

## O nekaterih predpostavkah bayesijanskega argumenta

Peter Lukan

Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani

### Povzetek

Prispevek premisli nekatere predpostavke bayesijanskega argumenta, predvsem pojme verjetnosti, hipoteze in empirične evidence, ki se v njem pojavljajo. Kot izhodišče se opira na Soberjevo in Uršičevo kritiko modernejše variante *aposteriornega* dokaza za obstoj boga. Ta se pogosto sklicuje na t. i. fino naravnost naravnih konstant, ki omogoča razvoj življenja in inteligentnih bitij. Sober svojo kritiko, tako kot mnogi zagovorniki, artikulira s pomočjo bayesijanske verjetnosti. Za bayesijanski argument v splošnem ugotavlja, da lahko vodi zgolj k povečanju oziroma zmanjšanju stopnje subjektivnega prepričanja v neko hipotezo, nikoli k njeni potrditvi. Problematizira sam proces oblikovanja hipotez, njihovo povezavo z evidenco in trdnost verjetnostnega sklepanja. Čeprav se s kritiko strinjam, sem mnenja, da bi njena izhodišča morala biti nekoliko drugačna. Iz izhodišča interpretacij verjetnosti dodatno premišljujem še status t. i. prvotne verjetnosti in *aposteriorni* status bayesijanskega argumenta ter vprašanje zvišanja verjetnosti hipoteze k skorajšnji gotovosti, v središče premisleka pa postavljam odnos med evidenco in hipotezo.

**Ključne besede:** bayesijanska verjetnost, interpretacije verjetnosti, testiranje znanstvenih hipotez, dokaz božjega bivanja

### On Some Tenets of the Bayesian Argument – Abstract

The article reflects upon some of the tenets of the Bayesian argument, primarily the concepts of probability, hypothesis and empirical evidence, which figure in the argument. As a starting point, I use Sober's and Uršič's critique of the modern variant of the *a posteriori* proof of the existence of God. This often references the so-called fine-tuning of natural constants, which enables the development of life and intelligent beings. As many other proponents, Sober articulates his critique with the help of Bayesian probability. He argues that in general the Bayesian argument can only lead to an increase or decrease of the subjective degree of belief in some hypothesis, but never to its confirmation. He problematizes the very process of shaping hypotheses, their connection with empirical evidence and the firmness of the probabilistic inference. Although I agree with the critique, I believe that its starting points should be slightly different. In connection with the interpretations of probability, I additionally reflect upon the status of so-called prior probabilities, the *a posteriori* status of the Bayesian argument and the issue of increasing the probability of a hypothesis to near-certainty, with special emphasis on the relationship between evidence and hypothesis.

**Keywords:** Bayesian probability, interpretations of probability, testing of scientific hypotheses, proof of the existence of God

## Uvod

Ena od mnogih Uršičevih postaj v *Daljni bližini neba (Jesen)* je med drugim obravnava vprašanja dokazovanja božjega bivanja (v poglavju »O smislu«). To vprašanje ga zanima predvsem v kontekstu razlage t. i. »natančne naravnosti« vesolja oziroma naravnih konstant, kar omogoča obstojnost snovi in razvoj življenja. Obstoj boga se pojavlja kot ena od treh možnih razlag natančne naravnosti, drugi dve razlagi za takšno vesolje sta odkritje dokončne teorije vsega in multiverzum z učinkom opazovalnega izbora (Uršič, 2010: 519). Teizem oziroma panteizem je zanj ena od možnih rešitev tega vprašanja, pri čemer ne pristaja na to, »da lahko znanost sama (ali vsaj filozofija in/ali racionalna teologija) neodvisno od vere jasno in nesporno dokaže božji 'razumni načrt' v vesolju« (*Ibid.*: 520). Iz tega izhodišča kritično obravnava referenčni zbornik *God and Design*, v katerem je predstavljenih več prispevkov, ki zagovarjajo oziroma zavračajo t. i. argument božjega/razumnega načrta.

Kot v uvodu ugotavlja Neil Manson, urednik že omenjenega zbornika, »argumenti iz načrta danes tipično uporabljajo verjetnostni logični aparat« (Manson, 2003: 5). Uršič se – kot profesor logike – polno posveti tudi temu vidiku sodobnih argumentov iz načrta. Zato predstavi teistično bayesijansko argumentacijo Richarda Swinburna in njej nasprotujočo analizo Elliotta Soberja, ameriškega filozofa znanosti in enega od utemeljiteljev filozofije biologije. Uršič kot glavni problem identificira, »kako objektivno določiti vrednost 'prvotne verjetnosti' obravnavane hipoteze« (Uršič, 2010: 522; poudarek originalen). Pri tem citira Soberjevo ugotovitev, da bayesijansko sklepanje nasploh »zgolj 'zvišuje subjektivno verjetnost <likelihood, sprejemljivost>' hipoteze in da 'ne dokazuje, da je Načrt [objektivno] verjetnejši <probable> od Naključja'. Preprosto povedano: kdor je prepričan v božji Načrt, je spričo novega odkritja fizikalne 'natančne naravnosti' še bolj prepričan o njem, kdor pa že v izhodišču močno dvomi, zaradi tega odkritja ne bo kaj dosti manj dvomil ... in tako smo spet pri primarnosti vere pred spoznanjem, pri odgovoru pred vprašanjem« (*Ibid.*: 523–524).

S Soberjevo in Uršičevo kritiko bayesijanskega argumenta v prid hipotezi o obstoju božjega načrta se strinjam tudi sam. Hkrati menim, da bi ta kritika lahko bila konceptualno še bolj razčiščena in enovita, zato v svojem prispevku poudarim razhajanja z njunimi izhodišči, kar je ne nazadnje tudi bolj zanimivo. V tem duhu moj namen v pričujočem članku ni pokazati šibkosti argumenta iz načrta, temveč morebitne šibkosti verjetnostnega argumenta v splošnem. S tem namenom v nadaljevanju najprej povzemam Soberjev pristop in njegove pogloblitve točke kritike.

## Soberjeva kritika argumenta iz verjetja

Argument iz načrta je, tako kot kozmološki argument in v nasprotju z ontološkim argumentom, *a posteriori*. Sober razlikuje organizmični (*organismic*) in kozmični (*cosmic*)

argument iz načrta. Vsi argumenti iz načrta ne spadajo v ti dve kategoriji, vendar jim je skupno to, da vsi opišejo neko empirično lastnost sveta in argumentirajo, da ta lastnost kaže na razlago sveta v smeri božjega načrta in ne brezumnega naravnega procesa.

