ANαliZA

časopis za kritično misel

Letnik 9, številka 4, december 2005 · ISSN 1408-2969

RAZPRAVE

Miklavž Vospernik

Meritve ter opazljivo in neopazljivo v znanosti

Pedagoška fakulteta Univerze v Mariboru

Citiranje: Miklavž Vospernik, »Meritve ter opazljivo in neopazljivo v znanosti«, *Analiza: časopis za kritično misel* 9, št. 4 (2005): 3–22.

To delo je objavljeno pod licenco Creative Commons Priznanje avtorstva 4.0 Mednarodna (CC BY 4.0), https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.sl.

Izdajatelj: Društvo za analitično filozofijo in filozofijo znanosti, Ljubljana.

Elektronska različica je bila leta 2026 rekonstruirana iz izvirnih stavnih datotek in preverjena s tiskano izdajo. Številke strani ustrezajo tiskani izdaji; prelomi strani znotraj prispevka se lahko nekoliko razlikujejo.

Miklavž Vospernik
Pedagoška fakulteta Univerze v Mariboru

MERITVE TER OPAZLJIVO IN NEOPAZLJIVO V ZNANOSTI

Pozitivistično razlikovanje med teorijskim in opazljivim v znanosti je vsaj posredno plod splošnega pozitivističnega verifikacionističnega epistemološkega programa. Znotraj znanosti so namreč pozitivisti splošno zahtevo po preverljivosti razumeli kot redukcijo na tisto, kar je zdravorazumsko neposredno opazljivo s pomočjo naših čutil. Zdravorazumsko neposredno opazljive bitnosti naj bi bile tisto, o čemer naj bi brez večjih dvomov vedeli, in tisto, kar naj bi brez dvoma obstajalo neodvisno od nas; sodbe o bitnostih, kot so elektroni, električno polje itd., pa naj bi dobile svoj pomen šele po uspešni redukciji (na opazljivke). Če bi bilo temu tako, se lahko vprašamo, kaj bi se zgodilo, če bi splošno pozitivističen verifikacionističen epistemološki program in njegovo tezo po preverljivosti sodb uporabili pri analizi meritev? Ali bi tudi to vodilo do pozitivistične zdravorazumske nedostopnosti čutom, osnovane na delitvi na opazljivo in neopazljivo? V pričujočem članku bomo pokazali, da temu ni tako. Pri tem se bomo oprli na analizo najbolj razvite teorije meritev, ki, vsaj kar se tiče splošnega verifikacionističnega programa, to je zahtev po preverljivosti sodb, gotovo deli pozitivistične korenine. Gre za teorijo meritev Briana Ellisa (Ellis, 1966).

Ključne besede: razlikovanje med teorijskim in opazljivim, meritve, pozitivizem, redukcija na opazljivo.

I. Uvod

> Meritve so prav gotovo eden izmed temeljnih kamnov moderne znanosti. Kljub temu analiza meritev v filozofiji znanosti ni nikdar našla osrednjega mesta. V pričujočem članku bomo opozorili na to, da bi doslednejše obravnavanje problematike meritev že davno lahko postavilo v novo luč tako staro problematiko, kot je problematika delitve na opazljivo in neopazljivo, katere

začetki segajo do ranega logičnega pozitivizma, to je praktično do začetkov moderne filozofije znanosti (v analitični tradiciji). Šlo bo za to, da bomo pokazali, da je, upoštevajoč analizo meritev, ta delitev zabrisana.

I.1. Klasična pozitivistična delitev na opazljivo in neopazljivo ter pozitivističen pristop k meritvam

Za zgodnje pozitiviste je opazljivo tisto, kar lahko neposredno zaznamo z našimi čuti: v prvi vrsti tisto, kar neposredno vidimo, seveda pa tudi tisto, kar neposredno otipljemo, slišimo, okusimo, vonjamo. Tako so tipično opazljivi tako imenovani "srednjerazsežni predmeti", kot so miza, mačka itd. Prav tako so opazljive čutom neposredno dostopne relacije, v katere ti predmeti vstopajo, recimo to, da je miza višja od mačke. Podobno so opazljive tudi čutom neposredno dostopne lastnosti takšnih srednjerazsežnih predmetov, recimo, da je mačka kosmata, miza lesena itd. Vse, kar čutom ni neposredno dostopno, pa je neopazljivo. Tako so neopazljive tiste zvezde, ki jih vidimo le s teleskopom, neopazljivi so mikroskopski delci, kot so atomi, neopazljivo je električno polje, neopazljivi so rentgenski žarki. Tudi lastnosti neopazljivk in njihove medsebojne relacije so praviloma neopazljive. Premer oddaljene zvezde in njena oddaljenost od nas sta že taki neopazljivki, podobno je z maso atoma, gostoto električnega polja ter jakostjo rentgenskega sevanja itd.

Pozitivistična *(glej,* recimo, Schlick, 1918 in Carnap, 1928) delitev na opazljivo in neopazljivo znotraj znanosti je vsaj posredno plod splošnega pozitivističnega verifikacionističnega epistemološkega programa. Znotraj znanosti so namreč pozitivisti splošno zahtevo po preverljivosti razumeli kot redukcijo na tisto, kar je zdravorazumsko neposredno opazljivo s pomočjo naših čutil. Zdravorazumsko neposredno opazljive bitnosti (predvsem zgoraj omenjeni tako imenovani "srednjerazsežni predmeti") naj bi bile namreč tisto, o čimer naj bi brez večjih dvomov vedeli, in tisto, kar naj bi brez dvoma obstajalo neodvisno od nas; sodbe o bitnostih, kot so elektroni, električno polje itd. (o vsem, česar ne moremo zdravorazumsko neposredno izkusiti in o čimer lahko vemo samo upoštevajoč znanstvene teorije – o tako imenovanih neopazljivkah), pa naj bi dobile svoj pomen šele po uspešni redukciji (na opazljivke).

Če je temu tako, se lahko vprašamo, kaj bi se zgodilo, če bi splošno pozitivističen verifikacionističen epistemološki program in njegovo tezo po preverljivosti sodb uporabili pri analizi meritev? Ali bi tudi to vodilo do pozitivistične zdravorazumske nedostopnosti čutom, osnovane na delitvi na opazljivo in neopazljivo? V pričujočem članku bomo pokazali, da temu ni tako. Pri tem se bomo oprli na analizo najbolj razvite teorije meritev, ki, vsaj kar se tiče splošnega verifikacionističnega programa, to je zahtev po preverljivosti sodb, gotovo deli pozitivistične korenine. Gre za teorijo meritev Briana Ellisa (Ellis, 1966).

Situacija, v kateri se bomo znašli, bo torej naslednja. Videli bomo, da – sledeč splošnemu verifikacionističnemu epistemološkemu programu in predvsem

njegovi zahtevi po preverljivosti sodb – lahko pridemo do dveh popolnoma različnih sklepov glede klasične pozitivistične delitve na opazljivo in neopazljivo. Če že omenjeni program in zahtevo po preveljivosti uporabimo na način, kot jo uporablja klasičen pozitivizem, to je prek analize zdravorazumskega opazovanja, je ta delitev upravičena in naravna. Če pa jo uporabimo prek analize meritev, pa klasična pozitivistična delitev na opazljivo in neopazljivo ni več upravičena. To situacijo lahko ponazorimo s sledečo skico:

SPLOŠEN VERIFIKACIONISTIČEN EPISTEMOLOŠKI PROGRAM (zahteva po preverljivosti sodb)	
Analiza zdravorazumskega opazovanja	*Analiza meritev*
– klasični pozitivizem	– Ellisova teorija meritev
– klasična delitev opazljivo/neopazljivo	– ni klasične delitve opazljivo/neopazljivo

Očitno torej je, da kljub enakim okvirnim vodilom (verifikacionističnemu programu oziroma tezi po preverljivosti sodb) obstaja dihotomija med analizo znanstvene merljivosti in analizo zdravorazumskega opazovanja. Vprašanje, ki se zastavlja, je, kaj ta dihotomija pomeni. Možnosti sta dve. Prva in ostrejša je trditi, da ta dihotomija implicira, da razlike med opazljivim in neopazljivim v znanosti ni, saj to dokazuje analiza meritev, analiza zdravorazumskega opazovanja pa za znanost ni relevantna. Druga, milejša, pa je, da postavimo neko novo delitev med opazljivim in neopazljivim, ki temelji na analizi meritev. Motivacija za takšno delitev seveda ni nujno verifikacionistična. V literaturi, recimo, poznamo Kyburgov poskus takšne delitve (Kyburg, 1984).

