućom istorijom sveta. Ukoliko L postoji, onda bi L prema luisovskoj interpretaciji verovatnoća trebalo da bude x i 0. Argument možemo predstaviti na sledeći način:

P_1) A je iskaz da $P_w(D) = x$

P_2) Postoji L , podrivajuća istorija sveta

aktuelnim frekvencijama. Probablistički iskazi nam daju „šire“ informacije nego iskazi o aktuelnim frekvencijama.

P₃) ($P_{wt}(L|A) = y$ (definicija L, A)

P₄) $L \rightarrow \text{ne-A}$ (pretpostavka o NajboljemSistemu)

P₅) ($P_{wt}(L|A) = 0$ (iz P₄, aksioma verovatnoće)

P₆) ($P_{wt}(L|A) = 0 = y$ (iz P₃, P₅)

P₆ je protivrečno, i posledica je prethodnih premisa. P₁, P₃ jesu definicije, tako da postoje dve supstantivne premise, P₂ i P₄. P₂ je podržana primerima koje sam izneo, koji se oslanjaju na luisovsku interpretaciju verovatnoće i bilo koju aksiomatizaciju teorije verovatnoće. P₄ se oslanja na definicije iskaza A i podrivajuće istorije L, ali se takođe oslanja na to da u podrivajućoj istoriji sveta jednostavnost i informativnost sistema koji ima bolje poklapanje barem ostaje ista. Mislim da je ova pretpostavka jako plauzibilna: u jezik ne uvodimo nove aksiome, nove primitivne termine, niti nova primitivna svojstva. Teorija nema na osnovu čega da bude kompleksnija. Takođe, prema definiciji funkcije verovatnoće, oba sistema otklanjaju i ostavljaju jednako mogućnosti, jer oba sistema daju jednak broj probabilistički mogućih svetova. Prema tome, ni informativnost sistema ne može biti manja. (Štaviše, izgleda kao da bismo u primeru sa upornim padanjem na glavu dobili teoriju koja je jednostavnija, informativnija i imala bolje poklapanje, jer bismo u tom primeru izbacili probabilistički rečnik.) Treba primetiti da je ova pretpostavka analogna pretpostavci da dalja podrivajuća budućnost u originalnom formulaciji problema neće biti takva da smanji jednostavnost i informativnost sistema koji bi imao bolje poklapanje, tako da ukoliko bi ona bila problem za moj argument, onda bi bila problem i za originalnu postavku problema.

Moja prva poenta problema sa velikom zlom bubom je sledeća: aktualističke interpretacije mogu imati problema kad ih upotrebljavamo u predikcijama. Takve interpretacije daju pozitivne verovatnoće budućnostima koje bi ih potom podrivale. Razlog je što su tačne aktualističke verovatnoće one koje sadrže informacije o celom aktualnom mozaiku, tako da nam daju informacije o tome kakav sve aktualno može mozaik biti. Ali, aktualističke verovatnoće takođe jesu entiteti koji poštuju aksiomatizaciju verovatnoće, a informacije koje nam daju na osnovu aksiomatizacije nisu iste kao informacije koje nam daju u aktualističkom smislu. Problem nije to što ovakve verovatnoće nemaju dobru prediktivnu vrednost, već što imaju nekonzistentne predikcije.

Nekonzistentnost se može izbeći na dva načina, od kojih nijedan nije zadovoljavajući. Prvi je tvrdnja da ovo znači da postojeće aksiomatizacije verovatnoće nisu dobre za analizu

pojma verovatnoće. Drugi način jeste apel na nešto što je Luis već izrekao u formulisanju svoje koncepcije zakona. Naime, prema Luisu, ovakva koncepcija zakona važi za svetove koji su slični našem i za svetove koji su *fini* [eng. *kind*] prema nama (Lewis, 1994, str. 489). Svetovi sa podrivajućom istorijom ne bi bili *fini* prema nama. Štaviše, ti svetovi bi bili u izvesnom smislu jako obmanjujući prema nama. Ovo takođe ne može biti odbrana od protivrečnosti, jer bi iste zamerke mogle da se tvrde za originalni problem podrivajućih budućnosti. Svetovi sa podrivajućim budućnostima jednako žele da nas obmanu kao i svetovi sa podrivajućim istorijama.

Druga poenta intermecca sa velikom zlom bubom, kao što smo pomenuli pre iznošenja problema, jeste razrešenje pitanja da li treba promeniti OP. (Za to su se odlučivali mnogi autori, počev od samog Luisa koji je to nerado učinio (Lewis, 1994, str. 489.)) Zbog toga što OP nije odgovoran za problem velike zle bube, mislim da ne treba menjati OP. Argument za inkompatibilizam na osnovu OP-a koji iznosi Šafer je jednostavan. Pretpostavimo da je objektivna verovatnoća iskaza A u momentu t u svetu w jednaka x , i da važi $0 < x < 1$, odnosno, $Pr_{wt}(A) = x$. Recimo da je X iskaz koji tvrdi da $Pr_{wt}(A) = x$. Ako je svet w deterministički, zakoni sveta w i opis kompletnog mikrostanja sveta w pre t impliciraju ili iskaz A ili iskaz $\neg A$. Prema Luisovom određenju prihvatljivosti i zakoni sveta i opis kompletnog mikrostanja sveta u momentu pre t jesu prihvatljivi. Dakle, prema definiciji OP: $C(A|X \ \& \ H_{tw} \ \& \ T_{tw}) = x$. Ali, budući da konjunkcija zakona sveta i kompletnog mikrostanja sveta implicira ili A ili $\neg A$, sledi da ili $C(A|H_{tw} \ \& \ T_{tw}) = 0$ ili $C(A|H_{tw} \ \& \ T_{tw}) = 1$, jer je w deterministički (up. sa: Schaffer, 2007, str. 127-129). Kontradikcija!

Da bi se ovakav argument odnosio na objektivne verovatnoće uopšte, a ne samo na šanse, Šaferu treba dodatni argument. Kompatibilisti poput Lajona, Hofera [*Carl Hofer*] ili Sobera ne zastupaju tvrdnju da u determinizmu kompletna istorija sveta i zakoni ne impliciraju svako buduće stanje (detaljnije u: Lyon, 2011, Hofer, 2007, Sober, 2010, 2011). Oni zastupaju da to ne znači da verovatnoće ne mogu da budu objektivne, iako su različite od šansi. Odnosno, da ima više objektivnih pojmova verovatnoća (Lyon, 2011). Šafer nudi argument koji bi se odnosio na sve kompatibilističke interpretacije: „Mogu samo da se nadam da kompatibilista ima novac“ (Schaffer, 2007, str. 128). Argument je sledeći: recimo da je situacija kao i malopre prikazana, odnosno, da važi $Pr_{wt}(A) = x$, X je iskaz koji tvrdi da $Pr_{wt}(A) = x$. Recimo da ovog puta $H_{tw} \ \& \ T_{tw}$ impliciraju A . Prema OP, kompatibilista bi morao da prihvati sledeću opkladu:

- Ako A nije istinito, onda kompatibilista dobija $n(1-x)$
- Ako je A istinito, onda gubi $0.5(nx)$

Gde je n novčana suma koju može izabrati kompatibilista. Očekivana korist ove opklade je $(xn(1-x)) - ((1-x)(0.5(nx)))$. Za $0 < x < 1$ i $n > 0.26$, očekivana korist opklada je pozitivna (Schaffer, 2007, str. 128) Šaferov zaključak je da će kompatibilista „očekivati da dobije novac“, ali da će „izgubiti sve“ (Schaffer, 2007, str. 128)

Dva su problema sa ovakvim argumentom. Prvi je to što shvatanje objektivnosti verovatnoća preko *isplativosti* opklada ne doprinosi ništa dodatno snazi argumenta za inkompatibilizam. Recimo da živimo u fundamentalno indeterminističkom svetu, i da je šansa iskaza A jednaka x , i da važi $0 < x < 1$. Recimo da znamo direktno od boga o tome šta će se desiti. Ovakve informacije nisu prihvatljive prema OP, ali jesu isplative, odnosno, bolje je kladiti se prema njima. Da bismo rekli da one nemaju uticaj na to šta su šanse, vratili bismo se na uslove prihvatljivosti. Tako da objektivnost verovatnoća ne treba vezivati za isplativost, već za maksimalnu prediktivnost na osnovu trenutno dostupnih informacija. (Ovo je nešto što argument deli sa argumentom Laplasovog demona, što ćemo videti ubrzo).

Upravo je maksimalna prediktivnost nešto čega bi se kompatibilisti rado odrekli (Lyon, 2011, Sober, 2010, 2011). Objektivne verovatnoće koristimo i u prediktivne i u eksplanatorne svrhe. Kompatibilisti neće tvrditi da su determinističke objektivne verovatnoće maksimalno prediktivan pojam, već eksplanatorno vredan. OP govori samo o tome da li je neki pojam verovatnoće maksimalno prediktivan. Odnosno, kako je Luis i mislio, OP govori samo o *šansama*. Koristiti ga u argumentu za neobjektivnost bilo kog drugog pojma verovatnoće pretpostavlja da su šanse jedini pojam objektivne verovatnoće. Ali, zaključak kompatibilističkih argumenata je upravo negacija te tvrdnje. Tako da argumenti na osnovu OP pretpostavljaju upravo ono što bi trebalo da dokažu.

2.2. Laplasov demon

Laplasovska pozicija u filozofiji verovatnoće jeste pozicija prema kojoj se tvrdi da su objektivne verovatnoće one koje su izvedene iz potpunog opisa relevantnih fundamentalnih

entiteta⁴² i zakona prirode. Ovakva pozicija se dobija na osnovu slavnog argumenta Laplasovog demona:

„Inteligencija koja može, u datom momentu, saznati sve sile koje pokreću prirodu i sva posebna stanja bića koja prirodu čine, ako je uz to dovoljno velika da analizira sve te podatke, ona bi obuhvatila u istoj formuli kretanja i najvećih tela univerzuma i najmanjih atoma: za nju ništa ne bi bilo neizvesno, i budućnost kao i prošlost bile bi sadašnjost u njenim očima.“ (Laplace, 1814, str 4.)

Laplas je, naravno, pod izrazom „sile koje pokreću prirodu“ podrazumevao zakone njutnovske fizike; ali laplasovska pozicija je opšta i ne zavisi od konkretne fundamentalne teorije. Glavna ideja jeste da će u determinističkom svetu Laplasov demon moći da zaključi sa sigurnošću svako buduće stanje univerzuma samo na osnovu potpunog opisa fundamentalnih entiteta prirode u nekom momentu i prirodnih zakona; u indeterminističkom svetu takve sigurnosti neće biti, već bi demon o budućim stanjima univerzuma morao da zaključuje sa izvesnom verovatnoćom. Kada se radi o determinističkom svetu, nemamo potrebe za verovatnoćama ukoliko, poput demona, imamo potpuno znanje. U tom slučaju svaka netrivialna verovatnoća koja se odnosi na deterministički svet mora da bude znak *nekog* neznanja; u tom smislu, sve netrivialne verovatnoće koje se odnose na deterministički svet jesu subjektivne. Argument na osnovu Laplasovog demona, kao i argument na osnovu OP ne tvrdi da su *sve* verovatnoće subjektivne, već da je to slučaj za netrivialne verovatnoće koje se odnose na deterministički svet. Ukoliko se odnose na indeterministički svet, one prema laplasovcima mogu biti objektivne (npr. kako tvrdi Gildenhuys, 2016).

Sober je, da bi pokazao da je moguće da verovatnoće u evolutivnoj biologiji budu objektivne, izneo par uticajnih kritika usmerenih protiv laplasovske pozicije (Sober, 2010, 2011). Gildenhajs je nedugo zatim izneo kritike Soberovih argumenata (Gildenhuys, 2016). Pratiću Gildenhajsovu terminologiju i nazvati Soberove kritike „argument izvodivosti“ i „argument semantike iz pragmatike“. Plan je sledeći: analiziraću oba Soberova argumenta i Gildenhajsovu kritiku. Potom ću pokušati da pokažem da Gildenhajsovu kritiku argumenta izvodivosti treba prihvatiti, ali da njegova kritika drugog Soberovog argumenta nije valjana. Potom, videćemo da li laplasovska pozicija može da se uklopi sa nekom od savremenih koncepcija prirodnih zakona.

42 Laplas je na umu imao mikročestice kao fundamentalne entitete, ali samo gledište ne zavisi od toga koji vrsta entiteta je fundamentalna, tako da se među njima mogu naći polja, čestice ili nešto sasvim treće.

Laplas je svoju poziciju, kao što sam napomenuo, vezivao za determinističku njutnovsku fiziku, ali laplasovski argument ne mora zavisiti niti od istinitosti njutnovske fizike, niti od istinitosti determinizma. Sober opisuje opštu poziciju koju laplasovci zastupaju kao poziciju prema kojoj su jedine objektivne verovatnoće one koje su dobijene preko potpunog opisa fundamentalnih zakona prirode i fundamentalnih entiteta (Sober 2011, str. 180). Ukoliko su fundamentalni zakoni poput njutnovskih takvi da nemaju probabilistički karakter, sve verovatnoće će biti subjektivne. (Preciznije rečeno, sve netrivialne verovatnoće će biti subjektivne verovatnoće, dok će objektivne verovatnoće imati isključivo trivijalne vrednosti. Zbog jednostavnosti, kao i do sada, za slučaj u kom objektivne verovatnoće imaju samo trivijalne vrednosti govorićemo da samo subjektivne verovatnoće postoje.) Ukoliko su fundamentalni zakoni probabilistički, kao npr. u GRW kvantnoj mehanici, objektivne verovatnoće će imati i netrivialne vrednosti (npr. kao što tvrdi Gildenhays, 2016).

Sober napominje da u Laplasovom opisu demona stoji izraz da za njega „*ništa* ne bi bilo neizvesno“ (Laplace, 1814, str 4, kurziv Soberov). Ovakav izraz označava jaču tvrdnju od tvrdnje da za demona ne bi bilo neizvesnosti oko pozicije, brzine i ubrzanja tela - odnosno, oko osobina koje su relevantne za njutnovsku fiziku. Taj izraz znači da koja god da je fundamentalna fizika ispravna, ukoliko je deterministička, ona će jedinstveno određivati sva makrosvojstva univerzuma ili individualnih sistema univerzuma. Odnosno, laplasovska pozicija je anti-emergenistička: nema svojstava na „višim nivoima“ koja nastaju nezavisno od mikronivoa. Ovakva interpretacija laplasovske pozicije bi trebalo da je trivijalno prihvatljiva, jer ukoliko dopustimo svojstva koja su emergentna na makronivoima, onda je trivijalno da nam informacije o mikronivou neće iscrpeti sve objektivne informacije o svetu. Sober tezu o odsustvu emergentizma naziva mereološkom supervenijencijom (MS):

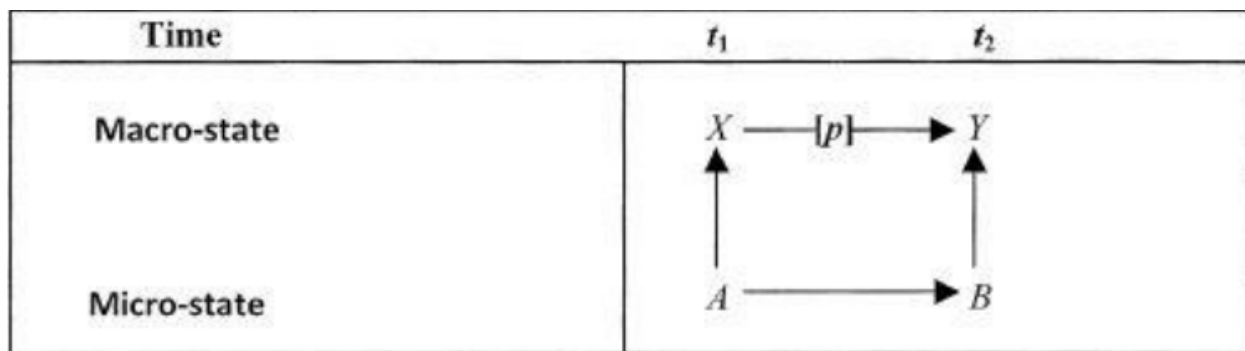
(MS) Potpun opis svih svojstava svih čestica, u datom momentu, jedinstveno određuje sva svojstva koja svi makroobjekti imaju u tom momentu.“ (Sober, 2011, str. 181)

Makrosvojstva koja Sober specifično spominje u nastavku jesu psihološka i biološka (Sober, 2011, str. 181-182). Razlog nije objektivna razlika ta dva tipa svojstava od drugih makrosvojstava, već to što je fokus njegove kritike na pokazivanju objektivnosti verovatnoća u evolutivnoj biologiji. Laplasovska pozicija mora tvrditi da *sva* makrosvojstva superveniraju na mikrosvojstvima.

(MS) govori o povezanosti makro i mikrosvojstva u jednom smeru: mikrosvojstva jedinstveno određuju makrosvojstva. Teza ne govori ništa o suprotnom smeru, odnosno, da li makrosvojstva jedinstveno određuje mikrosvojstva. Sober pretpostavlja da to nije slučaj, odnosno, da su makrosvojstva višestruko realizibilna na mikronivou (Sober, 2011, str 182). On nije pravdao tu tvrdnju, ali i laplasovci bi trebalo da prihvate neku sličnu tvrdnju zbog argumenta na osnovu definicije makrosvojstava: Neka od makrosvojstava jesu definisana tako da više mikroopisa realizuje jedno te isto makrosvojstvo. Ukoliko temperaturu sistema posmatramo kao ukupnu kinetičku energiju čestica koje čine sistem, konkretne brzine čestica neće biti bitne sve dok im je prosečna kinetička energija ista.

Terminologija: Koristiću X, Y, Z kao oznake za makrostanja; A, B, C kao oznake za mikrostanja, t_1 , t_2 , t_3 , kao oznake za vremena, p, q kao oznake za funkcije verovatnoće; p za makroverovatnoće i q za mikroverovatnoće. Uslovne verovatnoće u kojima je uslov makrostanje nazivaćemo makroverovatnoćama, a uslovne verovatnoće u kojima je uslov barem jedno mikrostanje nazivaćemo mikroverovatnoćama.⁴³Pr(.) ću koristiti kao oznaku za nespecificovanu verovatnoću.

U determinističkom univerzumu situacija je sledeća (Slika 1, preuzeto iz Sober, 2010a):



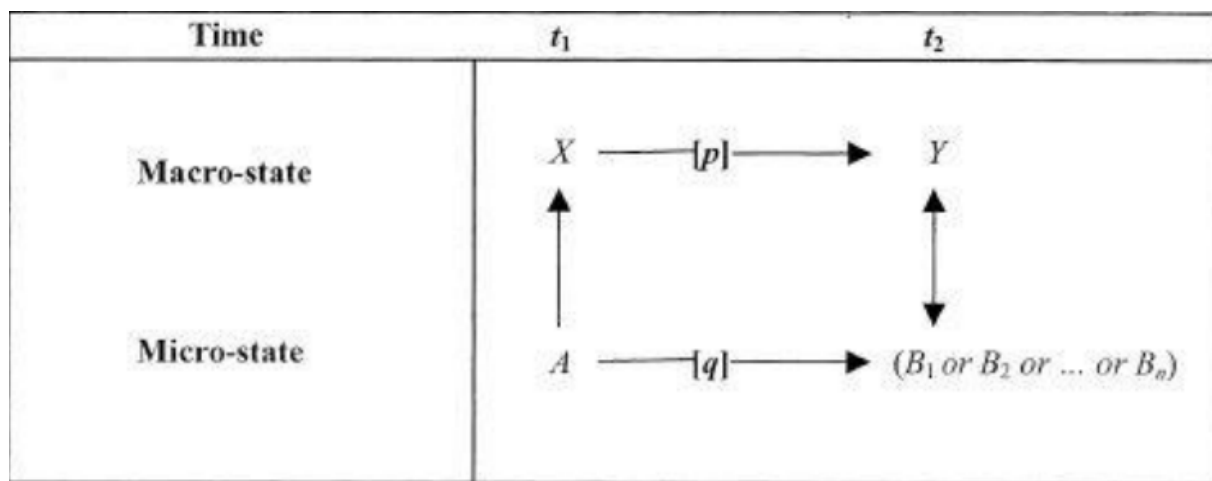
Slika 1: : Evolucija u determinizmu, Sober, 2010a

U determinističkom univerzumu, mi predviđamo kasnije makrostanje Y na osnovu ranijeg makrostanja X. Evolucija iz X u Y se dešava prema nekom specijalnom probablističkom zakonu, tako da ono što možemo da previdimo jeste neka netrivialna verovatnoća da će se desiti stanje Y. Demon, sa druge strane, posmatra evoluciju mikrostanja. Iz ranijeg mikrostanja A u kasnije mikrostanje B, evolucija se odvija prema nekom dinamičkom determinističkom zakonu,

⁴³ Ovakvu terminologiju preuzimam iz Soberove analize koji se može videti u Sober (2010, 2011).

tako da mikrostanje A u konjunktiji sa tim zakonom jedinstveno određuje stanje B. Prema (MS), mikrostanje B jedinstveno određuje makrostanje Y. Prema tranzitivnosti, to znači da mikrostanje A jedinstveno određuje makrostanje Y. Demon će, dakle, za predviđanje toga da li će se makrostanje Y ostvariti, koristiti svoje znanje mikrostanja A, fundamentalnih dinamičkih zakona, i prevoda mikro-u-makro stanja, tako da neće imati potrebe da koristi makroverovatnoće p koje mi koristimo.

U indeterminističkom univerzumu, situacija je sledeća (Slika 2, preuzeto iz Sober, 2010a):



Slika 2: :Evolucija u indeterminizmu, Sober 2010a

Naše predviđanje makrostanja će biti isto ili dovoljno slično kao unutar determinističkog: da li će se neko kasnije makrostanje Y ostvariti, određivaćemo na osnovu znanja ranijeg makrostanja X i nekog specijalnog probabilističkog zakona. Sa druge strane, demon će gledati da li će se Y ostvariti preko evolucije mikrostanja. Ranije mikrostanje A evoluiru u mikrostanje B_1 ili mikrostanje B_2 ili mikrostanje B_3 ... ili mikrostanje B_n , prema nekom fundamentalnom indeterminističkom zakonu, koji nam pruža određenje mikroverovatnoće $q = (B_1 \text{ ili, } \dots B_n)|A$. Demon računa q preko mikroverovatnoća konkretnih stanja $B_1 \dots B_n$, tako da je $q = q_1 + q_2 + \dots q_n$; gde je $q_1 = B_1|A$; $q_2 = B_2|A$... $q_n = B_n|A$. Neka od mikrostanja $B_1 \dots B_n$ će realizovati Y, dok neka možda neće. Recimo da je q_y zbir uslovnih verovatnoća kada je dato A da će se ostvariti mikrostanja $B_1 \dots B_m$, koja realizuju Y. Demon će na osnovu znanja:

- mikrostanja A,
- fundamentalnog indeterminističkog zakona,
- prevoda mikro-u-makro stanja (znanja koje od mikrostanja $B_1 \dots B_m$ će realizovati Y),

predvideti da li će se ostvariti makrostanje Y sa verovatnoćom $q_y = (Y|A)$. Ovu verovatnoću će naravno, dobiti preko *verovatnoće onih od konkretnih* mikrostanja B_1, \dots, B_n koja realizuju makrostanje Y , tako da će dobiti verovatnoću $Y|A = (B_1|A) + \dots + (B_n|A)$; gde su svi sabirci uslovne verovatnoće mikrostanja koja realizuju makrostanje Y . Mikroverovatnoća q_y kojom demon određuje da li će se ostvariti stanje Y jeste dobijena potpuno drugačijim načinom u odnosu na makroverovatnoću $p(Y|X)$, tako da možemo reći da ukoliko $p(Y|X) = q_y$, onda je to samo koincidencija, i da će demon u predviđanju koristiti uvek q_y .

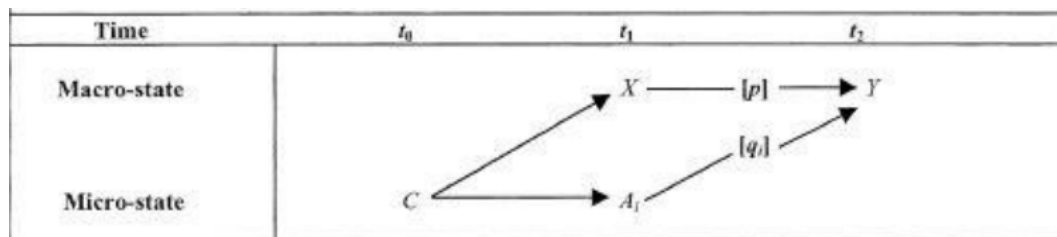
Sober tvrdi da se laplasovska teza sastoji iz dva dela, (L1) koji se tiče predikcije stanja Y , i (L2) tvrdnje o objektivnosti verovatnoće (Sober 2010a, str 184 - 185).

- **(L1) Teza o predikciji da li će sistem biti u stanju Y u vremenu t_2 :** Ukoliko želimo da predvidimo Y u t_2 , i znamo makroverovatnoću $\Pr(Y|X)$, gde je X stanje u t_1 , nemamo opravdanje za korišćenje makroverovatnoće ako: a) znamo mikrostanje A u t_1 , i mikroverovatnoću $\Pr(Y|A)$; i b) makroverovatnoća $\Pr(Y|X)$ i mikroverovatnoća $\Pr(Y|A)$ jesu različite. Opravdanje za korišćenje makroverovatnoće $Y|X$ imamo ako ne znamo mikroverovatnoću $\Pr(Y|A)$ ili ako važi $\Pr(Y|A) = \Pr(Y|X)$. Dakle, jedno od mogućih opravdanja za korišćenje makroverovatnoće jeste neznanje mikroverovatnoće, dok drugo opravdanje nije neznanje, već *jednakost* mikro i makroverovatnoće (Sober 2010a, str 184 - 185).
- **(L2) Teza o objektivnosti iz opravdanosti:** Ako je jedino opravdanje koje imamo za korišćenje makroverovatnoće $\Pr(Y|X)$ to što ne znamo mikrostanje A u t_1 ili ne znamo vrednost mikroverovatnoće $\Pr(Y|A)$, onda makroverovatnoća $\Pr(Y|X)$ nije objektivna verovatnoća (Sober 2010a, str 184 - 185).

Teza L1 sledi iz mereološke supervenijencije i principa totalne evidencije kojim se tvrdi da pri predikciji nekog stanja treba koristiti celokupnu evidenciju (Sober 2010a, str 184 - 185). Budući da prihvata ta dva principa, Sober ne napada tezu (L1). Teza (L2) je, sa druge strane, prema Soberu problematična na dva načina, koja ću, prema Gildenhajsovoj terminologiji, nazvati kritika izvodivosti i kritika semantike iz pragmatike (Gildenhils, 2016).

- **(S1) Kritika na osnovu izvodivosti:** Prva od dve kritike koju Sober iznosi pokazuje da, u determinizmu prema laplasovskoj poziciji, neke makroverovatnoće mogu biti izvedene iz mikroverovatnoća, i da su, zbog toga, objektivne i prema laplasovskom kriterijumu. Kao i dosad, recimo da je makroverovatnoća $\Pr(Y|X) = p$, gde je Y makrostanje u vremenu t_2 , i

X makrostanje u ranijem vremenu t_1 . Makrostanje X može biti realizovano bilo kojim od mikrostanja A_1, A_2, \dots, A_n , tako da postoji n mikroverovatnoća forme $q_i = Y|A_i$. Makroverovatnoća $\Pr(Y|X)$ je jednaka srednjoj vrednosti proizvoda ovih mikroverovatnoća i makroverovatnoća $\sum_i (\Pr(Y|A_i) \Pr(A_i|X))^{44}$. (Podsetimo se, mikroverovatnoće su ili bezuslovne verovatnoće mikrostanja ili uslovne verovatnoće u kojima je uslov mikrostanje.) Prvi činilac je mikroverovatnoća, dok za drugi činilac $\Pr(A_i|X)$ Sober tvrdi da može da se izvede preko drugih mikroverovatnoća (Slika 3, preuzeto iz Sober 2010a, str. 189):



Slika 3: Verovatnoće u determinizmu, Sober, 2010a

Posmatrajmo mikrostanja C koja su zajednički uzrok za makrostanje X i mikrostanja A_i od kojih neka realizuju makrostanje X. Ta stanja, prema Soberu, jesu ona stanja koja mogu dovesti do A_i i X. Označimo ta stanja sa C_1, C_2, \dots, C_j (Sober 2010a, str. 189). Prema definiciji uslovne verovatnoće važi da: $\Pr(A_i|X) = \Pr(X \& A_i) / \Pr(X)$. Sober na osnovu shvatanja A_i i C_j tvrdi da onda sledi $\Pr(X \& A_i) / \Pr(X) = (\text{srednja vrednost od}) \sum_{ij} (\Pr(A_i \& X|C_j) \Pr(C_j)) / (\text{srednja vrednost od}) \sum_j (\Pr(X|C_j) \Pr(C_j))$ (Sober 2010a, str. 189.). Budući da su sve verovatnoće u krajnjoj formuli ili uslovne mikroverovatnoće ili bezuslovne mikroverovatnoće, prema Soberu, ovo završava argument prema kome makroverovatnoće mogu da se izvedu iz mikroverovatnoća (Sober 2010a, str. 189.).

