

Borut Trpin

Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani

0 nenatančnih stopnjah prepričanj: primer meduzarja, Ellsbergov paradoks in Trnuljičin problem

Stopnje prepričanj najpogosteje določimo tako, da jih ponazorimo s stopnjo verjetnosti. »Ostrogledneži« trdijo, da lahko stopnje prepričanj opišemo zgolj z natančnimi verjetnostmi. Na drugi strani pa imamo t.i. »topogledne«, ki trdijo, da so stopnje prepričanj lahko nenatančne in bi jih v primeru nenatančnih (dvoumnih, nejasnih, nasprotujočih si ali pomanjkljivih) podatkov morali ponazoriti z nenatančnimi verjetnostmi. Vendar pa nenatančne stopnje verjetnosti lahko vodijo v neracionalno vedenje, po natančnejšem pregledu pa se izkažejo tudi za pojmovno nesmiselne. Na podlagi instrumentalnega pogleda, ki temelji na koherentnosti, zato branim stališče, da so stopnje verjetnosti lahko opredeljene zgolj z natančnimi verjetnostmi. Ta princip nato uporabim v treh posebnih primerih, za katere se na prvi pogled zdi, da kličejo po nenatančnih stopnjah. To so primer meduzarja, Ellsbergov paradoks in Trnuljičin problem.

Ključne besede: stopnje prepričanj, nenatančna verjetnost, subjektivna verjetnost, negotovost, spoznavna teorija

Uvod

V sodobni spoznavni teoriji najdemo precej zagovornikov stališča, da lahko prepričanja razlikujemo glede na njihovo moč. Ideja je intuitivno sprejemljiva, saj smo glede nekaterih stvari močno prepričani (npr. da bo tudi jutri vžšlo sonce), glede drugih pa zgolj šibko (npr. da bom jutri zadel na loteriji). Na težave naletimo, ko se s prepričanji, ki pridejo v različnih stopnjah, začnemo ukvarjati natančneje. Poraja se več vprašanj - ali stopnje prepričanj obstajajo samo v teoriji ali imajo tudi mentalne korelate? Kako jih analizirati? Kateri principi racionalnosti veljajo za stopnje prepričanj? Kakšne naj bi bile stopnje prepričanj?

En izmed osrednjih pristopov k analizi je preko subjektivne interpretacije verjetnosti, kjer je verjetnost podana kot stopnja prepričanja, t.j. če sem o trditvi pov-

sem prepričan, imam subjektivno verjetnost 1, npr. $P(\text{»Miha je človek ali pa ni človek«}) = 1$, če sem prepričan, da trditev ne drži oz. ekvivalentno, vanjo nikakor nisem prepričan, imam subjektivno verjetnost 0, npr. $P(\text{»Miha je človek in taisti Miha je riba«}) = 0$, za vsa ostala prepričanja pa je stopnja verjetnost nekje vmes med 0 in 1.

Vprašanje, ki ga želim nasloviti v tem prispevku, se naslavlja na koncept nenančnih verjetnosti, ki ima v zadnjih letih vedno več privržencev kot orodje za analizo delnih prepričanj. Trdijo namreč, da so podatki, na podlagi katerih oblikujemo svoja prepričanja, včasih tako neoprijemljivi, da lahko prepričanja, ki nastanejo na podlagi teh podatkov, analiziramo zgolj s pomočjo nenatančne verjetnosti, t.j. verjetnosti, ki ni podana v posamezni vrednosti, temveč v množici vrednosti (običajno gre za intervale). Trdim, da je tak pristop napačen, saj med sabo pomeša dve ravni: raven (delnih) prepričanj in raven (delnih) prepričanj o prepričanjih. Skozi besedilo bom pokazal, da lahko (delna) prepričanja – če kaj takega sploh obstaja – opišemo zgolj z natančnimi posameznimi verjetnostmi. Nenančne stopnje prepričanj, po drugi strani, pa niso stopnje prepričanj kot takih, temveč so natančna delna prepričanja o natančnih delnih prepričanjih prvega reda.

Poglejmo najprej nekoliko natančneje, kaj imamo v mislih, ko govorimo o stopnjah prepričanj. Pogosto se znajdemo v stanju negotovosti: ne vemo, recimo, kako se bo spremenila cena goriva, ali bo jutri deževalo in kdo bo zmagal na volitvah. Zagovorniki teze, da se prepričanja ne razlikujejo zgolj po vsebini, temveč tudi po moči, lahko tovrstna vprašanja razlikujejo na učinkovit način: bistveno močneje sem prepričan, da bo jutri vzšlo sonce, kot da bo jutri deževalo. Kot se je izkazalo, je za opis tovrstnih stopenj prepričanj še posebej dobro orodje verjetnostni račun oz. subjektivna interpretacija verjetnosti.

Kakšna točno je narava stopenj prepričanj, je sicer še vedno odprto vprašanje. Eriksson in Hájek (2007: 212) tako trdita, da so stopnje prepričanj primaren pojem, ki se ga ne da dalje analizirati z drugimi pojmi, in trdita, da »tovrstna teorija zadošča«, kar predstavlja dobro izhodišče za numerično analizo stopenj prepričanj kot stopenj verjetnosti.

Verjetnost običajno opredelimo na intervalu med 0 in 1 oz. kot je bolj domače v vsakdanjem jeziku (ne pa tudi bolj razumljivo – glej Gigerenzer, Hoffrage, 1995) v odstotkih med 0% in 100%. Če na tak način opišemo stopnje prepričanj, pri čemer hkrati sledimo Kolmogorovovim aksiomom verjetnosti, potem – kot dokazujejo zagovorniki bayesijanske spoznavne teorije – so naša delna prepričanja vedno racionalna, če pa ta načela kršimo, nam lahko zviti stavodajalec proda serijo stav, ki se nam v skladu z našimi prepričanji zdijo sprejemljive, a nas privedejo v gotovo izgubo.

Čeprav je v zvezi s tovrstnimi stališči – imenujemo jih probabilizem (Hájek, 2008) – odprtih še kar nekaj vprašanj, še več pa jih s to interpretacijo lahko učinkovito razrešimo, je eno izmed odprtih vprašanj tudi, ali lahko stopnje prepričanj opišemo zgolj z natančnimi ali pa tudi nenatančnimi verjetnostmi. Vpeljava nenatančnih verjetnosti (t.j. družin verjetnostnih funkcij) v analizo prepričanj je tako raziskovalce razdelila v dva tabora. Tiste, ki zagovarjajo tezo, da lahko prepričanja opišemo samo z natančnimi verjetnostmi, imenujmo tabor ostrogledih, njihove nasprotnike pa tabor topogledih.

Glavna motivacija topogledih je, da natančno odmerjenih stopenj prepričanj ne moremo vedno določiti. Če ima akterka na voljo zgolj podatke, ki so bistveno nenatančni (dvoumni, nejasni, nasprotujoči si ali pa pomanjkljivi), potem – tako topogledi – ima lahko glede teh podatkov zgolj nenatančne stopnje prepričanj.