Ob neverifikacionistični motivaciji za delitev pa se pojavlja cel kup novih izzivov za filozofijo znanosti na splošno. Zdi se namreč, da takšno neverifikacionistično, na analizi meritev temelječe razlikovanje med opazljivim/neopazljivim, ne bi nujno načenjalo klasičnega vprašanja znanstvenega realizma (vprašanja o obstoju neopazljivk – teorijskih bitnosti). Dodatno vprašanje, ki bi se tako utegnilo zastaviti, je, ali niso pozitivistične korenine problematike znanstvenega realizma zgolj artefakt (preveč) zdravorazumsko naravnane pozitivistične delitve na opazljivo in neopazljivo. Analiza meritev bi na ta način dobila resnično pomembno mesto v filozofiji znanosti, saj bi bila neposredno vpletena v enega izmed bistvenih problemov filozofije znanosti – problem znanstvenega realizma in njegovo eventualno razrešitev.

I.2. Strategija

Članek bomo pričeli s predstavitvijo Ellisovega pristopa meritvam (razdelek “Meritve in konvencije”). Pri tem bomo posebej pozorno orisali njegovo analizo merskih konvencij in delitev na neposredne (ki se delijo naprej na osnovne in temeljne) ter posredne (ki se prav tako še delijo na povezujoče in izpeljane) meritve. Sledil bo razdelek (“Opazljivke in neopazljivke ter neposredna in posredna merljivost”), ki bo povezal Ellisovo delitev na neposredno in posredno

merljivost ter splošno pozitivistično delitev na opazljivke in neopazljivke. Koraka, ki bosta sledila, bosta bistvena za to, da bomo pokazali, da Ellisova analiza meritev ne podpira osnovne pozitivistične delitve na opazljivo in neopazljivo. V razdelku "Opazljivke in neposredna merljivost?" bomo pokazali, da so vse opazljivke neposredno merljive le osnovno, ne pa temeljno. V naslednjem razdelku ("Osnovna merljivost ne ustreza znanstveni merljivosti") pa bomo pokazali, da je šele temeljna merljivost tista prava znanstvena merljivost. V razdelku "Klasična delitev opazljivo/neopazljivo in Ellisova teorija meritev" bomo sklenili vse ugotovitve prejšnjih razdelkov. Pokazali bomo, da čeprav Ellisova osnovna delitev, to je delitev na posredne in neposredne meritve, podpira okvirno pozitivistično delitev na opazljivke in neopazljivke, pa njegovo podrobnejše razvrščanje meritev (predvsem delitev neposrednih meritev na osnovne in temeljne) delitve na opazljivke in neopazljivke ne podpira več. Razlog je v tem, da moramo ob predpostavki, da osnovna merljivost ni dovolj, marsikatero opazljivko meriti posredno in torej na način, ki naj bi bil tipičen za neopazljivke. Tako bomo lahko sklenili, da je, sledeč Ellisovemu pristopu meritvam, razlikovanje med opazljivkami in neopazljivkami v znanosti zabrisano, česar se pozitivisti, kot tudi Ellis sam, niso zavedali. Zaključek, ki bo sledil, bo orisal že omenjene posledice dihotomije med Ellisovo analizo meritev in zdravorazumsko pozitivistično delitvijo na opazljivo in neopazljivo, nakazal možnosti na meritvah temelječe delitve med opazljivim in neopazljivim ter orisal, kaj bi takšna delitev lahko prinašala.

II. Vpletanje konvencionalnega v meritve (Brian Ellis)

Prva[1] obsežnejša filozofska monografija, ki postavlja (fizikalne) meritve v središče pozornosti, je šele leta 1966 izdana knjiga B. Ellisa *Basic Concepts of Measurement* (Ellis, 1966). Ellis v uvodu v svoje delo trdi, da so za zapostavljanje meritev krivi pozitivisti, "kajti običajno so izhajali iz prikritega realističnega stališča. Tako ni presenetljivo, da naj bi realisti našli malo kaj, o čemer bi se prepirali z njimi." (Ellis, 1966: 2; moj prevod) "Prikrito realistično stališče" je po Ellisu razumeti skozi dejstvo, da čeprav so pozitivisti načeloma uspešno napadli Newtonova pojma absolutnega časa in prostora, sploh niso razmišljali, da bi na podoben način napadli tudi ostale kvantitativne pojme. Njegova glavna teza je, "... da so določeni metafizični privzetki, ki so jih privzeli tako pozitivisti kot nepozitivisti, mešali štrene pri našem razumevanju mnogih osnovnih pojmov o merjenju in skrivali obstoj določenih bolj ali manj arbitrarnih konvencij. Moj problem je povedati, katere te konvencije so in obravnavati razloge, ki jih imamo, ko izbiramo nekatere in zavržemo druge." (*ravno tam*: 3; moj prevod) Toda, čeprav kritizira pozitiviste, Ellisov pristop k meritvam ostaja znotraj pozitivistične tradicije. Ellis na to opozarja, ko pravi:

[1] Delo. ki bi Ellisovi knjigi lahko vzelo to prvenstvo, bi lahko bila Campbellova *An Account of the Principles of* Measurement *and Calculation* (1928), vendar pa se slednja ukvarja z meritvami veliko bolj obrobno, saj jih v primerjavi z Ellisom obravnava zgolj kot *enega izmed* osnovnih gradnikov fizike oziroma znanosti.

> "Moj cilj v tej knjigi je, da podam konsistenten pozitivističen pregled meritev; čeprav, ko rečem 'pozitivističen', mislim samo, da se grobo uvršča v pozitivistično tradicijo." (*ravno tam*: 3, moj prevod)

Ellisovo "grobo" nanašanje na pozitivizem je razumeti z dveh vidikov. Najprej zgolj v banalnem smislu ograjevanja od pozitivistov, ki jih kritizira. V drugo pa skozi njegovo željo, da ostane pristaš splošnih idej verifikacionizma in upiranja metafizičnim predpostavkam. Slednje je seveda tudi glavni motiv za njegovo iskanje konvencionalne obremenjenosti pri kvantitativnih pojmih v znanosti in torej srž njegove kritike dotedanjih pozitivističnih (ne)obravnav meritev. Splošno verifikacionistično načelo o preverljivosti sodb se torej pri Brianu Ellisu zrcali v njegovem iskanju konvencionalne obremenjenosti kvantitativnih pojmov. Ta drugi vidik je pomemben tudi za našo raziskavo, zato si ga pobližje oglejmo.

II.1. Kaj so meritve?