- **(S2)Kritika semantike iz pragmatike** : Sober napada laplasovsku tezu (L2) i na drugačiji način (Sober 2010b, str. 147-48.). Naime, teza (L2) nam govori nešto o povezanosti opravdanja koje imamo za korišćenje verovatnoća i objektivnosti verovatnoća koje koristimo. Ali, prema Soberu, semantički zaključak koji izvodimo o (ne)objektivnosti verovatnoća na takav način, neopravdano počiva na pragmatičkim

44 Da bi ovo bila srednja verovatnoća, mora se podeliti sa brojem sabiraka od kojih je izraz sastavljen. Najverovatnije iz nehata Sober ovo ne stavlja u izraz, a Gildenhajs potom izraz preuzima. Terminologija koju sledim je njihova, jer želimo da analiziram argumente kako su prikazani.

razlozima. Odnosno, zbog toga što nam neke verovatnoće daju manje precizna predviđanja od mikroverovatnoća, nije ispravno da zaključimo da su one neobjektivne. Kao primer verovatnoća koje mogu imati slabiju prediktivnu vrednost od mikroverovatnoća, ali bismo i dalje rekli da nisu neobjektivne, Sober uzima teoriju aktualnog frekvencionizma.⁴⁵ Recimo da je uslovna makroverovatnoća događaja Y ako je dato X, jednaka aktualnoj frekvenciji javljanja događaja Y kada se desio događaj X. Recimo takođe da je svet deterministički. Makroverovatnoća dobijena preko aktualnih frekvencija u svetu će, gotovo sigurno, biti različita od mikroverovatnoća, odnosno, ukoliko nije trivijalna biće različita. Ali ne izgleda da ima išta neobjektivno u verovatnoći dobijenoj preko aktualnih frekvencija, jer je dobijena isključivo preko specifikacije fizičkih događaja nezavisnih od epistemičkih stanja subjekta (Sober 2010b, str. 148).

Gildenhajs pruža dva kritike Soberovog argument (S1): 1) kritiku preko nedostajuće premise; i 2) kritiku preko identičnosti mikroverovatnoća i Soberovih izvedenih makroverovatnoća. Izneću nekoliko napomena o prvoj kritici, ali se njome neću baviti detaljno, jer se ta kritika tiče specifično makroverovatnoća u evolutivnoj biologiji, tako da nije trenutno u fokusu. Srž te kritike jeste ukazivanje da Soberu, ukoliko svojim argumentom želi da pokaže objektivnost makroverovatnoća evolutivne biologije, nedostaje premisa - i obrazloženje za takvu premisu - kojom bi tvrdio da su makroverovatnoće koje on izvodi iz mikroverovatnoća jednake onima koje se pripisuju u evolutivnoj biologiji. Ovakva tvrdnja izgleda barem *prima facie* uverljivo, jer Sober nije ni pokušao da pokaže da se verovatnoće iz evolutivne biologije poklapaju sa verovatnoćama koje je izveo u svom argumentu. Sa druge strane, ne izgleda kao da je Sober hteo da *uopšte tvrdi* da su verovatnoće u evolutivnoj biologiji objektivne, već da tvrdi da *moгу biti* ukoliko bi dolazile preko objektivnih mikroverovatnoća. Odnosno, Soberov fokus je bio na metafizičkoj tezi, a ne na epistemološkoj. Za takvu tezu, Soberu ne nedostaje premisa koja tvrdi identitet verovatnoća iz evolutivne biologije sa verovatnoćama koje je izveo, ali mu nedostaje premisa kojom tvrdi kako je do tog identiteta moguće doći preko nauke kao što je evolutivna biologija. Stoga mislim da je Gildenhajsov zaključak dobar, ali da nedostajuća premisa nije ona koju Gildenhajs spominje, već ova koju sam ja pomenuo.

Druga kritika Soberovog argumenta izvodivosti koju Gildenhajs nudi je bitnija po ovaj

⁴⁵ Sober ne zastupa ovu teoriju, već je samo uzima za potrebe primera, tako da njegov argument ne zavisi od eventualnog uspeha frekvencionizma kao interpretacije verovatnoće.

rad i, prema mom mišljenju, bitnija za laplasovski argument zbog toga što je opštija. Gildenhajs priznaje da su makroverovatnoće koje Sober izvodi jednake kao i one koje laplasovci smatraju objektivnim. Ali, Gildenhajs tvrdi da je višestruka realizibilnost stanja epistemička, a ne fizička ili metafizička. On tvrdi da zbog toga sledi da u determinističkom svetu, verovatnoće koje su različite od trivijalnih, a koje su dobijene načinom na koji Sober to pokušava, jesu odraz epistemičke višestruke realizibilnosti, i prema tome, takve verovatnoće jesu subjektivne.

Prema Soberovom argumentu izvodivosti, makroverovatnoća $Pr(Y|X)$ je izvodiva preko sledećih mikroverovatnoća:

$$(SOB) Pr(Y|X) = \sum_i Pr(Y|A_i) \frac{\sum_j Pr(A_i \wedge X|C_j) Pr(C_j)}{\sum_j Pr(X|C_j) Pr(C_j)}$$

Prema Gildenhajsu, verovatnoća za Y koju bi laplasovci smatrali za objektivnu jeste sledeća:

$$(LAP) Pr(Y|C_j) = \sum_j \sum_i \sum_k Pr(B_k|A_i) Pr(A_i|C_j)$$

Gildenhajs tvrdi da se može pokazati da je verovatnoća $Pr(Y|X)$ iz SOB jednaka verovatnoći $Pr(Y|C_j)$ iz LAP na sledeći način:

$$(1) Pr(Y|C) = Pr(Y|X) \sum_j Pr(X|C_j)$$

$$(2) Pr(Y|C) = \sum_i Pr(Y|A_i) \frac{\sum_j Pr(A_i \wedge X|C_j) Pr(C_j)}{\sum_j Pr(X|C_j) Pr(C_j)} \sum_j Pr(X|C_j), \text{ prema zameni sa (SOB)}$$

$$(3) Pr(Y|C) = \sum_j \sum_i Pr(Y|A_i) Pr(A_i|C_j), \text{ jer prema MS važi: } Pr(A_i \wedge X|C_j) = Pr(A_i|C_j)$$

$$(4) Pr(Y|C) = \sum_j \sum_i \sum_k Pr(B_k|A_i) Pr(Y|B_k) Pr(A_i|C_j)$$

$$; \text{ jer važi: } Pr(Y|A_i) = \sum_i \sum_k Pr(B_k|A_i) Pr(Y|B_k)$$

$$(5) Pr(Y|C) = \sum_j \sum_k \sum_i Pr(B_k|A_i) Pr(A_i|C_j), \text{ jer prema MS važi: } Pr(Y|B_k) = 1$$

Izraz u 5) je identičan (LAP) izrazu, tako da ovo dovodi do kraja Gildenhajsov argument.

Soberova kritika (S2) polazi od primera frekvencionističke interpretacije verovatnoće, na osnovu koga on izvodi zaključak da se u laplasovskoj tezi neopravdano vrši prelazak sa nivoa pragmatike (koje verovatnoće je opravdano koristiti za predikcije), na nivo semantike (koje

verovatnoće su objektivne)⁴⁶. Prema Gildenhajsu, ova kritika je zavisna od Soberove karakterizacije laplasovske pozicije, konkretno od teze (L2), koja govori o povezanosti pragmatike i semantike. Prema Gildenhajsu, korak koji laplasovci treba da učine da izbegnu ovakvu kritiku jeste sledeći. Umesto (L2) treba prihvatiti neku verziju sledeće teze:

„Ako je pripisana verovatnoća da neki individualni sistem bude u nekom stanju različita od objektivne verovatnoće, onda ta verovatnoća nije objektivna.“ (Gildenhys 2016, str. 11)

Ovaj citat zvuči trivijalno. Prema mojoj rekonstrukciji, njega bi najbolje bilo interpretirati na sledeći način:

L2^G Ako je pripisana verovatnoća da neki individualni sistem bude u nekom stanju različita od laplasovske verovatnoće, onda pripisana verovatnoća nije objektivna.

Prema Gildenhajsu, zamenjivanje L2 sa L2^G je legitimno jer u laplasovskoj poziciji nema ničega što bi obavezivalo laplasovca na prihvatanje Soberove interpretacije. Nadalje, manevar obezbeđuje da zaključak da su makroverovatnoće subjektivne ne bude izveden zbog pragmatičkih činjenica, već će, uz ovako formulisanu laplasovsku poziciju, makroverovatnoće biti subjektivne zbog semantičke činjenice da se razlikuju od objektivnih. Pragmatičke činjenice će, prema Gildenhajsu, koristiti samo da bi se objasnilo korišćenje makroverovatnoća u specijalnim naukama - odnosno, činjenica da nemamo dovoljno poznavanje sistema biće objašnjenje toga da koristimo verovatnoće koje su različite od objektivnih. Ovo završava Gildenhajsovu kritiku Soberovih argumenata⁴⁷.

Gildenhajsova kritika Soberovog argumenta semantike iz pragmatike sastoji se iz dve tvrdnje:

(GH1) Nema ničega u laplasovskoj poziciji što laplasovca obavezuje na Soberovu interpretaciju (L2).

46 Terminologija koju koristim je preuzeta od Sobera i Gildenhajsa (Sober, 2010, 2011, Gyldenyhs, 2016). Oni koriste izraz „pragmatika“, koji možda nije najsrećniji. Ali Soberova poenta je jasna: o semantici se zaključuje na osnovu činjenica o prediktivnoj vrednosti pojma. To je poenta koju sam već pominjao pri kritici argumenta za inkompatibilizam preko OP.

47 Gildenhajs pruža i kritiku argumenta na osnovu misaonog eksperimenta „Soberovog demona“ - odnosno, demona koji za razliku od Laplasovog demona može da vidi u budućnost, pa mu prema tome verovatnoće nikada ne bi bile potrebne. Ipak, ovaj Soberov argument se u potpunosti oslanja na Soberov argument semantike iz pragmatike, a Gildenhajsova kritika se potom u potpunosti oslanja na kritiku tog Soberovog argumenta; ako se to ima u vidu, rasprava oko tog argumenta ne bi doprinela ništa novo diskusiji, pa je nisam uključio u analizu.

(GH2) (L2) treba zameniti sa (L2^G).

Obratimo pažnju na drugu Gildenhajsovu tvrdnju. Teza (L2^G) koju Gildenhajs predlaže nema pozivanje na pragmatičke činjenice. Sa druge strane ne izgleda opravdano ničime unutar laplasovske pozicije, niti dodatnim argumentima. Unutar laplasovske pozicije, podsetimo se, imamo tvrdnju o tome *šta jesu* objektivne verovatnoće. To su verovatnoće koje pripisuje Laplasov demon. Odnosno verovatnoće koje dobijamo kompletnim verovatnoće koje dobijamo kompletnim mikroopisom i fundamentalnim zakonima prirode. Ali, iz tvrdnje o tome šta jeste objektivna verovatnoća ne sledi da neka druga verovatnoće nije objektivna.

(L2^G) govori o jedinstvenosti objektivnih verovatnoća. Jedinstvenost ne možemo izvesti iz postojanja *neke vrste* objektivnih verovatnoća. Razlog za to je što bi, u tom slučaju, (L2^G) bilo cirkularno: izraz „objektivne verovatnoće“ u antecedensu (L2^G) bi već značio da su te objektivne verovatnoće jedinstvene⁴⁸. Argumente van laplasovske pozicije za (L2^G) Gildenhajs ne pruža i prema mom mišljenju, jako je teško naći ih, bez pozivanja na neki dodatni princip (poput recimo Luisovog OP), što bi snagu argumenta Laplasovog demona umnogome svelo na snagu tog principa.

Ova razmatranja nas dovode do GH1. Iako mislim da je, strogo posmatrajući, Gildenhajs u pravu kada tvrdi da ništa ne obavezuje laplasovce da prihvate Soberovu interpretaciju L2, ne vidim način da se ne obavežu na neku verziju L2, odnosno, na tvrdnju da su jedine objektivne verovatnoće one koje su maksimalno prediktivno vredne. Uzmimo Soberov primer aktualne frekvencionističke interpretacije verovatnoća. Laplasovac bi zbog nečega morao da kaže da verovatnoće kako ih aktualni frekvencionista shvata nisu objektivne verovatnoće. Recimo da imamo sveznajućeg demona koji zna svaki događaj u svetu. Ukoliko je takav demon aktualni frekvencionista, on bi rekao da su neki događaji imali neku verovatnoću x različitu od trivijalnih vrednosti, iako bi naravno znao da li će se ti događaji desiti ili ne. Laplasovac bi rekao da te verovatnoće nisu objektivne verovatnoće - ali zbog čega? Izgleda kao da postoje samo dva moguća tipa odgovora: takve verovatnoće nisu *objektivne jer nisu laplasovske* ili da takve verovatnoće nisu *verovatnoće uopšte*.

Prvi tip odgovora ne može biti utemeljen samo u razlici od laplasovskih verovatnoća. Ovakav demon nema nedostatak epistemičkog položaja. On ima potpuno znanje o svetu, i sve što

48 Ukoliko princip ne tvrdi jedinstvenost, onda tvrdi nešto poput: verovatnoće koje nisu objektivne, zbog toga nisu objektivne.

računa je aktualna relativna frekvencija javljanja događaja. Nema epistemičkog nedostatka zbog kog on daje frekvencionističku verovatnoću. Postoji razlika u *prediktivnoj moći*: frekvencionistička informacija je manje prediktivna nego što bi to bila informacija na osnovu istorije i zakona.

Drugi tip odgovora, prema kom frekvencije nisu *verovatnoće uopšte* je problematičan iz drugih razloga. Laplasovska pozicija tvrdi da verovatnoće jesu ili nisu objektivne. Ne postoji način da preko argumenta Laplasovog demona dođemo do zaključka da neka interpretacija nije dobar kandidat za teoriju verovatnoće, jer bismo onda sve verovatnoće sveli na laplasovske šanse. Svaka interpretacija koja kaže da su verovatnoće nešto različito od laplasovskih bi po istom kriterijumu kao frekvencionistička bila otpisana.

2.3. Verovatnoće i zakoni prirode

Tvrđnja o jedinstvenosti objektivnih verovatnoća nije trivijalna kao što Gildenhajs smatra, zato što uslov poznavanja fundamentalnih zakona prirode za Laplasovog demona nije trivijalan, niti, kako ću zastupati, dovoljno detaljno analiziran u formulaciji laplasovskih argumenata. Podsetimo se: mikroverovatnoće za koje će laplasovci reći da su objektivne jesu one koje se dobijaju potpunim mikroopisom sveta i fundamentalnim prirodnim zakonima. Glavna ideja je da, ukoliko demon zna potpuni mikroopis sveta i fundamentalne prirodne zakone, on će moći da predvidi svako buduće (i prošlo) stanje ukoliko je svet deterministički. Sam Gildenhajs napominje u jednom momentu (Gildenhys, 2016, str. 12) da će zakone prirode shvatati kao objektivne, odnosno, da prihvata realizam povodom prirodnih zakona. Ovo je nužan uslov za laplasovski argument, jer ukoliko se zakoni ne shvate kao objektivni, onda ni verovatnoće dobijene preko njih ne mogu biti objektivne u smislu u kom bi laplasovci želeli. Ali, moramo da ispitamo kako možemo shvatiti same prirodne zakone da bismo videli da li sledi laplasovska pozicija na osnovu argumenta Laplasovog demona.

Kao što smo pomenuli u uvodu, postoje tri glavne koncepcije prirodnih zakona: regularnosti, upravljanja, i moći.⁴⁹ Bez ulaženja u preterano detaljno istorijsko razmatranje,

⁴⁹ Podrazumevamo realizam povodom prirodnih zakona i realizam povodom filozofije prirodnih nauka uopšte. Opcija instrumentalizma prema prirodnim zakonima je, naravno, validna, ali u tom slučaju argumenti poput Laplasovog demona i argumenta na osnovu OP nemaju jednu od polaznih premisa, tako da zaključci tih argumenata trivijalno ne slede. Zato tu opciju nećemo razmatrati.

poreklo svake od te tri koncepcije se može videti u nekom istorijskom načinu shvatanja nauke i filozofije: od Aristotela [*Aristotle*] pa do Dekarta [*René Descartes*] je bilo uobičajeno da fizičke procese objašnjavamo *moćima* fizičkih stvari. Dekart je potom odbacio ideju moći fizičke supstancije, i uveo tri zakona kretanja koji bi trebalo da objasne fizičke procese. Zakoni prema njemu, ne mogu da se svedu na prirodne procese, a prirodno procesi *moraju* da se odvijaju prema njima. Od Dekarta do Hjuma [*David Hume*], zakoni su se najčešće vezivali za boga, i u izvesnom smislu se shvatali kao božje odluke⁵⁰. Kasnije, Hjum u potpunosti odbacuje ideje ikakvih „nužnosti“ u prirodi, sa čime i ideju zakona kao nečega po čemu se odvijaju procesi. On više o zakonima ne govori kao nezavisnim od empirijski dostupnih procesa, već dobija sliku o zakonima koji se svode na *regularnosti* koje opažamo u tim procesima (det. o zakonima prirode u Carroll, 2016, Lange 2006, 2009).

Moderne koncepcije možemo smatrati kao sofisticirane naslednike tih istorijskih ideja. Tako koncepcija zakona kao moći, u aristotelijanskoj i srednjevekovnoj tradiciji, smatra da u nekom smislu prirodni zakoni ne postoje, već da ono što smatramo prirodnim zakonima jeste dobar opis načina ispoljavanja moći koje fizičke stvari imaju. Prema koncepcijama zakona kao upravljanja, u dekartovskoj tradiciji, zakoni postoje i imaju drugačiji ontološki status. I najzad, koncepcija zakona kao regularnosti preuzima od hjumovske tradicije odbijanja bilo kakve „nužnosti“ u svetu, i zakone shvata kao određene vrste regularnosti koje se pojavljuju među fizičkim procesima.⁵¹

Svaka od ovih koncepcija nosi sa sobom neke specifičnosti povodom shvatanja objektivnih verovatnoća. (Npr. jako je teško videti kako luisovske verovatnoće mogu da funkcionišu van luisovske koncepcije zakona kao teorema najboljeg sistema, odnosno, van zakona kao regularnosti. I obrnuto, teško je videti kako u luisovskoj koncepciji zakona može biti mesta za entitete kao što je propenzitet.) Ono što ću tvrditi kao zaključak analize veze između prirodnih zakona i objektivnih verovatnoća jeste da argument Laplasovog demona nije uklopljiv sa zakonima kao regularnostima; da zaključak na osnovu argumenta Laplasovog demona ne mora da sledi ako zakone shvatamo kao moći; i da koncepcija upravljanja ostavlja mesto za još objektivnih verovatnoća, tj. za objektivne verovatnoće različite od laplasovskih.

50 Hobs, npr. je istaknuti izuzetak, koji nije vezivao zakone za boga.

51 Postoje i drugačiji načini podele koncepcija prirodnih zakona. Recimo, Lover koncepcije deli na hjumovske i ne-hjumovske (detaljno u: (Loewer 2012, str. 116). Ali, takve podele su obično motivisane zastupanjem jedne od opcija, i onda svrstavanjem svih ostalih u drugu grupu.

- **Hjumovski zakoni i laplasovska pozicija:** Pretpostavimo da je ispravno zakone shvatiti na hjumovski način. U tom slučaju, u našem svetu sve što postoji jeste hjumovski mozaik fundamentalnih kategoričkih svojstava. Opet, vredi napomenuti da nije bitno da li smatramo ta svojstva potpuno prirodnim poput Luisa (1986) ili mislimo da teorija specifikuje to šta su fundamentalna svojstva poput Lovera (Loewer 2007, ili npr. Beebee, 2000), jer oba gledišta tvrde da svojstva moraju da budu kategorička u smislu da instancijacija takvih svojstava u jednoj regiji prostor-vremena ne znači ništa povodom instancijacije bilo kojih svojstava u potpuno različitoj regiji prostor-vremena. Ovo znači da evolucija sistema iz jednog momenta u drugi nije ni deterministička niti indeterministička - jer u ontologiji nema ničega što bi je učinilo determinističkom niti indeterminističkom, već to čine fundamentalni zakoni. Pošto hjumovski mozaik određuje kakvi će biti zakoni, onda ono što ostaje od laplasovske pozicije jeste sledeće: ukoliko je mozaik takav da su fundamentalni zakoni deterministički, onda će objektivne verovatnoće biti 0 ili 1. Ali, ovakva pozicija je ili trivijalna ili tvrdi nešto što nije u skladu sa hjumovskim shvatanjem zakona. Razmotrimo dva moguća načina da shvatimo ovu poziciju.
 - Prvi način da shvatimo ovakvu poziciju jeste da je interpretiramo tako da njome tvrdimo potpuno isto što i hjumovci: ukoliko je najbolji sistem teorema takav da nema probabilističkih teorema, onda nema netrivialnih objektivnih verovatnoća. Ovo zvuči u skladu sa luisovsko shvatanjem prirodnih zakona, ali je u potpunosti isto kao i luisovsko shvatanje objektivnih verovatnoća. Kao što smo videli kod npr. Lovera (2001), može biti objektivnih netrivialnih verovatnoća čak i ako prihvatimo njutnovsku fiziku kao fundamentalnu. Odnosno, probabilističkih teorema može biti u različitim sistemima, tako da nam ovakva interpretacija laplasovske pozicije ne bi rekla ništa sem što bi ponovila luisovsko shvatanje zakona i objektivnih verovatnoća. Laplasovska pozicija bi tako tvrdila da ako nema probabilističkih teorema, onda nema objektivnih verovatnoća, što se svodi na to da ako nema probabilističkih teorema onda nema probabilističkih teorema.
 - Drugi način da interpretiramo laplasovsku poziciju jeste da je shvatimo tako da ona tvrdi da je stvarnost takva da najbolji sistem teorema *neće imati* probabilističke teoreme. Ovakva interpretacija nije trivijalna, ali ne može biti u skladu sa osnovnom

hjumovskom idejom. Prema toj ideji u samoj stvarnosti nema ničega što evoluciju sistema iz jednog stanja nužno vodi u drugo, pa tako mora postojati mogućnost da je mozaik takav da ne može da se opiše nekim determinističkim zakonom.

- **Zakoni kao moći i laplasovska pozicija:** Najpoznatija predstavica ovakve koncepcije je Kartrajt (Cartwright, 1980). Prema mojoj interpretaciji, dva su suštinska argumenta za opravdanje koncepcije moći: argument o *ceteris paribus* statusu zakona fundamentalne fizike i argument o nemogućnosti objašnjenja fizičkih procesa bez pozivanja na moći (Cartwright, 1980). Prvi argument je jednostavan koliko i kontraverzan. U tom argumentu, Kartrajt tvrdi da ako negde postoje zakoni koji predstavljaju regularnosti koje su bez izuzetaka istinite, to moraju biti zakoni fundamentalne fizike. Prema Kartrajtu, nije slučaj da u fundamentalnoj fizici vidimo takve zakone, jer svaki od zakona je istinit isključivo kada apstrahujemo uticaj drugih faktora i gledamo samo na teoretskom nivou šta bi se dešavalo da nema dodatnih faktora. Recimo, „teška tela padaju“ važi uz uslov kada na njih deluje dovoljno jaka gravitaciona sila ili kada se gravitaciona sila ne poništava nekom drugom silom. Prema njoj, potvrdu istinitosti zakona fizike možemo videti isključivo u ograničenim laboratorijskim uslovima, dok u opštem slučaju oni važe samo uz *ceteris paribus* uslov. (Kao što to važe i zakoni specijalnih nauka. Štaviše, Kartrajt tvrdi da je „Svi ljudi su smrtni“ regularnost čiju istinu je daleko lakše prihvatiti nego bilo koju regularnost fundamentalne fizike.) Zbog toga, Kartrajt tvrdi da nema zakona fizike koji su, strogo gledano, istiniti. Prema njoj, najbolji način da ih tumačimo jeste da usvojimo neku aristotelijansku koncepciju zakona, odnosno, da tvrdimo da oni ni ne treba da budu istiniti ili neistiniti (Kartrajt ovo naziva aristotelijanskom pozicijom, a ja ovde koristim njenu terminologiju), već da na dovoljno dobar način objasne delovanje moći koje ispoljavaju prirodni entiteti.

Drugi argument koji Kartrajt iznosi poziva se na to da nijedna koncepcija zakona ne može da objasni zašto se procesi odvijaju kako se odvijaju bez pozivanja na moći. Premisa koju Kartrajt uzima u ovom argumentu jeste da očekujemo od zakona da upravljaju događajima u izvesnom smislu. (Ovo ignoriše jake hjumovske koncepcije koje eksplicitno odbijaju takvo očekivanje.) Ukoliko to želimo od zakona, jasno je da bilo koje regularnosti ne mogu obavljati tu funkciju, jer ne bi bilo moguće da one upravljaju događajima u bilo kom smislu. Regularnosti su sačinjene od događaja, ne mogu upravljati

njima. Pozivanje na relacije između univerzalija, prema Kartrajt, ne može pomoći, jer apstraktni entiteti među kojima te relacije važe ne mogu da utiču na fizičke entitete. Apstraktni entiteti među kojima važe određene relacije najbolje što mogu, prema Kartrajt, jeste da nam objasne zašto su neke regularnosti bolje od drugih - nešto što je problem za hjumovske postavke - ali ne mogu da upravljaju dešavanjima u fizičkom svetu, jer nemaju „moći“ za to. Prema Kartrajt, ono što nam preostaje jeste da budemo instrumentalisti povodom prirodnih zakona ili da prihvatimo aristotelijansku poziciju prema kojoj zakoni jesu dovoljno dobar opis ispoljavanja moći fizičkih stvari.

Kako ovo utiče na laplasovski argument? Zakoni fundamentalne fizike prema ovakvoj koncepciji imaju *ceteris paribus* status, kao i zakoni drugih nauka. Svaki od tih zakona treba da pruži dobar opis moći koje imaju fizički entiteti. Prema tome, zakoni specijalnih nauka, koji su često probabilističkog tipa mogu imati jednako objektivni status kao i deterministički zakoni onoga što mi smatramo fundamentalnom fizikom. U tom smislu, laplasovski demon može izabrati determinističke zakone u predviđanju stanja, ali to ne čini predviđanja ili objašnjenja na osnovu specijalnih zakona subjektivnim. Samim tim, za verovatnoće u takvim naukama ne možemo reći da su subjektivne, na osnovu zakona prirode. Ipak, laplasov demon bi mogao da predvidi svako buduće stanje na osnovu znanja moći. Tako da bi zaključak na osnovu laplasovskog argumenta bio donekle čudan u ovom slučaju: verovatnoće makronauka bi nam bile jednako odraz epistemičkog položaja kao i trivijalne verovatnoće mikronauka, sve dok o njima zaključujemo preko zakona, a ne preko moći.

- **Zakoni kao upravljanje i laplasovska pozicija:** Ako zakone shvatimo kao nešto što upravlja procesima, oni su u izvesnom smislu entiteti koji postoje nezavisno od aktualnih instancijacija kategoričkih svojstava u prostor-vremenu. U svetovima koji su radikalno drugačiji povodom instancijacije kategoričkih svojstava, možemo imati potpuno iste fundamentalne zakone kao i u ovom svetu. Ovo važi bez obzira da li ćemo tvrditi da su zakoni posledica nekategoričkih svojstava poput Birda [*Alexander Bird*] (Bird, 2005) ili da su oni sami entiteti koji produkuju evoluciju sistema poput Modlina [*Tim Maudlin*] (Maudlin, 2007). Sistem evoluira iz jednog momenta u drugi momenat vođen ili nekategoričkim svojstvima ili nezavisnim fundamentalnim zakonima, tako da postoji nešto u realnosti što dovodi do determinističke ili indeterminističke evolucije sistema.

Tako u zavisnosti od toga da li su fundamentalna svojstva ili fundamentalni zakoni takvi da proizvode (in)determinističku evoluciju imamo prostora da kažemo da laplasovska pozicija u sklopu sa ovakvim shvatanjem zakona govori nešto supstantivno.

Ali, ovakav način shvatanja zakona nas potpuno vraća na Soberov argument iz izvodivosti. Naime, jedna od Gildenhajsovih premisa za kritiku ovog Soberovog argumenta jeste to što Sober nije dokazao da je višestruka realizibilnost metafizička. (Gildenhuis 2016, str 401.) Ako zakone shvatimo kao upravljanja, onda je nomološki i metafizički moguće da su kategorička svojstva bila instancirana na različite načine, a da su zakoni isti kao u našem svetu. Odnosno, postoji objektivna informacija oko toga šta bi se desilo da je mikrostanje na određeni metafizički mogući način bilo drugačije, jer bi se evolucija odvijala preko nezavisnih fundamentalnih zakona. Ovo je upravo informacija na osnovu višestruke realizibilnosti koju je Sober u svom argumentu izneo. Ta informacija ne zavisi od epistemičkog položaja, jer možemo imati potpuno poznavanje sistema i mogućih evolucija i početnih stanja sistema, a i dalje misliti da je fizička činjenica da će određeni sistem u, recimo, 90% mogućih slučajeva evoluirati u određeno stanje. Ovo je, primetimo, i shvatanje koje je jako slično interpretaciji protivčinjeničkih verovatnoća.

Poglavlje 3: Verovatnoće u determinističkim sistemima

Klasična statistička mehanika u filozofiji verovatnoće predstavlja najveći slučaj neslaganja oko pitanja objektivnih determinističkih verovatnoća. Zbog toga što je rasprava oko KSM najbitnija u debati oko filozofije verovatnoće, na analizu tog problema ćemo potrošiti najviše prostora u ovom poglavlju. U drugom delu poglavlja ćemo videti dva preostala deterministička sistema za koje postoji pitanje interpretacije verovatnoće: klasične igre šansi i evolutivnu biologiju. Ta dva slučaja ćemo analizirati sa manje detalja od KSM, zbog toga što je najveći deo literature u filozofiji verovatnoće posvećen upravo slučaju KSM-a. Ali, mislim da se neke (ne sve) poente mogu preneti i na probleme u igrama šansi i EB (za zgodan pregled verovatnoća u KSM i EB videti: Berkovitz & Huneman, 2015.)