Ideja na prvi pogled deluje prepričljivo, vendar lahko vodi v neracionalno vedenje in ob podrobnejši preučitvi ni smiselna, saj gre za problem drugega in ne prvega reda. Trdim torej, da nenatančni (»topi«) podatki ne zahtevajo nenatančnih verjetnosti, kot to trdijo v taboru topogledih (npr. Levi, 1980; Jeffrey, 1983; Kaplan, 2006; Joyce, 2005).

Kljub zavrnitvi izhodiščne ideje topoglednežev menim, da njihovi izsledki kažejo na pomemben problem, ki se skriva v situacijah z nejasnimi podatki. V teh primerih namreč lahko zavzamemo več različnih stopenj prepričanj, vendar pa ne moremo imeti različnih stopenj prepričanj o isti stvari ob istem času. To ostrogledno stališče bom zagovarjal na treh primerih, za katere se zdi, da kličejo po topogledni obravnavi. To so primer meduzarja, Ellsbergov paradoks in Trnuljičin problem.

Teoretični okvir

Začnimo z nekaj teoretičnimi razmisleki o naravi nenatančnih verjetnosti, nenatančnih stopenj prepričanj in povezanih vprašanj. Nenatančne verjetnosti pomenijo posplošitev natančnih verjetnosti oz. natančneje, gre za množice funkcij verjetnosti. Predstavimo jih lahko kot intervale vrednosti, čeprav to ni edina možnost. Za potrebe tega prispevka nam bo omejitev na intervalne nenatančne verjetnosti zadoščala, saj bo za mojo obrambo natančnih verjetnosti ključna ideja, da ima lahko akterka naenkrat zgolj eno, natančno določeno stopnjo prepričanja, pri čemer bo moj argument veljal tudi za neintervalne množice verjetnosti.

Intervalne nenatančne verjetnosti predstavimo z intervali natančnih verjetnosti, kjer kot meji nastopita t.i. spodnja in zgornja verjetnosti. Natančneje: »Družina verjetnosti P glede X je določena s spodnjo in zgornjo verjetnostjo na množici A . Izrecno:

$\underline{P}(A) = \inf_{P \in \mathcal{P}} P(A)$ in $\bar{P}(A) = \sup_{P \in \mathcal{P}} P(A)$.¹ Od tod:
 $\mathcal{P}_{\underline{P}, \bar{P}}(A) = \{P | \forall A \subseteq X \text{ merljiv, } \underline{P}(A) \leq P(A) \leq \bar{P}(A)\}$
 (Destercke in Dubois, 2006: 250).

Zamisel, da verjetnosti predstavimo z intervali namesto s posameznimi vrednostmi sicer ni nova (med zgodnejšimi zagovorniki najdemo npr. ekonomista J. Keynesa v dvajsetih letih prejšnjega stoletja; Keynes, 1921), vendar pa se je širše pripoznanje pojavilo šele v zadnjih desetletjih. Razlogov za vpeljavo nenatančnih verjetnosti je več. V mnogih primerih je težko opredeliti natančno verjetnost, zato je – tako topogledneži – bolj primerno, če verjetnost opišemo z intervalom. Zdi se tudi, da nas natančno določena verjetnost v določenih primerih lahko vodi v čudne posledice, npr. če si pomagamo s principom maksimalne entropije (za enega izmed primerov glej van Fraassen, 1989).

V povezavi s stopnjami prepričanj se nenatančne verjetnosti zdijo še posebej primerne zaradi (navidezne) podobnosti s psihološko realnostjo. Pripisovanje natančnih številskih vrednosti stopnjam prepričanj namreč deluje psihološko nepričljivo. Kaj naj bi pomenilo, denimo, da je moja stopnja prepričanja, da bo jutri deževalo, 0,563? Zakaj ravno ta vrednost in ne 0,564? Čeprav so zgodovinski razlogi za vpeljavo nenatančnih verjetnosti ločeni od tovrstnih primerov (prej omenjeni Keynes je nenatančne verjetnosti vpeljal v svoje raziskave logičnih verjetnosti), so nenatančne verjetnosti v zadnjih časih pridobile mnogo zagovornikov ravno v razpravah o (nenatančnih) stopnjah prepričanj oz. v subjektivni teoriji verjetnosti.

Pomembna teoretična razlika med natančnimi in nenatančnimi stopnjami prepričanj se kaže v pogojevanju, t.j. načinu, kako predhodne verjetnosti posodabljammo ob soočenju z novimi podatki, kar je en izmed temeljev bayesianstva (glej Hartmann in Sprenger, 2010).

Pogojevanje v primeru natančnih verjetnosti (vsaj v osnovnem načinu) poteka zelo enostavno: racionalna akterka ima neko predhodno stopnjo prepričanja $P_{\text{predhodnja}}(H)$ in neko pogojno stopnjo prepričanja $P(H|E)$ (stopnja prepričanja v H ob pogoju E). Ko izve E , se njena naknadna stopnja prepričanja spremeni v $P_{\text{naknadna}}(H) = P(H|E)$.

¹ Z oznako *inf* in *sup* označujemo *infimum* in *supremum*, največjo spodnjo oz. najmanjšo zgornjo mejo. *Infimum* je torej največji element delno urejene množice S , ki je manjši od vseh elementov množice S , če tak element obstaja, *supremum* pa najmanjši element delno urejene množice S , ki je večji od vseh elementov množice S , če tak element obstaja.

V primeru posodabljanja z nenatančnimi stopnjami prepričanj je proces v osnovi podoben, vendar računsko zahtevnejši, saj se morajo vse vrednosti intervala (oz. splošneje, množice stopenj prepričanj) posodobiti pogojno glede na nove podatke.

En izmed glavnih razlogov, da se racionalna akterka kljub večji računski zahtevnosti vseeno ravna glede na nenatančne stopnje prepričanj, naj bi bil – tako topogledneži – v večji točnosti (ang. *accuracy*) nenatančnih prepričanj.

Pokažimo s primerom: če je objektivna slučajnost² neke propozicije P natančno 0,341, akterkina stopnja prepričanja v to propozicijo pa brez posebnih razlogov 0,34, akterka krši enega izmed uveljavljenih principov racionalnosti, t.i. glavni princip D. Lewisa, da morajo biti stopnje prepričanj enakovredne objektivni slučajnosti, če nima kakšnih drugih močnejših razlogov. Nenatančna stopnja verjetnosti v intervalu $[3/10, 4/10]$ bi objektivno slučajnost vseeno zajela. To sicer intuitivno deluje neprepričljivo. Kot sta Yaniv in Foster (1997) pokazala v psiholoških eksperimentih, raje sprejememo natančne, a nekoliko zgrešene ocene, kot širše intervale, ki pokrijejo tudi iskano vrednost.