Najbolj splošno meritve razumemo kot pripisovanje števil predmetom (oziroma dogodkom). Že ta enostavna definicija se dotika vsaj dveh splošnih filozofsko zanimivih vprašanj. Eno izmed njih je gotovo vprašanje, kako lahko sploh pripisujemo števila – to je čiste matematične bitnosti – nečemu, kar se nahaja izven same matematike. Gre torej za splošno vprašanje o uporabi aritmetike oziroma matematike. Skoraj nič manj splošno pa ni tudi vprašanje o tem, kakšne lastnosti naj predmeti in dogodki imajo, da jim je mogoče števila smiselno pripisati. Tokrat gre za vprašanje obstoja in identifikacije kvantitativnih lastnosti, ki jim pravimo tudi količine. B. Ellis na obe ti vprašanji odgovarja tako, da podaja logično nujne in zadostne pogoje za uporabo aritmetike pri meritvah in logično nujne in zadostne pogoje za postulacijo in identifikacijo količin (1. oziroma 2. poglavje njegove knjige). Ti pogoji so tisto, kar moramo privzeti, preden sploh začnemo meriti. Ko pa odgovorimo na omenjeni splošni vprašanji, se nam nemudoma zastavi novo, ki je manj splošno in se tiče meritev samih. Kako lahko pripisujemo števila predmetom in dogodkom, kateri postopki nam to omogočajo in katere konvencije moramo za to privzeti? To je vprašanje, na katero B. Ellis v svoji knjigi obširno odgovarja s svojo klasifikacijo meritev (3. do 9. poglavje). Prvi dve splošni vprašanji nas tukaj ne bosta zanimali. Osredotočili se bomo na tretje vprašanje in si ogledali Ellisovo klasifikacijo meritev glede na postopke, ki jih vpletajo, in konvencije, ki jih moramo zaradi tega privzeti.

II.2. Ellisova klasifikacija meritev

II.2.1. Neposredne in posredne meritve

Ellis razdeli meritve na dve veliki skupini: neposredne in posredne meritve. Razlika med njimi je enostavna: neposredno merljive so tiste kvantitativne lastnosti, ki jih lahko merimo neodvisno, ne da bi se pri tem morali nanašati na

kake druge kvantitativne lastnosti. Zgled take kvantitativne lastnosti je dolžina. Dolžino lahko namreč neposredno primerjamo in tako nam, da bi tvorili nek "red dolgosti", ni treba vpletati drugih kvantitativnih lastnosti. Posredne meritve pa so tiste meritve, pri katerih neko kvantitativno lastnost *q* merimo preko neke druge kvantitativne lastnosti *p*, ki pa jo merimo neposredno. Pri tem mora veljati, da če lahko stvari uredimo v redu q-ja, so le-te pod določenimi pogoji enoznačno urejene tudi v redu p-ja. Zgled takšnih meritev je, recimo, meritev prostornine tekočin prek dolžine (višine stolpca v menzuri). Vsaka izmed obeh velikih skupin, pa se deli še na dve podskupini.

II.2.1.1. Delitev neposrednih meritev

Neposredne meritve se delijo na osnovne in temeljne meritve.

(*a*) *Osnovne meritve*

Zahteva po osnovni merljivosti trdi zgolj to, da stvari, ki jih merimo, lahko uredimo v nek red, to je, da povemo, katera je glede dane kvantitativne lastnosti večja, manjša ali enaka drugi. Operacija, ki jo moramo biti sposobni opraviti, je torej zgolj operacija primerjanja merjencev glede uprimerjene kvantitativne lastnosti. Zgled za takšne meritve je merjenje trdote po tako imenovani Mohovi skali. Gre za primerjanje trdote z drgnjenjem (angl. "scratch test"). Merjenec uvrstimo v red glede trdote tako, da ga podrgnemo z ostalimi predmeti, ki so že uvrščeni v red – če najdemo predmet, ki ga ne bo obdrgnil, hkrati pa tudi ne bo obdrgnjen, naš merjenec uvrstimo na njegovo mesto; če pa takšnega predmeta ne najdemo, se bo uvrstil med tista dva, od katerih bo enega obdrgnil on, drugi pa bo obdrgnil njega.

Kakšna je prisotnost konvencij pri osnovnih meritvah? To, o čemer se bomo dogovorili pri osnovnih meritvah, bo gotovo način, kako bomo red matematično interpretirali; pri trdoti, recimo, kateri predmeti bodo imeli trdoto 8, kateri 2 itd. Gre torej za konvencijo glede izbire uporabe aritmetike. Drugo, o čemer se moramo tudi pri osnovnih meritvah dogovoriti, je po Ellisu to, kakšne operacije bomo pri osnovnem merjenju uporabljali (pri našem merjenju trdote gre, recimo, za vzajemno drgnjenje). Drugih konvencij pri osnovnih meritvah ni.

(*b*) *Temeljne meritve*

Temeljne meritve so od osnovnih meritev bistveno bolj zahtevne. Znanim zahtevam za osnovno merljivost se pri temeljni merljivosti pridruži še zahteva po neki operaciji sestavljanja uprimerjenih kvantitativnih lastnosti. Takšna operacija O za sestavljanje dveh sistemov (predmetov, dogodkov ...) S in T, ki posedujeta kvantitativno lastnost *q*, omogoča oblikovanje sestavljenega sistema $O(S_1,T_1)$, ki prav tako poseduje *q*, zanjo pa mora veljati naslednje:

(1) $O(S_1,T_1) =_{*q*} O(S_2,T_2)) =_{*q*} O(T_2,S_2)$, kjer velja $S_1 =_{*q*} S_2$ in $T_1 =_{*q*} T_2$

(2) $O(S_1,T_1) >_{*q*} S_1$

(3) $O(O(S_1,T_1),U_1) =_{*q*} O(S_1,O(T_1,U_1))$

(4) Arhimedov aksiom za O in *q:* Naj bo S_1, S_2, S_3 ... kakršnakoli množica sistemov, ki so enaki glede *q* in naj bo T kakršenkoli drug končni sistem, ki poseduje *q*, tako da velja $S_1 <_{*q*} T$, potem obstaja število *n*, ki je tako, da če sestavimo sisteme S_1, S_2, S_3 ... S_n z operacijo O, je sestavljeni sistem večji od T v *q*. (Povedano po domače: vsako uprimerjeno *q* se da s sestavljanjem predmetov, ki tudi uprimerjajo *q*, preseči.)

Kaj vse to pomeni za prisotnost konvencij pri temeljnih meritvah? Konvencije, ki smo jih potrebovali pri osnovnih meritvah, ostajajo, novi pa so konvencionalni privzetki, ki jih s seboj prinaša operacija sestavljanja O.

Ker ta operacija v bistvu omogoča meritve z vpeljavo tako imenovanih "osnovnih standardov" oziroma povedano nekoliko manj natančno z uporabo enote (sestavljanje večkratnikov enote nam da merilo, s pomočjo katerega merimo), se nam tako pridruži še konvencija glede izbire "osnovnih standardov" oziroma enote.

II.2.1.2. Delitev posrednih meritev

(*a*) *Povezujoče meritve*

Tudi posredne meritve Ellis podrobneje razdeli na povezujoče in izpeljane meritve. Povezujoče meritve so manj zahtevna oblika posrednih meritev. Kot smo že omenili, ko smo vpeljali delitev na posredne in neposredne meritve, gre pri posrednih meritvah na splošno za to, da neko kvantitativno lastnost *q* merimo preko neke druge kvantitativne lastnosti *p*. Povezujoče meritve zahtevajo od obeh lastnosti zgolj to, da mora veljati, da če in samo če lahko stvari uredimo v redu q-ja (pod določenimi pogoji), so le-te urejene tudi v redu p-ja (pod istimi pogoji). Takšen pogojnik mora posedovati induktivno potrjeno veljavnost, vendar pa ni nujno, da bi bil del kakšne znanstvene teorije. S tem mislimo na to, da ni nujno, da njegovo veljavnost opiramo na neko potrjeno znanstveno teorijo.

Za zgled vzemimo že omenjeno meritev prostornine tekočin preko dolžine (višine) stolpca v menzuri. Zamislimo si, da induktivno vemo, da med višino stolpca tekočine in prostornino tekočine velja zveza glede urejenosti: večja prostornina tekočine vedno da višji stolpec tekočine. Recimo, da do tega pridemo enostavno tako, da z roko pazljivo (to je tako, da vedno zajamemo na isti način in torej zajamemo vsaj približno enako količino) zajemamo (različne) tekočine in jih pazljivo (ne da bi razlili tekočino) zlivamo v neko posodo. Po več poskusih bomo ugotovili, da je zelo verjetno, da večkratno zajeta količina tekočine seže višje in da urejenost v prostornini ustreza urejenosti v višini. Pri vsem tem nam ni treba poznati geometrije na splošno, niti ne natančnih geometrijskih lastnosti merilne posode.