3.1. Klasična statistička mehanika

3.1.1. Termodinamika i statistička mehanika

Klasična statistička mehanika (KSM) pruža statističko objašnjenje za termodinamičke procese, prema kome je u izolovanim termodinamičkim sistemima povećanje entropije sistema *jako verovatno*. Ovakvo zaključivanje trebalo bi da nam objasni svakodnevne termodinamičke procese u kojima vidimo da se entropija sistema uvek povećava. Ali, budući da ovo objašnjenje polazi od njutnovskih dinamičkih zakona koji su vremenski reverzibilni, verovatnoća da je sistem evoluirao *iz* stanja više entropije u stanje niže bi trebalo da bude jednako velika. Evoluiranje sistema iz više entropije u sistem niže entropije nije nešto što obično imamo u iskustvu. KSM bez dodatnih pretpostavki ne može da objasni tu asimetriju.

Jedna popularna pretpostavka za objašnjenje asimetrije termodinamičkih procesa jeste pretpostavka o asimetričnom graničnom stanju univerzuma. Prema ovakvom predlogu, treba pretpostaviti da je „u nastanku“ univerzum bio u stanju veoma niske entropije. Termin „u nastanku“ kao i termin „u prošlosti“ treba shvatiti instrumentalno. Njime ne tvrdimo da postoji

objektivna razlika između prošlosti i budućnosti. U jednom od graničnih stanja univerzuma je entropija bila jako niska. Mi to granično stanje identifikujemo kao prošlost jer bismo u ovom slučaju protok vremena vezali za povećanje entropije. Predlog o graničnom stanju niske entropije je postao veoma popularan među fizičarima i filozofima (Hawking, 1987, Loewer, 2012, Albert 2000). Prais predlog naziva „akauzalni-partikularan“ [eng. *acausal-particular*]: svet ne opisujemo uzročnim relacijama, ali postuliramo partikularno asimetrično granično stanje; Albert predlog naziva *Hipoteza Prošlosti* [eng. *Past Hypothesis*] (Albert, 2000, pog. 4). Pratiću Albertovu terminologiju, jer izgleda da je to postao standard u filozofskoj literaturi (videti npr. u: Callender, 2016, od. 2). Postoje pitanja da li je Hipoteza Prošlosti (HP) uopšte smisljena (Earman, 2006) ili najbolja za rešenje problema asimetrije (npr. Ćirković, 2003). U ovom poglavlju nećemo se baviti time da li je smisljena, a pitanje toga da li je najbolje rešenje za problem asimetrije ćemo se baviti.

Pitanje koja će biti u primarnom fokusu jeste pitanje o tumačenju probablističkih pojmova u KSM objašnjenjima. Drugo pitanje biće status HP pri KSM objašnjenju.

Ova dva pitanja nisu nezavisna. Da bismo na njih odgovorili, prvo moramo videti na koji način se u standardnom KSM objašnjenju termodinamičkih procesa upotrebljavaju probablistički pojmovi, i potom da li i na koji način se oni upotrebljavaju u HP. Posle analize objašnjenja drugog zakona termodinamike preko KSM i analize rešenja asimetrije preko HP, ispitaćemo nekoliko mogućih načina za interpretiranje probablističkih pojmova upletenih u KSM i HP.

Da bismo došli do KSM probablističkog objašnjenja i HP, moramo da vidimo kako nastaje problem objašnjenja termodinamičkih procesa. Ovo je slavni problem *strele vremena* [eng. *arrow of time*]. Jedan tip fizičkih procesa koji je vremenski asimetričan jesu termodinamički procesi. Neki od svakodnevnih fizičkih procesa poput topljenja leda spontano se odvijaju samo u jednom vremenskom smeru. Kada je temperatura okoline iznad nula stepeni, vidimo da se led spontano otopi u čaši vode, ali ne vidimo da se iz čaše vode spontano stvori kocka leda. Drugi zakon termodinamike bi trebalo da objasni ove termodinamičke procese. Prva verzija tog zakona je čuvena Klauzijeva tvrdnja [eng. *Clausius statement*]: „Toplota nikada ne može preći sa hladnijeg na toplije telo bez neke druge promene, povezane sa tim prelazom, koja se dešava u isto vreme.“, a kasnije Klauzije daje i formulaciju kojom tvrdi da entropija univerzuma teži maksimumu, uvodeći tako pojam entropije u termodinamiku.⁵²

52 Druga verzija je jednako čuvena Kelvinova tvrdnja [eng. *Kelvin statement*]: „Nemoguće je, sredstvima neživog

3.1.2. Maksvelov demon

Sve ove verzije drugog zakona termodinamike tiču se makroskopskih pojava i izrečene su u terminima koji se tiču makroskopskih entiteta ili njihovih svojstava. Treća formulacija uvodi slavan pojam entropije kao funkcije stanja termodinamičkog sistema u odnosu na apsorbovanu toplotu i temperaturu sistema. Krajem 19-og veka, shvatanje makroskopskih entiteta koji su predmet ovakvih zakona je počelo da se menja. Pogledajmo, na primer, neki gas. Gas možemo shvatiti kao sastavljen od velikog broja mikroskopskih čestica, recimo molekula. Recimo da se neki gas nalazi u nekoj kutiji. Termodinamički pojam pritiska, koji gas ispoljava na zid te kutije, sada možemo posmatrati kao meru sile, po jedinici vremena i po jedinici površine, koju gas ispoljava na zid; odnosno, *koliko* čestica gasa po jedinici vremena i po jedinici prostora udara i *koliko jako* udaraju u zid. Termodinamički pojam temperature, prema ovakvom shvatanju gasa, možemo identifikovati kao prosečnu kinetičku energiju čestica gasa. Prema ovakvom shvatanju toplota nije neka nova forma energije, već je kao i ostala energija u njutnovskoj slici sveta mehanička.

Ovakvo posmatranje gasova je dovelo do preispitivanja statusa drugog zakona termodinamike. To preispitivanje je na kraju dovelo do formulacije prema kojoj asimetrija termodinamičkih procesa koju drugi zakon opisuje jeste stvar *visoke verovatnoće*, a ne *izvesnosti*. U prilog ovakvom, probabilističkom, shvatanju drugog zakona Maksvel [*James Clerk Maxwell*] je ponudio slavan misaoni eksperiment, kasnije u literaturi nazvan *Maksvelovim demonom* (Maxwell, 1871, o istoriji argumenta detaljnije u: Hemmo i Orly, 2012).

Interpretaciju argumenta Maksvelovog demona predstaviću prateći Alberta (Albert, 2000, str. 38-43). Treba napomenuti da je Maksvelov demon jedan od najznačajnijih argumenata na osnovu misaonog eksperimenta u istoriji nauke, i da može da se analizira na daleko detaljniji način. Za naše svrhe sledeća analiza će biti dovoljno dobra.

Pretpostavimo da imamo jednu kutiju u kojoj su dva gasa razdvojena zidom na sredini. Sa jedne strane zida je topliji, a sa druge strane hladniji gas. Na zidu se nalazi jedna rupa pokrivena poklopcem koji se može ukloniti bez uticaja na termodinamička svojstva bilo kog od dva gasa. Pod izrazom „bez uticaja na...“ podrazumevamo da sam čin pomeranja poklopca neće uticati na temperaturu niti pritisak gasa: recimo da je poklopac arbitrarno tanak i arbitrarno lak za

materijalnog uticaja, proizvesti mehanički efekat od bilo kog dela materije hladniji ga ispod temperature najhladnijeg od okolnih objekata.“

uklanjanje sa i vraćanje na mesto. Recimo da taj poklopac kontroliše demon koji može da vidi tačno mikrostanje u kom se nalaze oba gasa. Odnosno, demon može dovoljno brzo da proračuna brzine i pozicije molekula gasova. (Umesto demona može biti i superkompjuter koji ima iste mogućnosti kao demon. Poenta misaonog eksperimenta ne zavisi od pretpostavke o natprirodnom biću.) Demon upravlja poklopcem na sledeći način: kada se poklopcu približava čestica toplijeg gasa čija je kinetička energija niža nego prosečna kinetička energija hladnijeg gasa, demon otvara i brzo zatvara poklopac i tako da samo ta čestica prolazi kroz rupu; i obrnuto, kada poklopcu prilazi čestica hladnijeg gasa čija je kinetička energija viša nego prosečna kinetička energija toplijeg gasa, demon otvara i zatvara poklopac. (Ovo je grubo opisan mehanizam kojim demon funkcioniše, s obzirom da pričamo o individualnim česticama umesto o grupama čestica prosečne kinetičke energije.) Na ovaj način, prosečna kinetička energija, odnosno temperatura, toplijeg gasa postaje veća, dok će prosečna kinetička energija hladnijeg gasa postajati niža. Odnosno, topliji gas će postajati još topliji, a hladniji gas će postajati još hladniji, bez uložene energije pri transformaciji ovih gasova.⁵³ Ova transformacija protivreči drugom zakonu termodinamike (Albert, 2000, str. 38-43). Možemo reći da istina drugog zakona termodinamike izgleda da zavisi od nepostojanja demona ili superkompjutera koji bi mogao da na ovakav način upravlja transformacijom sistema. Ali, Maksvelov demon ne pokazuje samo da je transformacija sistema koja nije u skladu sa drugim zakonom termodinamike moguća pod kontrolisanim navođenjem sistema. Ono na čemu se mogućnost opisane transformacije gasova, zasniva, između ostalog, jeste činjenica da potpun termodinamički opis sistema nije ni izbliza potpun fizički opis sistema. Potpun termodinamički opis sistema treba da shvatimo kao iscrpan opis svih termodinamičkih svojstava jednog sistema. Potpun fizički opis sistema treba da shvatimo kao iscrpan opis svih čestica i svih fizičkih svojstava svake od čestica koje sačinjavaju sistem. Jedan sistem koji je potpuno termodinamički opisan može imati beskonačno mnogo različitih potpunih fizičkih opisa sistema. Odnosno, jedno makrostanje može biti realizovano sa beskonačno mnogo mikrostanja. Maksvelov demon ima daleko detaljnije informacije o sistemu od nas: on zna tačno mikrostanje sistema. Upravo zato, moguće je da usmeri sistem ka „netermodinamičkom“ ponašanju. (Kao što sam napomenuo, interpretacija je delimično preuzeta od Alberta (Albert, 2000, str. 38-43).)

Zamislimo sada da se poklopac otvara i zatvara prema automatski nasumično generisanom rasporedu. Budući da ima beskonačno mnogo mikrostanja koja realizuju

53 Podsetimo se, za energiju koja nastaje pomeranjem poklopca smo rekli da je zanemarljivo mala.

makrostanje sistema koje vidimo, barem jedno od tih stanja biće takvo da je poklopcu koji treba da se upravo otvori najbliža „spora“ čestica iz toplijeg gasa, i da će ona proći kada se poklopac otvori; i obrnuto, u suprotnom smeru „brža“ čestica će proći ka toplijem gasu. Recimo da se takva situacija ponavlja nekoliko puta. Ovo izgleda kao *veoma neverovatna* transformacija sistema. Ali, ta transformacija jeste u skladu sa dinamičkim zakonima odgovornim za evoluciju mikrostanja. Ukoliko je moguće da Maksvelov demon otvara poklopac na način koji dovodi do takve transformacije, onda je moguće da se poklopac i slučajno tako otvara. (Sve što je potrebno za takvu posledicu jeste pretpostaviti da je nasumični generator uredio termine otvaranja koji se poklapaju sa terminima koje bi izabrao Maksvelov demon.) Štaviše, mogućnost o kojoj pričamo je fizička mogućnost, jer se transformacija odvija prema zakonima njutnovske fizike. Posledice mogućnosti ovakve transformacije su iste kao i u slučaju Maksvelovog demona: transformacija sistema koja nije u skladu sa verzijama drugog zakona termodinamike koje smo pomenuli. Tako je kršenje drugog zakona moguće, nezavisno od postojanja entiteta koji bi kontrolisao takve transformacije. Zbog čega onda imamo asimetriju u iskustvu?

3.1.3 Bolcmanovska statistička mehanika

Objašnjenje, slavno koliko i uticajno, ponudio je Bolcman [*Ludwig Eduard Boltzmann*] (Boltzman, 1895a, 1895b, 1964). Pre predstavljanja tog rešenja, neophodno je nekoliko napomena. Dva opšta načina za objašnjenje termodinamičkih procesa preko statističke mehanike su Bolcmanov, odnosno, bolcmanovski i Gibsov [*Josiah Willard Gibbs*], odnosno gibsovski (Gibbs, 1902). Nije uobičajeno smatrati ova dva načina ekvivalentnim, niti kompatibilnim (detaljnije u Frigg, 2008, za pokušaj pomirenja dva pristupa videti npr. Lavis, 2005). Mi ćemo posmatrati bolcmanovski razvitak statističke mehanike. Zarad jednostavnosti, dosad smo i nadalje ćemo na to referirati kao na KSM, iako bi precizniji naziv bio bolcmanovska statistička mehanika.

Unutar bolcmanovske KSM i dalje imamo različite pristupe. Budući da je naš fokus na pitanju kakav tip verovatnoće se koristi unutar KSM, bitno je kako se verovatnoće pojavljuju u toj priči. Postoje dva opšta pristupa za shvatanje ulaska verovatnoća, koje je Frigg recimo razlikovao po tome da li su verovatnoće „makroverovatnoće“ ili „mikroverovatnoće“ (Frigg, 2008, 2010). (Nazivi su za naše potrebe pomalo nesrećni, jer smo već imali nazive makro i mikroverovatnoće u različitim kontekstima.) Videćemo oba načina za ulazak verovatnoća, ali

ćemo se fokusirati na drugi.

Bolcmanovo objašnjenje je sledeće: Posmatrajmo gas sastavljen od arbitrarno velikog broja N čestica. N je dovoljno velik broj tako da je sistem makroskopski ($N > 10^{23}+$). Neka je gas zatvoren u prostoru konačne zapremine V i neka ima totalnu energiju E . Nazovimo potpun opis pozicije i momentuma svake čestice gasa jednim mikrostanjem sistema, odnosno, gasa. Bilo koje mikrostanje x gasa možemo predstaviti jednom tačkom u $6N$ -dimenzionalnom faznom prostoru Γ . (Neće doći do zabune ako sa x obeležavamo i mikrostanje i tačku u faznom prostoru koja predstavlja to mikrostanje.) Tačka koja predstavlja mikrostanje x se nalazi u Γ_a podregiji prostora Γ , odnosno, onome što ćemo nazvati dostiživa regija prostora. (Pošto pretpostavljamo da je energija E gasa konstantna, onda će dostiživa regija prostora biti kompletna na $6N-1$ -dimenzionalnoj hiperpodlozi Γ_E , koja je definisana uslovom $H(x)=E$, gde je H Hamiltonijan sistema, a E totalna energija sistema. Budući da ovo nikako ne utiče na uvođenje probabilističkih pojmova, pričaćemo o kompletnom $6N$ faznom prostoru, zarad jednostavnosti.) Fazni prostor Γ je Lebeg merljiv⁵⁴. Obeležimo Lebeg meru neke regije R prostora Γ sa $\mu(R)$. Pretpostavimo da je dinamika sistema čestica koje čine gas vođena hamiltonovskim jednačinama kretanja⁵⁵. Hamiltonovske jednačine definišu protok φ koji čuva meru na faznom prostoru. Tako, $\varphi_t : \Gamma \rightarrow \Gamma$, i važi $\mu(R) = \mu(\varphi_t(R))$ za svako vreme t , i za sve regije $R \subseteq \Gamma$.

Jedna od glavnih pretpostavki KSM je da makrostanje gasa supervenira na jednom mikrostanju, odnosno, promena makrostanja mora biti praćena promenom mikrostanja. Dakle, mikrostanje x jedinstveno određuje neko makrostanje $M(x)$, za svako $x \in \Gamma_a$. Sa druge strane, neprebrojivo mnogo mikrostanja mogu realizovati neko makrostanje M_i . Onda možemo definisati regiju prostora koja odgovara makrostanju M_i , kao regiju koju čine sva mikrostanja koja realizuju to makrostanje: $\Gamma_{M_i} := \{x \in \Gamma_a \mid M_i = M(x)\}$, $i = 1, \dots, m$. Regije Γ_{M_i} formiraju particiju na Γ_a , odnosno, presek Γ_{M_i} i Γ_{M_j} je prazan skup za svako i i j , i unija svih Γ_{M_i} regija je jednaka Γ_a .

Za svako makrostanje M_i možemo reći da odgovara određena veličina regije unutar prostora Γ_a . Regije Γ_{M_i} jesu određene makrostanjima M_i , tako da jedna regija ne može biti manja od prostora koje zauzima neko makrostanje M_i , odnosno, m je maksimalan broj regija koje mogu

54 Videti (Davey, 2005) za detaljno ispitivanje mogućnosti opravdanja mere koje koristimo u KSM.

55 Ovo je gotovo pa standardna pretpostavka u literaturi (videti npr. Uffink, 2007, Frigg 2008, 2009, 2010, 2016; Lavis, 2005, Sklar, 2000, itd.) Albert i Lover su jedini koji dinamiku predstavljaju kao njutnovsku, a ne hamiltonovsku (Loeover, 2002, 2008, Albert, 2000). Ali, ni kod njih ta pretpostavka nije od suštinske važnosti, i argumenti (uglavnom) ne zavise od opisa transformacije sistema u terminima njutnovske dinamike.

biti određene jedinstvenim makrostanjima. Kolika je veličina regije dobijamo preko Lebegove mere, i označavamo je sa $\mu(\Gamma_{M_i})$. Entropija makrostanja je, u ovom smislu, proporcionalna meri veličini prostora koji makrostanje zauzimaju. Definišimo Bolcmanovu entropiju makrostanja M_i na sledeći način:

$$SB(M_i) = k \ln (\mu(\Gamma_{M_i})) \text{ (Frigg, 2010, str. 4)}$$

$SB(M_i)$ predstavlja entropiju makrostanja M_i , a k broj koji je poznat kao Bolcmanova konstanta. Ovo nije potpuno isti izraz kao slavna Bolcmanova formula koja stoji zapisana na nadgrobnom spomeniku velikog naučnika. Ta formula je: $S = k \log W$. Iz razloga koji ćemo ubrzo videti, ove formule možemo smatrati ekvivalentnim.

Kada imamo definisanu Bolcmanovu entropiju (SB), možemo formulirati ono što se u literaturi naziva Bolcmanov drugi zakon termodinamike (BZ):

(BZ) Posmatrajmo proizvoljan momenat vremena t i pretpostavimo da u momentu t Bolcmanova entropija $SB(t)$ sistema jeste niska. Onda, *jako je verovatno* da za svako vreme $t_n > t$ važi $SB(t_n) \geq SB(t)$. (Frigg, 2010, str. 4)

Kao što smo pomenuli, verovatnoće u ovoj formulaciji BZ mogu da budu shvaćene na dva načina, kao makroverovatnoće i kao mikroverovatnoće, čime ćemo se sada baviti (Frigg, 2010, str. 2).

3.1.4. Makroverovatnoće u KSM

Shvatanje verovatnoća kao makroverovatnoća je Bolcman prvobitno ponudio (Uffink, 2007). Tako shvaćene verovatnoće se pripisuju makrostanjima M_i sistema, i povezane su sa načinom na koji Bolcman konstruiše regiju prostora Γ_{M_i} , odnosno onime što je u literaturi poznato kao „kombinatorički argument“ [eng. *combinatorial argument*] (Frigg, 2010, str. 5).

Posmatrajmo 6-dimenzionalni fazni prostor, koji ćemo nazvati po standardnoj notaciji μ -prostor. Jedna tačka u μ -prostoru, predstavljajući stanje jedne čestice nekog gasa, prema parametrima pozicije i momentuma. Odnos $6N$ -dimenzionalnog faznog prostora Γ i μ -prostora je sledeći: mikrostanje sistema od N čestica predstavljamo jednom tačkom na prostoru Γ ; isto to mikrostanje se predstavlja sa N tačaka u μ -prostoru.

Podelimo μ -prostor na particije veličine δw . Na ovaj način konačna regija dostiživog μ -prostora jeste podeljena u konačan broj particija w_i , $i = 1, \dots, k$. (Granice svake particije su određene sa šest parametara prostora.)

Posmatrajmo gas koji ima N čestica. Kompletno stanje gasa možemo predstaviti sa N tačaka u μ -prostoru. Nazovimo specifikaciju toga *koje* tačke se nalaze u kojoj particiji „uređenjem“. (Na faznom prostoru Γ koji ima $6N$ -dimenzija jedno uređenje predstavljamo jednom tačkom.) Nazovimo specifikaciju toga *koliko* tačaka se nalazi u svakoj particiji „distribucijom“. Distribucija je uređena k -torka (n_1, \dots, n_k) , kojom tvrdimo da je n_1 tačaka u w_1 particiji, ..., n_k tačaka u w_k particiji. Svaka moguća distribucija (n_1, \dots, n_k) jeste kompatibilna sa određenim brojem uređenja. Broj uređenja sa kojim je neka distribucija kompatibilna, koji obeležavamo sa W dobijamo na sledeći način:

$$W(n_1, \dots, n_k) = \frac{N!}{n_1! \dots n_k!} \quad (N! \text{ je faktorijal } N, 0! = 1)$$

Bolcman verovatnoću distribucije $p((n_1, \dots, n_k))$ smatra određenom brojem uređenja koje distribucija može imati: što veći broj uređenja neka distribucija može imati, to je veća verovatnoća te distribucije. Kako dolazimo do verovatnoće makrostanja M_i ? Svako makrostanje sistema jeste određeno jednom distribucijom. Verovatnoća nekog makrostanja M_i jeste verovatnoća distribucije, odnosno, ona je određena brojem uređenja sa kojim je distribucija kompatibilna. Budući da, kako smo rekli, jedno uređenje možemo predstaviti tačkom na $6N$ -dimenzionalnom faznom prostoru Γ_a , to znači da je verovatnoća nekog makrostanja M_i određena veličinom regije koju mikrostanja koja mogu realizovati M_i zauzimaju u faznom prostoru. Odnosno, verovatnoća M_i određena je preko mere $\mu(\Gamma_{M_i})$: $p(M_i) = c \mu(\Gamma_{M_i})$, $i = 1, \dots, m$. (c je neka normalizujuća konstanta, tako da važi da je zbir verovatnoća svih makrostanja jednak 1. Ukoliko je Lebegova mera μ normalizovana, onda možemo i bez konstante.) Stanje maksimalne entropije M_{\max} , Bolcman poistovećuje sa stanjem ekvilibrijuma M_{eq} .⁵⁶ Na ovaj način, kao što je to recimo Džejs činio, Bolcmanovu entropiju možemo povezati sa teorijom informacija (Jaynes, 1957). Što je veća entropija nekog makrostanja, to više mikrostanja može da ga realizuje, odnosno, što je veća entropija nekog makrostanja, imamo manje detaljnu informaciju o tom stanju⁵⁷.

⁵⁶ Nije potpuno jasno da li imamo opravdanje da smatramo stanje ekvilibrijuma definisano na ovaj način kao objašnjenje makroskopskog pojma termodinamičkog ekvilibrijuma. Bolcman je opravdanje napravio za monomolekulne gasove i generalizovao za idealne gasove u (Boltzmann, 1877). Pretpostavićemo da je to opravdanje dovoljno, a za više diskusije videti: Frigg, 2017, Uffink 2007.

⁵⁷ Ovo je jako grub način predstavljanja povezivanja Bolcmanove entropije i teorije informacija.

Opravdanje za termin „jako verovatno“ iz (BZ) je, prema ovakvom shvatanju, sledeće. Ako je sistem u stanju niske entropije, to znači da je u veoma neverovatnom stanju. Stanja visoke entropije jesu više verovatna. Stanja sa maksimalnom entropijom jesu najverovatnija. Prema tome, kada imamo sistem koji je u stanju niske entropije, očekivano je da će evoluirati u stanje visoke entropije. Takav proces predstavlja evoluciju sistema iz neverovatnog stanja u jako verovatno stanje:

„U većini slučajeva početno stanje biće veoma neverovatno stanje. Od ovog stanja sistem će postepeno evoluirati ka verovatnijim stanjima dok konačno ne dostigne najverovatnije stanje, tj. stanje termalnog ekvilibrijuma“⁵⁸ (Boltzman, 1877, str. 165)

„...sistem tela uvek evoluirala od neverovatnijeg ka verovatnijem stanju.“ (Boltzman, 1877, str. 166)

Ovakvo objašnjenje probabilističkih termina ipak, samo po sebi, ne može objasniti evoluiranje iz stanja niže entropije u stanje više entropije. Frigg daje koristan primer. Recimo da imamo kockicu za igru koja je nameštena da u 0.99999 slučajeva pada 6. Ako je u prvom bacanju pala 3, onda se desilo nešto jako neverovatno. Ako je u sledećem pala 6, onda se desilo nešto jako verovatno. Ali, to što je prvo pala 3, pa 6, ne možemo objasniti time što događaji evoluiraju od jako neverovatnih ka jako verovatnima. Ta dva događaja jednostavno ne utiču jedan na drugi (Frigg, 2010, str. 16). Primer pokazuje da ono što nam fali jesu neke uslovne verovatnoće tipa: $p(M_i | M_j) = p(M_i \& M_j) / p(M_i)$, gde je M_i makrostanje više entropije u t_n , a M_j makrostanje niže entropije u t , i važi $t_n > t$. Ali, ovo je nemoguće konstruisati bez nekih izmena u uvođenju makroverovatnoća: M_i i M_j su različita - nekompatibilna - makrostanja, tako da njihova konjunkcija ima verovatnoću 0. Problem pravi to što nemamo određeno vreme u kom će sistem biti u nekom makrostanju M_i .

Taj intuitivan problem postaje vidljiv kada uzmemo u obzir glavnu interpretaciju koja je ponuđena za ove makroverovatnoće. Sam Boltzman nije ponudio interpretaciju koju preferira za tvrdnju da makrostanje ima određenu verovatnoću. (Iako je ponudio analogiju sa izvlačenjem kuglica iz urne, što sugeriše da u pitanju može biti neka vrsta hipotetičke frekvencije. (Boltzmann, 1977).) Erenfest je nešto kasnije, interpretirajući Boltzmanove tvrdnje, ponudio ono

⁵⁸ U ovom tekstu Boltzman posmatra stanje gasova koje se tiče temperature, pa zato pominje termalni, a ne termodinamički ekvilibrijum. Kasnije, on generalizuje svoje argumente tako da se tiču termodinamičkog ekvilibrijuma.

što je postao standardan način da se verovatnoća makrostanja interpretira: kao funkciju vremena [eng. *time average*], odnosno, kao deo vremena koje sistem provede u tom stanju (Ehrenfests, 1912).⁵⁹ Stanja više entropije su prema tome verovatnija, jer sistem u njima provede više vremena. Ovakav način shvatanja verovatnoća opet ima problema. To što sistem provede određeno vreme u jednom stanju, ne znači ništa povodom stanja u kojima je bio pre ili posle tog vremena. Odnosno, problem objašnjenja evoluiranja iz stanja niže u stanja više entropije i dalje postoji. Drugi problem je što za ovakvu interpretaciju treba da imamo opravdanje preko dinamike sistema. Da li će sistem provesti najviše vremena u najvećoj regiji faznog prostora zavisi od toga kakva je dinamika sistema. Zbog toga je uobičajeno da se, uz ovakvo uvođenje verovatnoća, prepostavi i da je sistem ergodičan [eng. *ergodic*] (Ufink (Uffink, 2006, str. 929) kaže da je taj način je prvo predstavljen u: Ehrenfest i Ehrenfest, 1912.). Grubo govoreći, sistem je ergodičan na dostiživom prostoru Γ_a , ako za skoro svaku trajektoriju y u Γ_a , važi da deo vremena koji y provede u nekoj regiji $R \subseteq \Gamma_a$, jeste proporcionalan veličini regije R u Γ_a . Ovakva dopuna objašnjenja ima dosta poteškoća (videti Sklar, 1993, pog. 2 i 5 za dugačku istoriju poteškoća sa ergodičnošću sistema, Uffink, 2006, str. 981-983 o tome da ergodičnost sistema nije dovoljna da pokažemo da će sistem evoluirati u stanja više entropije).

Ono što treba primetiti, jeste da čak i kada ne bismo imali problema sa ergodičnošću sistema i kada bismo verovatnoće mogli da shvatimo kao funkciju vremena, ovakvo objašnjenje samo po sebi ne bi nam objasnilo asimetriju koju imamo u iskustvu. Ukoliko je najverovatnije da je sistem u stanju visoke entropije posle stanja niže entropije zbog toga što je stanje visoke entropije ono u kom provodi najviše vremena - onda to isto važi i za vreme *pre* stanja niže entropije. Ovakvo objašnjenje, bez dodatnih pretpostavki, nam daje predikcije povećanja entropije u oba vremenska smera, odnosno, ne objašnjava asimetriju termodinamičkih procesa. Dodatna pretpostavka koja se obično uzima jeste pretpostavka o jako niskoj entropiji u prošlosti, odnosno, hipoteza prošlosti. Videćemo analognu situaciju sa sledećim predlogom za uvođenje verovatnoća.

3.1.5. Mikroverovatnoće u KSM

Drugi način uvođenja verovatnoća Frigg naziva mikroverovatnoćama (Frigg, 2010, str. 2-

⁵⁹ Kako Frigg napominje, srednja vrednost vremena je grubo gledano „kontinuum verzija“ frekvencija (Frigg, 2009, str. 5). Kako fon Plato napominje, takvo poistovećivanje treba da ostane na grubom pogledu, jer svaki detaljniji pogled pokazuje da postoji dosta razlika između te dve interpretacije (von Plato, 1988, str. 262-5).

3). (Da li je način uvođenja verovatnoća koji ćemo prikazati potpuno u Bolcmanovom duhu, i ko je prvi tačno predložio nešto slično, jeste pitanje koje mora ostati neodgovoreno. U filozofskoj literaturi je popularan od Alberta (Albert, 2000), ali gotovo sigurno je da poreklo ne vodi iz tog perioda.)