Poleg tega lahko večjo točnost enostavno pokažemo na primeru jutrišnjega dežja, kjer je objektivna slučajnost skoraj gotovo zajeta v intervalu stopenj prepričanj $[1/10, 9/10]$, v natančni vrednosti 0,34 pa le v enem primeru. Kljub temu, da je širši interval v tem smislu točnejši (predpostavimo, da zajema iskano vrednost), je bistveno manj informativen in kot tak bolj ali manj neuporaben.

Topogledneži se tovrstnih ugovorov zavedajo. En izmed standardnih odzivov je, da taka definicija pravih intervalov ni primerna. Meje intervalov nenatančnih verjetnosti niso povsem arbitrarne: spodnja meja mora biti natanko tako nizka, kot to dopuščajo podatki. Enako velja za zgornjo mejo, ki je postavljeno točno tja, kjer podatki dopuščajo zgornjo mejo.

Če je racionalna akterka soočena s povsem dvoumnimi podatki, je tako njena stopnja prepričanja kar cel interval $[0, 1]$. Stopnja prepričanja o jutrišnjem deževju $[1/10, 9/10]$ pa je neupravičena, saj je podatki ne dopuščajo (pod pogojem, da nismo v Angliji). S tovrstno omejitvijo postanejo nenatančne stopnje prepričanj bolj privlačne, vendar pa ostaja odprto vprašanje, kaj se zgodi z mejami, ki vseeno ostanejo ostro zamejene.

Kako natančno zamejiti zgornjo in spodnjo mejo? Zakaj bi neki podatki dopuščali interval $[3/10, 4/10]$, ne pa tudi $[29/100, 41/100]$? V tem se tudi kaže en izmed problemov intervalsko določenih stopenj prepričanj, saj so topogledneži še zmeraj soočeni z ostrimi natančnimi mejami, le da se iz posamezne vrednosti premaknejo na robove intervala (splošneje, v primeru množic pa na binarnost (ne)članstva).

² Pojem objektivne slučajnosti je bil vpeljan kot mera točnosti stopenj prepričanj, t.j. če je stopnja prepričanja točna, potem je enaka objektivni slučajnosti. Za moje izvajanje ni pomembno kaj točno, naj bi objektivne slučajnosti bile oz. ali sploh obstajajo.

Na nek način so torej podvrženi svojim lastnim kritikam ostrogledih. Lahko si zamislimo tudi možen odgovor topogledneža, da so lahko tudi meje intervalov tope (v nekem smislu podobno kot je to predlagal Sturgeon, 2008). Interval stopenj prepričanj bi potemtakem izgledal nekako tako:

$$P(A) = {}_a[{}^b x, y {}^c]{}^d; 0 \leq a \leq b \leq x \leq y \leq c \leq d \leq 1,$$

pri čemer bi bili zgornja in spodnja meja $[a, b]$ in $[c, d]$ opredeljeni kot interval. Vendar pa je na tej točki že jasno, da bi tudi tovrstni obrambi ostrogledi ugovarjali, topogledneži pa bi obrambo ponavljali vedno znova (v višjem in višjem redu). Ostrogledi bi vsakič znova trdili, da sta meji intervalov spodnje in zgornje meje še vedno ostri, topogledneži pa bi vsako ostro mejo v nedogled nadomeščali s topimi intervalsko določenimi posameznimi vrednostmi. Tukaj se tudi že bolj jasno kaže ključna zmeta topoglednežev: to, kar imenujejo nenatančna delna prepričanja, so le delna prepričanja drugega (oz. višjega) reda, v prvem redu pa so vsa delna prepričanja lahko zgolj natančna.

Ena izmed možnosti je tudi, da množice nenatančnih verjetnosti predstavimo z mehкими množicami, kjer ima vsak član določeno stopnjo pripadnosti, ali pa analogno s statistično distribucijo. Zdi se, da se vsaj v teh dveh primerih lahko do neke mere izognemo argumentu ostrogledih, da imajo vse nenatančne verjetnosti vsaj na neki točki še zmeraj natančno zamejene meje. Tudi če dopustimo tovrstno obrambo, bom v svojem argumentu skušal pokazati, da smo še zmeraj soočeni z enakim osnovnim problemom, da je stopnja prepričanja vedno lahko zgolj posamična (in potemtakem natančna), kar pa ne izključuje delnih prepričanj (t.j. prepričanj s stopnjo manjšo od 1) višjega reda.

Za razumevanje, zakaj so lahko stopnje prepričanj zgolj posamične, pogledjmo še, (za)kaj so (predhodne) stopnje prepričanj sploh pomembne. Konek (2013) v razpravi o problemu predhodnih vrednosti (t.j. predhodnih verjetnosti oz. stopenj prepričanj) navede sledeče najvplivnejše poglede:

1. Informacijski pogled: ključno je, da stopnje prepričanj točno odražajo informacijsko vsebino akterkinih podatkov.
2. Subjektivistični pogled: ključno je, da stopnje prepričanj točno odražajo akterkina mnenja o prepričljivosti hipotez (oz. splošneje, propozicij).
3. Praktični pogled: ključno je, da stopnje prepričanj privedejo do smiselnih strategij odločanja v negotovosti.
4. Instrumentalni pogled: ključno je, da nas stopnje prepričanj privedejo do točnih, minimalno odvisnih od sreče, naknadnih stopenj prepričanj, do katerih pridemo preko posodabljanja na podlagi novih podatkov.

Praktični pogled je problematičen, ker najbolj smiselna strategija odločanja »zavisí od epistemske perspektive, s katere jo presojava« (Konek, 2013: 9). Večina topogledih sprejema bodisi informacijski ali pa subjektivistični pogled, pri čemer

izpostavimo, da oba temeljita na točnosti, ki je v konfliktu z informativnostjo; manj kot so stopnje prepričanj natančne, manj so informativne, a bolj točne. Instrumentalni pogled (Konekovo stališče) se zdi med navedenimi najbolj obetaven, saj temelji na ideji, da so stopnje prepričanj teoretični konstrukt in da so kot take uporabne predvsem za opredelitev razmerja med predhodnimi in naknadnimi stopnjami prepričanj. Problematično še vedno ostaja dejstvo, da tudi tu stopnje prepričanj temeljijo na (aletični) točnosti, kar je sicer zadosten, ne pa nujen pogoj za racionalnost. Nujen pogoj je, nasprotno, koherentnost.

Težava s točnostjo je, da mnogi raziskovalci, ki so jo postavljali za temelj, implicitno »izpeljejo deduktivno konsistentnost kot normo koherentnosti polnih prepričanj« (Easwaran in Fitelson, 2015). Koherenca, na drugi strani, pa je šibkejši princip kot konsistentnost. Stopnje prepričanj morajo še zmeraj spoštovati zakone verjetnosti, vendar pa popolna deduktivna konsistentnost ni več nujna.