Kakšni so torej konvencionalni privzetki, ki so posebej značilni za povezujoče meritve? Odgovor na to vprašanje je enostaven – tisto, o čemer se moramo

dogovoriti, je prav gotovo izbira posredne kvantitativne lastnosti (prostornino, na primer, lahko merimo posredno tudi preko kakšne druge kvantitativne lastnosti, recimo preko mase, če poznamo gostoto). Vend; pa to še ne zadostuje. S konvencijo moramo določiti tudi, kako sta pov zani urejenosti med posredno in neposredno kvantitativno lastnostjo. Č. se, recimo, odločimo, da prostornino merimo preko višine v neki izbrani merilni posodi, bomo morali enoznačno določiti, kako se spremembe v prostornini odražajo v spremembah višine. V geometrijsko drugačni posodi bi namreč lahko bila takšna povezava drugačna.

(*b*) *Izpeljane meritve*

Izpeljane meritve so tista podvrsta posrednih meritev, pri katerih je korelacija med neposredno in posredno kvantitativno lastnostjo veliko bolj zahtevna kot pri povezujočih meritvah. Ta korelacija mora biti namreč podana v obliki numerično izraženega znanstvenega zakona. Če vzamemo naš stari zgled merjenja prostornine prek višine v merilni posodi, to pomeni, da ne samo, da moramo vedeti, da je prostornina enaka višini, ki je pomnožena z osnovno ploskvijo (seveda, če gre za merilno posodo, katere vodoravni presek je vedno enak osnovni ploskvi), ampak da moramo vedeti tudi, da če višino podamo na neki skali, potem moramo presek in posledično prostornino podati v isti. Z drugimi besedami, tudi pripisovanje števil mora biti usklajeno: kakor števila pripišemo višini, tako jih moramo analogno pripisati tudi preseku in prostornini; oziroma konkretno, če merimo višino v metrih, moramo presek meriti v kvadratnih metrih, prostornino pa v kubičnih.

Konvencije, ki nastopajo pri izpeljanih meritvah, k do sedaj znani konvencionalnosti pri povezujočih meritvah dodajajo še izbor znanstvenih zakonov in teorij. Njihova še večja konvencionalna zahtevnost pa je v tem, da zahtevajo, da so znanstveni zakoni, ki jih uporabljamo, izraženi oziraje se na natančno določene skale, kar pomeni, da morajo biti kvantitativne lastnosti, ki v njih nastopajo, numerično reprezentirane na točno določen dogovorjen način.

III. Opazljivke in neopazljivke ter neposredna in posredna merljivost

Kot smo že povedali v uvodu, je za pozitiviste opazljivo tisto, česar se lahko neposredno dotaknemo z našimi čuti: v prvi vrsti tisto, kar neposredno vidimo, seveda pa tudi tisto, kar otipljemo, slišimo, okusimo, vonjamo. Vse ostalo je neopazljivo: recimo tiste zvezde, ki jih vidimo s teleskopom, elektroni, električno polje, rentgenski žarki itd.

Kljub tej strogi delitvi pa znanost seveda tvori empirične sodbe tako o opazljivkah kot o neopazljivkah. Vemo namreč, da, recimo, lahko izmerimo oddaljenost zgoraj omenjenih zvezd, da lahko eksperimentalno določimo povprečen premer atoma, naboj elektrona, jakost električnega polja in rentgenskega sevanja, prav tako kot lahko izmerimo dolžino mize in silo teže mačke. Vprašanje, ki si ga lahko torej zastavimo, je, ali obstaja kakšna razlika med meritvami neopazljivega in meritvami opazljivega? Na to vprašanje bomo v

skladu z našo strategijo skušali odgovoriti opirajoč se na Ellisovo razvrstitev meritev.

Očitno je, da že Ellisova osnovna delitev na posredne in neposredne meritve v določeni meri zrcali razlikovanje med merjenjem opazljivega in merjenjem neopazljivega. Ali je mogoče, da bi bila neopazljivka merljiva neposredno? Prav gotovo ne, saj bi bilo to v nasprotju z definicijo neopazljivke. Jakosti električnega polja, recimo, ne moremo meriti neposredno: merimo jo lahko prek inducirane napetosti, ki se pojavi v vodniku, ki se giblje po polju, prek sil in navorov, ki delujejo na naelektrena telesa itd. Podobno ne moremo neposredno meriti naboja elektrona, čeprav lahko iz Millikanovega poskusa sklepamo, da v naravi obstajajo samo mnogokratniki naboja elektrona in da elektron nosi tako imenovan "osnovni naboj" ($e_0 = 1{,}6022 \times 10^{-19}$ C). Rentgenskega sevanja prav tako ne moremo neposredno "občutiti". Izjema bi sicer lahko bile izjemno velike doze tega sevanja, ki jih bi občutili kot opekline in katerih posledice bi čutili v obliki rakavih obolenj itd. A tudi pri teh morbidnih "občutkih" bi se kaj lahko zmotili, saj bi namesto rentgenskega sevanja (curkov visokoenergijskih fotonov) lahko imeli opraviti s curki delcev β ali a ali pa še s kakšnim drugim sevanjem. Tudi oddaljenosti zvezd ne moremo meriti neposredno – merimo jo lahko šele tako, upoštevamo naše védenje o potovanju svetlobe. Pri premeru atoma pa je vsaj načeloma še huje kot pri zgoraj omenjenih neopazljivkah, saj ne gre samo za dejstvo, da atom ni čutom neposredno dostopna bitnost, ampak zato, da lahko njegov premer določimo samo upoštevajoč nek določen model atoma. Zaključimo torej lahko, da načeloma neopazljivk ne moremo meriti neposredno oziroma da so neopazljivke načeloma merljive samo posredno.

Kako pa je z Ellisovo delitvijo znotraj posrednih meritev? Ali bolj fina razdelitev posrednih meritev na povezujoče in izpeljane postavlja nove ločnice v smislu razlikovanja merljivosti opazljivk in neopazljivk? Spomnimo se konvencij, ki jih vsak izmed teh tipov meritev vpleta.

Povezujoče meritve zahtevajo konvencionalno izbiro povezave med posredno merjeno količino in dejansko merjeno količino, ki naj ima obliko pogojnika (vedno, ko se zgodi določena kvantitativna sprememba v posredno merjeni količini, mora priti do določene kvantitativne spremembe v dejansko merjeni količini). O tem, na podlagi česa vemo za veljavnost tega pogojnika, Ellis ni posebej natančen. Resničnost takšnega pogojnika bi načeloma lahko bila utemeljena na podlagi neke znanstvene teorije (znanstvenih zakonov, ki jih bi ta teorija vpletala), lahko pa je tudi samo neko induktivno potrjeno dejstvo[2]. Če gre za neopazljive (teorijske) bitnosti, druga možnost seveda odpade, saj povezave med nečim opazljivim in nečim, kar je neopazljivo oziroma teorijsko, brez vpletanja teorij ne moremo induktivno potrditi, ne da bi poznali vpletenih teorij.

[2] Ellis za povezujoče merjenje temperature, recimo, pravi: "Če merimo temperaturo prek meritve prostornine neke določene mase nekega plina pri konstantnem tlaku, ne določamo vrednosti kakršnihkoli konstant v nekem numeričnem zakonu. Na ta način bi lahko merili temperaturo tudi, če ne bi poznali nobenega numeričnega zakona. (Da je temperatura pod temi pogoji sorazmerna prostornini, seveda ni nikakršen numeričen zakon, ampak bolj ali manj arbitrarna domneva.)" (Ellis, 1966: 54; moj prevod)

Primerjave hitrosti gibanja naelektrenih kapljic pri Millikanovem poskusu nam, na primer, ne povedo ničesar o elektronu, če ne poznamo teorije, ki pravi, da so elektroni nosilci naboja, da na kapljice delujeta gravitacijska sila in sila električnega polja itn. Zaključimo torej lahko, da ob predpostavki, da je pogojnik, ki povezuje dejansko merjeno količino in količino, preko katere merimo, resničen, ker se naslanja na neko znanstveno teorijo, lahko trdimo, da povezujoče meritve že omogočajo meritev neopazljivk.