Neka je M_t makrostanje sistema u vremenu t . Neka je M_{t_1} makrostanje sistema u vremenu t_1 . Onda je verovatnoća da se u vremenu t aktualno mikrostanje sistema koje realizuje M_t nalazi u $A \subseteq \Gamma_{M_t}$ jednaka $\mu(A)/\mu(\Gamma_{M_t})$. Neka je $\Gamma_{M_t}^+$ podskup Γ_{M_t} koji se sastoji od onih stanja koji su iz vremena t u vreme t_1 , prema dinamici sistema, evoluirali u makroregije dostiživog prostora Γ_a koje odgovaraju makrostanjima više entropije: $\Gamma_{M_t}^+ := \{x \in M_t \mid \varphi_{t-t_1}(x) \in \Gamma^+\}$. $\Gamma^+ := \cup M_i \in M^+$. M^+ predstavlja skup onih makrostanja koja imaju višu entropiju u t_1 nego što je to bila entropija makrostanja M_t : $M^+ := \{M_i \text{ je stanje u } t_1 \mid SB(M_i) \geq SB(M_t), i = 1, \dots, m\}$. Verovatnoća da važi $SB(M_{t_1}) \geq SB(M_t)$ je onda jednaka $p(\Gamma_{M_t}^+) = \mu(\Gamma_{M_t}^+)/\mu(\Gamma_{M_t})$. Pošto stanja koja potpadaju pod $\Gamma_{M_t}^+$ predstavljaju veliku većinu stanja iz Γ_{M_t} ta verovatnoća jeste jako visoka, odnosno, blizu 1.⁶⁰

Ovakvo objašnjenje zbog čega vidimo povećavanje entropije u sistemima koje imamo u iskustvu se svodi na sledeće: Recimo da imamo sistem koji je u makrostanju niske entropije u vremenu t . Njega može realizovati neprebrojivo mnogo mikrostanja. Neka od tih mikrostanja će evoluirati u mikrostanje u vremenu t_1 koje je takvo da realizuje makrostanje u t_1 koje ima nižu entropiju nego makrostanje u vremenu t . (Odnosno, neka mikrostanja su takva da će uz dinamičke zakone dovesti do „netermodinamičkog“ ponašanja sistema.) Ali, *velika većina* mikrostanja su takva da će evoluirati u mikrostanje u vremenu t_1 koje realizuje makrostanje sa višom entropijom. Ako imamo uniformnu distribuciju verovatnoća preko celog skupa mogućih mikrostanja, onda je *jako velika* verovatnoća da će sistem, iz stanja niže entropije, evoluirati u stanje više entropije. Objašnjenje koje smo dobili, zavisi od (1) hamiltonovskih jednačina i (2) pretpostavke o uniformnoj probablističkoj distribuciji preko skupa mikrostanja. Kako smo napomenuli, Albert objašnjenje dobija preko njutnovskih dinamičkih zakona (Albert, 2000, str. 71-96). Za naše potrebe nije bitno koji matematički aparat determinističke dinamike usvojimo.

Ipak, ovakav tip objašnjenja asimetrije nije bez problema. Najbitniji problem dolazi od činjenice (1), odnosno to što je ovakvo objašnjenje dobijeno iz hamiltonovskih jednačina koje su reverzibilne. Ukoliko imamo gas u kutiji koji je u stanju niske entropije, videli smo da od

⁶⁰ Vrednost verovatnoće je empirijski podatak koji ne sledi analitički iz definicije, naravno.

mikrostanja u koja on može da evoluirati velika većina jesu takva da realizuju makrostanje više entropije nego početno makrostanje. Ali, isto zaključivanje možemo da proširimo na stanje iz kojeg je početno stanje M_t evoluiralo. Detaljnije objašnjeno, ništa u objašnjenju koje smo skicirali ne pominje usmerenje u vremenu. Transformacija jednog u drugo stanje se obavlja preko njutnovskih zakona kretanja za koje nije bitno u kom smeru vremena se transformacija obavlja. Velika većina mikrostanja koja su realizovala to stanje M_{t-1} , jesu takva da realizuju stanje koje je više entropije nego stanje M_t . Tako se ukoliko prihvatimo ovakvo objašnjenje, obavezujemo na sledeće dve tvrdnje:

- (1) Jako je verovatno da će izolovani sistem evoluirati u sistem više entropije.
- (2) Jako je verovatno da je izolovani sistem evoluirao iz sistema više entropije.

(Primetite da je ovo analogna situacija kao sa posledicama makroverovatnoća iz 3.1.4.) Tvrdnja dva je očigledno problematična, jer takve transformacije nemamo u iskustvu. Takva zamerka nije dovoljno detaljna. Vremenske odrednice koje smo uneli u ovakve formulacije su semantičke, a ne fizičke i tiču se najviše našeg subjektivnog osećaja razlike između prošlosti i budućnosti. Na tu razliku ne mora biti referenci u skiciranom objašnjenju, tako da naš prigovor ne bi trebalo da se oslanja na nju. Ali, prigovor se ne mora oslanjati na nju: ono što su posledice ovakvog objašnjenja jesu predikcije o povećanju entropije u oba vremenska smera, koji god od njih da nazivamo prošlošću ili budućnosti.

3.1.6 Hipoteza prošlosti

Uopšteno, dva tipa rešenja su nuđena za eliminisanje tvrdnje broj (2). Prvo rešenje jeste da se u zakonima fizike mora naći nešto što bi eliminisalo tranzicije drugog tipa. Zbog prirode njutnovske fizike, u čijim zakonima ne nalazimo ništa što bi eliminisalo takve tranzicije, to bi značilo da bi u fundamentalne zakone fizike trebalo ubaciti neke koji *jesu* vremenski ireverzibilni. Prais ovakvo rešenje naziva „uzročno-opšte“ [eng. *causal-general*], jer njime uvodimo uzročnost u fundamentalnu fiziku, ali se ne obavezujemo na asimetrično granično stanje univerzuma (Price, 2002, str. 90). Drugi tip rešenja je onaj koji smo pominjali, odnosno, tvrdnja da su granična stanja univerzuma takva da je u jednom od graničnih stanja entropija bila

jako niska. Na ovaj način ne bi bilo potrebno uvoditi zakone koji bi bili ireverzibilni, jer bismo to što imamo evoluciju iz makrostanja niže entropije u makrostanja visoke entropije mogli objasniti time što je entropija u prošlosti bila niska. Prajs ovakve pristupe naziva „neuzročno-partikularni“, jer nemamo unošenje vremenskog usmerenja u zakone fizike, ali imamo partikularno asimetrično granično stanje univerzuma. Na taj način, objašnjenje asimetrije nije preko opšteg zakona, već preko određene činjenice o univerzumu (Price, 2002, str. 92).

Treći način objašnjenja, koji se u ponekim pregledima (npr. Loewer, 2012a, 2012b, Price, 2002) ne navodi nudio je sam Bolcman (Boltzman, 1895a, str. 413). Naime, pored rešenja sa graničnim uslovom niske entropije, Bolcman je predložio drugačiji tip rešenja koji ne bi uvodio ireverzibilnost u fundamentalne zakone, ali ne bi pretpostavljao asimetrično granično stanje. Posmatrajmo ceo univerzum kao jedan termodinamički sistem.⁶¹ Jako je verovatno da se on nalazi u stanju (blizu) termodinamičkog ekvilibrijuma. Ali, u univerzumu koji je prostorno beskonačan i vremenski jako star, biće vremenskih i prostornih regija koje će fluktuirati u odnosu na taj ekvilibrijum, tako što će u njima biti vremensko-prostorna regija niske entropije. U takvim regijama, videli bismo da se u termodinamičkim sistemima entropija povećava, jer je u graničnom stanju te vremensko-prostorne regije entropija bila jako niska, pa je odatle jako verovatno da evoluirala ka maksimumu. Antropičkim zaključivanjem bismo objasnili zbog čega smo mi upravo u takvoj fluktuaciji - zato što je niska entropija nužan uslov za formiranje inteligentnih posmatrača, pa prema tome ovo je jedini region univerzuma u kom se takvo pitanje može postaviti.

Ovakvo rešenje nije tako dobro koliko je Bolcman mislio iz više razloga: univerzum nije dovoljno star da bi se fluktuacije neophodne za njegovo objašnjenje bi⁶²; zatim, prema ovakvom objašnjenju, za nove delove univerzuma koje nismo otkrili bi trebalo da je vrlo verovatnije da su u stanju visoke entropije, što izgleda empirijski nepotvrđeno (i možda u principu nepotvrdljivo).

Ćirković je ponudio rešenje koje je u duhu Bolcmanovog, u kombinaciji sa idejama iz kvantne kosmologije (Ćirković, 2003; Ćirković i Milošević-Zdjelar 2004) Ovakav tip objašnjenja termodinamičkih procesa ne bi spadao u dva tipa koja smo pomenuli. Prihvatimo u poslednje vreme popularnu ideju o kosmološkom multiverzumu. Osnovna teza je da u jednom

61 Stipulirajmo da je ovo u principu smisljeno. Dokaz takve tvrdnje nije ni izbliza trivijalan kako se može činiti (tvrdi Earman, 2006), ali diskusija o tome bi bila prevelika digresija u odnosu na predmet rada.

62 Informacija o približnoj starosti koju danas imamo naravno nije bila dostupna Bolcmanu, pa je jasno zbog čega je ova greška bila učinjena.

graničnom momentu nastaje neprebrojiv broj univerzuma, a ne samo jedan univerzum. Odnosno, nastaje multiverzum.⁶³ Velika većina svetova će biti u stanju jako visoke entropije u početku, što je, kao što Bolcman tvrdi, najverovatnije stanje sistema. Naš svet je jedan od onih koji je u stanju niske entropije na početku. Kao i u Bolcmanovoj verziji rešenja, objašnjenje zbog čega je baš naš univerzum u tom stanju je antropičko - jedino u univerzumu u kom je entropija u početnom momentu bila jako niska možemo pitati takvo pitanje, jer se jedino u takvom univerzumu mogu naći inteligentni posmatrači. Na ovaj način smo zadržali reverzibilne zakone fizike, i nismo zadali asimetrični granični uslov univerzuma, ali jesmo se obavezali na ideju multiverzuma. Da li je obavezivanje na takvu ideju dobro, zavisi od toga da li ima nezavisnu potvrdu u kosmologiji, i to je pitanje koje nažalost nemamo mogućnosti na bilo kakav način obraditi u ovom radu. Za potrebe našeg rada, treba uvideti da bismo na ovaj način izbegli obavezivanje na HP, ali ostaje isto pitanje tumačenja verovatnoća u KSM u uobičajenim termodinamičkim procesima.

Ono što izgleda da je najzastupljeniji pristup rešenju problema asimetrije termodinamičkih procesa jeste nešto što je danas u filozofskoj literaturi popularno nazvano *Hipoteza prošlosti*, a koju su u različitim verzijama zastupali Fejnman, Hoking⁶⁴, i mnogi drugi (Hawking, 1987, Feynman, 1965). Rekli smo da ukoliko ne želimo da uvedemo ireverzibilnost u fundamentalne zakone prirode, onda moramo da pretpostavimo da je barem jedno granično stanje univerzuma asimetrično. Hipoteza prošlosti je upravo takva pretpostavka - tvrdnja da je u jednom momentu u dalekoj prošlosti - na početku univerzuma - univerzum kao celina bio jako jako niske entropije. Odnosno, univerzum je započeo zauzimajući jako mali deo dostiživog faznog prostora.⁶⁵ Uz Hipotezu prošlosti i hamiltonovske jednačine, za objašnjenje termodinamičkih procesa u prirodi treba prihvatiti i statistički postulat koji smo već videli u Albertovom objašnjenju: ispravna distribucija verovatnoće je uniformna distribucija preko onih regija faznog prostora koje su kompatibilne sa Hipotezom prošlosti.

Na ovaj način, imamo barem *prima facie* elegantno objašnjenje asimetričnih termodinamičkih procesa koje vidimo u prirodi, bez menjanja fundamentalnih dinamičkih

63 Treba razlikovati ove svetove od „više svetova“ iz interpretacije kvantne mehanike, ili Luisovih mogućih svetova.

64 Naravno, nije mi namera da poistovetim ono što su Fejnman i Hoking govorili o ovom problemu sa pisanjem Alberta i drugih filozofa koji su popularizovali naziv Hipoteze prošlosti, već samo da ukažem da je pretpostavka o jednom asimetričnom graničnom stanju univerzuma široko rasprostranjena.

65 Zarad detaljnosti, treba napomenuti da se tvrdnjom o niskoj entropiji u jednom graničnom stanju univerzuma ne obavezuje na *samo jedno* granično stanje niske entropije. Odnosno, Hipoteza prošlosti bi trebalo biti kompatibilna sa *Hipotezom budućnosti*, prema kojoj univerzum u nekom momentu jako dalekoj budućnosti ima jako nisku entropiju iznova. Ali, takva Hipoteza budućnosti je samo mogućnost koja nije logički isključena hipotezom prošlosti: nema nikakvog razloga na osnovu hipoteze prošlosti niti nekog drugog nezavisnog razloga da verujemo u nju.

zakona. Albert i Lover npr. tvrde i više od ovoga: da nam ovakav pristup daje objašnjenje ne samo asimetrije termodinamičkih procesa, već i ostalih asimetrija (uticaja i znanja) koje imamo u iskustvu. Erman je, sa druge strane, upozoravao na opasnosti i probleme poistovećivanja psihološke strele vremena i strele vremena u fizici (Earman, 1974). Da li ostale strele vremena mogu da se na neki način dovedu u vezu sa termodinamičkom, neće biti ispitivano u ovom radu.

Kao što smo pomenuli, na hipotezu prošlosti postoji dosta prigovora. Dva tipa prigovora koja nećemo analizirati:

- i **HP nije koherentna.** Ovo je pozicija koju zastupa Erman (Earman, 2006). Iako on ne poriče da su asimetrični uslovi na početku univerzuma neophodni da bi se problem rešio, on takođe tvrdi da Hipotezu prošlosti uopšte nije moguće iskazati jezikom teorije opšteg relativiteta. Ovo je linija napada koja zaslužuje razmatranje koje nije moguće u ovom radu (detaljnije u: Earman, 2006).
- ii **HP ne objašnjava ono što bi trebalo:** Konzistentno sa HP je da se svi podsistemi u našem delu univerzuma ponašaju na netermodinamički način. HP nam pokazuje zbog čega se *globalna* entropija povećava vremenom, ali to nam ne pokazuje zašto se svaka *lokalna* entropija povećava, zbog čega je na početku i formulisan Drugi zakon termodinamike (detaljnije u: Wallace, 2010, i npr. Winsberg, 2004).

Treći tip prigovora o kom treba reći koju reč više:

- iii **HP je jako neverovatna:** Ovaj prigovor je jasan iz pozicije shvatanja verovatnoća kao makroverovatnoća (3.1.4.). Stanja maksimalne entropije sistema jesu najverovatnija. U tom slučaju, ako je sistem u pitanju ceo univerzum, njegovo najverovatnije stanje je stanje visoke entropije. Dakle, prema objašnjenju KSM, HP je jako neverovatna. Izgleda kao da Lover i Albert smatraju da problem nestaje ukoliko verovatnoće pripisujemo mikrostanjima preko uniformne distribucije (3.1.5.). Međutim, smatram da to ne može biti slučaj. Verovatnoća makrostanja i dalje mora biti proporcionalna regiji faznog prostora koju makrostanje zauzima, inače ne bismo imali preko čega da pravimo uniformnu distribuciju. Dakle, iako su nosioci verovatnoća u ovom slučaju mikrostanja, makrostanja imaju verovatnoće. Makrostanje jako niske entropije bilo kog sistema, u bilo kom momentu, biće takvo da zauzima jako mali deo dostiživog faznog prostora, *ipso facto* za slučaj kada je sistem ceo univerzum. Albert i Lover ovaj problem ne razmatraju

dobrim delom zato što uzimaju Hipotezu prošlosti kao zakon prirode (Albert, 2000, Loewer, 2001, 2012a). Sličnu strategiju uzima i Prajs (npr. Price 2002).

Ali, to problem ne otklanja već ga gura pod tepih. Zakon je u ovom slučaju tvrdnja o početnom stanju. Posledica ostalih prirodnih zakona jeste neverovatnost te tvrdnje. Tenzija između prirodnih zakona i tvrdnje HP, dakle, i dalje postoji.

3.1.7 Interpretacije verovatnoća u KSM

Glavno pitanje koje treba u ovom delu analizirati jeste: kakav tip verovatnoća koristimo u KSM? Sporedna pitanja su sledeća: Da li je to ista verovatnoća koji se koristi i u HP? Da li taj tip verovatnoća implicira da je HP jako neverovatna? Ova pitanja nisu identična, ali jesu povezana. U tom smislu, bilo bi dobro da odgovor na prvo pitanje bude takav da vidimo kako bismo na osnovu njega mogli da odgovorimo na druga dva pitanja.

Ponovimo ukratko objašnjenje asimetričnih termodinamičkih procesa koje dobijamo preko KSM. Recimo da je u momentu t_n sistem u makrostanju niže entropije, a u momentu t_{n+1} sistem u makrostanju više entropije. Objašnjenje koje preko KSM dobijamo se poziva na jako visoku verovatnoću takve transformacije. Dakle, sistem je u vremenu t_{n+1} u stanju više entropije, jer je bilo to *jako verovatno*. *Jako je verovatno* da bude u tom stanju ili (1) zato što je *visoka verovatnoća makrostanja* više entropije u t_{n+1} (3.1.4.) ili (2) zato što je *visoka verovatnoća da je mikrostanje u t_n* takvo da dovodi do makrostanja više entropije u t_{n+1} (3.1.5.). Kao što smo rekli, fokusiraćemo se na (2), prvenstveno zato što izgleda kao da se argumenti u filozofiji verovatnoće fokusiraju na taj pristup (npr. u Loewer, 2002, 2009, Frigg i Hoefer, 2015, Frigg, 2008, 2010, Lyon, 2011). Smatram da će većina zaključaka moći da se prenese i na (1), a napomenuću one za koje ne izgleda da će moći, i objasniti zbog čega je tako.

Pre dalje analize, treba još napomenuti da pitanje nije da li je objašnjenje asimetričnosti koje daje KSM svodivo ili nesvodivo na neka druga objašnjenja. (O tome će biti reči nešto kasnije.) Objašnjenje *de facto* jeste probabilističko, i pitanje je kako treba shvatiti verovatnoće koja igraju eksplanatornu ulogu.

3.1.8 Subjektivne verovatnoće

Uobičajeno je da verovatnoće iz KSM tumačimo kao subjektivne, odnosno kao da odražavaju nedostatke epistemičkog položaja koje imamo. Budući da ne znamo konkretno mikrostanje koje dovodi do kasnijeg konkretnog mikrostanja, pravimo objašnjenje koje se poziva na uniformnu verovatnoću preko skupa mogućih početnih mikrostanja. Ukoliko predviđamo stanje sistema u nekom budućem momentu t_{n+1} , na osnovu onoga što znamo o stanju sistema u t_n , ovo izgleda jako plauzibilno. Znamo da je sistem u makrostanju niske entropije. Ne znamo konkretno mikrostanje, ali znamo da većina mikrostanja koja su kompatibilna sa onime što znamo jeste takva da će evoluirati u stanje koje je bliže termodinamičkom ekvilibrijumu, odnosno, stanje više entropije. Termin „(jako) verovatno“ izgleda kao da oslikava meru našeg neznanja, odnosno, to što ne znamo koje konkretno mikrostanje realizuje ono makrostanje koje opažamo.

Da li je takvo shvatanje verovatnoća jednako plauzibilno kada koristimo probabilističke termine da *objasnimo* zašto je neki sistem iz stanja niže entropije u momentu t_n evoluirao u stanje u stanje više entropije u momentu t_{n+1} ? Evoluciju sistema objašnjavamo tvrdnjom da je bilo *jako verovatno* da sistem evoluirao u stanje više entropije. Objašnjenje se svodi na to da je prema njutnovskim zakonima dinamike i mogućim početnim mikrostanjima koja su kompatibilna sa onime što znamo (sistemom u stanju određene entropije u momentu t_n i stanjem više entropije u stanju t_{n+1}) bilo *jako verovatno* da evoluirao u neko od mikrostanja koje realizuje stanje više entropije koje vidimo u t_{n+1} . Termin „(jako) verovatno“ treba da predstavlja subjektivnu verovatnoću, odnosno, naše uverenje u to kako će sistem evoluirati. Kao i pri predikciji, pripisujemo svim mikrostanjima koja su kompatibilna sa onime što znamo jednaku verovatnoću. Ali, u ovom slučaju takvo shvatanje verovatnoća nije potpuno plauzibilno iz nekoliko razloga:

- a) Jednaku verovatnoću ne pripisujemo *samo* stanjima kompatibilnim sa onime što znamo. Ono što znamo, kada objašnjavamo, jeste da je sistem bio u stanju niže entropije i da je evoluirao u stanje više entropije. Dakle, *znamo* da je bio u jednom od stanja koja su takva da će evoluirati u stanje više entropije. Ako pripisujemo verovatnoću stanjima koja su kompatibilna sa onime što znamo, onda bi trebalo da pripišemo verovatnoću samo onim mikrostanjima koja vode ka stanju više entropije. Ali, kada bismo to uradili, onda bi

objašnjenje bilo „Sistem je evoluirao na taj način zato što je bio u nekom od jednako verovatnih stanja koje evoluirao na taj način“. To nije objašnjenje koje smo originalno dali. Takođe, nije jasno kako bi u ovom slučaju verovatnoća igrala eksplanatornu ulogu (up. sa Lyon, 2011).

- b) Možemo reći da termin „(jako) verovatno“ treba da bude uverenje koje *je trebalo* da imamo u momentu t_n . U pogledu toga šta smo tada znali - da je bilo stanje određene entropije - ovo ima smisla, jer bismo tada govorili o jednakoj verovatnoći skupa mikrostanja koja su kompatibilna sa tim znanjem. Ali, ovakvo shvatanje nema mnogo eksplanatornog smisla. Eksplanandum je tranzicija od stanja u momentu t_n do stanja u momentu t_{n+1} . Naš eksplanans bi u tom slučaju bila tvrdnja koja zavisi od toga da ignorišemo deo eksplananduma (sličnu poentu, kao i u a) tvrdi Lyon, 2011).
- c) Recimo da ima smisla ignorisati stanje u momentu t_{n+1} , i da termin „(jako) verovatno“ predstavlja uverenje koje je trebalo da imamo na osnovu evidencije dostupne u t_n . U tom slučaju, eksplanatornu tvrdnju „bilo je jako verovatno da sistem evoluirao u stanje više entropije“ treba da shvatimo kao „trebalo je da budemo veoma uvereni u to da će sistem evoluirati u stanje više entropije“. Zbog čega bi ovakva tvrdnja funkcionisala kao objašnjenje, odnosno, kako ovakva tvrdnja igra eksplanatornu ulogu? Sistem ne evoluirao na određen način zbog toga što neko treba da ima određeno uverenje (nešto donekle slično tvrdi Lover u: Loewer, 2011).
- d) Moguće je onda da eksplanatornu ulogu ne igra termin „(jako) verovatno“. Odnosno, eksplanatornu ulogu ima *isključivo* dinamika sistema. Eksplanatorni zadatak jeste da, ako je dato makrostanje određene entropije u t_n , objasnimo zašto je došlo do stanja više entropije u t_{n+1} , a ne, recimo, stanja niže entropije u t_{n+1} . Zakoni koji govore o kretanju mikročestica ne mogu sami da objasne to. Da je mikrostanje u t_n bilo jedno od onih koji dovode do niže entropije u momentu t_{n+1} , zakoni kretanja bi isto *doveli* do toga. Tako da oni ne mogu *sami* da objasne zašto stanje više u t_{n+1} , a ne stanje niže entropije u t_{n+1} .
- e) Da bismo to objasnili, pored dinamičkih zakona potrebna nam je i informacija o konfiguraciji prostora koji zauzimaju moguća mikrostanja koja su kompatibilna sa makrostanjem u t_n . Konfiguracija prostora mogućih mikrostanja je takođe odgovorna za verovatnoće u KSM, i mikroverovatnoće i makroverovatnoće: preko toga koliko mikrostanja može realizovati neko makrostanje određujemo verovatnoću nekog

makrostanja. Ali, konfiguracija prostora mogućih stanja predstavlja informaciju koja je o sistemu, a ne o našim verovanjima o sistemu.

Kao što smo videli, Džejs povezuje Bolcmanovu entropiju i teoriju informacija. U tom smislu, makrostanja više entropije su takva da nam pružaju *manje detaljne* informacije o mikrostanju koje ih realizuje, odnosno, veći broj mikrostanja ih realizuje (Jaynes, 1957). Stavovi iznešeni (a)-(e) ne negiraju Džejsove tvrdnje: namera u ovom delu mi nije da pokažem da nema epistemičkog pojma verovatnoće "u igri". Poenta je drugačija: Džejs je u pravu kada tvrdi da imamo epistemički pojam verovatnoće u ovom slučaju. Ali, to nije jedini pojam koji ovde funkcioniše, i on je usmeren prema nekoj informaciji o sistemu koja je nezavisna od našeg epistemičkog odnosa.⁶⁶ Primer: Recimo da neko baci na pod ukupno hiljadu karata, 999 kraljeva i jednog keca. Karte, u nekom rasporedu, padnu na pod. Recimo da mi izvlačimo kartu koja je najbliža nama. Pre izvlačenja, kažem:

„Verovatno ću izvući kralja.“

Kako treba tumačiti termin verovatno? Ukoliko taj termin shvatimo subjektivno, onda njime govorim nešto o svom uverenju u to da ću izvući kralja: ne znam šta će se tačno desiti, odnosno koji raspored karata je na podu, ali na osnovu onoga što znam, imam uverenje da je kralj najbliži meni. Termin „verovatno“ u tom slučaju oslikava da ne znam koja je konkretno formacija karata - kada bih znao onda ne bih koristio taj termin.

Recimo sad da sam izvukao kralja. Recimo da to izvlačenje objasnim tvrdnjom:

„Izvukao sam kralja, jer je to bilo daleko verovatnije nego da izvučem keca.“

Termin „(daleko) verovatnije“ možemo još jednom interpretirati kao subjektivnu verovatnoću. Odnosno, to označava uverenje na osnovu onoga što znam o situaciji, i oslikava „meru neznanja“ odnosno, to da ne znam koja tačno formacija karata je bila na podu. Ali, takva interpretacija je manje plauzibilna u ovom slučaju iz više razloga: (a) u ono što sada znamo, odnosno, dostupnu evidenciju sada spada i to da smo izvukli kralja. Ako smo pri predikciji mislili da pripisujemo verovatnoće formacijama u kojima je keca najbliža karta nama zato što ne znamo da li je

⁶⁶ Mislim da je deo ove poente samo terminološki. Džejs je za pojam verovatnoće na osnovu principa maksimuma entropije tvrdio da ima i objektivnu komponentu i epistemičku komponentu. Ja ne bih tvrdio poput recimo Lovera (Loewer, 2012) da nema epistemičkog pojma verovatnoće u ovom slučaju. Naprotiv, mislim da je Džejs u pravu i da ima epistemičkog pojma, ali da je on usmeren prema objektivnom pojmu verovatnoće.

formacija zapravo takva, zašto bismo to sada radili? Sada znamo da formacija nije bila takva. Ukoliko ima nešto oko čega smo nesigurni, to je koja konkretno od formacija karata *u kojoj je kralj najbliži nama* jeste bila na podu. Ali, to definitivno nije nešto što radimo u objašnjenju - jer onda ne bismo rekli da je najverovatnije da ćemo izvući kralja, jer pripisujemo verovatnoće samo onim stanjima u kojima se to dešava. Tako da bismo u tom slučaju sklonili termin „najverovatnije“ iz objašnjenja. (b`) Termin „najverovatnije“ iz objašnjenja bi mogao da predstavlja uverenje koje je trebalo da imamo o početnoj situaciji pre nego što smo dobili novu evidenciju. Ovakva distribucija preko formacija bi mogla da oslikava neznanje, ali ovakav način upotrebe termina „najverovatnije“ nije ono što se dešava u objašnjenju koje smo pominjali. Mi objašnjavamo zašto se desilo A, a ne B. Dakle, eksplanans je ono što po ovakvoj rekonstrukciji ignorišemo kada objašnjavamo upravo taj eksplanans? (c`) Čak i kada bismo rekonstrukciju iz (b) prihvatili, postojao bi bazičniji problem. Kako naša uverenja - bilo sadašnja ili kakva je trebalo da budu pre izvlačenja - igraju eksplanatornu ulogu u ovom slučaju? Reći da termin „najverovatnije“ predstavlja uverenje koje imam znači da je objašnjenje sledeće: „izvukao sam kralja jer sam bio daleko uvereniji da ću izvući kralja“. Ovo zvuči kao zakasnelo bodrenje za izvlačenje kralja, a ne kao objašnjenje zašto se izvlačenje desilo. Dakle, ukoliko bih terminom „najverovatnije“ tvrdio nešto o uverenjima koje imam, treba da imam ili je trebalo da imam u momentu izvlačenja, ne izgleda da bi objašnjenje funkcionisalo.

Poenta primera sa kartama nije poistovećivanje slučaja KSM i bacanja karata u sobi, već pravljenja, u startu nepotpune, analogije između toga šta znače probablističke tvrdnje u probablističkim objašnjenjima. U slučaju KSM imamo mehaničko objašnjenje sa pogleda mikrostanja, dok u slučaju bacanja karata mogući raspored dobijamo samo na osnovu broja karata. To je već jako bitna razlika. Ali, sličnost je u tome da probablistički termini ne referiraju *samo* na uverenja koja imamo ili treba da imamo. Naprotiv, probablistički termini referiraju na konfiguraciju sistema, moguće mikrostanja (ili u slučaju karata „kvazi-mikrostanja“) koja će realizovati neko makrostanja. Odnosno, probablističkim terminima tvrdimo nešto o fizičkim, objektivnim svojstvima sistema. Uverenja koja imamo ili treba da imamo postoje, ali su samo posledica objektivnih probablističkih tvrdnji.