V zvezi z razliko med konsistentostjo in koherentnostjo velja izpostaviti paradoks predgovora. Orišemo ga lahko na sledeč način:

Predstavljal si, da si napisal knjigo. Vsako stran si večkrat preveril, da bi se izognil napakam. Kljub temu se ti zdi vseeno zelo možno, da je vsaj kakšna napaka kljub skrbnemu pregledu ostala. V predgovoru zato zapišeš, da se zavedaš, da so v tekstu ostale določene napake, vendar nenamerno. Tiskarski skratje, kot jim tudi rečemo.

V tem primeru torej lahko govorimo o paradoksu zaradi dveh nekonsistentnih trditev, ki ju tvoji podatki hkrati podpirajo:

1. Tvoji podatki (natančno pregledovanje) kažejo, da v knjigi ni več nobenih napak.
2. Tvoji podatki (izkušnje) kažejo, da smo ljudje zmotljivi, in da je zato v tekstu zagotovo ostala vsaj ena napaka, če ne več.

Do paradoksa pride zaradi zahteve po konsistentnosti, standardnem temelju točnosti. Ena izmed možnih rešitev je, da se vzdržimo obeh trditev, vendar pa Easwaran in Fitelson (2015) prepričljivo pokažeta, da za racionalne akterje to ni prava rešitev. Namesto, da se vzdrži obeh trditev, bi racionalna akterka – tako Easwaran in Fitelson – morala opustiti stremljenje k prepričanju, ki temeljijo na t.i. dominanci točnosti. Povsem racionalno je, da verjamemo tako v (1) kot v (2), čeprav je to netočno (in nekonsistentno). Do tega pride, ker je točnost prestroga omejitev popolnoma racionalnih akterjev; racionalna akterka ne le, da lahko, temveč celo mora poseči po šibkejših principih. Poenostavljeno rečeno (pri tem se odmikamo od Easwaranovega in Fitelsonovega bolj formalnega argumenta, v katerem se ukvarjata s polnimi prepričanji): akterka bi morala opustiti princip dominance točnosti in ga nadomestiti s šibkejšim principom, ki temelji na koherenci stopenj prepričanj (glede na podatke). Tako pridemo do principa koherentnosti (PK):

PK: Množica stopenj prepričanj je koherentna, če nobene druge množice stopenj prepričanj podatki ne podpirajo bolje, ne glede na to, v kateri situaciji smo.

Prav ta napetost med konsistentnostjo (točnostjo) in koherentnostjo (najboljša podpora podatkov) je pomembna za razumevanje našega argumenta v bran natančnim stopnjam prepričanj. PK kaže, da so zahteve po popolni točnosti premočne in da lahko o racionalnosti govorimo tudi v primeru šibkejših principov (kot je PK), ki jim lahko povsem zadostimo z natančnimi prepričanji. Nenatančne stopnje prepričanj so s PK sicer združljive, vendar pa ne dodajo ničesar bistvenega. Še več: popolnoma racionalna akterka se mora nenatančnim stopnjam prepričanj izogibati, saj brez prave motivacije nižajo informativno vrednost natančnih stopenj prepričanj. To nas privede do novega pogleda na naravo stopenj prepričanj, t.i. instrumentalni pogled, ki temelji na koherentnosti (I-K P).

I-K P: Vlogo stopenj prepričanj utemeljimo glede na razmerje med predhodnimi in naknadnimi stopnjami prepričanj glede na posodabljanje. Vloga predhodnih prepričanj je, da nas privedejo do koherentnih naknadnih prepričanj, ki so najbolje podprta s strani podatkov, preko posodabljanja na novih podatkih.

Ta vloga stopenj prepričanj je racionalno izpolnjena zgolj, če so stopnje prepričanj natančne.

Primer meduzarja

V nekaterih primerih se zdi, da so nenatančne stopnje prepričanj edini možen odziv, saj so podatki v teh situacijah še posebej nenavadne narave. Čeprav gre v primeru nenatančnih stopenj prepričanj dejansko za delna prepričanja druge (oz. višje) stopnje, bomo predpostavili topogledo stališče, da gre za prepričanja prvega reda in pokazali, kako nas tudi v teh primerih, torej na njihovem »domačem terenu«, ne privedejo do zaželenih posledic.

En izmed tovrstnih nenavadnih miselnih eksperimentov je primer meduzarja, ki ga je vpeljal Adam Elga:

Na ulici do tebe pristopi neznanec. Iz svoje torbe začne zlagati različne predmete. Prvi trije predmeti, ki jih izvleče, so tuba zobne paste (običajne velikosti), živa meduza in tuba zobne paste (v potovalni velikosti). Do katerere stopnje bi morala biti prepričana, da bo naslednji predmet, ki ga bo postavil iz torbe, še ena tuba zobne paste? (Elga, 2010: 1)

Tipičen odziv je, da v tem primeru ne moremo določiti neke točne stopnje. Situacija je očitno bizarna in zelo nenavadna. Nikakršnih izkušenj nimamo z neznanci, ki se po mestu sprehajajo z meduzo v torbi, torej bi bila kakršnakoli natančna stopnja prepričanja (npr. 0,2, 0,94 ali 0,53) povsem arbitrarna. Edina možna rešitev z natančno stopnjo prepričanja bi lahko bila 0,5, če uporabimo princip maksi-

malne entropije med dvema možnostma: naslednji predmet bo zobna pasta in naslednji predmet ne bo zobna pasta. Vendar je tak odgovor nezadosten – ni razloga, da se odločamo samo med tema dvema možnostma, niti da sta ti dve možnosti enakovredni.

Nesmiselnost takega odločanja se nam pokaže v analogiji z igralno kocko: kakšna je verjetnost, da pri poštenih kocki pade šestica? Če bi ravnali kot v zgornjem predlogu, bi trdili, da je verjetnost $1/2$ – šestica bo padla ali pa ne bo. Očitno je, da dejansko verjetnost padca šestice ni $1/2$, temveč $1/6$. Čeprav se v primeru meduzarja različni izidi ne kažejo tako jasno, ni nobenega razloga, da bi predpostavili samo dva možna enakovredna izida (in tudi če bi to storili, bi lahko zapadli v svojevrstne paradokse; gl. van Fraassen).

Težava torej ni v tem, da ne bi imeli dovolj računskih sposobnosti – popolnoma racionalna akterka ima neomejene računske sposobnosti –, temveč v tem, da zaradi narave podatkov (unikatna in bizarna situacija) ne moremo določiti, po katerem principu naj se ravnamo. Kot izpostavlja Elga (2010: 2), je primer vsekakor umeten, vendar pa si lahko zamislimo tudi bolj realistične scenarije, kjer naletimo na podobne težave. Denimo; kakšna naj bo naša stopnja prepričanja, »da bo cena bakra in raven obresti čez štirideset let višja, ali pa da takrat ne bo nihče več uporabljal ene izmed trenutno popularnih novotarij, ali pa o položaju privatnih lastnikov v družbenem sistemu?« (prav tam).