Kaj pa izpeljane meritve? Vpletanje konvencij pri slednjih je še veliko bolj prisotno kot pri povezujočih. Tu ne gre samo za izbor posredne i dejansko merjene količine, ampak tudi za izbor skal ter glede na izbrane skale numerično izraženega znanstvenega zakona. Te meritve so zaradi tega brez kakršnihkoli omejitev (ne tako kot povezujoče meritve) lahko meritve količin, ki jih uprimerjajo neopazljive bitnosti.

V splošnem lahko torej zaključimo, da se pozitivistična delitev na opazljivo in neopazljivo, kar se tiče merljivosti, zrcali v Ellisovem glavnem razlikovanju med posrednimi in neposrednimi meritvami: neopazljivke so merljive samo posredno: brez dodatnih zahtev, kadar gre za izpeljane meritve; z dodatno zahtevo po teorijsko osnovani utemeljenosti povezave med dejansko merjeno količino in posredno merjeno količino pa, kadar gre za povezujoče meritve.

IV. Opazljivke in neposredna merljivost?

V prejšnjem razdelku smo si zastavljali vprašanje, kakšna je razlika med merljivostjo opazljivk in neopazljivk. Opirajoč se na Ellisa smo pokazali, da neopazljivke niso merljive neposredno – neposredna merljivost je mogoča samo pri opazljivkah. Vprašanje, ki si ga lahko zastavimo sedaj, pa je, kako je z merljivostjo znotraj neposredne merljivosti: ali so vse opazljivke merljive temeljno in/ali (zgolj) osnovno?

Res sicer je, da Ellisa veliko bolj zanimajo razlike med temeljnimi in povezanimi meritvami na eni strani ter izpeljanimi meritvami na drugi, toda vsaj na nekaj mestih v svoji knjigi opozarja tudi na razlike med osnovno in temeljno merljivostjo. Že iz Ellisove klasifikacije meritev sledi, da so, kar se tiče prisotnosti konvencij, osnovne meritve manj podvržene konvencijam kot temeljne (glej predprejšnji razdelek), saj ne vpletajo izbora operacije sestavljanja uprimerjenih kvantitativnih lastnosti ter izbora t. i. osnovnih standardov (enot). Še bolj zanimive pa so Ellisove opombe o elementarnem značaju osnovnih meritev, ko pravi:

> “Način, kako merimo trdoto, predstavlja posebej osnovno obliko meritev. Vse količine namreč lahko merimo na ta način. To nam zagotavljajo pogoji, ki govorijo o obstoju količin. Če količina obstaja, potem imamo množico linearnih urejevalnih relacij in vsaj teoretično je mogoče stvari razvrstiti v linearni red glede na njih. Obstoj količine torej implicira obstoj reda in to je vse, kar potrebujemo za to vrsto meritev. Takšne meritve bom

imenoval osnovne meritve." (Ellis, 1966: 56; moj prevod)

Kmalu zatem pa Ellis poda tudi značaj temeljnih meritev. Pravi:

> "Četrta vrsta meritev, temeljne meritve, je, kar se tiče uporabe, najbolj omejena od vseh. Kajti, če naj bi bila količina temeljno merljiva, mora izpolnjevati vsaj naslednje pogoje."[3] (ravno *tam;* moj prevod)

Pomudimo se najprej pri prvem citatu. Tu Ellis trdi, da če nekaj lahko pojmujemo kot količino, potem je to nekaj "vsaj teoretično" merljivo osnovno. Z drugimi besedami bi to jasneje lahko povedali tako, da bi rekli, da je osnovna merljivost nujni pogoj za to, da nekaj lahko imenujemo[4] količina. Ellisovo besedno zvezo "vsaj teoretično" moramo namreč pojasniti.

Kot vemo, teorijske kvantitativne lastnosti ne morejo biti merljive neposredno. Osnovne meritve pa so tip neposrednih meritev in kot take primerne izključno za merjenje opazljivih kvantitativnih lastnosti. Teorijskih kvantitativnih lastnosti torej očitno ni mogoče meriti osnovno. Zakaj torej Ellis trdi, da so (kot vsaka kvantitativna lastnost) "vsaj teoretično" merljive osnovno in kaj misli s tem? Spomnimo se, da čeprav teorijske kvantitativne lastnosti niso merljive neposredno in tako tudi ne osnovno, seveda drži, da morajo tudi teorijske kvantitativne lastnosti tvoriti neko urejenost. Med posameznimi uprimerjenimi veličinami teorijskih količin mora prav tako obstajati neka množica urejevalnih relacij. Razlika je zgolj v tem, da ti pogoji za osnovno merljivost pri merjenju teorijskih količin niso opazljivi neposredno, ampak zgolj posredno prek neke dejansko merjene opazljive količine. Električni upor vodnikov tako, recimo, merimo prek kota odklona kazalca na ohmmetru in podobno naboj elektronov preko hitrosti gibanja naelektrenih kapljic v električnem in gravitacijskem polju pri Millikanovem poskusu. Osnovna merljivost je torej v smislu podajanja neke urejenosti nujna za merjenje katerekoli količine. Kako pa to urejenost interpretiramo – kot tisto urejenost, ki jo dejansko neposredno opazimo z našimi čuti (recimo kot kot kazalca ali hitrost kapljic) ali pa kot neko drugo (lahko tudi teorijsko) urejenost -, pa je drugo, dodatno vprašanje. Na naše zgoraj zastavljeno vprašanje lahko torej odgovorimo tako, da je Ellisove trditve:

> "Vse količine lahko merimo na ta način *(tj. osnovno).* To nam zagotavljajo pogoji, ki govorijo o obstoju količin. Če količina obstaja, potem imamo množico linearnih urejevalnih relacij in vsaj teoretično je mogoče stvari razvrstiti v linearni red glede na njih."

očitno razumeti tako, da se za Ellisovim "lahko merimo" in "vsaj teoretično" skriva nujni pogoj.

Kaj pa drugi citat? Kako je s temeljnimi meritvami? Ellis pravi, da je to najzahtevnejši tip meritev, čeprav sodi med neposredne meritve. To je

[3] Ellis potem navaja pogoje, ki smo jih že navedli, ko smo predstavili temeljne meritve.

[4] Ellis sicer govori o "obstoju količin", a za naše potrebe ontološko tako močne trditve ne potrebujemo. Namesto obstoja lahko na tem mestu govorimo tudi zgolj o poimenovanju, postulaciji, pojmovanju itd.

razumljivo, saj si oba tipa posrednih meritev lahko vsaj načeloma kot svojo dejansko merjeno količino, na katero vežeta posredno merjeno količino, izbereta količino, ki je merljiva samo osnovno, ne pa tudi temeljno. Temeljne meritve pa so po Ellisu najbolj zahtevne od vseh, saj vpletajo operacijo sestavljanja O, ki predstavlja nekakšno "seštevanje" uprimerjenih kvantitativnih lastnosti.