Najboljša različica argumenta iz načrta, kar se tiče logične strukture, uporablja po Soberjevo t. i. princip sprejemljivosti (*likelihood principle*). Ta princip se glasi: »Opažanje O podpira hipotezo  $H_1$  bolj kot hipotezo  $H_2$ , če in samo če  $P(O|H_1) > P(O|H_2)$ « (Sober, 2003: 27). Sober se za ponazoritev tovrstnega argumenta opre na argument, ki ga je v svojem delu *Natural Theology* iz leta 1809 predstavil teolog William Paley. Sober ga artikulira na naslednji način (*Ibid.*):

O: Oko vretenčarja ima lastnosti  $F_1 \dots F_N$

$H_1$ : Oko vretenčarja je ustvaril inteligentni stvarnik.

$H_2$ : Oko vretenčarja je ustvaril brezumni naravni proces.

Sober nadalje razloži, kaj je mišljeno s sprejemljivostjo:<sup>1</sup> gre za tehnični pojem, za katerega poudarja, da ni istoveten s pojmom verjetnosti oziroma natančneje s pojmom naknadne<sup>2</sup> verjetnosti hipoteze. Ta razloček lahko naredi navezujoč se na Bayesovo formulo, ki jo podajam na tem mestu:

$$P(H|O) = \frac{P(O|H)P(H)}{P(O)}$$

$P(O)$  je verjetnost za opažanje O,  $P(H)$  je prvotna verjetnost hipoteze H,  $P(O|H)$  je sprejemljivost za opažanje O ob privzetku hipoteze H,  $P(H|O)$  je naknadna verjetnost hipoteze H ob upoštevanju opažanja O. Naknadna verjetnost hipoteze je tako povezana s sprejemljivostjo in prvotno verjetnostjo na naslednji način:

$$P(H_1|O) > P(H_2|O) \text{ če in samo če } P(O|H_1)P(H_1) > P(O|H_2)P(H_2)$$

1 Gre za prevod izraza *likelihood*, ki ga Uršič prevaja kot 'sprejemljivost'. V tem tekstu tudi sam prevzemam ta prevod, ki pa po mojem prepričanju ni neproblematičen. Tehnični prevod izraza *likelihood* v matematiki verjetnosti in statistiki je 'verjetje', kot npr. v sintagmi metoda največjega verjetja, *maximum likelihood method*, zato pozneje v tem kontekstu uporabim ta prevod. V pogovorni angleščini se izraza *likelihood* in *probability* uporabljata sinonimno, razlika v tehnični rabi pa izhaja iz zgodovinsko pogojene rabe v različnih kontekstih. Iz zgodovinske perspektive gledano je bilo drugo poimenovanje za *likelihood inverse probability*, kar kaže na nek lok razvoja tega pojma. Slovenščina ne pozna sinonima za verjetnost, odtod deloma tudi zapletenost prevoda izraza *likelihood*. Konsistentno z mojo problematizacijo v tem članku je pojmovanje, da gre pri *likelihood* prav tako za verjetnost, in sicer bodisi subjektivno bodisi objektivno, ter da raba tega izraza iz zgodovinskih razlogov pravzaprav na *posredni in nerefektiran* način implicira rabo subjektivne verjetnosti kot stopnje prepričanja, predvsem v logičnih kontekstih. Distinkcija *probability/likelihood* po mojem mnenju zastira uvid v odnos med stopnjo prepričanja in relativne frekvence, ki je ključen za razumevanje empirične tehnosti argumentov. V tem tekstu distinkcijo prevzemam zato, ker je uveljavljena in ker jo pravzaprav kritiziram.

2 Uršič izraza 'posterior' in 'prior' posloveni kot 'kasnejša' in 'prvotna' verjetnost, sam v tekstu namesto slednjega uporabljam izraz 'naknadna' verjetnost.

Soberjev prvi komentar je ta, da princip sprejemljivosti ne zadostuje za prikaz, katera hipoteza je bolj verjetna, temveč je za to treba upoštevati naknadno verjetnost. V nadaljevanju povzemam njegove glavne kritike Swinburnovega teističnega argumenta iz sprejemljivosti, ki jih sam razumem tudi širše kot splošno metodološko kritiko bayesijskega argumenta:

- T1. Naknadna verjetnost za hipotezo obstoja boga ob dani empirični evidenci je odvisna od prvotne verjetnosti za pravilnost hipoteze, ki pa je stvar stopnje prepričanja posameznika in torej subjektivne narave. Sober ne vidi, kako bi hipoteze sploh lahko imele objektivne prvotne verjetnosti, imajo lahko zgolj subjektivne verjetnosti (Sober, 2003: 28). Objektivne verjetnosti nastopajo pri naključnih procesih, vendar naravni zakoni ali znanstvene hipoteze niso takšen tip pojavov. Bayesijanci, denimo, po Soberju menijo, da imajo vse hipoteze verjetnost, po njegovem pa je to lastnost samo nekaterih hipotez. Tudi za znanstvene teorije pravi, da jih je redko smiselno opisati, kot da podajajo objektivne verjetnosti. Vpraša se, kakšna je na primer verjetnost, da je Newtonov zakon resničen.
- T2. Sober krizitira tudi zastavitev osnovnih hipotez: za teologa Paleyja, ki ga obravnava, sta obstajali le alternativni hipotezi bog ali naključje. Ti dve hipotezi, po Soberjevem mnenju, ne izčrpata faznega prostora možnosti. Sober definira pojem naključja tako, da gre pri njem za enako verjetne možnosti izidov (enakomerno verjetnostno porazdelitev izidov) ter da si naravni procesi zaslužijo oznako naključnih procesov le tedaj, ko so podobni procesom z enakimi verjetnostmi izidov, sicer pa ne. V Paleyjevem primeru ni upoštevana alternativa evolucije, ki v njegovem času sploh še ni obstajala – ta vključuje proces naravne selekcije, ki ni naključni proces (Sober, 2003: 30).
- T3. Pri verjetnosti ne obstaja *modus tollens* oziroma verjetnostna verzija le-tega. Logika problema je v bistvu primerjalna – neko hipotezo moramo vedno primerjati z drugimi alternativnimi hipotezami. V tem smislu z verjetnostnim argumentom ne moremo priti do sklepa tipa »hipoteza mora biti resnična«, temveč samo do stališča, da neko opazanje daje prednost neki hipotezi (Sober, 2003: 32). Sober prepričanje jemlje kot dihotomen koncept – v nekaj bodisi verjamemo bodisi pač ne –, zato za argumente sprejemljivosti pravi, da ti ne povedo, kateri hipotezi bi *moral*i verjeti. Pravi, da ni enostavne povezave med pojmom verjetnosti kot stopnje prepričanja in dihotomnim pojmom prepričanja. O argumentu iz sprejemljivosti ima Sober precej zadržano mnenje: »Če povzamemo, argumenti iz sprejemljivosti imajo dokaj skromne ambicije. Ne povedo, kateri hipotezi naj verjamemo; pravzaprav ne povedo niti, katere hipoteze so verjetno pravilne. Prej ovrednotijo, kako opazovanja, ki so na razpolago, razlikujejo med hipotezami, ki jih obravnavamo« (Sober, 2003: 29).
- T4. Soberju se zdi bistveno, da morajo hipoteze (biti zmožne) proizvajati napovedi. V tem pogledu so argumenti iz načrta pomanjkljivi, saj niso zmožni proizvesti