Zdi se, da tovrstni scenariji, ki so vsekakor pomembni, kličejo po topogledih odgovorih: če so naši podatki bistveno nenatančni, morajo biti nenatančne tudi naše stopnje prepričanj in zdi se, da je to povsem racionalno.

Kot nasprotnik te trditve predlagam, da si pogledamo, zakaj in kje topogledneži skrenejo v napačno smer. Predpostavimo, da je moja stopnja prepričanja, da bo meduzarjev naslednji predmet še ena zobna pasta, opredeljena z intervalom $[3/10, 9/10]$, torej nenatančna. Taka stopnja prepričanja je konsistentna z nenavadnimi podatki, hkrati pa zelo široka. Topogledneži celo trdijo, da je v primerih popolne nejasnosti smiselno stopnje prepričanja razširiti preko celotnega intervala $[0, 1]$. A težava s tovrstnimi nenatančnimi stopnjami prepričanj je, da niso skladne z I-K P principom, kot sem ga navedel zgoraj.

Kako naj tovrstna intervalska predhodna stopnja prepričanja privede v koherentno naknadno stopnjo, ki je najboljše podprta z novimi podatki, v primeru, ko bi stopnjo prepričanja posodobili? Tega preprosto ne zmore. Predpostavimo še, da izvem neke nove podatke; v časopisu npr. preberem, da se po mestu sprehaja gospod, ki v torbi nosi živo meduzo, dve tubi zobne paste in par nogavic. Moja naknadna stopnja prepričanja (še zmeraj intervalska), da bo meduzar izvlekel še eno tubo zobne paste, bi se znižala na $[0, 3/10]$. Ker je meduzar vsekakor nepredvidljiv in ker novice niso povsem zanesljive, torej še vedno ostanem pri intervalu. Vendar ta naknadni interval ni najboljše podprt s podatki (ena izmed zahtev I-K P principa): podatki sami ne zahtevajo široke stopnje prepričanja – omogočajo množico

natančnih verjetnosti, ne pa posamične več-vrednostne stopnje prepričanja. Zdi se celo, da bi bila več-vrednostna stopnja prepričanja (naenkrat) upravičena zgolj v kvantnofizičnih primerih.³

Trdim torej, da mora povsem racionalna spoznavna akterka ob srečanju z meduzarjem dopustiti več možnih stopenj prepričanj (ker so podatki zelo nejasni), vendar pa mora na koncu iz te množice možnosti izbrati posamezno natančno stopnjo verjetnosti, saj podatki ne podpirajo več-vrednostnega odziva. Kaj bi to glede predmeta, ki ga bo meduzar izvlekel, sploh pomenilo? Obstaja sicer nejasnost glede točne posamične natančne stopnje, vendar pa je povsem neracionalno dopustiti množico stopenj v isti stopnji prepričanja, saj tega primer ne zahteva. Tudi če bi to dopustili, I-K P princip v primeru posodabljanja potem odpove. To bo še bolj jasno v našem naslednjem primeru.

Ellsbergov paradoks

Naslednji primer, v katerem se zdi, da si lahko bistveno pomagamo z nenatančnimi stopnjami prepričanj, je sicer nastal preden se je razvila debata med topogledneži in ostrogledimi. Običajno ga imenujemo Ellsbergov paradoks po Danielu Ellsbergu, ki je primer uvedel (Ellsberg, 1961). Paradoks lahko predstavimo na sledeč način:

Pred tabo je večja neprosojna posoda. Znano ti je, da je v posodi 90 žogic treh barv. Ena tretjina (30) žogic je črnih, ostali dve tretjini (60) žogic pa sta bodisi rdeče ali zelene barve. Najprej izbiraš med dvema stavama z nagrado 10 evrov:

1.A) Izvlečena bo črna žogica.

ali

1.B) Izvlečena bo rdeča žogica.

Zatem pa izbiraš še med dvema stavama z enako nagrado:

2.A) Izvlečena bo bodisi črna ali zelena žogica.

ali

2.B) Izvlečena bo bodisi rdeča ali zelena žogica.

O paradoksu govorimo, ker večina sodelujočih izbere odgovora 1.A in 2.B, ki pa sta racionalno gledano nekonsistentna. Če najprej izberemo odgovor 1.A, to pomeni, da smo ocenili, da je v posodi več črnih žogic kot rdečih. To implicira, da je rdečih žogic glede na oceno 30 ali manj, saj je črnih natančno 30 ($\check{C}=30 \geq R$);

³ Kakšna naj bo stopnja prepričanja racionalne akterke, da je Schrödingerjeva mačka živa, preden pogleda v škatlo? V tem primeru se več-vrednostna stopnja prepričanja kaže kot smiselna.

predpostavimo, da je rdečih po naši oceni 29. Ker vemo, da je zelenih ali rdečih žogic 60, to hkrati tudi implicira, da je zelenih žogic vsaj 30. V našem primeru, kjer smo predpostavili oceno, da je rdečih žogic 29, bi to pomenilo, da bi moralo biti po tej oceni zelenih natančno 31. Ko na tej podlagi izbiramo med odgovoroma 2.A in 2.B, vidimo, da možnosti 2.A zadosti vsaj 60 žogic: 30 črnih in vsaj 30 zelenih (v našem primeru skupaj 61), možnosti 2.B pa natančno 60.

Če torej v prvi izbiri izberemo 1.A, bi bilo racionalno, da v drugi izbiri izberemo 2.A. Podobno velja, če najprej izberemo 1.B (in torej ocenimo, da je v posodi več kot 30 rdečih žogic). V tem primeru bi bilo racionalno izbrati tudi 2.B.

Paradoks nastane, ker – kot že omenjeno – večina sodelujočih izbere dva nekonsistentna odgovora 1.A in 2.B. Psihologi in ekonomisti to običajno razložijo z razliko med knightovsko (ne)gotovostjo in (ne)jasnostjo. Možnosti 1.A in 2.B sta sicer negotovi, vendar lahko ocenimo tveganje: 1.A ima natančno 30 od 90 možnosti za uspeh, 2.B pa natanko 60 od 90. Ostali dve možnosti sta nejasni: 1.B ima od 0 do 60 od skupno 90 možnosti, 2.A pa od 30 do 90. Psihološko razlago na stran, trdim, da nam tudi v tem primeru nenatančne stopnje prepričanj ne morejo pomagati, temveč nas kvečjemu vodijo v neracionalno vedenje.