3.1.9 Verovatnoće kao luisovske

Druga uobičajena interpretacija verovatnoća u KSM i HP jesu luisovske verovatnoće.

Ovu interpretaciju su na različite načine nudili Albert, Lover, Frigg i Hofer, Frišč i drugi (Albert, 2000, Loever, 2001, 2008, Frigg i Hofer, 2012, Heter, recimo, nudi nešto nalik tome u (Heather, 2016)). Predlog je, u najjačem obliku prema Loveru i Albertu, da je najbolji sistem zakona onaj koji sadrži njutnovske dinamičke zakone, HP, i uniformnu distribuciju verovatnoća preko mikrostanja koja su kompatibilna sa HP. Prema njima, ovakav sistem ima najbolji balans između snage, jednostavnosti i poklapanja sistema (Loever, 2001, 2010). Albert je, barem u (Albert, 2000, pog. 7) zastupao povezanost ovakvog sistema i GRW kvantne mehanike.

Stavimo na stranu sve opšte probleme za luisovske verovatnoće koje smo pominjali. Glavni problem da se verovatnoće u KSM tumače kao luisovske je to što zavise od distribucije preko HP, i što tu distribuciju shvatamo kao informaciju o aktualnom svetu. Ovo ima poražavajuće posledice povodom kriterijuma poklapanja.

Za luisovske verovatnoće potrebno je da probabilistička teorija ima bolje poklapanje tako što pripisuje veću verovatnoću aktualnoj istoriji sveta. U slučaju KSM verovatnoća, pitanje je koju istoriju sveta uzimamo kao relevantnu, mikroistoriju ili makroistoriju. Koju god da izaberemo, imamo jasan teorijski problem. Šta bi bila verovatnoća istorije sveta? Kompletna aktualna istorija sveta nije sačinjena od diskretnih događaja, kao recimo bacanje novčića. Odnosno, kompletne istorije sveta - mikro ili makroistorija - ima neprebrojivo mnogo događaja, jer su vreme, prostor i kretanje kontinuirani. Verovatnoća kompletne aktualne istorije bi onda trebalo da se sastoji od množenja neprebrojivo mnogo činilaca, što nije valjano definisana operacija (up. sa: Frigg, 2008, str. 8). Kako Frigg napominje, ovaj problem se može zaobići na tri načina: (1) diskretizacija vremena (2) poricanje da je tranzicija između makrostanja trenutna (3) poricanje da poklapanje treba da bude sa kompletnom istorijom sveta (Frigg, 2010, str. 18). Ništa od toga nije zadovoljavajuć način, budući da su prva dva neprihvatljiva za KSM, a treće je potpuno nemotivisano u luisovskom viđenju verovatnoća i zakona. Prema tom gledištu, poklapanje je semantički pojam, kao i jednostavnost, i nema ništa u tom gledištu što bi označilo da treba da shvatimo poklapanje kao parcijalno. Takvo shvatanje poklapanja bi izgledalo potpuno *ad hoc* (Frigg, 2010, str. 8-11).

Kako je Frigg primetio, problemi sa poklapanjem ne staju ovde. Glavni problem je što aktualni svet nije počeo u većem broju mikrostanja, a kamoli u neprebrojivo mnogo mikrostanja. Mikrostanje u kom je svet počeo je *jedno*. Ostala mikrostanja su ona koja su kompatibilna sa HP, ali *de facto* se nisu ostvarila. Lover tvrdi da bi sistem koji bi sadržao tačno mikrostanje, umesto

distribuciju preko svih mikrostanja koja su kompatibilna sa HP bio dosta manje jednostavan, i zato sistem sa distribucijom ima bolji ukupan balans (Loewer, 2001, str. 168, 2002, str. 1124). Recimo da je to tačno. Ali, uniformna distribucija preko mikrostanja kompatibilnih sa HP nije jedina distribucija koju imamo na izboru. Štaviše, ako imamo u vidu da je samo jedno mikrostanje od tih aktualno, onda uniformna distribucija verovatnoće preko tih stanja ili (1) nije biti takva da ima najbolje poklapanje ili (2) ne može govoriti objektivne informacije o aktualnom svetu. Kako Frigg pokazuje, (1) je gotovo trivijalno. Distribucija verovatnoća koja je takva da pripisuje veću verovatnoću manjoj regiji faznog prostora u kojoj se nalazi aktualno početno mikrostanje će imati bolje poklapanje. Ovakvih distribucija možemo napraviti mnogo (detaljnije u: Frigg, 2008). Možemo opravdati uniformnu distribuciju preko nekih drugih kriterijuma, poput principa indiferencije, ali taj princip kaže da su nam verovatnoće subjektivne. Jedini preostali način da opravdamo takvu distribuciju verovatnoće jeste da se odrekemo uslova da nam ona govori informacije samo o aktualnom svetu. Videćemo šta to znači u sledećem delu.

3.1.10. Protivčinjenička verovatnoća

Lajon je napomenuo da je termin „jako verovatno“ iz BZ najbolje shvatiti kao da ne označava informaciju koja je *samo* o aktualnom svetu (Lyon, 2011, str. 427-430). Takvu tvrdnju treba detaljnije objasniti. „Jako je verovatno da će makrostanje niže entropije u vremenu t evoluirati u makrostanje više entropije u vremenu t_n “ jeste *de facto* tvrdnja o tome šta je verovatno da će se desiti u aktualnom svetu. Ali, beskonačno mnogo mikrostanja može realizovati makrostanje niže entropije u vremenu t . Samo jedno od tih mikrostanja može biti aktualno. Ukoliko kažemo da je *veoma verovatno* da makrostanje iz t evoluirá na određen način, mi time tvrdimo šta *bi se desilo* u slučaju da je makrostanje *bilo* realizovano bilo kojim od mikrostanja. Albertovim rečnikom (3.1.5.), jako mali broj mikrostanja koje može realizovati makrostanje u t biće takav da evoluirá u mikrostanje koje realizuje makrostanje niže entropije u t_n . Odnosno, u najbližim svetovima u kojima je sistem bio u stanju niže entropije u vremenu t , sistem će u velikoj većini evoluirati u stanje više entropije u momentu t_n . Rečnikom makroverovatnoća (3.1.4.) u daleko više najbližih svetova u kojima je bilo stanje niže entropije u t je takvo da je u t_n stanje više entropije. Opravdanje preko makroverovatnoća je pomalo teže dobiti, jer pretpostavljamo da su sistemi ergodični, pa bi u tom smislu morali biti ergodični i u najbližim svetovima. Plauzibilno je pretpostaviti da su sistemi ergodični i u najbližim svetovima:

ergodičnost sistema, ako je istinita tvrdnja za sisteme u našem svetu, dolazi preko dinamičkih zakona. Svet u kome sistem ne bi bio ergodičan bi imao drugačije fundamentalne zakone od našeg, odnosno, sa naše tačke gledišta ne bi bio sličan našem svetu. (Naravno, to da li je ergodičnost istinita u našem svetu je daleko od potvrđenog, kako objašnjava Ufink (det. u Uffink, 2007).)

Ono što tvrdnjom o „jako verovatnoj“ evoluciji govorimo jeste informacija koliko je određena evolucija sistema *otporna* na sitne razlike u početnim uslovima, a te sitne razlike možemo očekivati u najbližim mogućim svetovima. Pretpostavka je da „sitne razlike“ u početnim uslovima sistema ne utiču dovoljno na ostatak sveta tako da udaljenost svetova u kojima su se ostvarile „sitne razlike“ nije velika. Kada pričamo o izolovanim termodinamičkim sistemima, ova pretpostavka deluje jako plauzibilno.

Pogledajmo ponovo primer sa kartama među kojima je mnogo kraljeva, i jedan kec 3.1.8. Objasnili smo izvlačenje kralja tvrdnjom da je bilo jako verovatno izvući kralja. Kako smo u 3.1.8. vdeli, nije jasno kako bismo tu tvrdnju shvatili *samo* kao tvrdnju o uverenju koje je trebalo imati. Sa druge strane, potpuno je nejasno kako bismo mogli tu tvrdnju shvatiti kao tvrdnju o aktualnom rasporedu karata. Aktualan raspored karata je *jedan* raspored karata koji se aktualno desio.

Ali, recimo da tvrdnju o „visokoj verovatnoći izvlačenja kralja“ shvatimo kao meru sličnih svetova u kojima je došlo do bacanja karata sa nešto drugačijim početnim uslovima bacanja. U većini takvih svetova, kralj bi bio najbliža karta nama, i on bi bio izvučen. Tako, ukoliko tvrdnju o „visokoj verovatnoći“ da ćemo izvući kralja shvatimo kao tvrdnju o tome šta bi se desilo u rasporedima koji su slični aktualnom rasporedu, onda možemo da vidimo: (i) zašto bi tvrdnja imala eksplanatornu ulogu, jer u većini sličnih uslova se dešava izvlačenje kralja; (ii) ne poričemo da je aktualan raspored karata samo jedan. Naravno, kao i u 3.1.8., primer sa kartama treba da posluži kao nepotpuna analogija za probabilističko objašnjenje u KSM. U njemu nemamo statističko mehaničko objašnjenje rasporeda, već više nadu da će u bliskim svetovima na osnovu sitnih razlika u početku bacanja doći do odgovarajuće distribucije rasporeda karata.

Još jedna stvar koju smo primetili u istom primeru sa kartama, postoje i uverenja koja bi trebalo da imamo o tome da li će biti najverovatnije da izvučemo kralja. Isto tako, postoje i uverenja koja treba da imamo da će sistem evoluirati u stanje više entropije. Tvrdnjom da je u nekom slučaju najbolje verovatnoće interpretirati kao protivčinjeničke, ne tvrdimo da

subjektivnih verovatnoća nema. Subjektivne verovatnoće su, u tom slučaju, usmerene preko informacija o protivčinjeničkim, *nalik* tome kako bi se usmeravale prema šansama u indeterminističkim sistemima. Na ovaj način, protivčinjeničke verovatnoće mogu da se shvate kao povezane sa Džejnsovim verovatnoćama koje smo pomenuli: zbog toga što postoje informacije o protivčinjeničkim verovatnoćama treba da usmerimo racionalna uverenja na određeni način. Ali, u tom momentu treba biti oprezan: kao što nam OP (2.1.) kaže, šanse su maksimalno prediktivan pojam. Protivčinjeničke verovatnoće nisu maksimalno prediktivan. Zbog toga je veza između protivčinjeničkih verovatnoća i uverenja samo *nalik* toj vezi, a ne ista kao ta veza. Više o vezi protivčinjeničkih verovatnoća, uverenja i OP-a u narednom poglavlju.

Kako tumačiti status HP ako verovatnoće shvatimo kao protivčinjeničke? U tom slučaju, verovatnoću događaja određujemo preko mere preko najbližih mogućih svetova. Antropičko zaključivanje, koje smo videli u pristupu sa multiverzumom (Ćirković, 2003, Ćirković & Milošević-Zdjelar 2004) možemo primeniti na domen mogućih svetova. (Ovim ne mislim da poistovećujem, niti dovodim u bilo kakvu vezu kosmološki multiverzum sa domenom mogućih svetova, jer su to radikalno drugačiji pojmovi. *Antropičku pretpostavku* koja je primenjena u jednom kontekstu, pokušavamo primeniti na drugi.) Moramo uzeti u obzir da u našem svetu postoje inteligentni posmatrači. Najbliži mogući svetovi su oni u kojima postoje inteligentni posmatrači⁶⁷, jer poklapanje njihove istorije sa istorijom našeg sveta to zahteva. U tim svetovima, prema antropičkoj pretpostavci, važi HP.

Ali, ovim se ne obavezujemo na to da je HP zakon. Tako dobijamo objašnjenje asimetrije lokalnih procesa, jednako dobro kao da smo se obavezivali na to da je HP zakon. Ali, u ovom slučaju objašnjenje asimetrije se svodi na dinamičke zakone njutnovske ili hamiltonovske fizike, bez dodatnih zakona. Objašnjenje toga zašto su baš naš i najbližiji svetovi takvi da u njima važi HP je antropičko: zato što u našem svetu postoje inteligentni posmatrači koji mogu da posmatraju asimetriju i da uopšte postave pitanje o njoj. Status HP u tom slučaju ostaje kao pitanje zasebnog istraživanja: o kosmologiji sveta, tamo gde pitanje načina na koji je svet počeo takvo i pripada. Smatrati HP prirodnim zakonom zbog toga što bi nam predikcije i objašnjenja lokalnih termodinamičkih procesa onda bili ispravni jeste rešenje koje može „odraditi posao“, ali mislim da je izbegavanje uvođenja partikularne činjenice o svetu kao zakona daleko elegantnije i metodološki bolje rešenje.

67 Sličnu poentu oko protivčinjeničke zavisnosti uopšte zastupao sam u: Filipović, 2015. Kao i tada, mislim da je to značajno poboljšanje u odnosu na Albertov i Loverov predlog.

3.2. Evolutivna biologija

Poenta ovog dela je da analiziramo i, kako ja verujem, poboljšamo Soberov predlog o izvođenju makroverovatnoća iz mikroverovatnoća koji smo videli u 1.2.2. i 2.2, u kontekstu određenja adaptivne vrednosti u evolutivnoj biologiji (EB nadalje). Zaključak koji bih tvrdio jeste da ako se odrekemo određenja makroverovatnoće preko srednjih vrednosti mikroverovatnoća i shvatimo makroverovatnoću kao protivčinjeničku, onda će Soberov argument o objektivnosti makroverovatnoća biti jači. Fokusiraćemo se *samo* na davanje argumenata koji bi trebalo da pojačaju Soberov argument koji smo analizirali. Dakle, namera u ovom delu je daleko uža nego u delu o KSM, tako da će i analiza upotrebe probablističkih pojmova u EB biti kraća i manje detaljna od analize upotrebe probablističkih pojmova u KSM. Ali, analiza je neophodna jer moramo videti na koji način se verovatnoća uopšte javlja u EB, a potom i videti na koje probablističke pojmove iz EB Soberovi argumenti mogu da se odnose. Budući da Sober nije bio potpuno jasan povodom toga, moraćemo da pokušamo da rekonstruišemo kako bi se oni mogli shvatiti u kontekstu EB.

3.2.1. Princip prirodne selekcije

Glavna ideja Darwinove teorije evolucije preko principa prirodne selekcije suštinski zavisi od tri faktora: varijacija među organizmima unutar reproduktivne populacije, naslednosti varijacija, i tvrdnji da kada su varijacije uzročno povezane sa različitom mogućnošću adaptacije i reprodukcije, onda će verovatno nastati reproduktivne razlike (detaljniji prikaz uvođenja adaptivne vrednosti u: Rosenberg & Bouchard, 2015).

Poslednja tvrdnja se često naziva principom prirodne selekcije (PPS nadalje). O tako shvaćenom principu moćemo reći jeste da je uzročno neutralan, u smislu da ne tvrdi koje varijacije su povezane sa reprodukcijom i adaptacijom. Počev od Spensera, jedan od načina za ubacivanje uzročnog karaktera u PPS jeste preko pojma adaptivne vrednosti (Spencer, 1864). Tako ćemo PPS shvatiti kao tvrdnju da kada su varijacije takve da dovode do različitih adaptivnih vrednosti, onda će verovatno dovesti i do reproduktivnih razlika. Odnosno, ako ima

razlike u adaptivnoj vrednosti, onda će verovatno biti i reproduktivne razlike. PPS onda možemo definisati preko pojma komparativne adaptivne vrednosti:

Ako su x i y (rivalske) populacije u okruženju E u generaciji n , i x je adaptivno vrednije od y u E , onda je verovatno da je populacija x veća od populacije y u E u nekoj generaciji n' kasnijoj od n . (određenje preuzeto iz: Rosenberg & Bouchard, 2005.)

Nosilac adaptivne vrednosti u ovoj formulaciji je populacija ili odlika, a ne jedinka. Videćemo u nastavku da ima različitih mišljenja povodom toga ko treba da bude nosilac adaptivne vrednosti. Ovu formulaciju uzmimo kao „radnu“. Zarad jednostavnosti, pričaćemo o komponenti adaptivne vrednosti koja se odnosi na reproduktivnost.

Na ovaj način smo dobili uzročan karakter PPS koji nam je neophodan da bismo objasnili aktualne reproduktivne razlike. Bez obzira što tvrdimo da nam je neophodan „uzročni karakter“ u PPS, to ne znači da moramo da se obavežemo na realizam u pogledu uzročnosti. Iskazi o uzročnosti su u ovom slučaju više korisni zbog objašnjenja, a manje zbog ontologije. Sam pojam „adaptivne vrednosti“ je predmet polemike u filozofiji biologije. Da li je to pojam koji je potreban u EB ili ne, i da li možemo obezbediti uzročan karakter na neki drugi način nećemo razmatrati (detaljnije u Matthen & Ariew, 2002, Rosenberg & Bouchard, 2005).

3.2.2 Adaptivna vrednost

Pitanje koje se postavlja jeste, naravno, kako treba tumačiti pojam adaptivne vrednosti na osnovu kog smo dobili taj uzročni karakter. Prvobitno se adaptivna vrednost shvatala preko aktualnog reproduktivnog uspeha populacija. Tako, adaptivna vrednost populacije ili jedinke korespondira aktualnom broju potomaka koje populacija ili jedinka ostavi. Na ovaj način, pojam komparativne adaptivne vrednosti znači da između dve populacije ili jedinke u okruženju E , komparativno bolju adaptivnu vrednosti će imati ona koja ostavi više potomaka, odnosno, ima veći reproduktivni uspeh.

Sa ovakvim shvatanjem adaptivne vrednosti postoje dva poznata problema (videti npr. Rosenberg, 2015, od. 1). Glavni problem je što ako ovakvo shvatanje adaptivne vrednosti koristimo za PPS, onda je PPS tautologija, jer tvrdi da ako organizam ili populacija ima više potomaka, onda će ta populacija ili organizam imati više potomaka. Drugi problem je što

aktualistička koncepcija adaptivne vrednosti nije protivčinjenički otporna na naizgled slučajna dešavanja: recimo da neki organizam ima potencijal da, bez nepredviđenih okolnosti, ostavi više potomaka od drugog. Ali, njega udari grom pre nego što je iskoristio reproduktivni potencijal. Prema aktualističkom shvatanju, trebalo bi da kažemo da drugi organizam ima veću adaptivnu vrednost, iako je za to odgovorna potpuna slučajnost. (Za slučajnost nije neophodno da shvatamo adaptivnu vrednost na nivou pojedinačnog organizma: pažljivo smešteni gromovi mogu udariti celu populaciju.)

3.2.3. Adaptivna vrednost kao propenzitet

Zbog ovih problema, bilo je pokušaja da se adaptivna vrednosti shvati tako da PPS nema tautološki karakter, kao i da se dobije izvesna protivčinjenička izdržljivost pojma. Dva načina shvatanja koja su se izdvojila kao značajna jesu tzv. ekološka adaptivna vrednosti i adaptivna vrednost kao propenzitet. Mi ćemo se fokusirati na drugi način shvatanja adaptivne vrednosti (detaljnije o ekološkoj adaptivnoj vrednosti u: Rosenberg i Bouchard, 2005, Rosenberg 2015, od. 2). Adaptivna vrednost kao propenzitet je shvaćena na sledeći način:

x je adaptivno vrednije od y u okruženju E akko x ima veći propenzitet ka ostavljanju više potomaka od y u okruženju E . (Mills & Beatty, 1979)

U ovom slučaju, adaptivnu vrednost shvatamo kao dispozicionalno svojstvo propenziteta. Takođe, ono što izgleda kao tradicija u ovom slučaju jeste da se to svojstvo shvata kao probabilistička dispozicija. Odnosno, adaptivna vrednost organizma ili populacije će prema ovakvom shvatanju značiti da postoji određeni propenzitet da unutar okruženja E ostave određen broj potomaka. Preko takvog shvatanja adaptivne vrednosti možemo dobiti komparativnu adaptivnu vrednost, odnosno, probabilističku sklonost ka ostavljanju većeg broja potomaka od drugog organizma ili populacije. Budući da je ovde reč o probabilističkoj dispoziciji, prirodan način shvatanja pojma verovatnoće upletenog u ovakvo shvatanje jeste interpretacija propenziteta. Kako ćemo videti, takav način interpretiranja verovatnoće u shvatanju adaptivne vrednosti (i) nije dobar i (ii) nije jedini mogući. Za prvu tvrdnju osloniću se na argumente koje su izneli Drue i Merlin (Drouet & Merlin, 2015) i zamerke propenzitetu koje sam izneo u 1.1.3. U tvrdnji (ii) povezaćemo Soberov argument za objektivnost makroverovatnoća i probabilističko

određenje adaptivne vrednosti (Sober, 2010a, 2010b). Tu ćemo pružiti argumente za tvrdnju da je Soberov zaključak jači ukoliko se verovatnoće interpretiraju kao protivčinjeničke, a ne neteoretske kako je on ponudio.

Kako Drue i Merlin napominju, Mills i Beti adaptivnu vrednost kao propenzitet predstavljaju preko analogije sa rastvorivošću soli (Drouet & Merlin, 2015, od. 3, Mills i Beatty, 1979). Kada kažemo da je so rastvoriva, pod tim mislimo da će se so u tečnosti određene vrste rastvoriti. Razlog toga što će se so rastvoriti jesu fizičke karakteristike koje so ima, i pogodni uslovi za ispoljavanje te fizičke karakteristike. Tečnost određene vrste pruža odgovarajuće uslove.

Pošto je adaptivna vrednost relativna u odnosu na neku okruženje E, ako pratimo analogiju, onda ćemo reći da je okruženje E analogno tečnošću određene vrste, jer pruža fizičkim karakteristikama organizma pogodne uslove da ispolje dispozicionalno svojstvo. Kako Drue i Merlin napominju, razlika između rastvorivosti soli i propenziteta reproduktivnog uspeha je što je prva dispozicija deterministička, a druga probablistička (Drouet & Merlin, 2015, od. 3).

Ali, nije potpuno jasno odakle nam ta razlika i kako da je shvatimo. Pitanje o razlici probablističke i determinističke dispozicije jeste opštije, i videli smo ga i u analizi interpretacije propenziteta. Jasno je šta su determinističke dispozicije, i moglo bi biti jasno šta su probablističke dispozicije u slučaju da postoje fundamentalno indeterministička svojstva.

Drue i Merlin pominju shvatanje prema kome probablistički karakter dolazi zbog mogućih različitih okruženja E. Ali, takvo shvatanje nije dobro iz dva razloga. Prvi razlog je što smo adaptivnu vrednost već odredili kao relativnu na okolinu O. Unutar neke okoline O, imamo probablističku dispoziciju nekog organizma da se reprodukuje, odnosno adaptivnu vrednost. Tako adaptivna vrednost, prema tom shvatanju, mora da bude probablistička u okviru jedne okoline O. Drugi razlog je što bismo, ako pretpostavimo da je probablistički karakter nešto što dolazi zbog različitih okolina u kojima je organizam mogao biti, onda jasno da je unutar jedne okoline O dispozicija takva da ima samo trivijalne vrednosti (Drouet & Merlin, 2015, od. 3).

Pozadina drugog razloga koji su naveli Drue i Merlin je slična kao i zamerke koje smo navodili propenzitetu u analizi te interpretacije verovatnoće. Ako poznajemo potpune početne uslove okoline O i fizičke karakteristike, onda bi reproduktivni uspeh trebalo, (poput rastvaranja soli u odgovarajućoj tečnosti) da bude ili stvar indeterminizma ili izvestan. Ako pripisujemo

verovatnoće, to možemo na tri načina:

- indeterminističke šanse: potpuni početni uslovi okoline O i fizičke karakteristike ne određuju jedinstveno reproduktivni uspeh.
- subjektivne verovatnoće: govorimo da imamo određeni nivo neznanja oko toga šta je od početnih uslova okoline O i fizičkih karakteristika organizma odgovorno za reproduktivni uspeh varijacije u početnim uslovima.
- varijacije u početnim uslovima: sitne varijacije u početnim uslovima okoline O i fizičke karakteristike organizma koje su takve da dovode do probabilističkih očekivanja.

Od ova tri načina za shvatanje verovatnoća u adaptivnoj vrednosti, interpretacija propenziteta ima smisla ukoliko prihvatimo prvo shvatanje, nije kompatibilna sa drugim, i teško je videti kako je uklopljiva sa trećim shvatanjem. Indeterminističko shvatanje ne izgleda *a priori* pogrešno. Brandon i Karson su zastupali da je slučaj genetskog drifta zapravo slučaj verovatnoća koje se *probijaju* [eng. *percolate up*] sa kvantnog nivoa (Brandon & Carson, 1996). Ali, takva pozicija povodom prirode genetskog drifta je bila kritikovana mnogo puta (Bouchard & Rosenberg, 2004; Graves, Horan, & Rosenberg, 1999; Rosenberg, 2001; Weber, 2001, Millstein, 2002b). Nije jasno zbog čega bi takva pozicija bolje prošla povodom adaptivne vrednosti. Činjenica da je u principu moguće da se kvantno probijanje desi nam ne daje argument u prilog tome da se ono desilo.

3.2.4. Adaptivna vrednost i subjektivne verovatnoće

Druga opcija je da verovatnoću koju pripisujemo shvatimo kao epistemičku, odnosno subjektivnu. Dispozicija o kojoj je reč u određenju adaptivne vrednosti je zapravo deterministička, ali tvrdnjom o verovatnoći govorimo da ne znamo tačno koje su odgovarajuće okolnosti koje će dovesti do ispoljavanja dispozicije. Ovakvo shvatanje je jako privlačno. *De facto* ne znamo koji početni uslovi vode do reproduktivnog uspeha. Kako Rozenberg kaže za slučaj genetskog drifta, sveznajuće biće koje zna sve relevantne uzročne faktore ne bi koristilo verovatnoće, tako da naše korišćenje oslikava naše neznanje (Rosenberg, 1994, pog 4). Delimična mana ovakvog gledišta jeste donekle analogna slučaju koji smo razmatrali u vezi sa

subjektivnim verovatnoćama u KSM. (Analogija je daleko od potpune, tako da se moramo zadržati na kvalifikaciji „donekle“.) Kako Milstin napominje, nije uvek slučaj da smo u „neznanju“ koliko to Rozenbergovi i slični argumenti zahtevaju. Milstin, pominjući slučaj jednačina verovatnoće tranzicija za genetski drift kaže sledeće:

„Ova interpretacija “neznanja“ previđa činjenicu da smo mi svesni više uzročnih faktora nego što je uključeno u jednačinu verovatnoće tranzicija; na primer, znamo stvari o predatoru i boji leptira. Tako, *mi biramo da ignorišemo* ove uzročne faktore, pre nego što smo potpuno u neznanju povodom njih.“ (Millstein, 2002a, str. 1321, kurziv moj)

Milstin pominje primere sa genetskim driftom, ali „pretpostavlja da zaključci mogu da se ekstrapoliraju na ostale aspekte evolutivne biologije“ (Millstein, 2002a, str. 1319). Sličnu poentu oko toga da ignorišemo neke od detalja pri objašnjenju evolutivnih procesa je iznosio i Sober na više mesta (Sober, 1984, pog. 4, 1999, 2010a, 2010b). Izgleda kao da Rozenberg, sa jedne strane, i Sober i Milstin sa druge, imaju različito značenje termina „objektivne verovatnoće“ na umu, što je situacija na koju smo često nailazili u analizi problema u ovom radu (poglavlje 2, a videti i u: Loewer, 2001; Lyon, 2011; Schaffer, 2007). Rozenberg na umu ima „šanse“ kao jedine objektivne verovatnoće, Sober i Milstin na umu imaju verovatnoće koje definitivno nisu šanse, ali ih smatraju objektivnim jer nisu zavisne od epistemičkog položaja.

3.2.5. Soberov argument za objektivnost makroverovatnoća

Sober svoje gledište prema kome su makroverovatnoće koje se koriste u EB objektivne pravda preko argumenta o izvodivosti koji smo videli u 1.2.2. i 2.2. i te verovatnoće interpretira kao neteoretske, kako smo videli u 1.2.2. Podsetimo se, prema argumentu izvodivosti, Sober tvrdi da makroverovatnoće u EB mogu biti objektivne zato što se mogu izvesti iz mikroverovatnoća koje bi i Laplasov demon smatrao za objektivne. Ovo izvođenje Sober radi preko srednje vrednosti mikroverovatnoća. Prema Soberu, jedan tip mikroverovatnoća jeste verovatnoća da će neko mikrostanje c_j , $j=1, \dots, m$, u vremenu t_n , dovesti do nekog makrostanja A u t_{n+1} . Više mikrostanja c_j u vremenu t_n može dovesti do makrostanja A u vremenu t_{n+1} . Sober ovakvu tvrdnju pravda višestrukom realizibilnošću makrostanja u vremenu t_n . Makrostanje pre A , nazovimo ga X u t_n , tako može biti realizovano sa više mikrostanja c_j . Neka c_j stanja će dovesti

do A, neka c_j stanja neće dovesti do A; srednja vrednost ovih stanja biće objektivna verovatnoća za A, prema Soberu (Sober, 2010a, 2010b). Zaključak o objektivnosti zavisi, između ostalog, od toga da je višestruka realizibilnost metafizička, a ne epistemička, jer ukoliko bi bila epistemička te verovatnoće bi morale biti epistemičke. Pretpostavka o tome da je višestruka realizibilnost metafizička, smatram, jeste plauzibilna.