napovedi, ki jih je mogoče opazovati. V tem smislu je hipoteza o božjem načrtu nepreverljiva.

- T5. V zvezi z bayesijansko formulacijo se zdi bistveno vprašanje, kako oblikovati sprejemljivost za neko stvaritev/opažanje ob privzetku obstoja boga. Sprejemljivost za opažanje natančne naravnosti ob hipotezi naključja naj bi bila nizka, ob hipotezi načrta pa naj bi bila večja, vsaj tako trdijo zagovorniki argumenta iz načrta. Za ugovor temu Sober potrebuje le pokazati, da ne obstaja dokaz, da je sprejemljivost hipoteze iz načrta res večja. Po njegovem bi do ocene sprejemljivosti lahko prišli le s poznavanjem božjih namenov in ciljev – verjetnost za nek pojav ob predpostavki božjega bivanja je visoka, če je bil ta pojav del božjih načrtov; drugega načina za oceno sprejemljivosti te hipoteze ne vidi. Iz tega razloga so zanj argumenti iz načrta neproblematični v primeru človeške ali podobne inteligence (npr. v primeru nezemljanov); bog pa je nadnaravno bitje, ki ni podvrženo biološkemu procesu, zato je ta povezava zelo ošibljena. »Inženir, ki je bolj omejen, bi bil bolj verjeten,« zapiše. (Sober, 2003: 39)

Soberjeve kritike bi seveda lahko grupirali drugače, kot sem jih sam, grupiranje služi predvsem sklicevanju v nadaljevanju.

## Izhodišča kritike z vidika interpretacij verjetnosti

Prehajam k refleksiji bayesijanskega pristopa iz perspektive interpretacij verjetnosti. Pričujoči članek sicer ne dopušča veliko prostora za razgrnitev mojega izhodišča, tj. interpretacij pojma verjetnosti in kontekstov, v katerih ta nastopa, zato v tem razdelku zgoščeno povzemam nekatere vidike, ki se mi zdijo bistveni za razpravo.<sup>3</sup> Bayesijanski argument kot ključne uporablja pojme hipoteze, (empirične) evidence in verjetnosti. Vse te želim podvreči kritiki s stališča interpretacij verjetnosti, in sicer v izvornem smislu razločevanja.

Pojem verjetnosti je v svojem historičnem razvoju izkazal dualnost, ki je v temelju razpeta med dva pola, t. i. subjektivno in objektivno verjetnost.<sup>4</sup> Pod objektivno verjetnostjo lahko razumemo relativne frekvence merjenih ali štetih pojavov, pod subjektivno verjetnostjo pa stopnjo prepričanja. Zaradi določene mere konfuznosti okrog pojmov objektivne in subjektivne verjetnosti se želim tu držati predvsem drugih dveh opredelitev, ker ju smatram kot manj zavajajoči in bolj jasni. Moje stališče je, da oba pojma zajemata različna tehtna vidika spoznavnega procesa ter da ju ni mogoče medsebojno reducirati enega na drugega. Oba vidika lahko sobivata v spoznavnem procesu, na kakšen način točno (sovpadata, sta disjunktna itd.), pa je odvisno od spoznavnega položaja.

3 O tem sem širše pisal v svoji doktorski disertaciji *Filozofska analiza pojma verjetnosti* (2016) ter bolj osredotočeno v članku »Interpretations of Probability and Bayesian Inference – an overview« (2020).

4 Nekateri misleci 20. stoletja so to dvojnost eksplicitno vzeli kot danost, npr. Carnap in Popper. Na to temo obstaja več monografij, med bolj znane avtorje spadajo npr. Ian Hacking, J. R. Lucas, Donald Gillies, Y. M. Guttman, Jan von Plato.

Verjetnost kot orodje sklepanja se navezuje na logično indukcijo. Čeprav slednja nima enovite formule in pristopa,<sup>5</sup> se je bayesijanski argument oziroma bayesijanska logika izkazal(a) kot najbolj prodoren tip logičnega induktivnega sklepanja, ki se je po mnenju mnogih približal idealu znanstveno kompatibilne logike (Lukan, 2020: 132). Pridružujem se Uletu, ki trdi sledeče: »Induktivni sklepi so to le po imenu, dejansko so nekaj povsem drugega. So prikrite *verjetnostne ocene* [...]. Induktivne sklepe lahko upravičimo le v teoriji pogojne verjetnosti oziroma subjektivne verjetnosti, kjer na podlagi svojega *poznavanja premis z določeno verjetnostjo domnevamo*, da je zaključek tudi resničen (Wuchterl, 1977: 36). Torej niso *sklepi*, temveč *izjave o verjetnostnih ocenah določenih stanj stvari, dogodkov, značilnosti, ob določenih predpostavkah*« (Ule, 2006: 107–108). Induktivni sklep kot sklep po verjetnosti ne dosega objektivne ali splošne veljavnosti, ker je »odvisen še od drugih ozadnih domnev. Nikoli na primer ne moremo odkriti vseh predhodnih okoliščin, ki so spremljale nastanek nekega pojava oziroma vrste pojavov. Tako lahko bodisi spregledamo dejanski vzrok pojava bodisi spregledamo druge možne vzroke pojavov in preveč poudarimo le en vzrok. Šele pametna kombinacija [po Millu] navedenih [induktivnih] metod jim lahko da več splošne veljave in objektivnosti« (*Ibid.*: 106). Bayesijanski argument kot vrsta logične indukcije uporablja verjetnost kot stopnjo prepričanja. To samo po sebi ne pomeni, da se ne more povezovati s statistično indukcijo, ki uporablja pojem verjetnosti v smislu relativnih frekvenc.