Poglejmo, zakaj nenatančne stopnje prepričanj iz normativnega vidika v primerjavi z natančnimi stopnjami odpovejo. Na prvi pogled se namreč zdi, da Ellsbergov paradoks kar kliče po topi obravnavi. Racionalna stopnja prepričanja glede možnosti 1.A bi tako bila $1/3$, 1.B v intervalu $[0, 2/3]$, 2.A v intervalu $[1/3, 1]$ in 2.B natanko $2/3$.

Čeprav so tovrstne nenatančne stopnje prepričanj (1.B in 2.A) točne, pa nam v konkretnem izbiranju ne podajo racionalnih osnov za odločanje. Kako naj se popolnoma racionalna akterka potem sploh odloči med 1.A in 1.B? Ne more se, kajti na racionalen način možnosti med sabo ne more primerjati, saj je ena možnost natančna, druga pa ne. Prava para izbor (t.j. 1.A in 2.A oz. 1.B in 2.B) bi sicer sledila, če bi lahko opravila prvo izbiro, vendar tega na racionalen način ne more storiti. Če pa bi se naša popolnoma racionalna akterka vzdržala odločitve, bi neodvisno od žreba žogice v vsakem primeru ostala brez denarne nagrade, kar je spet neracionalno. To tudi kaže, kaj se zgodi v primeru kršitev I-K P principa. Če smo v primeru meduzarja govorili o tem, kaj podpirajo podatki, lahko v primeru Ellsbergovega paradoksa govorimo o tem, da nenatančne stopnje prepričanj lahko vodijo do neracionalnega vzdržanja odločitve; posodabljanje iz predhodnih v naknadne stopnje pa se tako sploh ne zgodi, kar je očitna kršitev I-K P.

Če uporabimo natančne stopnje prepričanj, problem izgine. Poglejmo torej eno izmed mnogih možnosti natančnih prepričanj naše racionalne akterke, ki jih podatki podpirajo.

1.A: $1/3$, 1.B: $1/6$; 2.A: $5/6$, 2.B: $2/3$.

Racionalna izbira je v tem primeru jasna: 1.A in 2.A. Da v primeru natančnih stopenj vedno pridemo do koherentnih parov odločitev, lahko tudi formalno dokažemo, vendar to za naše trenutne potrebe niti ni potrebno. Pomembneje je, da izpostavimo, da nenatančne verjetnosti niso povsem nesmiselne, le napačno uporabljene: intervali, ki smo jih navedli, predstavljajo množice možnih natančnih prepričanj. Vendar pa moramo za posodabljanje in primerjanje stopenj prepričanj, ostati pri posameznih stopnjah, ki jih odberemo iz teh množic oz. intervalov. Nenatančnih stopenj prepričanj torej ne bi smeli razumeti kot stopenj prepričanj, temveč kot podatkovno podprte možne natančne stopnje prepričanj, torej nekakšen nabor možnih odzivov.

Trnuljčičin problem

Daniel Jeremy Singer je pred kratkim objavil članek z zgovornim naslovom »Trnuljčica bi morala biti nenatančna« (»Sleeping Beauty Should Be Imprecise«, 2014). Ne sprašuje se, ali bi morala Trnuljčica prestopiti v tabor topogledih, da bi prišla hitreje do prinčevega poljuba, temveč se sprašuje o problemu dveh različnih odzivov na Trnuljčičin problem, kot ju zagovarjata Adam Elga (2000) in David Lewis (2001), ter kopica njunih sledilcev. Oba nasprotujoča si odgovora sta namreč prepričljiva, s čimer Trnuljčičin problem ustvarja vsaj videz paradoksa.⁴

Trnuljčica sodeluje v posebnem spinalnem eksperimentu. Raziskovalci ji razložijo potek eksperimenta: v nedeljo jo bodo spravili v umetno spanje. Med eksperimentom jo bodo enkrat ali dvakrat zbudili, ji postavili vnaprej določeno vprašanje in jo zopet uspavali s posebno tableto, ki povzroči, da se svoje budnosti med eksperimentom kasneje ne bo spomnila. Povedo ji tudi, da se bodo o številu bujenj (eno ali dve) med eksperimentom odločili na podlagi meta poštenega kovanca: če pade grb, jo bodo zbudili enkrat (v ponedeljek); če pade cifra, pa jo bodo zbudili dvakrat (v ponedeljek in torek). V vsakem primeru bo zbujena v sredo, ko se bo eksperiment zaključil in ji dodatnih vprašanj ne bodo več postavljali.

Ko se bo Trnuljčica zbudila, torej ne bo vedela kateri dan je oz. ali so jo pred tem že zbudili. Vprašanje, ki ji ga bodo zastavili pa bo vedno enako: »Do katere stopnje ste prepričani, da je kovanec padel na grb?«

⁴ Ne gre za tipičen paradoks, saj zagovorniki ene izmed običajnih rešitev problema, t.j. bodisi $1/2$ oz. $1/3$, nimajo hkrati konfliktnih odzivov na problem. Videz paradoksa pa se ustvari, ko problem pogledamo »od daleč«, saj sta obe rešitvi intuitivno zelo prepričljivi, čeprav neskladni.

Ponujata se dva različna odgovora:

- 1) $1/2$ – ta odgovor zagovarja David Lewis (2001). Poenostavljeno – Trnuljčica ve, da je kovanec pošten, zato je edina možnost zanjo, da je v padec grba prepričana s stopnjo $1/2$.
- 2) $1/3$ – ta odgovor zagovarja Adam Elga. Predstavlja si serijo ponovljenih metov kovancev. Glede na met kovanca se pokažejo tri možnosti:
 - a) Pade grb – Trnuljčica se zbudi v ponedeljek.
 - b) Pade cifra – zbudi se v ponedeljek.
 - c) Pade cifra – zbudi se v torek.

Vse tri možnosti so enakovredne, ker so odvisne od meta poštenega kovanca. Trnuljčičina stopnja prepričanja, da je ob metu poštenega kovanca padel grb, bi torej morala biti $1/3$, da je padla cifra pa $2/3$.

Čeprav je bilo po odmevnem članku Elga in Lewisovem odzivu predlaganih kar nekaj možnih rešitev in utemeljitev, nikomur ne uspe združiti obeh različnih intuicij, ki se skrivata v ozadju problema. Singer (2014) pa trdi, da lahko oba odgovora spravimo na skupno izhodišče, če se poslužimo nenatančnih stopenj prepričanj, oz. če bi taka prepričanja pripisali Trnuljčici. Njegovo podrobno preučevanje ga tako privede do trditve, da bi Trnuljčičine stopnje prepričanj morali ponazoriti na množici verjetnostnih funkcij, ki za $x \in [0, 1/2]$ pripišejo sledeče stopnje prepričanj:

	ponedeljek	torek
grb	x	0
cifra	x	1-2x

Tabela 1: Singerjeva analiza Trnuljčičinega problema

Singerjev nenatančen pristop tako pokrije oba tradicionalna odziva ($1/2$ in $1/3$), hkrati pa upošteva tudi možnost posodabljanja prepričanj. Vseeno odpove glede na I-K P, saj v podatkih ni ničesar takega, kar bi od Trnuljčice zahtevalo večvrednostno (naenkrat) stopnjo prepričanja v primerjavi z natančno stopnjo. Ali to pomeni, da so njegova odkritja nepomembna? Nikakor.