Iz Ellisovih trditev lahko torej takoj razberemo, da z osnovno merljivostjo opazljivih kvantitativnih lastnosti ne more biti nobenih problemov, saj, kakor smo videli, velja, da karkoli je opazljiva kvantitativna lastnost, je tudi osnovno merljivo. Kot lahko osnovno merimo trdost, lahko osnovno merimo dolžino: to, recimo, storimo tako, da razsežne predmete postavljamo enega ob drugega. Podobno je s hitrostjo: predmete, ki se gibljejo, primerjamo glede hitrosti tako, da jih istočasno na nekem mestu "spustimo" v isti smeri.[5]

Toda, ali so vse opazljivke merljive tudi temeljno? Vzemimo naše zgornje tri zglede: dolžino, hitrost, trdost. Kot že vemo, smo merjenje dolžine navedli kot zgled za temeljne meritve, zato z njo verjetno ne bo problemov. Kaj pa hitrost? Če najdemo operacijo sestavljanja uprimerjenih hitrosti O, za katero veljajo pravila, ki smo jih navedli v drugem razdelku, potem tudi tu ne bo problemov. Kako bi torej zagotovili sestavljanje uprimerjenih hitrosti? V posebnih primerih se zdi stvar enostavna: če se potniki gibljejo po vozilu, ki vozi; če se gibljemo po zemlji, ki se sama premika itd. Toda že tu se zaplete s komutativnostjo (drugi del prve zahteve o O): potniki se sicer lahko gibljejo po vozilu, a vozilo se ne more gibati po potnikih; podobno se mi lahko gibljemo po Zemlji, a Zemlja se ne more gibati po nas. Še huje je, ko bi morali sestaviti hitrosti dveh avtomobilov ali pa kolesarja in pešca. Ne moremo si predstavljati, da bi avtomobil vozil po avtomobilu, kaj šele, da bi pešec hodil po kolesarju ali kolesar vozil po pešcu. S trdostjo pa je še huje kot s hitrostjo. Kako kombiniramo trdosti dveh predmetov? Kako, recimo, lahko dosežemo drugo zahtevo $O(S_1,T_1) >_{*q*} S_1$. Če podrgnemo hrastovo deščico ob hrastovo deščico, ne bo nobene raze, a prav tako je ne bo, če podrgnemo dve hrastovi deščici ob eno. Trdosti predmetov so namreč lastnosti, za katere po njihovi naravi velja, da se ne sestavljajo na način, kot ga zahteva operacija O.

Zaključimo torej lahko, da vsaj nekaj klasičnih opazljivk ni neposredno temeljno merljivih (to je temeljno merljivih kot opazljivk). Videli smo, da to velja za hitrost, pri kateri je glavni problem uprimeritev.[6] Videli pa smo tudi, da to velja tudi za trdost, pri kateri pa problemi nastopijo že pred uprimeritvijo samo – trdost enostavno ni (po svoji naravi) asociativna lastnost v smislu zahtev, ki jih podaja operacija O. Tudi takih lastnosti ni malo. Spomnimo se, recimo, še površinske napetosti pri tekočinah, temperature in ostalih t. i. "intenzivnih količin".[7]

[5] Pripomnimo naj, da je pri časovno neodvisnih hitrostih v bistvu važna samo smer gibanja, saj ob predpostavki, da opazujemo dovolj dolgo, isti čas in kraj starta nista pomembna – hitrejši predmet bo vedno po določenem, mogoče sicer precej dolgem, časovnem obdobju ujel počasnejšega.

[6] Intuitivno lahko sklepamo, da je uprimeritev tukaj problematična zaradi dinamičnega značaja hitrosti. Na podobne probleme bi naleteli tudi pri pospeških, tokovih in v splošnem pri količinah, ki se spreminjajo s časom.

[7] Problematika (neposrednega temeljnega) merjenja vsaj nekaterih tukaj omenjenih količin bi lahko bila

V. Osnovna merljivost ne ustreza znanstveni merljivosti

Kot smo že navedli: ko Ellis (1966: 56) vpelje osnovne meritve, trdi, da je za osnovno merljivost potrebna zgolj neka urejenost med merjenci, nič drugega. Navadno privzamemo, da je ta urejenost plod dejstva, da vsi merjeni predmeti uprimerjajo neko kvantitativno lastnost (ki tipično nastopa v znanosti). Osnovna meritev je potem "odkrivanje" te urejenosti s primerjanjem predmetov, kot je, recimo, drgnjenje pri osnovnem merjenju trdosti po Mohovi skali.

Toda kaj pa, če je urejenost relativno naključna, to je, če merjeni predmeti ne posedujejo neke kvantitativne lastnosti v pravem, znanstvenem pomenu? Recimo, da gre za urejenost predmetov, ki so razmetani po moji mizi. Tudi ta urejenost je po Ellisovi definiciji osnovnih meritev osnovno merljiva, saj za osnovne meritve ne potrebujemo nič drugega kot ravno urejenost – samo neko urejenost. (Razmetane predmete lahko, recimo, uredimo tako, da jim pripišemo številke glede na to, kateri po vrsti so, ko, recimo, gledamo od leve proti desni.)

Iz tega lahko zaključimo, da je osnovna merljivost torej vsekakor nekaj, kar je bistveno preširoko za znanstvene opazljivke oziroma znanost. Po svojem obsegu uporabe je osnovna merljivost veliko bližje zdravorazumskemu vsakdanu.

S tem dejstvom se bi strinjal tudi Ellis, saj na več mestih v svoji knjigi zagotavlja, da "obstoj"[8] urejenosti ne zadostuje za "obstoj" prave znanstvene količine. Tako, recimo, med obravnavo pojma "količina" v drugem poglavju navaja:

> "Ljudi lahko, na primer, uredimo v linearni red tako, da vzamemo produkt njihove višine in let. Recimo torej, da so urejeni v linearni red "višlet".[9] Seveda ne mislimo, da so "višleta" ime prave količine, kot sta temperatura ali navor. Če torej privzamemo predlagani formalni kriterij,[10] moramo biti pripravljeni razlikovati med pravimi in umetno ustvarjenimi količinami. Zaradi tega se zdi bolje, da kriterij o obstoju linearnih urejevalnih relacij zavržemo kot edini zadostni pogoj za obstoj količin in zahtevamo nekatere nadaljnje pogoje." (Ellis, 1966: 31; moj prevod)

Podobne Ellisove trditve najdemo tudi v naslednjem poglavju (tretje poglavje), kjer obravnava pojem merske skale. Tukaj je zadeva sicer nekoliko drugačna, saj

povezana z njihovim relacijskim značajem. Hitrost in ostale "dinamične" količine so namreč tipično uprimerjene kot relacije in ne kot lastnosti (predmeti imajo določeno hitrost, pospešek itd. glede na neke druge referenčne predmete in ne sami po sebi). Tudi trdost v smislu "drgnjenja" je relacijska, podobno površinska napetost itd. ("Intenzivne količine" v splošnem so seveda druga zgodba.) Na ta relacijski značaj pa opozarja tudi Ellis (1966: 24), vendar zgolj v kontekstu splošne definicije pojma "količina" in spora med zagovorniki relacijske narave količin in zagovorniki količin kot (ontološko primarnih) lastnosti. Ellis v smislu te debate nikakor ne zagovarja izločitve omenjenih (t. i. relacijskih) količin kot "ontološko neprimarnih"; ravno nasprotno, ker se zavzema za spravo med obema skupinama in zagovarja obe možnosti (količine kot relacije in količine kot lastnosti – odvisno od posamičnega tipa količine) (Ellis, 1966: 25), imajo zanj te "relacijske" količine enako težo kot vse ostale. Zato njegova opozorila ne rešijo problemov, ki smo jih izpostavili.

[8] Kot smo že omenili (opomba št. 4), lahko tu namesto o obstoju govorimo tudi o ontološko manj zavezujočih možnostih (poimenovanju, postulaciji itd.).

[9] Opomba k prevodu: V angleščini gre pri izrazu "višleta" za sestavljenko "hage" iz "height" in "age".