V zelo podobnem smislu kot pojem verjetnosti razumem tudi pojem hipoteze, ki ga delim na pojem statistične in nestatistične oziroma nominalne hipoteze. Statistična hipoteza običajno uporablja natančneje opredeljen teoretični jezik in se vedno nanaša na relativne frekvence. Nominalna hipoteza se po drugi strani *lahko* nanaša tudi na nestatistične trditve tipa »Zemlja ima tekočo sredico«, pri čemer *zlahka* uporablja tudi naravni jezik. V tem primeru uporablja verjetnost kot stopnjo prepričanja. Tako kot za obe skrajni interpretaciji verjetnosti po mojem prepričanju velja tudi za oba tipa hipotez, da načelno lahko sobivata, odvisno od spoznavnega položaja.

Karl Popper je v zvezi z znanstvenimi hipotezami strogo ločil med subjektivno verjetnostjo hipotez in objektivno verjetnostjo pojavov,<sup>6</sup> s čimer se posredno identificira

5 Filozof znanosti in logik Brian Skyrms na primer piše: »Ne obstajajo univerzalno sprejeta pravila za konstruiranje induktivno močnih argumentov; niti splošno strinjanje glede načina, kako meriti induktivno moč argumentov, niti natančna, nekontroverzna definicija induktivne verjetnosti. Induktivne logike se torej ni mogoče naučiti v istem smislu kot algebro ali osnovne veje deduktivne logike« (Skyrms, 2000: 26).

6 V tem pogledu se je Popper začel razhajati z Rudolfom Carnapom, s katerim sta sodelovala v obdobju po njegovi objavi *Logike znanstvenih odkritij* (1935). Sprva sta se dogovorila, da bosta strogo ločevala med verjetnostjo, kakršno se uporablja v hipotezah v fiziki in še posebej kvantni mehaniki, ter verjetnostjo hipotez kot stopnje njihove potrditve oziroma podkrepitve (*corroboration*), kar je pravzaprav ena osrednjih tem Popperjeve *Logike*. »[S]trinjala sva se, da brez tehtnih argumentov ne bova privzemala, da stopnja potrditve <*confirmation*> oziroma podkrepitve <*corroboration*> zadovoljuje verjetnostni račun, temveč da bova na to vprašanje, spričo mojih argumentov v Logiki, gledala kot na odprto, pravzaprav kot na osrednji problem« (Popper, 1994: 5). Carnap je od tega razlikovanja pozneje odstopil.

tudi Sober (T1). Znanstvene hipoteze, ki v splošnem niso enostavno statistične hipoteze, tako spadajo v območje kombinacije subjektivne in objektivne verjetnosti ter imajo zato bolj zapleten način nanašanja na izkustvo kot statistične hipoteze same. Lahko dodam, da je ravno to »vmesno« območje, v katerem se statistične hipoteze kombinirajo z nestatističnimi hipotezami, za nas najbolj zanimivo. Sem poleg znanstvenih hipotez po mojem prepričanju spadajo tudi hipoteze, ki se nanašajo na vsakdanji tip védenja. V tem pogledu jim, tako kot Harold Jeffreys, pionir uporabe stopenj prepričanja v znanosti, priznavam skupni imenovalec (gl. Howie, 2002: 89).

Za okvirno razgrnitev mojih izhodišč naj bo to dovolj. Do sedaj sem se dotaknil predvsem pojmov verjetnosti in hipoteze. V nadaljevanju bom dodatno vključil tudi razmišljanja o pojmu (empirične) evidence.

## Kritika bayesijanskega argumenta

Zdi se, da je eno osrednjih vprašanj, ki je tako ali drugače vsebovano v kritiki verjetnostnega pristopa, naslednje: Kako natanko se hipoteze nanašajo na podatke, na (empirično) evidenco? Razmišljanja v tem razdelku se bodo v največji meri vrtela okoli tega razmerja.

### *Prvotna verjetnost in aposteriorni status bayesijanskega argumenta*

Eden od pomembnih pojmov v zvezi z vprašanjem odnosa med hipotezo in podatki je že omenjena prvotna verjetnost hipoteze. Njeno tolmačenje in status sta bila in sta do neke mere še vedno predmet spora med zagovorniki subjektivne in objektivne verjetnosti (gl. npr. Howie, 2002: 89–92). Pri prvotni verjetnosti gre za v večji ali manjši meri s podatki podkrepljeno ugibanje o verjetnostih hipotez v fazi, preden dobimo dodatne empirične podatke. Zagovorniki objektivne verjetnosti gledajo na rabo prvotne verjetnosti kot na izrazito subjektiven in zato nelegitimen pristop (*Ibid.*). Pri tem je v smislu kritike bayesijanskega argumenta najbolj kočljiv vpliv prvotne verjetnosti na naknadno verjetnost in potencialno na sklep, kar pomeni, da lahko izhodiščna prepričanja usodno vplivajo na končni sklep. Kot že omenjeno, ta element kritike poudarjata tako Sober (T1) kot Uršič. Poleg tega Sober poudarja, da ne gre za čisto logično sklepanje (T3).

Sober ravno tako piše, da ne vidi, kako bi prvotna verjetnost hipoteze sploh lahko postala objektivna (T1). S tem se sam popolnoma strinjam, saj tako kot Popper zagovarjam stališče, da v splošnem hipotezam kot takšnim ni moč pripisati objektivnih verjetnosti, tudi statističnim hipotezam ne. Drugače rečeno, hipotez ni mogoče 'ponavljati' in preverjati njihovih relativnih frekvenc, kar bi nam podalo objektivno verjetnost hipoteze. Za uveljavljene statistične teste hipotez (npr. *t*-test, *hi*-kvadrat test ipd.), ki podajo verjetnost za zavrnitev neke statistične hipoteze, je v statistiki, sledeč Fisherju, prevladalo razumevanje, da 5-odstotno tveganje, s katerim konvencionalno zavrnemo neko hipotezo, v resnici predstavlja stopnjo prepričanja (gl. Lukan, 2020: 133–134).