Pri Ellsbergovem paradoksu smo nabor možnosti (sicer narobe razumljen kot nenatančne stopnje verjetnosti) enostavno določili, v primeru Trnuljčičinega problema pa je ta nabor bistveno težje določiti. Singerjeva analiza je torej uspešna pri določitvi nabora možnih natančnih stopenj prepričanj za Trnuljčico, ki njena pre-

pričanja glede meta kovanca ohranijo koherentna glede na podatke.⁵ Njegova edina napaka je, da množico možnosti zamenjuje z nenatančnimi stopnjami prepričanj in iz tega sklepa, da bi Trnuljčica morala imeti nenatančno stopnjo prepričanj. Njegov odziv na Elgov problem bi torej bil: ne moremo natančno odgovoriti, kakšno stopnjo prepričanja bi morala Trnuljčica imeti, lahko pa njeno stopnjo prepričanj opredelimo z nekim naborom stopenj.

Pravilen odziv pa bi, nasprotno, bil, da imamo množico možnih natančnih stopenj, ki jih Singerjeva analiza zameji z dodatno omejitvijo glede njihovega razmerja, vendar pa lahko Trnuljčica izbere zgolj eno natančno stopnjo, bodisi $1/2$, $1/3$ ali pa drugo stopnjo iz njegove analize. Singerjevi intervali so torej uporabni, če jih, namesto kot nenatančne stopnje verjetnosti, razumemo kot množico možnih natančnih verjetnosti. To pa tudi ponuja dodaten razlog, zakaj stopnje verjetnosti ne morejo biti nenatančne: kar razumemo kot nenatančne verjetnosti so kvečjemu množice možnosti, med katerimi lahko izberemo prave natančne stopnje. Z drugimi besedami, gre za natančna delna prepričanja drugega reda, t.i. (delna) prepričanja o (delnih) prepričanjih: Trnuljčica ima lahko tako-in-tako natančno stopnjo prepričanja (drugega reda), njeno prepričanje prvega reda pa je lahko zgolj natančno in posamično.

Sklep

Čeprav bi lahko ponudili še več primerov, kako nenatančne stopnje prepričanj vodijo v katastrofalne posledice, ti trije posebni primeri zadoščajo za mojo obrambo natančnih stopenj prepričanj v primerjavi z nenatančnimi. Do zdaj je namreč že jasno, da so to, kar topogledneži imenujejo nenatančne stopnje prepričanj, kvečjemu množice možnih natančnih stopenj, ki se ponujajo v primeru dvoumnih, nasprotujočih si, pomanjkljivih ali pa nejasnih podatkov.

Če bi dopuščali obstoj nenatančnih stopenj prepričanj, bi to pomenilo, da so natančne stopnje zgolj poseben primer – podobno kot se polna prepričanja izkažejo za zgolj posebne primere delnih prepričanj, ki presežejo neko mejo verjetnosti. Vendar pa so, kot sta pokazala Hájek in Eriksson (2007), (natančne) stopnje prepričanj primaren pojem, ki se ga ne da dalje analizirati z drugimi pojmi. To sicer ne dokazuje neobstoja nenatančnih stopenj prepričanj, gre pa z roko v roki z mojo obrambo natančnih stopenj.

⁵ Poraja se tudi vprašanje, ali je kriterij koherentnosti Trnuljčičinih prepričanj zadosten za racionalnost njenega odziva na problem. Medtem ko imata stopnji prepričanja v padec grba $1/3$ in $1/2$ dodatno podporo (prva glede na možne scenarije, druga pa glede na poštenost kovanca), si težko zamislimo, zakaj bi bila Trnuljčica npr. prepričana, da je padel grb s stopnjo $1/8$, v scenariju cifra&ponedeljek $1/8$ in v scenariju cifra&torek pa $3/4$. Ad hoc rešitev bi bila, da bi namesto intervala $x \in [0, 1/2]$ uporabili množico z zgolj dvema vrednostma, t.j. $x \in \{1/3, 1/2\}$. Vprašanje na tem mestu puščamo odprto.

Jasno je tudi, zakaj so nenatančne stopnje prepričanj na prvi pogled tako prepričljive: zdi se, da dobro ponazarjajo naša dejanska delna prepričanja. Človeški akterji smo pogosto soočeni z mehкими podatki, iz česar intuitivno sklepamo, da bi taka (mehka, topa oz. nenatančna) morala biti tudi naša prepričanja. Glavna težava je v tem, da v tem primeru izhajamo iz napačnega razumevanja stopenj prepričanj, ki lahko v istem primeru racionalno zavzamejo različne stopnje, vendar pa ne več stopenj naenkrat, kot to sledi iz topogledih stališč. Nenatančni podatki torej omogočajo več racionalnih izbir, vendar pa je neracionalno (in nemogoče, razen v primeru določenih scenarijev kvantne fizike), da bi se v istem primeru hkrati odločili za več različnih vrednosti naenkrat. Gre torej za mešanje delnih prepričanj kot takih in delnih prepričanj o delnih prepričanjih. Dasiravno ima akterka na voljo več delnih prepričanj in je zaradi narave podatkov v nejasnosti glede pravega oz. vsaj dejanskega prepričanja, kar se odraža v nenatančnih stopnjah prepričanj oz., pravilneje rečeno, natančnih stopnjah prepričanj višjega reda, je njena stopnja prepričanja o neki propoziciji lahko zgolj posamična in natančno zamejena.

To stališče je nekoliko sorodno epistemicistom v razpravi o *nejasnih* predikatih (npr. Williamson, 1996) ⁶, kar niti ne čudi, saj so bile nenatančne stopnje prepričanj v razpravo vpeljane prav v povezavi z *nejasnimi*, dvournimi, nasprotujočimi si ali pomanjkljivimi podatki o propoziciji, o kateri akterke zavzamejo neko stopnjo prepričanja. Epistemicisti trdijo, da obstaja neka natančna meja, s katero je nejasen predikat zamejen, vendar pa nikoli ne moremo vedeti, kakšna je ta meja. Naše stališče glede nenatančnih stopenj prepričanj je podobno do te mere, da v primerih, ki kličejo po nenatančni obravnavi (kot so zgornji trije), obstaja neka natančna stopnja prepričanja, ki jo akterka zavzame, vendar ni gotova, katera točno ta stopnja je, kar se odraža v višjem redu, kjer je akterka le delno prepričana o posamezni natančni stopnji. A naše stališče se od epistemicistovega tudi pomembno razlikuje: podatki v teh primerih dopuščajo množico možnih stopenj prepričanj in ne zgolj ene, ki je za dani primer prava (kot bi moralo veljati v analogiji z epistemicistom). Pravih stopenj prepričanj je v takih primerih torej več, vendar pa se lahko udejanji zgolj ena, ki ji racionalna akterka potem tudi sledi in s tem zavrže vse preostale možnosti iz množice.