[10] Opomba k prevodu: gre za kriterij, po katerem pravimo, da je obstoj reda nujen in zadosten pogoj za obstoj količin.

gre pri pojmu skale že za uporabo matematike in torej za numerično odslikovanje urejenosti, vendar lahko tudi tukaj iz Ellisovih trditev razberemo, da sama urejenost oziroma natančneje samo pripisovanje urejenosti in njegovo numerično odslikovanje za prave znanstvene meritve ni dovolj. Ob kritiki Stevensove definicije meritev:

> "Meritve so pripisovanje števil predmetom in dogodkom glede na neko pravilo – neko poljubno pravilo," (Stevens, 1959: 129; moj prevod)

Ellis navaja sledeči protiargument:

> "Ni dvoma, da meritve vedno vpletajo pripisovanje števil stvarem glede na neko pravilo, toda če ne privzamemo nobenih omejitev glede narave tega pravila, se zdi, da dopuščamo preveč. Trenutno so na moji mizi otroška igrača – traktor, prazna skodelica kave, steklenička črnila in prazen zavojček cigaret. Predpostavimo, da naj bi mi naročili, da vsakemu izmed teh različnih predmetov po vrsti dodelim število – prvo, ki mi pade na pamet; in predpostavimo, da so števila, ki jih dejansko pripišem 2, 2, 2, 3. V kakšnem smislu lahko trdimo, da sem izmeril dane objekte ..., ni dvoma, da sem sledil nekemu pravilu, kajti sledil sem navodilom in zapisal prva števila, ki so mi padla na pamet. Ne mislim pa, da bi si kdorkoli želel trditi, da sem karkoli izmeril." (Ellis, 1966: 39; moj prevod)

Če je torej osnovna merljivost preširoka in ne more biti zadostni pogoj za znanstvene meritve, se moramo vprašati, kateri izmed tipov meritev bi znanstvenim meritvam bolj ustrezal. Odgovor, ki se očitno ponuja (na ravni neposrednih meritev), so temeljne meritve. S temi meritvami lahko uspešno izločimo naključna urejevanja, kot je bilo urejevanje nereda na mizi, saj temeljne meritve predpostavljajo operacijo sestavljanja uprimerjenih količin, ki je v teh primerih ne moremo vzpostaviti. V nasprotju s tem pa uspešnost izključevanja količin tipa "višlet" ni tako enostavno dosegljiva. Trditev, da tudi tu ni mogoče vzpostaviti operacije sestavljanja uprimerjenih količin, je sicer tudi tu na mestu (zmnožka višine in let dveh oseb – recimo babice in vnuka – pač ni mogoče sestaviti), a seveda zgolj dokler na "višleta" gledamo neposredno, ali z drugimi besedami, ko jih gledamo kot opazljivko. Takoj, ko nanje gledamo kot na teorijsko količino – teorijsko sestavljenko, to je zmnožek časa in sile teže, pa višleta že postanejo temeljno merljiva, saj tako čas kot višino lahko uprimerjeno sestavljamo. Kljub temu se lahko iz zagate izvlečemo: krivdo za dvomljivo znanstvenost količine "višleta" lahko namreč na tej teoretski ravni že prevalimo na teorijo, ki to količino definira. Naš konkreten primer "višleta" bi tako prav gotovo ne mogli opravičevati znotraj znanosti kot je fizika, ampak, na primer, kvečjemu znotraj kakšne medicinske statistike.

Za znanstveno primernost temeljnih meritev in znanstveno neprimernost (ali vsaj manjprimernost) osnovnih pa govori tudi to, da šele temeljna merljivost omogoča merjenje z merilom v pravem pomenu besede. Pri tem mislimo na merilo, ki ima točno definirano enoto in je lahko poljubno fino in odprto, to je merilo, pri

katerem se sestavljanje enot lahko nadaljuje in pri katerem lahko za osnovno enoto načeloma vzamemo poljubno majhno enoto.[11] Do tega merila lahko pridemo namreč edinole tako, da sestavljamo večkratnike enot. To pa omogočajo šele temeljne meritve. Urejenost pri osnovnih meritvah, tisti osnovni red, v katerega umeščamo merjeno veličino, je lahko zgolj slučajno pravo merilo v smislu točno definirane enote – ta red zgolj slučajno lahko določa množica veličin neke količine, od katerih se dve sosednji med seboj razlikujeta za eno enoto. S postopki osnovne merljivosti takšnega razlikovanja namreč ne moremo zagotoviti, saj je edini postopek, ki nam je pri osnovni merljivosti na razpolago, postopek primerjanja glede na relacijo večji/manjši. Osnovnega reda pri osnovnih meritvah tudi ne moremo dopolniti' tako, da bi mu povečali obseg (recimo, da bi lahko merili namesto do deset metrov tudi do petnajst metrov), niti ga ne moremo dopolniti tako, da bi dobili finejši red in s tem finejše merilo (recimo, da bi namesto milimetrske dobili mikronsko skalo).[12] Možnost povečevanja obsega merila in možnost finejšega merjenja pa, kot smo omenili, morata biti pri znanstvenih meritvah vsekakor prisotni.

Zaključimo torej lahko, da so vsaj glede povečevanja obsega merila in povečevanja natančnosti, če že ne glede slučajne narave enakomernosti merila, osnovne meritve prešibke za pravo znanstveno merjenje in da slednjega omogočajo šele temeljne meritve, ki edine dobro definirajo merila.

Na koncu tega razdelka naj omenimo še dva navidezna ugovora našemu zaključku. Iz prejšnjega razdelka se spomnimo dveh primerov količin, pri katerih se pri osnovni merljivosti nekoliko zaplete: hitrosti in trdote.

Povedali smo že, da hitrost kot opazljivka ni merljiva temeljno, ampak zgolj osnovno. Iz tega in iz našega zaključka, da so za znanost bistvene temeljne meritve, bi lahko sledilo, da bi morali hitrost razvrednotiti kot manj znanstveno količino. To je seveda v nasprotju z vsako zdravo, predvsem pa z znanstveno pametjo. Kaj narediti? Spomnimo se, da v znanosti ponavadi hitrosti ne merimo s primerjanjem in uvrščanjem, ampak v glavnem preko meritev razdalj in pretečenega časa. Slednji količini pa sta seveda merljivi temeljno. Za razdaljo

[11] Seveda s tem zopet nikakor ne zahtevamo, da morajo biti količine merljive s poljubno natančnostjo, niti ne, da morajo biti merila razširljiva do poljubnih razširitev. Gre samo za to, da je pričakovati, da če lahko, recimo, merimo do dolžine desetih metrov, bi lahko vsaj načeloma merili tudi dolžine do dvajsetih metrov in da če lahko merimo, recimo, do dveh milimetrov natančno, bi vsaj načeloma lahko izpopolnili merila tako, da bi merili do milimetra natančno itd.

[12] Vse tukaj navedene trditve lahko zlahka potrdimo tako, da za ilustracijo navedemo razlikovanje med temeljno in osnovno merljivostjo dolžine. Recimo, da imamo dolžino *d*. Če bi jo merili osnovno, bi jo morali tipično uvrstiti v red dolžin, ki ga bi že imeli. Načeloma bi to storili tako, da bi jo primerjali z vsemi dolžinami znotraj danega reda in ji določili mesto: če bi bila enako dolga kot katerakoli dolžina iz danega reda, bi jo uvrstili na isto mesto kot dano dolžino, če pa bi bila daljša od neke dane dolžine ter krajša od neke druge dane dolžine, bi jo uvrstili med ti dve. Če pa bi jo merili temeljno, bi jo merili tako, da bi jo položili ob merilo, na katerem bi bile oznake sestavljenih uprimerjenih dolžin (večkratnikov enote: recimo 1mm, 1mm + 1mm = 2mm, 1mm + 1mm + 1mm = 3mm itd.). Primerjali bi, kateri oznaki je (približno) enaka in ji pripisali dolžino glede na vrednost te oznake (povedali bi, kolikokrat moramo sestaviti enoto dolžine, da dobimo merjeno dolžino). Iz teh dveh zgledov je očitno, da osnovnega merila (dolžine) samo z merskimi postopki osnovnih meritev, to je s postopki primerjanja, ni mogoče dobiti: samo primerjanje dolžin brez sestavljanja enote (ki je tipično za temeljne meritve) nam tega ne omogoči, saj dejstvo, da je nekaj daljše oziroma krajše od nečesa drugega, ne pove, za koliko daljšo oziroma krajšo stvar gre. Zaradi slednjega dejstva prav tako propade tudi možnost daljšanja merila in tudi možnost finejšega merila, kadar se opiramo samo na osnovno merljivost in ne tudi na temeljno.

oziroma dolžino to že vemo. Za čas pa tega ni težko videti: čas tipično merimo s sestavljanjem neke osnovne enote, ki je vezana na neko znano periodično dogajanje.[13] Hitrost torej lahko merimo na način temeljnih meritev, če jo merimo posredno, to je preko meritve razdalj in časa. In natanko na ta način hitrost v znanosti tudi najpogosteje merimo.[14] Hitrost tako kljub naši trditvi o bistvenosti temeljnih meritev za znanost ne more biti zapostavljena znanstvena količina, seveda ob predpostavki, da ni več opazljivka.