Po mojem razumevanju torej tako naknadne kot tudi prvotne verjetnosti hipotez ne morejo biti objektivne, saj gre v resnici za stopnjo prepričanja v neko hipotezo. V tem smislu status vnaprejšnosti verjetnosti neke hipoteze ne igra tako pomembne vloge za status objektivnosti poznejše verjetnosti hipoteze. Pomembnejši se zdi način navezave na empirično evidenco, ta pa je povezan z vrsto hipoteze (statistična, nestatistična). V t. i. bayesijanski statistiki<sup>7</sup> se na primer tudi uporabljajo prvotne hipoteze, ki so prav tako učeno ugibanje, vendar gre za statistične hipoteze. Pomembna razlika od nestatističnih prvotnih hipotez je ta, da statistične prvotne hipoteze dajejo napoved glede relativnih frekvenc in s tem vedno tudi obet neposrednega empiričnega preverjanja, saj lahko že načelno pričakujemo nove ponovitve in podatke, ki bodo garant konvergence (zaporednih) napovedi. Pri nestatističnih hipotezah evidenca ni vedno tako jasno opredeljena, nimamo garanta konvergence verjetnosti različnih deležnikov. To je lahko povezano s tem, da imamo morda opravka s slabo ponovljivim ali celo redkim pojavom, morda s trditvijo, ki uporablja pojme, ki se nejasno nanašajo na ponovljive pojave. S tem želim reči, da pojem vnaprejšnosti v kontekstu verjetnosti še ne določa, na kakšen tip izkustva se navezujemo, in predvsem ne pove veliko o tem, kako natanko se da hipotezo podkrepiti.

Nekaj podobnega kot za pojem vnaprejšnosti lahko rečemo za pojem naknadnega v tem kontekstu. Bayesijanski argument je, kot že omenjeno, naveden kot primer *aposteriornega* argumenta, tj. takšnega, ki sloni na evidenci, zato se zdi pomembno vprašanje, za kakšno evidenco pravzaprav gre. Pri tem igra pojem verjetnosti s svojo dualnostjo oziroma večplastnostjo pomembno vlogo. Če gre za frekventistično verjetnost, za statistično hipotezo, bo ta naknadna statistična hipoteza nosila v sebi relativno dobro definirano težo kvantificiranih informacij (merjenje, štetje). Status naknadnega ima v tem primeru gotovo bolj neodvisno empirično težo kot recimo v primeru, ko gre za nestatistično hipotezo, katere kriteriji za evidenco niso dobro definirani, oziroma so lahko močno podvrženi subjektivni presoji. Z nekoliko pretiravanja: če nekdo definira, da je vsakodnevno vzhajanje sonca evidenca v prid obstoju boga, potem lahko obstoj dokaže z *aposteriornim* argumentom.

*Aposteriorni* status bayesijanskega argumenta torej izgubi svojo empirično tehtnost, če ni jasno vezan na ponovljivost pojavov, če uporablja zgolj stopnje prepričanja, ne pa tudi relativnih frekvenc. Kot takšen sicer ohranja svojo koherentnost in induktivno-deduktivno logično rigoroznost, vendar lahko tak argument označimo kot zgolj konsistenten sistem prepričanj in ima v tem pogledu status, ki je enako legitim kot status poljubnega koherentnega pripisa verjetnosti hipotezam, kar zagovarja de Finetti (Gillies, 2000: 86). Tovrstni bayesijanski argument ne krši minimalnega načela racionalnosti kot

7 Statistika se je tudi precej dolgo delila na bayesijansko in frekventistično strujo, pomemben razloček med njima pa je bila tudi uporaba prvotnih verjetnosti (gl. Lukan, 2020: 134–135).



konsistentnosti, vendar precej bolj priča o subjektu kot o svetu,<sup>8</sup> saj odlikava subjektovo epistemološko zastavitev razumevanja. V tem smislu je tehtnost pojma *aposteriornega* dokaza odvisna od tega, kako natanko vanj vstopa empirična ali fenomenalna danost na eni oziroma subjektivnost presoje na drugi strani.

Sober se odnosa med hipotezo in empirično evidenco dotakne iz nekoliko drugačnega izhodišča, ko piše o oblikovanju sprejemljivosti v primeru hipoteze boga in hipoteze naključja ter o božjem namenu kot bistvenem elementu oblikovanja sprejemljivosti tovrstne hipoteze (T5). Gre ravno za to, kako se evidenca povezuje s hipotezami, z drugimi besedami, za oblikovanje verjetnosti. Jasno je, da mora velik poudarek pri bayesijanskem argumentu biti na tem, kako se sprejemljivosti hipotez oblikujejo v odnosu do empirične evidence. Tudi že tako osnoven korak, kot je oblikovanje samega nabora možnih hipotez, je lahko in celo mora biti mogoče podvreči kritiki (T2); v tem s Soberjem popolnoma soglašam.

Sober piše tudi o nujnosti, da hipoteze proizvajajo napovedi (T4). To je seveda temeljna znanstvena zahteva. Soberjevo stališče glede tako zasnovane hipoteze obstoja boga, kot jo predstavlja Swinburne, je to, da gre v tem pogledu za neznanstveno hipotezo, s čimer se strinjam. Ponovno pa poudarjam, da mi prvenstveno gre za vprašanje, kako natanko se hipoteze navezujejo na empirično izkustvo. Tudi pri znanstvenih hipotezah, čeprav proizvajajo napovedi, ta povezava ni vedno tako očitna (pomislimo samo na kvantno mehaniko in njene različne interpretacije).

Povsem v smislu, da so vsakovrstne hipoteze v domeni stopenj prepričanja, tudi znanstvenim hipotezam v splošnem priznavam nekatere (inter)subjektivne elemente. Ti se tičejo predvsem konsistentnega znanstvenega konceptualnega aparata (npr. vprašanje obstoja določenih fizikalnih entitet). Načeloma sem mnenja, da če bi obstajala kategorizacija oziroma konceptualizacija, ki bi urejala korespondenco med empirično evidenco ter hipotezami o božjem (ne)bivanju in bi bila široko sprejeta v znanstveni skupnosti, bi bilo mogoče zgraditi znanstveno hipotezo o obstoju boga, ki bi proizvajala tudi napovedi (recimo v že omenjenem primeru sončnega vzhajanja). Zelo verjetno bi bil takšen 'aposteriorno dokazljivi bog' precej okrnjen glede na tradicionalna teistična pojmovanja, morda bolj »inženirski«, kot omenja Sober, saj bi na nek način odražal metodo dokaza.