Ali, postoji nekoliko zamerki koje Soberu možemo uputiti. Prva je, kao što smo napomenuli na kraju 1.2.2., što ovakvo izvođenje verovatnoća iz mikrostanja i fundamentalnih zakona ne može biti shvaćeno kao što to Sober želi u neteoretskoj interpretaciji. On, prema toj interpretaciji, smatra da je verovatnoća teoretski kvanitet (poput mase) koji nije moguće svesti na druge entitete ili relacije. Ovakvo izvođenje verovatnoća ih eksplicitno svodi na relacije i entitete fundamentalne fizike.

Drugi problem je što Sober ne daje potpuno eksplicitan način za povezivanje ovako shvaćenih verovatnoća i probabilističkih pojmova u EB, koji je konzistentan sa njegovom namerom da pokaže objektivnost verovatnoća izvođenjem iz *mikroverovatnoća*. Jedno pitanje je da li je nosilac adaptivne vrednosti - u ovom slučaju i verovatnoće - pojedinac ili neka odlika, odnosno, populacija koja poseduje tu odliku. Sober je pripisivao adaptivnu vrednost odlikama (Sober, 1984, poglavlje 3, 2010a). Ali, u tekstu povodom ispitivanja uzročnog karaktera adaptivne vrednosti, Sober takođe kaže da je njegov prigovor protiv pripisivanja adaptivne vrednosti pojedincima „epistemički, ne semantički.“ (Sober, 2013, str. 338, fusnota 6.) Na istom mestu on kaže „da ne tvrdi da ove pojedinačne verovatnoće 'nemaju smisla', već samo da su naučnici retko kad u prilici da prave dobre procene povodom njihovih vrednosti.“ (Sober, 2013, str. 338, fusnota 6.). Tako da nosioci verovatnoća, prema njemu, u metafizičkom smislu mogu biti i jedinke i odlike, ali u epistemičkom bi radije pričao o odlikama. Ovakvo smo barem malo suzili područje na koje se Soberov argument može odnositi. Dalje, na najbitnijem mestu (Sober, 2010b, str. 142) Sober tvrdi da uzima genotipski opis kao relevantni mikroopis, dok uzima adaptivnu vrednost kao makroopis i za probabilistički nivo. U svetlu pokazivanja da su verovatnoće na nivou makrostanja objektivne, Sober pravi pretpostavku da je mikrostanje jeste takvo da jedinstveno određuje makrostanje, kao i da mikrostanja evoluiraju potpuno deterministički. Da li je genotipski nivo dovoljno "mikro" da zadovolji ove dve Soberove pretpostavke nije trivijalno pitanje, i nisam siguran da je Sober pružio argumente zbog kojih bismo smatrali da su te pretpostavke zadovoljene.

Treći problem jeste tehničke prirode. Zarad jednostavnosti, pričajmo o adaptivnoj vrednosti jedinke, ali, dalje poente biće iste i ako kao nosioca adaptivne vrednosti shvatimo odlike. Soberov predlog o izvodivosti ima jedan veliki tehnički problem. Naime, mikrostanja o kojima on priča su stanja koja su dovoljno detaljna da jedinstveno određuju jako opšta makrostanja, a mikrostanja su i takva da po pretpostavci evoluiraju deterministički. Videli smo da za makrostanja termodinamičkih sistema, poput gasova u određenoj kutiji, imamo neprebrojivo mnogo mikrostanja koja ih mogu realizovati. Makrostanja u EB (recimo, jedinka u okruženju O) *prima facie* deluju daleko kompleksnija. Nije jasno kako možemo pričati o manje od neprebrojivo mnogo mikrostanja koja ih mogu realizovati, ukoliko želimo da pričamo o izvođenju makroverovatnoća iz mikrostanja, a ne naprosto aproksimatizaciji takvog izvođenja. U tom slučaju, treba nam srednja vrednost neprebrojivo mnogo mikroverovatnoća. To nije valjano definisana operacija.

Zbog prvog i trećeg problema, mislim da bi za Soberov argument povodom objektivnosti makroverovatnoća u EB bilo bolje da te verovatnoće shvatimo kao protivčinjeničke. Prvi i treći razlog protiv Soberovog argumenta se u tom slučaju gube. Pošto verovatnoću shvatamo kao meru preko sličnih svetova, nemamo potrebe za tehnički neodgovarajućim pojmom srednje vrednosti u određenju makroverovatnoća. Budući da odustajemo od ideje da je prava interpretacija neteoretska, verovatnoća koju dobijamo jeste svodiva na moguće sitne varijacije u početnim uslovima i odgovarajuće fundamentalne dinamičke zakone. Adaptivna vrednost jedinke u okruženju O bi onda bila shvaćena kao reproduktivni uspeh u različitim početnim uslovima sistema koji čine jedinke i okruženja O, odnosno, šta se dešava u najslučnijim svetovima u kojima je jedinka u okruženju O.

Drugi Soberov problem koji smo videli očigledno ostaje. Koji je relevantan i dovoljno detaljan mikroopis u evolutivnoj biologiji da bismo mogli da pričamo o objektivnim makroverovatnoćama na ovaj način jeste pitanje na koje ne možemo odgovoriti. Budući da Soberov argument polazi od toga da su ovo verovatnoće koje „sučeljavamo“ sa laplasovskim verovatnoćama, odnosno, verovatnoće koje su objektivne iz razloga što su zasnovane na mogućim mikrostanjima i fundamentalnim zakonima, to što smo došli do „nepraktičnih“ zaključaka nije neočekivano. Za razliku od KSM, gde imamo viziju neke skoro praktične redukcije na fundamentalnu fiziku i mikrostanja, ovde je stanje daleko od toga: da li je sličnu redukciju moguće uraditi prvenstveno zavisi od daljih razvitaka u evolutivnoj biologiji, i mislim da

interpretacija verovatnoće svakako ne može dati odgovor na to pitanje. Ali, smatram, ako Soberov argument za objektivnost verovatnoća ima nekih izgleda da bude ispravan, smatram da će to najpre biti u slučaju da Soberove verovatnoće shvatimo kao protivčinjeničke.

3.3. Igre šansi

Izvanredno je da bi nauka koje je počela sa razmatranjem igara šansi trebalo da postane najvažniji objekat ljudskog saznanja.

Laplace, Pierre Simon

Théorie Analytique des Probabilités, 1812

Igre šansi, kako smo pomenuli u 1.1.1. bile su motivacija za početak bavljenja verovatnoćom, i ostaju kao najbitniji primer nenučne upotrebe verovatnoća koji je zanimljiv sa stanovišta različitih interpretacija. (Za upotrebu verovatnoće u većini drugih nenaučnih konteksta, jasno je da je verovatnoća u tim slučajevima subjektivna. Nema sumnje da tvrdnja „Najverovatnije je da će Djoković pobediti Federera“ oslikava (možda navijačko?) uverenje na osnovu nepotpunih informacija, a ne objektivnu informaciju izvedenu preko zakona fundamentalne fizike.) Kao što smo u analizi interpretacija videli, standardne igre šansi su ujedno i najzgodniji primeri da se istaknu mane ili dobre strane neke teorije. I iz istorijskih i filozofskih razloga, nekoliko dodatnih reči o klasičnim igrama šansi zaslužuju mesto na kraju ovog poglavlja: pošto smo dosta o njima videli kroz analizu konkretnih interpretacija, sada nećemo ulaziti u preterano detalja. Termin „klasične igre šansi“ koristićemo za igre poput ruleta, bacanja novčića, točka sreće, bacanje kockica itd. Ta lista definitivno nije iscrpna, ali budući da ne želimo da otvorimo kazino, već imamo kratak i opšti pogled na to kako shvatiti verovatnoće u ovakvom tipu igara, za naše svrhe i nepotpuna lista će poslužiti.

U klasičnoj interpretaciji u 1.1.1. videli smo da su, izučavajući klasične igre šansi, začetnici teorije verovatnoće poput Paskala i Bernulija fokus pri interpretiranju probabilističkih tvrdnji stavili na simetrije sistema poput ruleta. Simetrije koje su oni uočili - svaki ishod ruleta je „jednako moguć“ - jesu epistemičke i tiču se ishoda. Takva shvatanja povodom simetrija jesu, kako smo videli, problematična. Ali, ideja o tome da verovatnoće postoje zbog izvesnih simetrija sistema je ostala da živi. Velikani nauke sa kraja 19-og i početka 20-og veka, Poincare i fon

Kries su relevantne simetrije detektovali u načinima kako sitne razlike u početnim uslovima u kojima se sistem može naći dovode do varijacija u ishodima (Poincare, 1912, von Kries, 1886). Filozofija verovatnoće u svojim počecima uglavnom ignorisala ideje mehaničkih modela za računanje ishoda u odnosu na različite početne uslove, pa su tako i ideje Poinkarea i von Kriesa bile neupotrebljene u filozofiji verovatnoće do interpretacija početnog opsega. Na sreću, u matematici i fizici verovatnoće to nije bio slučaj. Keler je, npr. razvio mehaničke modele prema njutnovskim zakonima kretanja po kojima ishod bacanja novčića zavisi od sitnih razlika u nekoliko parametara početnih uslova sistema (ugao bacanja, brzina bacanja i rotacije, itd.). Keler je takođe pokazao, na primeru ruleta, kako se takvi modeli, u principu, mogu proširiti na druge klasične igre šansi (detaljnije u Keller, 1986.) Interpretacije početnog opsega, kao i Soberova teorija su takve radove sa pravom vratili u fokus filozofije verovatnoće (Rosenthal, 2012, Strevens, 2012, Sober, 2010a, 2010b).

Ali, kao što smo videli u 1.2.2., nema mnogo smisla takve rezultate smatrati argumentima u prilog neteoretskoj interpretaciji: oni eksplicitno svode verovatnoću na njutnovske dinamičke zakone, tako da verovatnoća ne bi bila teoretski kvantitet koji nije moguće nadalje analizirati. Kako smo videli u 1.2.3., interpretacije početnog opsega su (a) osvežavajuće poboljšanje za filozofiju verovatnoće, (b) u problemu sa interpretacijom distribucije verovatnoće samih početnih uslova. Ukoliko se (b) pravda preko aktualnih početnih uslova, interpretacija pretila da „sklizne“ u aktualni frekvencionizam, što zbog problema aktualnog frekvencionizma nije dobro, a zbog neprebrojivo mnogo početnih uslova ne izgleda ni kao dovoljno opravdanj.

Predlog za dopunu pokušaja interpretacije početnog opsega je onda odricanje od aktualističke koncepcije verovatnoća početnih uslova. Protivčinjeničkim verovatnoćama bismo uradili upravo to. Recimo da imamo bacanje kuglice na ruletu. Najsličniji svetovi u kojima je kuglica bila bačena su oni u kojima su „mala čuda“ dovela do sitnih razlika u početnom stanju bacanja ruleta: u nekom svetu je kuglica bačena sa malo veće visine, u nekom svetu sa različitom brzinom, itd. Dalja evolucija kuglice i ruleta u tim svetovima je po zakonima koji važe u našem. Verovatnoća padanja kuglice na 21 u tom slučaju jeste odnos mere najbližih svetova u kojima je kuglica pala na 21 i mere najbližih svetova. Na taj način izbegavamo aktualističko opravdanje početne distribucije, a tvrdnju o „jednakosti“ početnih uslova, shvatamo kao tvrdnju o fizičkoj sličnosti početnih uslova, a ne (samo) o epistemičkoj sličnosti. Ovakav predlog, naravno, ne bi trebalo da zameni modele poput Kelerovog - već da pruži metafizičku pozadinu tih modela i da,

na neki način, uči iz takvih radova. Odnosno, tvrdnje o fizičkoj sličnosti povodom različitih početnih uslova treba da dođu iz fizike, a rezultati evolucije sistema u odnosu na različite slične uslove trebe da slede na osnovu zakona fizike. Upravo je takav način dolaska do verovatnoća ono što ih čini objektivnim, i protivčinjeničkim tvrdnjama koje govore nešto o našem svetu.

Poglavlje 4: Pitanja u vezi sa protivčinjeničkim verovatnoćama

Kako smo videli, predložio sam da verovatnoće nekih događaja u našem svetu shvatimo kao protivčinjeničke. Taj predlog treba pojasniti u jednom bitnom elementu (4.1.), kao što treba pojasniti i pretpostavke koje su, implicitno ili eksplicitno napravljene u argumentima za protivčinjeničku interpretaciju ili protiv drugih interpretacija (4.2., 4.3.). Najzad, od velike važnosti je reći i par reči povodom odnosa protivčinjeničkih verovatnoća i Luisovog Osnovnog Principa (4.4.). Takođe, budući da ovako definisane verovatnoće zavise od Luisovih radova o relaciji sličnosti i mogućim svetovima, pitanje koje se može postaviti odnosi se na tzv. modalni realizam koji je zastupao Luis (4.5.) i eventualnu povezanost protivčinjeničkih verovatnoća i takvog gledišta.

4.1. Mikrokonstantnost

Prva briga za protivčinjeničke verovatnoće, kako sam ih ja prikazao, jeste da li su u izvesnom smislu „preširok“ pojam. Možemo smisljeno pričati o protivčinjeničkoj verovatnoći procesa čiji ishodi ne izgledaju nasumično: recimo o verovatnoći toga da li ću dobiti trovanje posle ručka, u zavisnosti od razlika početnih uslova mog procesa kuvanja ručka (pretpostavimo da kuvanje ručka nije duži kontinuirani proces, već zavisi od samo nekoliko parametara u ograničenom početnom vremenskom periodu.) Videli smo u pristupu interpretacija početnog opsega 1.2.3., kao i u fon Misesovom pristupu hipotetičkom frekvencionizmu da postoji način da se „oslobodimo“ takvih verovatnoća. Pristup interpretacija početnog opsega jeste da postavi uslov mikrokonstantnosti: mera „pozitivnih“ početnih uslova i svih početnih uslova treba da bude konstantna na svakoj arbitrarno maloj površini početnog faznog prostora. Kao što smo videli u 1.2.4., ovakav pristup ne izgleda teško ugraditi ni u protivčinjeničku interpretaciju, tako što ćemo reći da je odnos mere bliskih svetova u kojima je ishod „pozitivan“ i odnos mere svih bliskih svetova približno isti za svaki arbitrarno mali podskup bliskih svetova.

Ali, smatram da je ugrađivanje takvog uslova nepotrebno. Ne bi trebalo da imamo

problema sa „preširokim“ pojmom verovatnoće. Ukoliko smatramo da je objektivna informacija o tome šta bi se desilo da sam slučajno dodao mnogo više soli u ručak nego što moj organizam može podneti, ne vidim problem da meru sličnih svetova u kojima sam ubacio tu količinu soli smatramo protivčinjeničkom verovatnoćom. Ako je verovatnoća određena fizičkom sličnošću i prirodnim zakonima, onda nema potrebe ugrađivati *a priori* uslov da bismo obezbedili željenu nasumičnost ishoda.

Nasumičnost ishoda je bolje iskoristiti na drugi način. Ukoliko imamo širok pojam verovatnoća, pitanje je zašto o objektivnim verovatnoćama najčešće pričamo u slučajevima kada izgleda da postoji nasumičnost, a daleko ređe u slučajevima u kojima ne postoji nasumičnost. Mislim da je razlog to što, u takvim slučajevima, naša objašnjenja bivaju bolja ukoliko su probablistička. Recimo da za neki proces, npr. bacanje novčića, važi uslov mikrokonstantnosti. Ishode takvog procesa možemo objasniti deterministički, pozivajući se na konkretno početno mikrostanje i dinamičke zakone. Ali, ovakvo objašnjenje ishoda važi samo za bacanje novčića sa konkretnim početnim mikrostanjem. Budući da je mikrostanja neprebrojivo mnogo, svako buduće bacanje tog novčića ili sličnih novčića neće biti objašnjeno takvim objašnjenjem.

S druge strane, ukoliko posmatramo skup svih sličnih početnih mikrostanja u kojima je proces mogao započeti, i na osnovu toga dobijemo verovatnoću ishoda, onda ćemo pozivanjem na tu verovatnoću moći da objasnimo svaki sličan proces koji se desio i koji će se desiti. Odnosno, probablističko objašnjenje ishoda će biti daleko opštije nego neprobablističko objašnjenje.

U slučajevima kada ishodi nisu nasumični, poput mog kuvanja ručka, i dalje imamo objektivne informacije o tome šta bi se desilo s obzirom na različite početne uslove. Ali, ishode takvog procesa možemo objasniti tako da imamo opšte objašnjenje koje nije probablističkog karaktera (u ovom slučaju bi objašnjenje bilo recimo „ako si stavio više od dve kašike soli, neće biti dobro; sve manje je ok.“) Uslov mikrokonstantnosti nam tako nije *a priori* ugrađen u teoriju, već nam služi za to da objasnimo zašto u nekim slučajevima koristimo probablističke pojmove, a zašto u nekim ne. Verovatnoća je u oba tipa slučajeva definisana i objektivna, ali nam u slučajevima kada važi mikrokonstantnost čini objašnjenja opštijim i jednostavnijim, dok u slučajevima bez mikrokonstantnosti možemo imati opšta i jednostavna objašnjenja i bez nje.

4.2. Probabilistička objašnjenja i verovatnoća objašnjenja

U vezi sa upotrebom verovatnoća u probabilističkim objašnjenjima ima bitnih tačaka koje treba razjasniti. U KSM, EB i igrama šansi, kako smo videli, imamo regularnosti koje su objašnjene na probabilistički način. U KSM i igrama šansi, te verovatnoće se mogu dalje svesti na dinamičke zakone i moguće početne uslove sistema. U EB, Sober bi rekao, to svođenje u principu ne deluje nemoguće. U sva tri slučaja, pretpostavka je bila da su objašnjenja koja koristimo zaista probabilističkog tipa. Šafer je ovu pretpostavku poricao, praveći razliku između pravih probabilističkih objašnjenja i verovatnoće samog objašnjenja (Schaffer, 2007). Prvi tip objašnjenja je onaj koji koristi verovatnoće u eksplanatorne svrhe, dok je drugi tip slučaj kada zbog nepoznavanja početnih uslova sistema dajemo verovatnoću samom objašnjenju.

Ta razlika je dobro utemeljena. Ako objasnim svoje ubrzano lupanje srca time što kažem da je to verovatno zbog toga što sam popio deset kafa u pet sati, to znači da dajem određenu verovatnoću da je popijena kafa uzrok ubrzanog lupanja srca. Odnosno, takvo objašnjenje otkriva da ja ne znam šta je uzrokovalo ubrzano lupanje srca, ali pripisujem određenu verovatnoću hipotezi da je to učinilo ispijanje kafe. Ono što znamo jeste posledica, i mogućim uzrocima te posledice pripisujemo određenu verovatnoću.⁶⁸

Razliku u odnosu na probabilistička objašnjenja možemo da vidimo ukoliko uzmemo objašnjenje iz indeterminističke nauke. Na primer, zašto u jednom uzorku radioaktivnost slabi brže nego u drugom uzorku? Zato što radioaktivnost prvog uzorka potiče od nobelijuma, a u drugom od uranijuma, a tricijum ima manji period poluraspada od uranijuma. Verovatnoća
Prema Šaferu, u indeterminističkim naukama, verovatnoća funkcioniše kao uzrok neke posledice, i nema dodatnih mogućih uzroka kojima bismo pripisivali verovatnoću na bilo koji način.

Ali, kako Lajon primećuje, iako je razlika između probabilističkih objašnjenja i verovatnoće objašnjenja dobro utemeljena, Šaferov pogrešno stavlja objašnjenja iz KSM (ja dodajem i iz EB i igri šansi) u drugu grupu (Lyon, 2011, str. 422-426). Kada objašnjavamo padanje novčića na glavu tvrdnjom da je verovatnoća za takav ishod 0.5, onda pozitivnu verovatnoću pripisujemo i stanjima koja *ne* dovode do padanja glave. Odnosno, znamo

68 Kao i u slučaju EB, termine „uzrok“ i „posledica“ treba shvatiti instrumentalno, u smislu da relaciju uzročnosti ne moramo shvatiti kao metafizički realnu.

posledicu, a verovatnoću pripisujemo i uzrocima koji ne dovode do te posledice - stanjima koja dovode do padanja pisma. Verovatnoća u tom slučaju igra eksplanatornu ulogu: ona treba da objasni zbog čega je ishod očekivan. U slučaju verovatnoće objašnjenja, situacija nije slična: u slučaju sa ubrzanim lupanjem srca, ne pripisujem pozitivnu verovatnoću tome da se desio neki uzrok - recimo pijenje čaše vode, za koji potom tvrdim da ne bi doveo do lupanja srca.

Lajon takođe primećuje da objašnjenja iz KSM imaju više sličnosti sa indeterminističkim probablističkim objašnjenjima (Lyon, 2011, str. 424). U jednom smislu, ovo je tačno: u oba slučaja, verovatnoće imaju eksplanatornu ulogu. Ali, postoji jedna jako bitna razlika na koju moramo obratiti pažnju. Ta razlika se odnosi na mogućnost redukcije objašnjenja.

4.3. Redukcija objašnjenja?

Razlika koju smo pomenuli između indeterminističkih i determinističkih probablističkih objašnjenja tiče se mogućnosti redukcije. Razlika je jednostavna i jako velika: indeterministička probablistička objašnjenja po pretpostavci nije moguće redukovati na neka druga objašnjenja; deterministička probablistička objašnjenja je po pretpostavci moguće redukovati. Ukoliko objasnimo događaj u determinističkom sistemu pozivanjem na tačno mikrostanje i odgovarajuće zakone, kao Laplasov demon, dobićemo neprobablističko objašnjenje za događaj za koji smo mi davali probablističko. Dakle, redukcija objašnjenja je moguća. Jedan zaključak koji je često bio davan na osnovu te razlike jeste da onda verovatnoće u determinističkim probablističkim objašnjenjima nisu objektivne.

Uobičajen način kritike takvog zaključka jeste ono što možemo nazvati patnamovskom kritikom protiv redukcije objašnjenja (videti npr. Lyon 2011, Loewer 2001). Kritiku nazivamo patnamovskom, jer se ona oslanja Patnamov poznati za nemogućnost redukcije objašnjenja (Putnam, 1975): kocka stranice dužine R ne može da prođe kroz okrugli obruč prečnika dužine R . Jedno objašnjenje za tu činjenicu koje možemo navesti jeste mikroobjašnjenje, navođenjem opisa mikročestica koje sačinjavaju obruč i kocku, njihovih relacija i izvođenjem činjenice o nemogućnosti prolaska konkretne kocke kroz konkretan obruč. Drugo moguće objašnjenje je geometrijsko, gde se pokazuje da sva tela koja imaju karakteristike kao kocka iz primera imaju veću površinu od površine prolaza koji je načinjen od tipa tela koji ima karakteristike obruča, i da zbog toga konkretna kocka ne može proći kroz konkretan obruč. Za Patnama, prvi tip

objašnjenja - mikroobjašnjenje - jeste očigledno eksplanatorno inferioran u odnosu na drugi tip. Zaključak koji možemo izvesti na osnovu takvog primera jeste da neka makroobjašnjenja ne treba redukovati na mikroobjašnjenja.⁶⁹

Ako prenesemo zaključivanje na situaciju probabilističkih objašnjenja, možemo reći da probabilistička objašnjenja ne treba redukovati, i da su zbog toga verovatnoće objektivne. Ali, Sober navodi dobar razlog protiv tvrdnje da je u slučaju probabilističkih objašnjenja situacija ista kao i u Patnamovom primeru, i da možemo nedvosmisleno reći da probabilističko objašnjenje ne treba redukovati, čak iako redukciju izbegavamo u Patnamovom primeru.

Nazovimo iskaz „Kocka stranice dužine R ne može da prođe kroz obruč prečnika R “ PTN iskazom. Razlog iz kog Sober tvrdi da Patnamova poenta nije relevantna za probabilistička objašnjenja je sledeći. U Patnamovom primeru, uslovna verovatnoća PTN iskaza pod uslovom makrostanja X je jednaka uslovnoj verovatnoći PTN iskaza pod uslovom bilo kog mikrostanja A koje može realizovati makrostanje X . Odnosno, verovatnoća da kocka neće proći kroz obruč je jednaka 1, ukoliko pretpostavimo makroobjašnjenje, kao i ukoliko pretpostavimo mikroobjašnjenje.

Ali, da bismo znali da su te dve verovatnoće jednake, moralo bi da važi $PTN|X = 1$. Ako nam makroopis implicira PTN, onda nam je mikroopis irelevantan. Ali, ako je $PTN|X$ manje od 1, jednakost ne važi, tako da nam mikroobjašnjenje može reći zbog čega tačno ova kocka neće proći kroz ovaj obruč - odnosno, reći će nam nešto eksplanatorno relevantno što makroobjašnjenje ne može učiniti. Tako objašnjenja u ovom slučaju ne možemo jednostavno rangirati kao u slučaju Patnamovog primera u kom jednim objašnjenjem ne gubimo ništa na informativnosti, a dobijamo puno na opštosti.

Šira poenta koju Sober pokazuje odbacivanjem ovakvog načina kritike jeste da ne možemo za verovatnoće tvrditi da su objektivne zbog toga što igraju ulogu u dobrim probabilističkim objašnjenjima (kako tvrdi npr. Loewer 2001), već da su probabilistička objašnjenja dobra u zavisnosti od toga da li su verovatnoće koje igraju uloge u njima objektivne ili nisu. Odnosno, objektivnost verovatnoća mora biti obezbeđena *pre nego što* se one koriste u objašnjenjima, a ne prosto *time što* se koriste. Objektivnost možemo objasniti tako što pokažemo da je određenje verovatnoće takvo da se poziva na fizičke karakteristike sistema i fundamentalne zakone, a ne odnos evidencije i racionalnih uverenja. Mislim da smo za protivčinjeničku

⁶⁹ Sam Patnam izvlači jači zaključak: da redukcija makroobjašnjenja preko mikroobjašnjenja nije uvek moguća. Za izvođenje ovakvog zaključka, on tvrdi da mikroobjašnjenje u slučaju kocke *uopšte* ne predstavlja objašnjenje.

verovatnoću pokazali da je upravo takva vrsta verovatnoća koja postoji nezavisno od toga kakva su verovanja o nekom sistemu, ili da li verovanja o sistemu uopšte postoje. Ocena o objektivnosti verovatnoća ne dolazi zbog (ne)mogućnosti redukcije objašnjenja, već utvrđenja pre pitanja o redukciji objašnjenja.

Šta onda ostaje sa pitanjem redukcije objašnjenja? Ukoliko prihvatimo Soberov način razmišljanja, ne moramo tvrditi da je probabilistička objašnjenja nemoguće redukovati (što je prejak tvrdnja) ili da su ona uvek bolja od neprobabilističkih (što takođe deluje prejako). Redukciju objašnjenja u determinističkim sistemima je moguće učiniti, i neprobabilističkim objašnjenjima možemo dobiti na informativnosti.

Ali, ukoliko usvojimo minimalan zahtev poput eksplanatornog pluralizma (up. sa: Batterman, 1992, 2010, Sterelny, 1996): da različita objašnjenja istog fenomena mogu imati u izvesnom smislu dopunjujuće vrednosti; možemo reći da probabilistička objašnjenja imaju vrednosti čak i ko mogu da se redukuju na neprobabilistička. Ta vrednost je zasigurno vezana za naše kognitivne kapacitete: pozitivno vrednujemo opštije i jednostavnije objašnjenje koje ima manje informativnosti, između ostalog zbog toga što više slučajeva možemo obuhvatiti na lakši način takvim objašnjenjem. Lover ima termin koji može poslužiti za našu poentu „test pomoću majice“ [eng. *t-shirt test*].⁷⁰ On je ovaj termin koristio za rangiranje mogućih sistema u okviru luisovske procenjivanja koji nam je sistem teorema najbolji za prirodne zakone, ali test može poslužiti i za objašnjenja. Prema tom testu, objašnjenje ima vrednost ukoliko se može odštampati na majici, umesto da zahteva npr. 100 terabajta fajla. Ako objašnjavamo sekvence bacanja novčića verovatnoćom od 0.5 da padne glava (umesto kompleksnim zapisom svakog od početnih stanja svakog bacanja novčića i dinamičkih zakona), dajemo objašnjenje koje prolazi „test pomoću majice“. Ali, to što nekada pozitivno vrednujemo objašnjenje zbog naših kognitivnih kapaciteta, ne znači ništa povodom toga da li je pojam verovatnoće upotrebljen u objašnjenju subjektivan ili objektivn, već da su standardi vrednovanja objašnjenja usklađeni sa našim kognitivnim kapacitetima.

⁷⁰ Za ovaj izraz nažalost ne mogu da nađem referencu u Loverovim radovima, ali budući da sam definitivno za taj izraz čuo od njega moram da stavim referencu.

4.4. Protivčinjeničke verovatnoće i OP

U 3.1.8. i 3.1.10. pomenuli smo da tvrdnjom da je u nekim slučajevima verovatnoće najbolje interpretirati kao protivčinjeničke ne tvrdimo da ne postoje subjektivne verovatnoće, odnosno, racionalna uverenja u tim slučajevima. Kada bacam novčić, mislim da verovatnoću da će pasti pismo treba shvatiti kao protivčinjeničku, i da je vrednost takve verovatnoće približno 0.5. Ali, ja takođe (treba da) imam racionalno uverenje da je takva verovatnoća. Postoji izvesno usmeravanje racionalnih uverenja prema predloženim protivčinjeničkim verovatnoćama.

Ipak, ne treba tvrditi previše: to usmeravanje ne može biti kao usmeravanja racionalnih uverenja prema šansama iz Luisovog Osnovnog Principa:

„Neka je C bilo koja razumna [eng. *reasonable*] početna *funkcija uverenja*; t bilo koje vreme, x bilo koji realan broj u intervalu $[0, 1]$, X iskaz da je šansa za A jednaka x . Neka je E bilo koji iskaz koji je kompatibilan sa X takav da je prihvatljiv u vremenu t , onda: $C(A|X\&E) = x$ “ (Lewis, 1980, str. 270.)