⁶ Williamson nenatančnost (ang. *inexactness*) v tem delu omeni tudi v povezavi s (polnimi) prepričanji, vendar pa je njegov poudarek drugačen kot naš, saj se nanaša na nenatančnost znanja o nejasnih predikatih.

Do težav pride torej predvsem zaradi pojmovne zmede, saj se teoretični vlogi stopenj prepričanj ne posvečamo dovolj, interpretacija, ki ji sledi posamezen raziskovalec, pa je pogosto nerazdelana ali naivna. Zavedati se moramo, da so stopnje prepričanj (ang. *credences*) teoretičen pojem in kot take igrajo vlogo v navezavi na naše epistemološke principe, ob analizi pa se izkažejo tudi kot primarni pojmi, ki se jih ne da dalje analizirati. Opozoriti moramo, da kljub temu ni nobenega razloga, da stopenj prepričanj ne bi mogli umestiti v dejanske miselne procese običajnih ljudi (Staffel, 2013), vendar bi moja teoretična izvajanja tudi v tem primeru še vedno veljala, saj tudi v dejanskem mišljenju ne moremo imeti več stopenj prepričanj o isti propoziciji naenkrat.

Obrambo natančnih stopenj prepričanj sem večidel izvajal preko I-K P principa, vendar pa imajo topogledneži pred sabo tudi druge težave, ki jih v tem prispevku nisem uspel nasloviti, saj niso vezane na ta princip. Ena izmed takih težav izhaja že iz same narave nenatančnih verjetnosti, ki predstavljajo izhodišče za nenatančne stopnje prepričanj. Vodiijo namreč do verjetnostnih razširitev (*probabilistic dilation*), kar v poenostavljenem jeziku pomeni, da lahko na podlagi irelevantnih podatkov bolj natančna stopnja prepričanja v neko propozicijo preide v manj natančno oceno (za topogledni protiprimer glej npr. Bradley in Steele, 2014).

Da zaključimo bolj pozitivno: nenatančne verjetnosti kot take moja izvajanja ne pokopljejo. Koncept se namreč s pridom uporablja npr. v statistiki, kvantni fiziki in bioinformatiki. Kljub temu pa trdim, da zanje ni prostora v analizi prepričanj, kjer za nenatančne stopnje prepričanj z zelo redkimi izjemami enostavno ni prostora.

On Imprecise Credences: the Jellyfish Guy Case, the Ellsberg Paradox and the Sleeping Beauty Problem

The most common way of representing the strength of credences is by ascribing probabilities to them. Sharpers claim that credences can only be represented by precise probabilities. Non-sharppers, on the other hand, claim that credences may also be imprecise and should be represented by imprecise probabilities when the evidence is essentially imprecise (ambiguous, vague, conflicting or scarce). However, imprecise credences lead to irrational behaviour and do not make much sense when placed under scrutiny. I provide a coherence-based principle which enables me to defend the position of sharpeners. This principle is then applied to three special cases, which are *prima facie* best explained by imprecise credences, i.e. the jellyfish guy case, the Ellsberg paradox and the Sleeping Beauty problem.

Keywords: credences, imprecise probability, subjective probability, uncertainty, epistemology

Literatura

- Bradley, S. in Steele, K. S. (2014). »Uncertainty, learning, and the 'Problem' of dilation«. *Erkenntnis*, 79(6), str. 1287–1303.
- Destercke, S. in Dubois, D. (2006). »A unified view of some representations of imprecise probabilities«. *Soft Methods for Integrated Uncertainty Modelling*, 37, str. 249–257.
- Easwaran, K. in Fitelson, B. (2015). »Accuracy, Coherence and Evidence«. V Szabó Gendler, T. in Hawthorne, J. (ur.), *Oxford Studies in Epistemology*, vol. V.
- Elga, A. (2000). »Self-locating belief and the Sleeping Beauty problem«. *Analysis*, 60(2), str. 143–147.
- Elga, A. (2010). »Subjective probabilities should be sharp«. *Philosophers' Imprint*, 10(5), str. 1–11.
- Ellsberg, D. (1961). »Risk, Ambiguity, and the Savage Axioms«. *Quarterly Journal of Economic*, 75(4), str. 643–669.
- Eriksson, L. in Hájek, A. (2007). »What are degrees of belief?«. *Studia Logica*, 86(2), str. 183–213.
- Gigerenzer, G. in Hoffrage, U. (1995). »How to improve Bayesian reasoning without instruction: frequency formats«. *Psychological Review*, 102(4), str. 684–704.
- Hájek, A. (2008). »Arguments for- or against-probabilism?«. *British Journal for the Philosophy of Science*, 59(4), str. 793–814.

- Hartmann, S. in Sprenger, J. (2010). »Bayesian Epistemology«. V Bernecker, S. in Pritchard, D. (ur.), *Routledge Companion to Epistemology*, London: Routledge, str. 609–620.
- Jeffrey, R. (1983). »Bayesianism with a human face«. V Earman, J. (ur.), *Testing scientific theories*, Minneapolis: University of Minnesota Press, str. 133–156.
- Joyce, J. M. (2005). »How probabilities reflect evidence«. *Philosophical Perspectives*, 19(1), str. 153–178.
- Kaplan, M. (1996). *Decision Theory as Philosophy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Keynes, J. M. (1921). *A Treatise on Probability*. London: Macmillan and Co.
- Konek, J. P. (2013). *New Foundations for Imprecise Bayesianism*. Doktorska disertacija, University of Michigan.
- Levi, I. (1980). *The Enterprise of Knowledge*. Cambridge, Mass.: The MIT Press.
- Lewis, D. (2001). »Sleeping Beauty: Reply to Elga«. *Analysis*, 61(3), str. 171–176.
- Singer, D. J. (2014). »Sleeping Beauty should be imprecise«. *Synthese*, 191(14), str. 3159–3172.
- Staffel, J. (2013). »Can there be reasoning with degrees of belief?« *Synthese*, 190(16), str. 3535–3551.
- Sturgeon, S. (2008). »Reason and the grain of belief.« *Noûs*, 42(1), str. 139–165.
- van Fraassen, B. (1989). *Laws and Symmetry*. Oxford: Clarendon Press.
- Williamson, T. (1996). *Vagueness*. London and New York: Routledge.
- Yaniv, I. in Foster, D. P. (1997). »Precision and accuracy of judgmental estimation«. *Journal of Behavioral Decision Making*, 10 (1), str. 21–32.