### *Objektivnostna limita bayesijanskega argumenta*

Če se vrnemo k Uršiču, vidimo, da se tudi sam sprašuje, kako lahko bayesijanski argument pripelje hipotezo do tega, da pridobi status resnične ali objektivne izjave. To je razvidno tudi iz sledeče razgrnitve razumevanja bayesijanskega argumenta: »[...] če imamo hipotezo

8 Kot piše von Plato, je de Finetti tudi pogojne verjetnosti oziroma bayesijansko pogojevanje izpeljal iz koherence, s tem ko je pokazal, kako Bayesova formula sledi iz njegove opredelitve pogojne verjetnosti in pogoja koherence pri stavah (von Plato, 1994: 270). S tem je dokazal, da so možni različni, vendar legitimni koherentni pripisi verjetnosti, ki niso neracionalni.

$H$ , s katero vzročno razlagamo neki pojav ali dogodek [...], potem neka nova informacija oziroma 'evidenca'  $E$  [...], ki znatno zviša *razlagalno* verjetnost oziroma 'verodostojnost' <<*verisimilitude*> hipoteze  $H$  [...] po Bayesovem argumentu obenem znatno zvišala tudi njeno *dejansko* (ontološko, vzročno) verjetnost« (Uršič, 2010: 522, poudarki originalni). Potemtakem bi se z zvišanjem subjektivne verjetnosti hipoteze zvišala tudi njena objektivna verjetnost. Konceptualno sem, podobno kot Uršič, čeprav na drugačen način, do tega pojmovanja kritičen, saj odnos med stopnjo prepričanja in relativnimi frekvencami razumem drugače. Vrednotenje oziroma validiranje hipotez je v domeni stopenj prepričanja in je kot induktivni argument zgolj verjetnostna ocena. Kot piše Sober, ne obstaja verjetnostni *modus tollens* (T3), gre za diskriminiranje opažanj na podlagi stopenj prepričanja.

Vendar kaj prispevamo k razjasnitvi, če rečemo, da imajo *vse* hipoteze zgolj subjektivno verjetnost? Oziroma obratno, kako se lahko v takšni konceptualizaciji vsaj približamo nekemu modelu pravilnosti oziroma objektivnosti hipotez? To je v resnici pravo in tehtno vprašanje, ki je vsebinska stična točka z Uršičevim preizpraševanjem, zato nadaljujmo v tej smeri.

Če imajo hipoteze lahko le subjektivno verjetnost, to pomeni, da se z razvojem dogodkov lahko približajo nekemu modelu objektivnosti le na ta način, da ima hipoteza eksperimentalne implikacije, poznejše meritve oziroma opažanja pa jih podkrepijo. S tem se naša stopnja prepričanja v to hipotezo dvigne, v idealnem primeru do stopnje blizu 1, in hipoteza pridobi za nas bolj 'objektiven' status, oziroma jo lahko razglasimo za resnično, ko preseže nek prag (npr. stopnja prepričanja 0,95). Takšna 'objektivnost' sestoji iz domnevnega ujemanja med pričakovanji in opažanji, kar stopnjo prepričanja dvigne blizu 1. Da bi se to lahko zgodilo za več umnih opazovalcev hkrati, mora biti pot do validacije hipoteze jasna. Drugače rečeno, jasno mora biti, kaj določene relativne frekvence pomenijo za neko hipotezo, in obratno, kar poudarja tudi Sober (T5). Poglejmo nekaj primerov možnih situacij.

Recimo, da s prijateljem ugibava, v kateri od treh škatel je modra žogica (uporabljamo rdečo, rumeno, modro). Iz nekega razloga imava s prijateljem različen pripis verjetnosti trem hipotezam, ki se glasijo »modra žogica je v škatli  $X$ « ( $X = 1$  ali  $2$  ali  $3$ ). Ko škatle odpreva in najdeva modro žogico v škatli  $2$ , se najin pripis verjetnosti spremeni tako, da se pri obeh verjetnost ene od hipotez ( $X = 2$ ) dvigne na  $1$ . V takem primeru lahko rečeva, da je bila pravilna hipoteza  $X = 2$ . Epistemska situacija, ki omogoča razumevanje, da lahko subjektivne verjetnosti zaradi visoke vrednosti postanejo objektivne, je tista, v kateri se hipoteze nanašajo na *isti nespremenljivi posamezni empirični objekt ali situacijo*. Takšen objekt lahko poljubno mnogokrat konstatiramo ali izmerimo in v tem smislu poljubno mnogokrat potrdimo eno od hipotez. V tem smislu lahko rečemo, da našo hipotezo, ki smo ji predhodno pripisali neko subjektivno verjetnost, validiramo frekventistično-empirično v popolnosti. To poveča (subjektivno in objektivno) verjetnost hipoteze na  $1$ . V takšnem primeru lahko morda rečemo, da je verjetnost hipoteze

objektivno enaka 1, oziroma da je hipoteza objektivno resnična, pomembno pa je dodati, da je to zgolj ena od epistemskih situacij.

Recimo, da zgornjo igro spremenimo v oblikovanje hipotez tipa »Žogica hladne barve je v škatli X«. Dokler se s prijateljem strinjava, da je samo modra barva hladna, je igra povsem enaka prejšnji. Stvari bi se začele zapletati, če bi namesto žogic primarnih barv (rumene, rdeče, modre) uvedli žogice takšnih sekundarnih oziroma terciarnih barv, ki so mešanica po ene hladne in ene tople barve (npr. vijolična, zelena, roza). Glede na konkretne odtenke teh barv bi namreč nekdo lahko presodil, da gre za toplo barvo, medtem ko bi drugi presodil, da gre za hladno barvo. Če ni konsenza, katere žogice so hladne barve in katere tople, tudi z večkratnim opazovanjem ne bomo prišli do poenotenih verjetnosti hipotez. V takem primeru bo konvergenca relativnih frekvenc otežena zaradi različnega štetja in ne bo pomagala doseči konsenza okoli pravilnosti ene od hipotez. V takšni epistemski situaciji je težje govoriti o pravilnosti hipotez, ker zaradi vprašljive konceptualizacije razvodeni tehtnost objektivne verjetnosti in vrata so odprta za različne stopnje prepričanja, ki ne bodo konvergirale, že na nivoju empirične evidence.