Ukoliko u prihvatljive iskaze računamo zakone prirode i kompletnu istoriju, očigledno je da protivčinjeničke verovatnoće neće proći „OP test“, jer će uverenja u determinističkim sistemima biti trivijalna. Kao što smo u poglavlju 2. napomenuli ovo ne bi trebalo da bude problem za procenu da li je neka verovatnoća objektivna ili ne: OP kao i Laplasov demon su divni testovi maksimalne prediktivne vrednosti pojma verovatnoće, ali iz toga nije opravdano izvlačiti zaključak povodom subjektivnosti ili objektivnosti neke interpretacije. (Kao što Luis nije ni nameravao, tvrdeći da se OP ne odnosi na npr. frekvencije, nego baš na šanse. (Lewis, 1980, str. 270.)) Ali, ako nam OP ne govori o povezanosti protivčinjeničkih verovatnoća i uverenja, šta bi onda moglo da nam govori?

Hofer, Frigg i Hofer, i Lover su u različitim momentima nudili različite modifikacije OP-a, koje bi uklopile pojmove determinističkih objektivnih verovatnoća koji su oni nudili (Hofer, 2007, Frigg i Hofer, 2015, Loewer, 2001). Zajedničko njihovim pokušajima jeste ograničenje prihvatljivih iskaza E na iskaze koji se tiču makroskopske istorije. Dosta sam pesimističan povodom takvih modifikacija OP-a. Kod protivčinjeničkih verovatnoća (a ovo se odnosi i npr. na interpretaciju početnog opsega) problem nije u tome što mi ne znamo mikrostanja, već što u tom slučaju namerno uključujemo i mikrostanja koja se nisu desila. Modifikacija OP-a koja bi nas

ograničila na makroistoriju bi (možda?) pružila odgovarajuće rezultate, ali ne iz pravih razloga.

Nažalost, predlog koji bi bio bolji od toga nemam. Vezu uverenja i protivčinjeničkih verovatnoća moramo shvatiti kao neko usmerenje uverenja prema protivčinjeničkim verovatnoćama koje se dešava u principu: recimo, u situacijama kada važi mikrokonstantnost, na duge staze nam je najbolje da uverenja usmerimo prema protivčinjeničkim verovatnoćama. Ovo bi oslikavalo da takve verovatnoće nisu maksimalno prediktivan pojam, i da ga koristimo zbog određenih kognitivnih ograničenja, ali bi istovremeno oslikavalo to da je objektivna informacija o svetu, i da zato prema njoj usmeravamo uverenja.

4.5. Modalni realizam?

Budući da se formulacija protivčinjeničkih svetova zasniva na Luisovoj relaciji sličnosti između našeg i mogućih svetova, pitanje koje može biti relevantno jeste da li se obavezujemo na realizam mogućih svetova kao i Luis (Lewis, 1986). Mislim da nije slučaj da imamo takvo obavezivanje. Odnosno, mislim da možemo moguće svetove shvatiti potpuno instrumentalno, kao zgodan model za određivanje onoga što bi se desilo da je u našem svetu neki događaj započeo malo drugačije. Ultimativno, činjenica o tome šta bi se desilo da je neki događaj započeo drugačije, zavisi od toga kakvo je drugačije mikrostanje, i od toga koji zakoni važe u našem svetu. Tako da bih radije rekao da možemo prihvatiti drugu Luisovu teoriju: hjumovsku supervenijenciju, ili barem nešto blizu tome. Ono što postoji jeste aktualan svet i aktualne partikularne činjenice. Na osnovu tih partikularnih činjenica i naših prirodnih zakona, određujemo kako bi sa najmanje razlike mogli da kažemo da je neka situacija bila drugačija nego što jeste i šta bi se onda desilo, odnosno, koji su svetovi bliži ili dalji. Na osnovu toga, određujemo verovatnoće u ovom svetu. Dakle, na kraju verovatnoća supervenira na onome što je činjenica o našem svetu, samo „izokola“, odnosno, preko protivčinjeničkih informacija. Ukoliko protivčinjeničke informacije smatramo utemeljene informacijama o hjumovskom mozaiku, onda ne vidim kao neophodno da usvojimo neku formu modalnog realizma.

Zaključna razmatranja

U nekoliko zaključnih razmatranja uključio bih polje eventualnih budućih radova za koje žalim što nisu, iz različitih razloga, uključeni u ovaj rad. Glavni je, što u analizu pristupa verovatnoći, uključio pristup koji je blizak značenju verovatnoće i od filozofskog značaja je u analizi verovatnoće u KSM. To je pristup preko *tipičnosti* [eng. *typicality*] (za razmatranje tipičnosti u kontekstu KSM, videti Frigg, 2009). Intuitivno, nešto je tipičan događaj, ukoliko se dešava u velikoj većini mogućnosti. Ovakvo intuitivno shvatanje tipičnosti se može formalizovati, i takve formalizacije su našle mesta u mnogim naučnim kontekstima poput KSM (u KSM počev od Lebovitz, 1993a, 1993b). Ali, iako nekada služi da objasni pojave za koje uobičajeno koristimo probabilističke pojmove, tipičnost se obično shvata kao pojam različit od verovatnoće. U tom smislu, nisam mislio da ima centralne povezanosti sa temom kojom smo se mi bavili, ali ispitivanje veze između pojma tipičnosti i pojma verovatnoće je nešto što može biti od interesa.

Dalje, Šafer u svom tekstu protiv objektivnih determinističkih verovatnoća pored argumenta na osnovu OP, daje i argumente na osnovu drugih principa. Preostali principi koje on pominje su Princip Realizacije [*Realization Principle*], Princip Budućnosti [*Futurity Principle*], Zahtev Intrinzičnosti [*Intrinsicness Requirement*], Princip Zakonske Veličine [*Lawful Magnitude Principle*], Ograničenje Uzročne Tranzicije [*Causal Transition Constraint*]. Mislim da su argumenti koje nudi na osnovu ovih principa daleko slabiji nego argumenti na osnovu OP-a, zbog čega ih nisam navodio. Ali, njegov tekst predstavlja odličan pregled veza koje verovatnoće imaju sa drugim bitnim pojmovima. Ukoliko protivčinjeničke verovatnoće treba da igraju neku ulogu u filozofskoj analizi, onda je ispitivanje veze sa pojmovima koje Šafer navodi nešto u šta bi trebalo uložiti daljeg napora.

Par dodatnih reči oko toga šta pristupom koji predlažem dobijamo u okviru teorije verovatnoće. Kako sam nekoliko puta pomenuo, mislim da predložena protivčinjenička interpretacija „pozajmljuje“ od dobrih delova prethodnika: modalni karakter od hipotetičkih verovatnoća, matematički aparat od interpretacije početnog opsega, određen dispozicionalni karakter od interpretacije propenziteta, kao i objašnjenje toga za šta nam verovatnoće „služe“ od

luisovske interpretacije. Put koji sam odabrao u analizi interpretacija odabrao sam da bih istakao da pokušavamo da učimo na manama i vrlinama velikana u teoriji verovatnoće. Smatram da je takav pristup vredan sam po sebi.

Najzad, u uvodu sam napomenuo da mi je cilj da analiziramo pojam verovatnoće koji nije „prejak“, niti „preslab“: odnosno, da vidimo da li tvrdnju „verovatnoća da će pasti glava kada bacimo novčić jeste 0.5“ možemo shvatiti kao tvrdnju o svetu, ali ne kao da time tvrdimo išta o fundamentalnoj strukturi sveta, odnosno, ne govorimo da je svet indeterministički u nekom smislu. Mislim da protivčinjenička interpretaciji uspeva u tome. Pojam verovatnoće koji se dobija ovakvom interpretacijom je definitivno „slabiji“ od pojma šanse, i ne tvrdi da li indeterminizam ili determinizam istinit na fundamentalnom nivou. Verovatnoće koje imamo u determinističkim sistemima svodimo na dinamičke zakone takvih determinističkih sistema. U tom smislu, fundamentalna struktura sveta ostaje nešto što je na fizici da odluči, što mislim da je takođe dobra strana neke interpretacije verovatnoće.

Literatura

- Abrams, M. (2012). Mechanistic Probability. *Synthese*, 187(2), 343–375.
- Albert, D. Z. (2000). *Time and Chance*. Harvard University Press.
- Batterman, R. (2010). On the Explanatory Role of Mathematics in Empirical Science. *British Journal for the Philosophy of Science*, 61(1), 1–25.
- Batterman, R. W. (1992). Explanatory Instability. *Noûs*, 26(3), 325–348.
- Beebe, H. (2000). The Non-Governing Conception of Laws of Nature. *Philosophical and Phenomenological Research*, 61(3), 571–594.
- Berkovitz, J. (2015). The Propensity Interpretation of Probability: A Re-Evaluation. *Erkenntnis*, 80(S3), 629–711. <https://doi.org/10.1007/s10670-014-9716-8>
- Berkovitz, J., & Huneman, P. (2015). On Probabilities in Biology and Physics. *Erkenntnis*, 80(S3), 433–456.
- Bigelow, J. C. (1976). Possible Worlds Foundations for Probability. *Journal of Philosophical Logic*, 5(3), 299–320.
- Bigelow, J. C. (1977). Semantics of Probability. *Synthese*, 36(4), 459–72.
- Bouchard, F., & Rosenberg, A. (2004). Fitness, Probability and the Principles of Natural Selection. *British Journal for the Philosophy of Science*, 55(4), 693–712.
- Boltzmann, L (1895a), On certain questions in the theory of gases, *Nature*, 51: 413–415.
- Boltzmann, L (1895b), On the minimum theorem in the theory of gases, *Nature*, 52: 221.
- Boltzmann, L. (1964), *Lectures on Gas Theory*, prev. na eng. Stephen G. Brush. London: Cambridge University Press.
- Brandon, R. (2014). Natural Selection. U E. N. Zalta (Ur.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Izdanje: 2014, Proleće). <https://plato.stanford.edu/archives/spr2014/entries/natural-selection/> Datum pristupa: 24.03.2019
- Brandon, R. N., & Carson, S. (1996). The Indeterministic Character of Evolutionary Theory: No „No Hidden Variables Proof“ but No Room for Determinism Either. *Philosophy of Science*, 63(3), 315–337.
- Briggs, Rachael (2009). The big bad bug bites anti-realists about chance. *Synthese* 167 (1):81--92.
- Briggs, R. (2015). Foundations of Probability. *Journal of Philosophical Logic*, 44(6), 625–640.
- Callender, Craig (2016), Thermodynamic Asymmetry in Time, U E. N. Zalta (Ur.) *The Stanford*

Encyclopedia of Philosophy (Izdanje: 2016, zima), URL = <https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/time-thermo/>. Datum pristupa 07.07.2019

Carnap, R. (1953). Logical Foundations of Probability. *Mind*, 62(245), 86–99.

Carnap, R. (1963). My Basic Conceptions of Probability and Induction, PA Schilpp Ed. U P. A. Schilpp (Ur.), *The Philosophy of Rudolf Carnap*. La Salle, Ill., Open Court.

Carroll, J. W. (2016). Laws of Nature. U E. N. Zalta (Ur.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Izdanje: 2016, Jesen). <https://plato.stanford.edu/archives/fall2016/entries/laws-of-nature/> Datum pristupa: 22.05.2018

Cartwright, N. (1980). Do the Laws of Physics State the Facts? *Pacific Philosophical Quarterly*, 61(1/2), 75.

Church, A. (1940). On the Concept of a Random Sequence. *Bulletin of the American Mathematical Society*, 46(2), 130–135.

Cohen, Jonathan & Callender, Craig (2009). A better best system account of lawhood. *Philosophical Studies* 145 (1):1 - 34.

Cohen, Jonathan & Callender, Craig (2010). Special Sciences, Conspiracy and the Better Best System Account of Lawhood. *Erkenntnis* 73 (3):427 - 447.

Ćirković, M, (2003) „The thermodynamical arrow of time: Reinterpreting the Boltzmann-Scheutz argument“ *Found.Phys.* 33 (2003) 467-490, astro-ph/0212511

Ćirković, Milan M. & Milošević-Zdjelar, V. (2004). Three's a crowd: On causes, entropy and physical eschatology. *Foundations of Science* 9 (1):1-24.

Davey, K. (2008). The Justification of Probability Measures in Statistical Mechanics*. *Philosophy of Science*, 75(1), 28–44.

Diaconis, P. (1998). A place for philosophy? The rise of modeling in statistical science. *Quarterly of Applied Mathematics*, 56(4), 797–805.

Drouet, I., & Merlin, F. (2015). The Propensity Interpretation of Fitness and the Propensity Interpretation of Probability. *Erkenntnis*, 80(S3), 457–468.

Eagle, A. (2004). Twenty-One Arguments Against Propensity Analyses of Probability. *Erkenntnis*, 60(3), 371–416.

Eagle, A. (2011). Deterministic Chance. *Noûs*, 45(2), 269–299.

Eagle, A. (2018). Chance, Determinism, and Unsettledness. *Philosophical Studies*, 176(3), 781–802.

Earman, J (1974), An Attempt to Add a Little Direction to ‘The Problem of the Direction of Time’, *Philosophy of Science*, 41(1): 15–47.

Earman, J. (1986). *A Primer on Determinism*. D. Reidel.

- Earman, John & Roberts, John T. (2005). Contact with the nomic: A challenge for deniers of Humean supervenience about laws of nature part I: Humean supervenience. *Philosophy and Phenomenological Research* 71 (1):1–22.
- Earman, John & Roberts, John T. (2005). Contact with the nomic: A challenge for deniers of Humean supervenience about laws of nature part II: The epistemological argument for Humean supervenience. *Philosophy and Phenomenological Research* 71 (2):253–286.
- Earman, John, (2006), The ‘Past Hypothesis’: Not Even False, *Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 37(3): 399–430.
- Ehrenfest, P. i Ehrenfest-Afanassjewa, T (1912) Begriffliche Grundlagen der Statistischen Auffassung u der Mechanik. *Enzyklopädie der Mathematischen Wissenschaften* (tom 4). F. Klein and C. Müller (ur.). Leipzig: Teubner, 3–90, Eng. prevod *The conceptual foundations of the statistical approach in mechanics*. Ithaca N.Y.: Cornell University Press, 1959.
- Fetzer, J. H. (1974). A Single Case Propensity Theory of Explanation. *Synthese*, 28(2), 171–198.
- Fetzer, J. H. (1977). Reichenbach, Reference Classes, and Single Case „Probabilities“. *Synthese*, 34(2), 185–217.
- Fetzer, J. H. (1982). Probabilistic Explanations. *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association, 1982*, 194–207.
- Fetzer, J. H. (1983). Probability and Objectivity in Deterministic and Indeterministic Situations. *Synthese*, 57(3), 367–86.
- Fetzer, J. H. (2002). Propensities and Frequencies: Inference to the Best Explanation. *Synthese*, 132(1–2), 27–61.
- Feynman, R. (1965), *The Character of Physical Law*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Filipovic, N. (2018). Luisovska analiza oobjektivnih verovatnoća: Razjašnjenje problema podrivajućih budućnosti *Theoria*, Beograd, 61(4), 21–37.
- Filipović, N (2015), Asimetrija protivčinjeničke zavisnosti i odbrana Luisovog argumenta, *Theoria*, 58 (4):. 21–43
- Finetti, B. D. (1981). The Role of „Dutch Books“ and of „Proper Scoring Rules“. *British Journal for the Philosophy of Science*, 32(1), 55–56.
- Finetti, B. de. (1970). *Theory of Probability*. New York: John Wiley.
- Finetti, B. de. (1972). *Probability, Induction, and Statistics*. New York: John Wiley.
- Frigg, R. (2008). Chance in Boltzmannian Statistical Mechanics. *Philosophy of Science*, 75(5), 670–681.
- Frigg, R. (2009). Typicality and the approach to equilibrium in Boltzmannian statistical mechanics. *Philosophy of Science* 76 (5):997-1008.
- Frigg, R. (2010). Probability in Boltzmannian Statistical Mechanics. U G. Ernst & A. Hüttemann

(Ur.), *Time, Chance and Reduction: Philosophical Aspects of Statistical Mechanics*. Cambridge University Press.

Frigg, R. (2016). *Chance and Determinism*.

Frigg, R., & Hoefer, C. (2010). Determinism and Chance From a Humean Perspective. U F. Stadler, D. Dieks, W. González, H. J. U. Stephan, W. Thomas, & Marcel (Ur.), *The Present Situation in the Philosophy of Science* (str. 351–72). Springer.

Frigg, R., & Hoefer, C. (2015). The Best Humean System for Statistical Mechanics. *Erkenntnis*, 80(S3), 551–574.

Frigg, R., & Werndl, C. (2011). Entropy—A Guide for the Perplexed. U C. Beisbart & S. Hartmann (Ur.), *Probabilities in Physics* (str. 115–142). Oxford University Press.

Friedman, A. (1970), *Foundations of Modern Analysis*, New York, Dover Publications

Gibbs, J.W., (1902), *Elementary Principles in Statistical Mechanics*, New York: Scribner.

Giere, R. N. (1975). The epistemological roots of scientific knowledge. *Induction, Probability, and Confirmation*, 212–261.

Giere, R. N. (2010). Objective Single-Case Probabilities and the Foundations of Statistics. U A. Eagle (Ur.), *Philosophy of Probability: Contemporary Readings*. Routledge.

Gildenhuys, P. (2016). Laplaceanism Defended. *Biology and Philosophy*, 31(3), 395–408.

Gillies, D. (2000a). *Philosophical Theories of Probability*. Routledge.

Gillies, D. (2000b). Varieties of Propensity. *British Journal for the Philosophy of Science*, 51(4), 807–835. <https://doi.org/10.1093/bjps/51.4.807>

Gillies, D. (2003). Philosophical Theories of Probability. *Philosophical Quarterly*, 53(210), 132–134.

Glynn, L. (2010). Deterministic Chance. *British Journal for the Philosophy of Science*, 61(1), 51–80.

Graves, L., Horan, B. L., & Rosenberg, A. (1999). Is Indeterminism the Source of the Statistical Character of Evolutionary Theory? *Philosophy of Science*, 66(1), 140–157.

Hacking, I. (1972). The Logic of Statistical Inference. *British Journal for the Philosophy of Science*, 23(2), 123–132.

Hacking, Ian. (1976). *Logic of Statistical Inference*. Cambridge University Press.

Hájek, A. (1996). “Mises Redux” — Redux: Fifteen Arguments Against Finite Frequentism. *Erkenntnis*, 45(2–3), 209–27.

Hájek, A. (2003a). Conditional Probability Is the Very Guide of Life. U K. Jr, E. Henry, & M. Thalos (Ur.), *Probability is the Very Guide of Life: The Philosophical Uses of Chance* (str. 183–203). Open Court.

- Hájek, A. (2003b). What conditional probability could not be. *Synthese*, 137(3), 273–323.
- Hájek, A. (2007). The Reference Class Problem is Your Problem Too. *Synthese*, 156(3), 563–585.
- Hájek, A. (2009). Fifteen Arguments Against Hypothetical Frequentism. *Erkenntnis*, 70(2), 211–235.
- Hájek, A. (2012). Interpretations of Probability. U E. N. Zalta (Ur.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Izdanje: 2012, Zima).
<https://plato.stanford.edu/archives/win2012/entries/probability-interpret/> (Članak je doživeo supstantivnu reviziju u avgustu 2019, u radu se citira isključivo verzija iz 2019.) Datum pristupa: 22.08.2019.
- Hall, N. (1994). Correcting the Guide to Objective Chance. *Mind*, 103(412), 505–518.
- Hall, N. (2004). Two Mistakes About Credence and Chance. *Australasian Journal of Philosophy*, 82(1), 93–111.
- Handfield, T. (2012). *A Philosophical Guide to Chance: Physical Probability*. Cambridge University Press.
- Handfield, T., & Wilson, A. (2014). Chance and Context. U A. Wilson (Ur.), *Chance and Temporal Asymmetry*. Oxford University Press.
- Hawking, Stephen (1987), The Boundary Conditions of the Universe u: L.-Z. Fang and R. Ruffini (ur.), *Quantum Cosmology*, Teaneck, NJ: World Scientific 162–174.
- Heather, D. (2016). The Universe Had One Chance. *Philosophy of Science*, 83(2), 248–264.
- Hofer, C. (2005). The Third Way on Objective Probability: A Sceptic's Guide to Objective Chance. *Mind*, 116(463), 549–596.
- Horan, B. L. (1994). The Statistical Character of Evolutionary Theory. *Philosophy of Science*, 61(1), 76–95.
- Humphreys, P. (1985). Why Propensities Cannot Be Probabilities. *Philosophical Review*, 94(4), 557–570.
- Ismael, J. (1996). What Chances Could Not Be. *British Journal for the Philosophy of Science*, 47(1), 79–91.
- Jackson, F., Priest, G., & Elga, A. (2004). Infinitesimal Chances and the Laws of Nature. *Australasian Journal of Philosophy*, 82(1), 67–76.
- Jaynes, Edwin T. (1957). Information Theory and Statistical Mechanics. II. *Physical Review* 108 (2):171.
- Jaynes, E. T. (1968). Prior Probabilities. *Ieee Transactions on Systems and Cybernetics*, (3), 227–241.
- Jeffrey, R., (1965), *The Logic of Decision*, Chicago: University of Chicago Press.

- Jeffrey, R. C. (2010). Mises Redux. U A. Eagle (Ur.), *Philosophy of Probability: Contemporary Readings*. Routledge.
- Keller, J. B. (1986). The probability of heads. *The American Mathematical Monthly*, 93(3), 191–197.
- Keynes, J. M. (1921). *A Treatise on Probability*. Dover Publications.
- Kolmogorov, Andrey N. (1950). Foundations of the Theory of Probability, 1933. *English translation: Chelsea, New York*.
- Lange, M. (2006). Do Chances Receive Equal Treatment Under the Laws? Or: Must Chances Be Probabilities? *British Journal for the Philosophy of Science*, 57(2), 383–403.
- Lange, M. (2009). *Laws and Lawmakers Science, Metaphysics, and the Laws of Nature*. Oxford University Press.
- Lavis, D.A., (2005), Boltzmann and Gibbs: an attempted reconciliation, *Studies in the History and Philosophy of Modern Physics*, 36(2): 245–273.
- Laplace, P. S (1812), *Théorie analytique des probabilités*,. Paris: Courcier.
- Laplace, P. S., (1814) *Philosophical Essay of Probabilities*, prev. na eng. Andrew Dale, New York: Springer. 1999.
- Lebowitz, J. (1993a), Boltzmann's Entropy and Time's Arrow, *Physics Today* (Sep-tembar): 32–38
- Lebowitz, J. (1993b), Macroscopic Laws, Microscopic Dynamics, Time's Arrow and Boltzmann's Entropy, *Physica A*194: 1–27.
- Lewis, D. K. (1970). How to Define Theoretical Terms. *Journal of Philosophy*, 67(13), 427–446.
- Lewis, D. K. (1973a). Causation. *Journal of Philosophy*, 70(17), 556–567.
- Lewis, D. K. (1973b). *Counterfactuals*. Blackwell.
- Lewis, D. K. (1980). A Subjectivist's Guide to Objective Chance. U R. C. Jeffrey (Ur.), *Studies in Inductive Logic and Probability, Volume II* (str. 263–293). Berkeley: University of California Press.
- Lewis, D. K. (1983). New Work for a Theory of Universals. *Australasian Journal of Philosophy*, 61(4), 343–377.
- Lewis, D. K. (1986a). Probabilities of Conditionals and Conditional Probabilities II. *Philosophical Review*, 95(4), 581–589.
- Lewis, D. K., (1986b), *Philosophical Papers: Volume II*, Oxford: Oxford University Press
- Lewis, D. K. (1994). Humean Supervenience Debugged. *Mind*, 103(412), 473–490.
- Lewis, D. K. (1997). Finkish Dispositions. *Philosophical Quarterly*, 47(187), 143–158.

- List, C., & Pivato, M. (2015). Emergent Chance. *Philosophical Review*, 124(1), 119–152.
- Loewer, B. (1996). Humean Supervenience. *Philosophical Topics*, 24(1), 101–127.
- Loewer, B. (2001). Determinism and Chance. *Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 32(4), 609–620.
- Loewer, B. (2002). Comments on Jaegwon Kim’s Mind and the Physical World. *Philosophy and Phenomenological Research*, 65(3), 655–662.
- Loewer, B. (2004). David Lewis’s Humean Theory of Objective Chance. *Philosophy of Science*, 71(5), 1115–25.
- Loewer, B. (2007a). Counterfactuals and the Second Law. U. H. Price & R. Corry (Ur.), *Causation, Physics, and the Constitution of Reality: Russell’s Republic Revisited*. Oxford University Press.
- Loewer, B. (2007b). Laws and Natural Properties. *Philosophical Topics*, 35(1/2), 313–328. <https://doi.org/10.5840/philtopics2007351/214>
- Loewer, B. (2008). Why There is Anything Except Physics? U. J. Hohwy & J. Kallestrup (Ur.), *Being Reduced: New Essays on Reduction, Explanation, and Causation*. Oxford University Press.
- Loewer, B. (2009). Why is There Anything Except Physics? *Synthese*, 170(2), 217–233.
- Loewer, B. (2012a). The emergence of time’s arrows and special science laws from physics. *Interface Focus*, 2(1), 13–19.
- Loewer, B. (2012b). Two Accounts of Laws and Time. *Philosophical Studies*, 160(1), 115–137.
- Lyon, A. (2011). Deterministic Probability: Neither Chance nor Credence. *Synthese*, 182(3), 413–432.
- Lyon, A. (2016). Kolmogorov’s Axiomatization and Its Discontents, u. Hájek and Hitchcock (ur.) *The Oxford Handbook of Probability and Philosophy* 2016, 155–166.
- Marshall, D. (2015). Humean Laws and Explanation. *Philosophical Studies*, 172(12), 3145–3165.
- Matthen, M., Ariew, A., & Journal of Philosophy, Inc. (2002). Two Ways of Thinking About Fitness and Natural Selection: *Journal of Philosophy*, 99(2), 55–83.
- Maudlin, T. (2007). *The Metaphysics Within Physics*. Oxford University Press.
- Mellor, D. H. (2004). *The Matter of Chance*. Cambridge University Press.
- Mellor, D. H. (2005). *Probability: A Philosophical Introduction*. Routledge.
- Mill, J. S. (1884). *A system of logic, ratiocinative and inductive: Being a connected view of the principles of evidence and the methods of scientific investigation* (Tom 1). Longmans, green, and Company.

- Miller, D. (1994). *Critical Rationalism: A Restatement and Defence*. Open Court.
- Miller, E. (2014). Quantum Entanglement, Bohmian Mechanics, and Humean Supervenience. *Australasian Journal of Philosophy*, 92(3), 567–583.
- Mills, S. K., & Beatty, J. H. (1979). The Propensity Interpretation of Fitness. *Philosophy of Science*, 46(2), 263–286.
- Millstein, R. L. (2001). Are random drift and natural selection conceptually distinct? *Biology and Philosophy* 17 (1):33-53.
- Millstein, R. L. (2002a). Interpretations of Probability in Evolutionary Theory. *Philosophy of Science*, 70(5), 1317–1328.
- Millstein, R. L. (2002b). How Not to Argue for the Indeterminism of Evolution: A Look at Two Recent Attempts to Settle the Issue. U A. Hüttemann (Ur.), *Determinism in Physics and Biology*. Mentis.
- Millstein, R. L. (2016). Probability in Biology: The Case of Fitness. U A. Hájek & C. R. Hitchcock (Ur.), *The Oxford Handbook of Probability and Philosophy* (str. 601–622). Oxford University Press.
- Norton, J. D. (2008). The Dome: An Unexpectedly Simple Failure of Determinism. *Philosophy of Science*, 75(5), 786–798. <https://doi.org/10.1086/594524>
- Pascal, B. (1670). *Pensées*. U A. Martinich, F. Allhoff, & A. Vaidya (Ur.), *Revue Philosophique de la France Et de l'Étranger* (str. 111–112). London: Blackwell.
- Pascal, B., M'crie, T., Scofield, R., & Trotter, W. F. (1990). *The Provincial Letters ; Pensees ; Scientific Treatises*.
- Peirce C.S. (1978) Notes on the Doctrine of Chances. u: Tuomela R. (ed.) *Dispositions*. Synthese Library (Monographs on Epistemology, Logic, Methodology, Philosophy of Science, Sociology of Science and of Knowledge, and on the Mathematical Methods of Social and Behavioral Sciences), tom 113. Springer, Dordrecht
- Pence, C. H., & Ramsey, G. (2013). A New Foundation for the Propensity Interpretation of Fitness. *British Journal for the Philosophy of Science*, 64(4), 851–881.
- Pence, C. H., & Ramsey, G. (2015). Is Organismic Fitness at the Basis of Evolutionary Theory? *Philosophy of Science*, 82(5), 1081–1091.
- Pettigrew, R. (2012). Accuracy, Chance, and the Principal Principle. *Philosophical Review*, 121(2), 241–275.
- Pincock, C. (2011). On Batterman's „On the Explanatory Role of Mathematics in Empirical Science“. *British Journal for the Philosophy of Science*, 62(1), 211–217.
- Plato, J. V. (1982). Probability and Determinism. *Philosophy of Science*, 49(1), 51–66.
- Poincaré, H. (1912). *Calcul des probabilités*. Paris, Gauthier-Villiers., prvo izdanje:1896.