Situacija je še veliko bolj kočljiva, ko se hipoteza ne nanaša na empirični objekt ali situacijo, temveč na abstraktni pojem. Prav tako je situacija drugačna, če se hipoteza nanaša na populacijo objektov oziroma fenomenov; v takem primeru imamo opravka s statistično hipotezo. Za te pojem pravilnosti ni primeren, temveč je primernejši pojem empirične ustreznosti, ki ni dihotomne narave. Kot že omenjeno, imamo lahko opravka tudi z nestatističnimi hipotezami, ki sploh nimajo navezave na relativne frekvence. V takšnih primerih pravzaprav nimamo frekventističnega orodja, da bi določili kriterij za pravilnost hipotez, edini kriterij ostane pojmovni konsenz, ki ga tipično ne opredelimo kot objektivni kriterij. Vsi ti primeri epistemskih situacij nakazujejo, da je razumevanje potencialno objektivnega statusa hipotez pogosto zelo okrnjeno, če ne že kar onemogočeno.

### *Sprejemljivost in trdnost sklepa*

Navezal se bom še na element Soberjeve misli, za katerega se mi zdi, da najboljše povzema razliko od mojega pojmovanja verjetnosti. Tiče se povezave med trdnostjo in tipom verjetnostnega sklepanja. Verjetnostno sklepanje po Soberju nima moči logičnega sklepanja, zgolj razlikuje med hipotezami in pomaga diskriminirati med opažanji (T3). S tem se strinjam in lahko dodam, da v podobnem smislu razumem vsakršno induktivno logiko, ki se navezuje na izkustvo. Poudarja razliko med dihotomnim – domnevno bolj naravnim – pojmom prepričanja in pojmom stopnje prepričanja, ki predstavlja temelj subjektivne verjetnosti (T3). Mejni primer je verjetnost (zelo blizu) 1, ko se stopnja prepričanja prevesi v dihotomno prepričanje. V prejšnjem razdelku sem nakazal, v kakšni epistemski situaciji menim, da je mogoče, da ima tako dosežena stopnja prepričanja 1 tudi neko bolj objektivno težo.

Do tega Soberjevega razlikovanja v vrednostnem smislu sem sam bolj zadržan, saj je moje stališče, da niso polivalentne stopnje prepričanja nič manj pogost pojav kot dihotomne ter zato tudi ne manj vredne. Menim, da je dihotomni pojem prepričanja, tedaj ko ne gre za ponovljive pojave, pravzaprav odraz psihološko-informacijske ekonomije in poenostavitve, da pa je za raziskovalnega in filozofskega naravnega duha suspens prepričanj oziroma vzdrževanje razmerja stopenj prepričanj med hipotezami nekaj povsem običajnega. Poleg tega se mi zdi močan motiv za dihotomizacijo polja prepričanj bodisi neki znanstveno-logični imperativ iskanja resničnega bodisi življenjsko-situacijski imperativ odločanja (za dejanja). Kot je pokazal že de Finetti, lahko verjetnost povsem ločimo od teorije odločanja,<sup>9</sup> za katero je sicer verjetnost tudi pomembna osnova.

Bayesijanski argument sam po sebi ne *dokazuje* neke hipoteze, razen v določenih omejenih spoznavnih situacijah. Iz tega zornega kota bayesijanski argument ni toliko argument v tradicionalnem smislu, temveč orodje za razločevanje in predstavitev koherentnega sklopa prepričanj subjekta oziroma več njih. To še ne poda celotne slike o tem, zakaj se za eno od hipotez odločimo, oziroma nakaže, da za odločanje med njimi (lahko) uporabimo še dodatne kriterije, kot je npr. argument nizozemske knjige ali morda kriterij ekonomičnosti hipoteze ipd., kar spada že v teorijo odločanja. V nekaterih primerih se nam med prepričanja morda ni treba odločati in morda je to celo bolj primerna epistemološka strategija. Lahko se vprašamo, ali je morda tako tudi v primeru vprašanja obstoja boga, kar se tiče spoznavnih razsežnosti tega vprašanja.

Sober v svoji kritiki argumenta iz načrta sledeč svoji metodologiji piše, da obstaja razlika med *naknadno verjetnostjo* (sklepanje z evidence na hipotezo) in *sprejemljivostjo* (utemeljevanje evidence, izhajajoč iz hipoteze), ki je zelo pomembna za razlikovanje med epistemskimi položaji govorca in v tem smislu za tehtnost argumenta. Prvi tip sklepanja je verjetnost, drugi pa po sprejemljivosti (Sober, 2002: 45–46). Njegov poudarek – in tu vidim glavno sistemsko razliko z mojim pristopom – je ta, da je najpomembnejše, da gre pri verjetnostnem sklepanju za čisto induktivno sklepanje, pri sklepanju po sprejemljivosti pa za abduktivno sklepanje (po Peirceu). Induktivno sklepanje naj bi bilo neodvisno od epistemskega položaja,<sup>10</sup> abduktivno pa ne, ker so hipoteze subjektivno postavljene, medtem ko za induktivno sklepanje to ne drži, saj naj bi izhajalo iz poznanih pravilnosti.

9 To se zdi pomemben poudarek, ker se več paradoksov v zvezi z verjetnostjo, kot so t. i. dilema zapornika, paradoks loterije (*lottery paradox*) ipd., pravzaprav tiče situacij odločanja, ko imamo poleg verjetnosti še dodatne kriterije, ki pomagajo odločati (tipično je to denarna vrednost).

10 Pojem epistemskega položaja je nekaj, kar Sober naveže tudi na t. i. učinek opazovalnega izbora (*observation selection effect*). Ta je odraz prepletenosti subjekta in objekta v epistemološkem in ontološkem smislu ter kaže na kontekstualizacijo spoznanja. Njegov učinek je opazen tudi v statističnih hipotezah, ne zgolj v nestatističnih, poudarek daje na pogoje opazovanja. Eddingtonov primer z mrežo za lovljenje rib, ki ga navaja, je povsem analogen situaciji z ločljivostjo merilne naprave. Sober predstavi tudi skrajno obliko tega učinka, namreč situacijo, ko je za sklepanje pomemben sam subjektov položaj v danih okoliščinah oziroma kar njegov lastni obstoj. Preprosto povedano, verjetnost nekaterih sklepov bo odvisna od obstoja tega, ki jih izjavlja. Po Soberju je takšen ravno primer bayesijanskega sklepanja o božjem načrtu na podlagi našega obstoja kot opazovalcev, ki ga kritizira pri Swinburnu.

S tem Soberjevimi poudarkom se po vsebini strinjam toliko, kolikor gre za vprašanje, kako se hipoteza navezuje na empirične podatke. Vendar je moj poudarek še bolj določno na tem, da se epistemski položaj govorca *bistveno* odraža v odnosu med njegovimi stopnjami prepričanja in relativnimi frekvencami, in ne v *tipu sklepanja* samem v Soberjevem smislu. Oba omenjena tipa sklepanja je namreč mogoče oblikovati tako na primeru stopenj prepričanj kot na primeru relativnih frekvenc. Frekventistični *analogon* abdukciji je npr. Fisherjeva metoda maksimalnega verjetja (*maximum likelihood method*), ki se uporablja za določanje najbolj verjetne statistične hipoteze. Verjetnost in sprejemljivost hipotez sta konec koncev dve različni spremenljivki v Bayesovi formuli (kljub temu da sta obe označeni s  $P!$ ), ki ju lahko opomenimo tako z uporabo statistične kot nestatistične hipoteze, kar je pokazal tudi Peirce (gl. Lukan, 2020: 134–135). V tem smislu po mojem prepričanju distinkcija med izrazoma *probability* in *likelihood* zastira vpogled v to, da gre v obeh primerih pravzaprav za verjetnost  $P$ , glavno in najpomembnejše vprašanje pa je: za kakšen tip verjetnosti  $P$  gre, za stopnjo prepričanja ali relativne frekvence? Namesto izraza sprejemljivost bi bilo po mojem zato ustrezneje uporabljati v prvi opombi omenjeni izraz *inverzna verjetnost* ali zgolj verjetnost. Osrednji interpretativni element za neki verjetnostni argument pa je odnos med stopnjami prepričanja in relativnimi frekvencami.

## Zaključki

Čeprav se v osnovi strinjam s Soberjevo in Uršičevo kritiko *aposteriornega* bayesijanskega argumenta o božjem bivanju, izhodišče svojega razmisleka postavljam v interpretacijo verjetnosti, s čimer sistematično premikam težišče te kritike na odnos med relativnimi frekvencami in stopnjami prepričanja. Povezavo med empiričnim izkustvom in hipotezami ter njihovim statusom vnaprejšnjosti/naknadnosti zastavim v tem okviru.

Ne dokazujem, da je bayesijanski argument neznanstven, na primer zato, ker uporablja subjektivno verjetnost. Nasprotno, bayesijanski argument je potencialno znanstven, ker je koherenten. Resnično in netrivialno vprašanje pri njem je zame navezava na empirično izkustvo, ki je stvar konteksta. Pravilneje je torej reči, da bayesijanski argument modelira racionalnost mišljenja v njegovi koherentnosti, vendar ne nujno tipa racionalnosti, kot se pojavlja v neki kulturi ali znanstveni skupnosti, in ne nujno tudi skladnosti z empirično danostjo. Zaradi vsega naštetega lahko argument dobi status »neznanstvenosti«. S tem je povezano tudi moje stališče, da znanost ne temelji na empiričnem izkustvu na trivialen način, temveč da je zelo pomembno upoštevati pojmovno strukturo teorije oziroma hipotez.

Kot glavni odziv na Uršičevo zastavitev problema povečevanja objektivne trdnosti bayesijanskega argumenta podajam najprej splošno ugotovitev, da v osnovi ta uporablja pojem stopnje prepričanj v hipoteze in gre torej vedno za subjektivno verjetnost. Nadalje ugotavljam, da obstajajo spoznavne situacije, ki privedejo do visoke stopnje prepričanja

vseh udeležencev. To je omogočeno zaradi ujemanja z relativnimi frekvencami in poenotenja pojmovnega aparata hipotez. Najbolj nevprašljive iz tega vidika so tiste situacije, v katerih se hipoteze nanašajo na *isti nespremenljivi posamezni empirični objekt ali fenomen*. V tem smislu je, če se tako izrazim, limita k objektivnosti bayesijanskega argumenta sestavljena iz limite h konsenzu glede nekega pojmovnega aparata in limite k empirični/objektni naravi referenta hipotez. To zadnje tudi implicitno povzema moje stališče glede dokazljivosti obstoja boga z bayesijanskim argumentom.

Toliko kot moja kritika meri na nedokazljivost obstoja boga, je treba reči, da meri tudi na nedokazljivost njegovega neobstoja. Če pustimo dokazljivost ob strani, stojim na stališču, da je z bayesijanskim pristopom mogoče modelirati racionalno verjetnostno oceno ali koherenten argument za božje bivanje, ki bo induktivno konsistenten z opažanji, ob strogi predpostavki poenotenja glede pojmovnih izhodišč, torej definicije boga, in manifestacij njegovega bivanja v fenomenalnem svetu. Takšen argument skoraj gotovo ne bi pomagal uskladiti spoznanj deležnikov s svojo dokazno tehtnostjo, temveč bi usklajevanje spoznanj bilo že del procesa njegovega oblikovanja, ta spoznanja bi na nek način samo povzel in jih povezal s fenomenalno danostjo.

## Literatura

- Gillies, D. (2000). *Philosophical Theories of Probability*. New York: Routledge.
- Howie, D. (2002). *Interpreting Probability: Controversies and developments in the early twentieth century*. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press.
- Lukan, P. (2016). *Filozofska analiza pojma verjetnosti*. Doktorska disertacija. Ljubljana: Filozofska fakulteta.
- Lukan, P. (2020). »Interpretations of Probability and Bayesian Inference – an overview«. *Acta analytica*, 35 (1), str. 129–146.
- Manson, N. A. (2003). »Introduction«. V Manson, N. A. (ur.), *God and Design*, London in New York: Routledge, str. 1–23.
- Plato, J. von (1994). *Creating Modern Probability*. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press.
- Popper, K. (1995). *A World of Propensities*. Bristol: Thoemmes Press.
- Skyrms, B. (2000). *Choice and Chance*. London: Thomson Learning.
- Sober, E. (2003). »The Design Argument«. V Manson, N. A. (ur.), *God and Design*, London, New York: Routledge, str. 25–53.
- Ule, A. (2006). *Znanost, družba, vrednote*. Maribor: Aristej.
- Uršič, M. (2010). *Štirje časi: filozofski pogovori in samogovori. Jesen: tretji čas. Daljna bližina neba: človek in kozmos*. Ljubljana: Cankarjeva založba.
- Wuchterl, K. (1977). *Methoden der Gegenwartsphilosophie*. Stuttgart: Paul Haupt Verlag.