- Pollock, J. L. (1992). The Theory of Nomic Probability. *Synthese*, 90(2), 263–299.
- Popper, K. R. (1957). The Propensity Interpretation of the Calculus of Probability, and the Quantum Theory. U S. Körner (Ur.), *Observation and Interpretation* (str. 65–70). Butterworths.
- Popper, K. R. (1959a). *The Logic of Scientific Discovery*. Routledge.
- Popper, K. R. (1959b). The Propensity Interpretation of Probability. *British Journal for the Philosophy of Science*, 10(37), 25–42. <https://doi.org/10.1093/bjps/x.37.25>
- Popper, K. R. (1990), *A World of Propensities – Two New Views on Causality*, Bristol: Thoemmes
- Price, H. (1996), *Time’s Arrow and Archimedes’ Point*. Oxford: Oxford University Press.
- Price, H. (2002), Boltzmann’s Time Bomb. *Brit. J. Phil. Sci.* 53: 83–119.
- Putnam, H. (1975). Philosophy and Our Mental Life. U *Mind, Language, and Reality*. Cambridge University Press.
- Railton, P. (1981). Probability, Explanation, and Information. *Synthese*, 48(2), 233–256.
- Ramsey, F. P., (1926), Truth and Probability”, u *Foundations of Mathematics and other Essays*, R. B. Braithwaite (editor), London: Kegan, Paul, Trench, Trubner, & Co., 1931, 156–198.
- Ramsey, G., & Pence, C. H. (2013). Fitness: Philosophical Problems. *eLS*.
- Ramsey, G., & Pence, C. H. (2016). *Chance in Evolution*. University of Chicago Press.
- Reichenbach, H. (1949). *The Theory of Probability*. Berkeley: University of California Press.
- Roberts, J. T. (2016). The Range Conception of Probability and the Input Problem. *Journal for General Philosophy of Science / Zeitschrift für Allgemeine Wissenschaftstheorie*, 47(1), 171–188.
- Rosenberg, A. (2001). Discussion Note: Indeterminism, Probability, and Randomness in Evolutionary Theory. *Philosophy of Science*, 68(4), 536–544. <https://doi.org/10.1086/392941>
- Rosenberg, A, & Bouchard, F. (2005). Matthen and Ariew’s Obituary for Fitness: Reports of its Death Have Been Greatly Exaggerated. *Biology and Philosophy*, 20(2–3), 343–353.
- Rosenberg, Alexander. (1994a). *Instrumental Biology, or, the Disunity of Science*. University of Chicago Press.
- Rosenberg, Alexander and Bouchard (2015), Frederic, Fitness, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Izdanje: 2015 Zima), <<https://plato.stanford.edu/archives/fall2015/entries/fitness/>>. Datum pristupa: 08.09.2019.
- Rosenthal, J. (2009). The Natural-Range Conception of Probability. U G. Ernst & A. Hüttemann (Ur.), *Time, Chance and Reduction: Philosophical Aspects of Statistical Mechanics* (str. 71–90). Cambridge University Press.
- Rosenthal, J. (2012). Probabilities as Ratios of Ranges in Initial-State Spaces. *Journal of Logic*,

Language and Information, 21(2), 217–236.

Rosenthal, Jacob (2016). Johannes von Kries's Range Conception, the Method of Arbitrary Functions, and Related Modern Approaches to Probability. *Journal for General Philosophy of Science / Zeitschrift für Allgemeine Wissenschaftstheorie* 47 (1):151-170.

Salmon, W. C. (1967). *The Foundations of Scientific Inference*. University of Pittsburgh Press.

Schaffer, J. (2007). Deterministic Chance? *British Journal for the Philosophy of Science*, 58(2), 113–140.

Schaffer, Jonathan. (2003). Principled Chances. *British Journal for the Philosophy of Science*, 54(1), 27–41.

Sklar, L. (1993). *Physics and Chance: Philosophical Issues in the Foundations of Statistical Mechanics*. Cambridge University Press.

Skow, B. (2013). The Role of Chance in Explanation. *Australasian Journal of Philosophy*, (1), 1–21.

Sober, E. (1984). *The Nature of Selection: Evolutionary Theory in Philosophical Focus*. University of Chicago Press.

Sober, E. (1986). The Nature of Selection. *Behaviorism*, 14(1), 77–88.

Sober, E. (1993). *The Nature of Selection: Evolutionary Theory in Philosophical Focus*. University of Chicago Press.

Sober, E. (1999). The Multiple Realizability Argument Against Reductionism. *Philosophy of Science*, 66(4), 542–564.

Sober, E. (2010a). *Did Darwin Write the Origin Backwards?: Philosophical Essays on Darwin's Theory*. Prometheus Books.

Sober, E. (2010b). Evolutionary Theory and the Reality of Macro Probabilities. U E. Eells & J. H. Fetzer (Ur.), *The Place of Probability in Science* (str. 133–60). Springer.

Sober, E. (2013). Trait fitness is not a propensity, but fitness variation is. *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 44(3), 336–341.

Spencer, H. (1864), *The Principles of Biology* (tom 1), London, Edinburgh: Williams and Norgate.

Stamos, D. N. (2001). Quantum Indeterminism and Evolutionary Biology. *Philosophy of Science*, 68(2), 164–184.

Sterelny, K. (1996). Explanatory Pluralism in Evolutionary Biology. *Biology and Philosophy*, 11(2), 193–214.

Strevens, M. (1998). Inferring Probabilities From Symmetries. *Noûs*, 32(2), 231–246.

- Strevens, M. (2003). *Bigger Than Chaos: Understanding Complexity Through Probability*. Harvard University Press.
- Strevens, M. (2006). Probability and Chance. U D. M. Borchert (Ur.), *Encyclopedia of Philosophy, second edition*. Macmillan.
- Strevens, M. (2011). Probability Out Of Determinism. U C. Beisbart & S. Hartmann (Ur.), *Probabilities in Physics* (str. 339–364). Oxford University Press.
- Strevens, M. (2015). Stochastic Independence and Causal Connection. *Erkenntnis*, 80(S3), 605–627.
- Titelbaum, M. G., 2013, *Quitting Certainties: A Bayesian Framework Modeling Degrees of Belief*, Oxford University Press.
- Uffink, Jos, (2006), Compendium to the Foundations of Classical Statistical Physics, u Jeremy Butterfield & John Earman (ur.), *Philosophy of Physics* (Handbook of Philosophy), Amsterdam: North-Holland, pp. 923–1074.
- Venn, J. (1888). *The Logic of Chance*. Dover Publications.
- von Mises R., (1957), *Probability, Statistics and Truth*, engleska edicija, New York: Macmillan.
- von Kries, J. (1886). *Die Principien der Wahrscheinlichkeitsrechnung*. Tübingen: MohrSiebeck.
- Wallace, D. (2010), Gravity, Entropy, and Cosmology: In Search of Clarity, *British Journal for the Philosophy of Science*, 61(3): 513–540.
- Ward, B. (2005). Projecting Chances: A Humean Vindication and Justification of the Principal Principle. *Philosophy of Science*, 72(1), 241–261. <https://doi.org/10.1086/428078>
- Weber, M. (2001). Determinism, Realism, and Probability in Evolutionary Theory. *Proceedings of the Philosophy of Science Association*, 2001(3), S213-. <https://doi.org/10.1086/392910>
- Winsberg, E. (2004), Can Conditioning on the ‘Past Hypothesis’ Militate Against the Reversibility Objections?, *Philosophy of Science*, 71(4): 489–504.

Apendiks I: Kolmogorovljev aksiomatski sistem i problem sa definicijom uslovne verovatnoće

AI.1. Kolmogorovljev aksiomatski sistem

Neka je Ω neprazan skup, i neka je F algebra preko Ω . Neka je P funkcija od F ka skupu realnih brojeva \mathbf{R} . (Interpretacija delimično preuzeta iz: Lyon, 2016) Ako sledeći aksiomi važe za P , za svako A, B u F :

(K1) $P(A) \geq 0$ (ne-negativnost)

(K2) $P(\Omega) = 1$ (normalizacija)

(K3) $P(A \cup B) = P(A) + P(B)$, ako važi $A \cap B = \emptyset$ (konačna aditivnost)

onda P jeste funkcija verovatnoće, i (Ω, F, P) jeste prostor verovatnoće.

Ako je F σ -algebra, onda konačna aditivnost može biti produžena na prebrojivu aditivnost:

(K3') $P(\bigcup_{i=1}^{\infty} A_i) = \sum_{i=1}^{\infty} P(A_i)$, A_i su međusobno disjunktni skupovi

Uz (K1), (K2), (K3'), Kolmogorov uvodi definiciju uslovne verovatnoće:

(KKP) $P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$, ako važi $P(B) > 0$

Prateći Hajeka i Lajona, nazvaćemo sistem koji ima aksiome ((K1)-(K3'), (KKP)) Kolmogorovljevom aksiomatizacijom verovatnoće ili K-aksiomatizacijom. (Hajek, 2003, Lyon, 2016)

Probabilistički sistem koji dobijamo na osnovu Kolmogorevljeve aksiomatizacije je jako moćan. Na osnovu K-aksiomatizacije, svrstali smo teoriju

verovatnoće u teorije mera - oblast koja ima istorijski bitne rezultate; takođe, na osnovu ovih aksioma slede brojne teoreme koje su dobile bitne naučne upotrebe.

AI.2. Problem definicije uslovne verovatnoće

Iako je Kolmogorovljeva aksiomatizacija standardna, i pomoću nje se verovatnoća "uvodi" u brojne druge oblasti, ona nije bez filozofskih i tehničkih zamerki. Glavne zamerke se mogu svrstati u tri grupe: problemi sa prebrojivom aditivnošću, problemi sa konačnom aditivnošću, i problemi sa definicijom uslovne verovatnoće. Poslednji tip problema je filozofski najznačajniji. (Jedan takav problem smo videli u Hamfrizovim primerima u interpretaciji propenziteta u 1.1.3.)

Najbitnije kritike protiv (KKP) je izneo Hajek u (Hajek, 2003). Nećemo iznositi detaljnu analizu Hajekovih argumenata, već samo glavnu ideju i opštu formu argumenta, da bismo pokazali filozofskih razloga da sumnjamo u (KKP).

Prvo, treba da bude jasno šta je Hajekova namera kada iznosi kritiku Kolmogorovljeve aksiomatizacije. Njegova namera nije da pokaže da nas usvajanje (KKP) vodi u protivrečnost, ili da takva definicija nije tehnički plodna. Ali, on iznosi argumente protiv toga da (KKP) treba da smatramo definicijom uslovne verovatnoće. Ta kritika je sledeća. Uslovna verovatnoća za A ako je dato B nije tehnički pojam koji je uveden Kolmogorovljevom aksiomatizacijom, već preteoretski pojam koji je postojao pre aksiomatizacije, kao i bezuslovna verovatnoća. Obeležićemo izrazom $P(A, \text{kada je dato } B)$

preteoretski pojam uslovne verovatnoće, a izrazom $P(A|B)$ tehnički pojam uslovne verovatnoće dobijen preko (KKP). Ukoliko je neki pojam preteoretski, onda se možemo pitati da li neko određenje takvog pojma predstavlja dobru analizu tog pojma.

Hajek pokazuje da (KKP) ne predstavlja dobru analizu preteoretskog pojma tako što dokazuje teoremu *četiri roga* [eng. *Four horn theorem*], koja važi pod pretpostavkom da postoji neprebrojivo mnogo međusobno isključujućih iskaza. Ova teorema tvrdi sledeće: Bilo koja funkcija verovatnoće koja je definisana na neprebrojivoj algebri:

- 1) Pripisuje verovatnoću 0 za neprebrojivo mnogo mogućnosti; ili
- 2) Pripisuje infinitezimalnu verovatnoću za neprebrojivo mnogo mogućnosti; ili
- 3) Pripisuje neodređenu verovatnoću za neprebrojivo mnogo mogućnosti; ili
- 4) Ne pripisuje nikakvu verovatnoću za neprebrojivo mnogo mogućnosti. ("ili" je inkluzivno.)

Ova četiri tipa, Hajek naziva "problematičnim mestima" [eng. *trouble spots*] za (KKP), budući da uslovne verovatnoće dobijene kada je uslov neka mogućnost iz problematičnih mesta neće biti definisane. Da pokaže da je to problem, Hajek navodi opšte tipove primera koji treba da pokažu da u problematičnim mestima i dalje možemo smisleno pričati o vrednosti uslovne verovatnoće za A ako je dato B, iako $P(A|B)$ prema (KKP) ne bi trebalo da bude definisana.

Najbitniji su primeri koje ćemo nazvati "matematičkom" verovatnoćom. Recimo da bacamo idelizovanu strelicu koja se zabada na tačno jednu tačku ravni. Ravan, naravno, sadrži neprebrojivo mnogo tačaka. Koja je verovat-

noća da će strelica pogoditi tačku C? Budući da ravan ima neprebrojivo mnogo tačaka u ravni, onda je ta verovatnoća ili 0, ili infinitezimalna, ili neodređeno ili nije definisana.

Ali, P (pogođeno je C, ako je dato da je pogođeno C) bi trebalo da je očigledno 1. Ni jedna od četiri mogućnosti za verovatnoću da će biti pogođeno C nam ne daje taj rezultat ukoliko usvojimo (KKP). Problem se može uopšiti, budući da postoji neprebrojivo mnogo tačaka u ravni; dakle, ima neprebrojivo mnogo "problematičnih" mesta. Zbog ovog i sličnih primera (det. u Hajek, 2003), Hajek zaključuje da (KKP) nije odgovarajuća analiza za preteoretski pojam verovatnoće.

Analiza koju potom Hajek predlaže jeste analiza preko aksiomatizacije koju je ponudio Popper, koji uzima uslovnu verovatnoću kao primitivnu, i preko nje određuje bezuslovnu verovatnoću za neku mogućnost A, kao $P(A|\Omega)$.

Apendiks II: Formalni osnovi protivčinjeničke interpretacije

Neka je W skup svih mogućih svetova. Ako su i, w mogući svetovi onda ćemo reći da izraz: iRw znači da je svet w dostiživ iz sveta i . Neka je Ω_i skup svetova koji su dostiživi iz sveta i . Neka je i element Ω_i . Neka je $j \leq_i k$ Luisova trolesna relacija komparativne sličnosti, definisana na svetovima i, j, k iz skupa Ω_i :

$$j \leq_i k$$

znači da je svet j barem onoliko sličan svetu i koliko i svet k , na onaj način na koji je to relevantno iz pozicije sveta i .

Bigelou definiše petomesnu relaciju sličnosti, za svaki svet i , za svaka četiri sveta j, k, l, m u skupu Ω_i :

$$(j, k) \leq_i (l, m)$$

(j, k) i (l, m) su uređeni parovi svetova.

Ovaj izraz znači da je svet j barem onoliko sličan svetu k koliko je svet l sličan svetu m , na onaj način na koji je to relevantno iz pozicije sveta i .

Relacija \leq_i treba da zadovolji sledeće uslove, za sve svetove i, j, k, l, m, n, h :

(S1) Ako $(h, j) \leq_i (k, l)$ i $(k, l) \leq_i (m, n)$, onda $(h, j) \leq_i (m, n)$.

(S2) Ako nije slučaj da $(j, k) \leq_i (l, m)$, onda jeste slučaj da $(l, m) \leq_i (j, k)$.

(S3) $(j, k) \leq_i (k, j)$

(S4) $(j, j) \leq_i (l, m)$

(Bigelou misli da (S3) i (S4) nisu neophodni za njegovu teoriju verovatnoće.)

U drugom tekstu Bigelou pretpostavlja da je dovoljno da definiše samo funkciju metrike sličnosti d_i koju ćemo videti u nastavku, bez eksplicitnog zahteva da ona bude kompatibilna sa relacijom sličnosti (Bigelow, 1977, str. 461). Pretpostavljam da ovo radi zbog konciznosti u konstrukciji mere.

Nadalje ćemo zahtevati da funkcija metrike sličnosti bude kompatibilna sa relacijom sličnosti \leq_i . Neka je $d_i(j, k) = x$, x je pozitivan realan konačan broj ili ∞ .

Funkcija d_i predstavlja metriku sličnosti između sveta j i sveta k , gledano iz sveta i . Funkcija d_i treba da zadovolji sledeće uslove, za sve svetove i, j, k, l, m :

$$(D1) \quad d_i(j, k) \leq d_i(l, m) \text{ akko } (j, k) \leq_i (l, m)$$

$$(D2) \quad d_i(j, k) = 0 \text{ akko } j = k$$

$$(D3) \quad d_i(j, k) = d_i(k, j)$$

$$(D4) \quad d_i(j, k) \leq d_i(j, l) + d_i(l, k)$$

Bigelou pretpostavlja da je relacija sličnosti dovoljno "gruba" da nam dozvoljava numeričko predstavljanje. Odnosno, on pretpostavlja da je relacija sličnosti takva da možemo da definišemo funkciju d_i za svako i , preko skupa Ω_i . (On tvrdi da se može dokazati da ako relacija sličnosti ne pravi više od *prebrojivo* mnogo gradacija sličnosti, onda možemo imati numeričko predstavljanje sličnosti preko funkcije d_i (Bigelow, 1976).) Pretpostavljam da ovo ograničenje Bigelou uvodi radi pojednostavljivanja od koga, pretpostavlja, neće biti štete. Uz dodatne uslove, numeričko predstavljanje sličnosti se može definisati i ako ima neprebrojivo mnogo gradacija sličnosti, ali izgleda da Bigelou nije hteo da se bavi tim dodatnim uslovima.

Preko funkcije d_i , Bigelou pokazuje da na dva različita načina možemo konstruisati meru preko skupa Ω_i (Bigelow, 1976, 1977). Za naše potrebe, biće lakše okvirno prikazati drugi od ta dva načina, jer je značajno kraći (detaljnije za prvi način u: Bigelow, 1976; detaljnije za drugi način u: Bigelow, 1977.)

Definišimo dijаметar iskaza A na sledeći način (dalje izvođenje preuzeto, uz manje izmene iz: Bigelow, 1977):

$$d_i(A) = \sup\{d_i(j, k) : j, k \in A\}$$

Ako je φ prazan skup, onda je $d_i(\varphi) = 0$. (Dijametri nam daju neku ideju o opsegu mogućnosti koje iskaz pokriva, ali pošto nisu aditivni, ne mogu da budu mera verovatnoće.)

Definišimo distancu između iskaza:

$$d_i(A, B) = \inf\{d_i(j, k) : j \in A, k \in B\}$$

Definišimo otvorene sfere S , za svaki svet $i \in \Omega_i$ i svaki broj $r > 0$, kao:

$$S_{(i,r)} = \{j \in W : d(i, j) < r\}$$

Neka je K klasa svih otvorenih sfera koje su podskupovi Ω_i . Neka je K_n klasa svih otvorenih sfera u K koji imaju dijаметar manji ili jednak $\frac{1}{n}$:

$$K_n = \{S \in K : d(S) \leq \frac{1}{n}\}$$

Sekvenca iskaza $E_\nu, \nu = 1, 2, \dots$ je sekvencijalno pokrivanje skupa A , ako važi:

$$A \subseteq \bigcup_{\nu=1}^{\infty} E_\nu.$$

Klasa sfera K_n je sekvencijalno pokrivanje skupa A , ako:

- 1) $\varphi \in K_n$, gde je φ prazan skup
- 2) za svaki skup $B \subseteq A$ postoji sekvencijalno pokrivanje B unutar K_n .

Težina sfera:

Definišimo funkciju λ u domenu K takvu da:

- 1) $\lambda(\varphi) = 0$, gde je φ prazan skup
- 2) za svaku nepraznu sferu $S \in K$, $\lambda(S) = \frac{d(S)}{1 + d(i, S)}$

Definišimo funkciju μ_n^* koja korespondira svakoj K_n :

$$\mu_n^*(A) = \inf\left\{\sum_{\nu=1}^{\infty} \lambda(S_\nu) : \{S_\nu\}, \nu = 1, 2, \dots, \text{ jeste podskup } K_n, \text{ i } A \subseteq \bigcup_{\nu=1}^{\infty} S_\nu\right\}$$

Funkcija μ_n^* meri težinu iskaza A , tako da daje najekonomičniju klasu pokrivajućih sfera iz K_n . Svaka funkcija μ_n^* je spoljnja mera prostora Ω_i .

Odnosno, svaka funkcija μ_n^* je takva da:

1. Domen μ_n^* jeste klasa svih podskupova Ω_i
2. μ_n^* je nenegativna.
3. $\mu_n^*(\varphi) = 0$.
4. μ_n^* je monotona: Ako su A i B u domenu μ_n^* i važi $A \subset B$ onda: $\mu_n^*(A) \leq \mu_n^*(B)$.
5. μ_n^* je prebrojivo subaditivna: Ako je $\{A_\nu\}, \nu = 1, 2, \dots$, sekvenca skupova u domenu μ_n^* , onda: $\mu_n^*(\bigcup_{\nu=1}^{\infty} A_\nu) \leq \sum_{\nu=1}^{\infty} \mu_n^*(A_\nu)$.

Definišimo funkciju μ^* kao funkciju koja za bilo koje $A \in \Omega_i$:

$$\mu^*(A) = \lim_{n \rightarrow \infty} \mu_n^*(A)$$

Za μ^* važi (1-5) kao za μ_n^* i:

6. Ako je $d(A, B) > 0$, onda $\mu^*(A \cup B) = \mu^*(A) + \mu^*(B)$.

Izmerljivi skupovi: Za bilo koju spoljnu meru μ^* , iskaz A je μ^* -merljiv ako za bilo koji drugi iskaz B u domenu μ^* , važi:

$$\mu^*(B) = \mu^*(B \cap A) + \mu^*(B - A).$$

Izolovani skupovi: Definišimo izolovani skup, kao svaki skup A za koji važi:

$$d(A, A^c) > 0, \text{ gde je } A^c \text{ komplement skupa } A, \text{ u } \Omega_i$$

Ako je skup A izolovan, onda za svaki skup B važi:

$$d(B \cap A, B - A) > 0$$

Pošto je μ^* metrička spoljnja mera, onda važi:

$$\mu^*(B) = \mu^*(A \cap B) + \mu^*(A - B), \text{ dakle } A \text{ je merljivo.}$$

Zatvoreni skupovi: Nazovimo A otvorenim skupom ako za svaki svet $i \in A$ postoji neko $r > 0$ takvo da $S_{(i,r)} \subseteq A$, gde je $S_{i,r}$ sfera sa centrom i , i poluprečnikom r .

B je zatvoren skup ako je B^c otvoren skup. Svaki zatvoren skup u Ω_i je μ^* -merljiv.

(Ovo sledi jer je μ^* metrička spoljna mera preko Ω_i (dokaz u: Friedman, 1970, 1.8.2.))

Borelovi skupovi: Klasa Borelovih skupova u Ω_i je najmanja σ -algebra podskupova Ω_i koja sadrži sve otvorene skupove iz Ω_i .

Dakle, klasa Borelovih skupova je klasa svih prebrojivih unija otvorenih skupova u Ω_i . Svaki Borelov skup u Ω_i je μ^* -merljiv.

Merni prostor: Neka je M_i klasa svih μ^* -merljivih skupova u Ω_i , Neka je μ restrikcija μ^* na M_i . Onda, sledi da je M_i σ -algebra na Ω_i :

1. $\Omega_i \in M_i$.
2. Ako $A, B \in M_i$, onda $A - B \in M_i$.
3. σ -aditivnost: ako je $M_\nu, \nu = 1, 2, \dots$ podskup M_i , onda važi:

$$\bigcup_{\nu=1}^{\infty} M_\nu \in M_i.$$

Onda sledi da je μ mera preko M_i :

1. Domen μ je σ -algebra.
2. μ je ne-negativna na M_i .
3. $\mu(\varphi) = 0$.
4. μ je σ -aditivno na M_i :

Ako $A_\nu, \nu = 1, 2, \dots$ jeste sekvenca disjunktih skupova u M_i , onda

$$\mu\left(\bigcup_{\nu=1}^{\infty} A_\nu\right) = \sum_{\nu=1}^{\infty} \mu(A_\nu).$$

Pretpostavka:

U mernom prostoru (Ω_i, M_i, μ) , važi: $0 < \mu(\Omega_i) < \infty$. Odnosno, merni prostor je tzv. konačni merni prostor.

Ukoliko važi ta pretpostavka, onda možemo definisati funkciju verovat-

noće na skupu dostiživih svetova Ω_i , P , na sledeći način:

1. $P(\varphi) = 0$.

2. Za svaki neprazan skup A u Ω_i važi:

$$P(A) = \frac{\mu(A)}{\mu(\Omega_i)}.$$

P je mera verovatnoće, (Ω_i, M_i, P) jeste prostor verovatnoće.

Diskusija:

Bigelou dobija meru preko dostiživog prostora Ω_i . On Ω_i smatra prostorom metafizički dostiživih svetova. Intuitivno, na taj način bismo za iskaz A uzimali kao probabilistički relevantne svetove i one koji su jako udaljeni od našeg. Za naše potrebe, to je donekle preširoko određenje. Da bismo dobili određenje verovatnoće koje sam ja pomenuo u 1.2.4., potrebno je na neki način suziti njegovo određenje. Predlog (donekle neelegantan) koji imam na umu je sledeći. Definišimo funkciju selekcije f , koja za argumente ima iskaz E , i svet i , i kao vrednost daje skup E_i , odnosno, svetove najbližije i u kojima je istinito E . Iskaz E treba shvatiti kao iskaz da se desio eksperiment e . Funkcija f treba da zadovolji sledeće uslove, za $E, Q \subseteq \Omega_i$ i $i \in \Omega_i$:

(a) $f(i, E) \subseteq E$

(b) ako $i \in E$, onda $i \in f(i, E)$

(c) ako $f(i, E) \subseteq Q$ i $f(i, Q) \subseteq E$, onda $f(i, E) = f(i, Q)$

(Pretpostavljamo da važi tzv. *Ograničavajuća pretpostavka* [eng. *Limit assumption*], kojom kažemo da skup najbližih E -svetova postoji) (Ovakva funkcija selekcije je različita od one koju je Luis ponudio za logiku protivčinjeničkih kondicionala, između ostalog, u jednom jako bitnom smislu: uslov (b) se obično naziva *slabo centriranje* [eng. *weak centering*], dok Luis umesto (b) ima *jako centriranje* [eng. *strong centering*] (Lewis, 1973, str. 58). Jako

centriranje nam garantuje da će, ukoliko je E istinito u i , skup najbližih E -svetova biti singleton. To za naše potrebe ne bi dalo odgovarajuće rezultate. (Potrebno nam je da u skupu najbližih svetova budu i svetovi različiti od našeg, čak i ukoliko se eksperiment e desio u našem.)

Dalje, kao primitivnu verovatnoću uzmimo uslovnu verovatnoću $P(A|E)$. E treba da bude iskaz o tome da se neki eksperiment e desio. Onda, odredimo skup najbližih E -svetova E_i , kao skup svetova najbližijih našem svetu u kom je istinito E . Onda, definišimo uslovnu verovatnoću za A , ako je dato E :

$$P(A|E) = \frac{\mu(A \cap E_i)}{\mu(E_i)}$$

Posledica ovakvog određenja verovatnoće jeste to što bismo apsolutnu verovatnoću nekog iskaza morali da shvatimo isto kao i Bigelou. Apsolutna verovatnoća $P(A)$ bi onda bi onda morala da bude definisana kao $P(A|\Omega)$. U našem slučaju važi $\Omega = \Omega_i$. Dakle, apsolutna verovatnoća iskaza A sledeća $P(A|\Omega_i) = \frac{\mu(A \cap \Omega_i)}{\mu(\Omega_i)}$, odnosno, $P(A) = \frac{\mu(A)}{\mu(\Omega_i)}$.

Ali, kao što smo kod Hajeka (Hajek, 2003) videli, ima filozofskih razloga da mislimo da je apsolutna verovatnoća pojam koji je "manje bitan" od uslovne verovatnoće. Apsolutna verovatnoća toga da će pasti glava pri bacanju novčića, *bez uslova da se bacanje desilo*, mora biti informacija koja je preširoka, tako da u ovom slučaju, preširoko određenje apsolutne verovatnoće ne bi trebalo da nam smeta.

Biografija autora

Filipović Nenad rođen je 20. oktobra 1987. godine u Gornjem Milanovcu. Osnovne studije upisao je 2006. godine na Filozofskom fakultetu u Beogradu, smer filozofija. Diplomirao je 2010 godine sa prosečnom ocenom 9.61. Studije drugog stepena završio je 2012. godine na Filozofskom fakultetu u Beogradu, sa prosečnom ocenom 9.75. Za vreme master studija primao je stipendiju Fonda za mlade talente Ministarstva omladine i sporta Republike Srbije. Doktorske studije upisao je na Filozofskom fakultetu u Beogradu 2012. godine.

Od 2015. godine angažovan je na projektu “Dinamički sistemi u prirodi i društvu: filozofski i empirijski aspekti” čiji rukovodilac je prof. dr Živan Lazović. Od 2014 do 2019 bio je angažovan kao saradnik u nastavi na sledećim predmetima na Odeljenju za filozofiju: Istorija filozofije 2a: Srednjevekovna filozofija, Istorija filozofije 2b: Rana moderna filozofija, Teorija racionalnog izbora, Kantova filozofija: Kantov prekritički period. Izlagao je na više međunarodnih konferencija, i do sada je objavio nekoliko naučnih radova u domaćim časopisima od međunarodnog značaja.

Изјава о ауторству

Име и презиме аутора Filipović Nenad

Број индекса OF 12-11

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

PROTIVČINJENIČKE VEROVATNOĆE

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да дисертација у целини ни у деловима није била предложена за стицање друге дипломе према студијским програмима других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

Потпис аутора

У Београду, _____

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора _____ Filipović Nenad _____

Број индекса _____ OF 12-11 _____

Студијски програм _____ Filozofija _____

Наслов рада _____ PROTIVČINJENIČKE VEROVATNOĆE _____

Ментор _____ vanredni prof. dr Đorđević Vladan _____

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради похрањена у **Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис аутора

У Београду, _____

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

PROTIVČINJENIČKE VEROVATNOĆE

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)
3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци.
Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

Потпис аутора

У Београду, _____

1. **Ауторство.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. **Ауторство – некомерцијално.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. **Ауторство – некомерцијално – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. **Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. **Ауторство – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. **Ауторство – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.