Oglejmo si še tretji tip količine: trdoto. Kot smo omenili, trdota po definiciji ni količina, ki bi bila merljiva temeljno. Ali mogoče to dejstvo spodkoplje našo odločitev glede bistvene vloge temeljnih meritev v znanosti? Tudi temu gotovo ni tako. Dejstvo, da obstajajo količine, ki po definiciji niso merljive temeljno, kot je, recimo, trdota, ne more biti razlog proti bistvenosti temeljnih meritev. Tudi če take količine obstajajo, lahko rečemo, da jih je malo in da v znanosti prej kot ne predstavljajo anomalijo. Večina njih (kot recimo trdota) imajo svoje korenine v takšnem ali drugačnem predznanstvenem početju (že izraz "preizkus z drgnjenjem" o tem dosti pove). Poleg tega velja, da če na njih gledamo v luči moderne znanosti, prej kot slej tudi one niso več po definiciji zgolj temeljno merljive. Trdota, recimo, je lastnost (površinske) strukture materiala. Slednja pa je odvisna od tipov in energije vezi med atomskimi delci blizu površine. Če trdoto zvedemo na te količine, tudi trdota postane merljiva na temeljni način, le da takrat tudi njo merimo preko neopazljivih količin (na primer energije vezi med delci).

Na koncu tega razdelka lahko torej zaključimo, da osnovna merljivost za znanost načeloma ne zadostuje. Znanost po svoji naravi potrebuje temeljno merljivost. Osnovna merljivost tako ni samo preširok pojem za znanstveno merljivost, kot smo že pokazali na začetku, ampak tudi preveč enostavna zanjo. Šele temeljna merljivost je prava znanstvena merljivost.

VI. Klasična delitev opazljivo/neopazljivo in Ellisova teorija meritev

Po temeljiti analizi Ellisove teorije meritev lahko strnemo naše ugotovitve in pogledamo, kaj lahko iz njih sklenemo. Najprej se spomnimo tretjega razdelka ("Opazljivke in neopazljivke ter neposredna in posredna merljivost"). V tem razdelku smo pokazali, da so edinole opazljivke lahko merljive neposredno, neopazljivke pa moramo tipično meriti posredno – prek izpeljanih meritev brez omejitev, prek povezujočih pa s pridržkom, da mora biti povezava med posredno in neposredno merjeno količino utemeljena prek neke znanstvene teorije. To je prva predpostavka našega argumenta.

V četrtem razdelku ("Opazljivke in neposredna merljivost") smo dokazali drugo

[13] Če gre, recimo, za nihanje nekega določenega nihala, potem čas merimo tako, da štejemo nihaje.

[14] Naj omenimo, da hitrost v praksi (recimo radar) precej pogosto posredno merimo tudi na način izpeljanih meritev preko Dopplerjevega efekta. To dejstvo seveda samo še krepi naše prepričanje, da zdravorazumsko pozitivistično gledanje na hitrost kot na tipično opazljivko – vsaj v merski praksi – najpogosteje ni utemeljeno.

predpostavko našega argumenta. Pri tem je šlo za dopolnitev analize tretjega razdelka. Če smo v tretjem razdelku pokazali, kakšne omejitve veljajo za posredno merljivost pri merjenju klasičnih pozitivističnih neopazljivk, smo v četrtem razdelku pokazali, da mora tudi na strani neposrednih meritev veljati nekaj omejitev, ki so bistvene za to, kar hočemo dokazati v našem argumentu (to je za to, da pokažemo, da je veliko klasičnih pozitivističnih opazljivk v pravem znanstvenem smislu merljivih šele posredno – to je na način klasičnih neopazljivk). Gre za to, da so vse opazljivke neposredno (to je kot opazljivke) merljive le preko ene podvrste neposrednih meritev: prek osnovnih meritev, prek temeljnih meritev pa ne.

V petem razdelku smo dokazali zadnjo, tretjo predpostavko našega argumenta. Pokazali smo, da osnovna merljivost ne ustreza pravi znanstveni merljivosti. Takšna merljivost namreč omogoča samo neko urejanje stvari, ne pa pravega merila z enoto. Slednje je možno šele preko temeljne merljivosti.

Kaj lahko sklenemo iz omenjenih predpostavk? Najprej združimo drugo in tretjo. Druga predpostavka trdi, da je mnogo klasičnih pozitivističnih opazljivk neposredno merljivih zgolj osnovno, ne pa temeljno. Tretja pa pravi, da osnovna merljivost ne ustreza znanstveni merljivosti – tej ustreza šele temeljna merljivost. Iz tega sledi, da mnogo klasičnih pozitivističnih opazljivk v luči znanstvene merljivosti ni merljivih neposredno – v luči te merljivosti so na splošno merljive zgolj posredno. Če pa ta sklep soočimo s prvo predpostavko, ki trdi, da je posredna merljivost tipična za neopazljivke, lahko zaključimo, da je mnogo opazljivk v smislu znanstvene merljivosti merljivih na način, ki je tipičen za neopazljivke. Tako se v smislu znanstvene merljivosti mnogo klasičnih pozitivističnih opazljivk izenači s klasičnimi pozitivističnimi neopazljivkami. Kot smo torej napovedali v uvodu, smo tako dokazali, da Ellisova delitev na posredne in neposredne meritve v svoji natančnejši formulaciji (to je ob upoštevanju dejstva, da se neposredne meritve delijo na temeljne in osnovne), ne podpira klasične pozitivistične delitve na opazljivo in neopazljivo.

VII. Zaključek

V pričujočem članku smo pokazali, da sledeč splošnemu verifikacionističnemu epistemološkemu programu (zahtevi po preverljivosti sodb) analiza meritev in analiza zdravorazumskega opazovanja, kakor jo poznamo v klasičnem pozitivizmu, ne vodita do istih dognanj. To dejstvo je še posebej pomembno zaradi tega, ker gre za razhajanje okrog verifikacionistično botrovane klasične pozitivistične delitve opazljivo/neopazljivo. Analiza meritev namreč te delitve ne podpira. Če povzamemo, lahko torej trdimo, da verifikacionistično načelo o preverljivosti sodb vodi v kočljivo dihotomijo: če ga uporabimo kot relativno zdravorazumsko, nam da klasično pozitivistično delitev na opazljivke in neopazljivke, če ga uporabimo v smislu analize meritev, pa te delitve ne podpira. Zdi se torej, da so zgodnji pozitivisti resnično prehitro sprejeli znanstvene meritve kot nekaj samoumevnega. Glavna napaka pri tem pa ni samo to, kar jim

očita Ellis: da so zanemarili prisotnost konvencionalnosti pri kvantitativnih pojmih na splošno, ampak je veliko hujša. Glavna napaka pozitivistov je, da so – namesto v meritvah – mero objektivnosti in preverljivosti iskali v skorajda zdravorazumskem razlikovanju med opazljivim in neopazljivim – med tem, kar lahko vidimo in česar ne moremo videti, med tem, kar lahko otipljemo in česar ne moremo otipati, med tem, kar lahko občutimo in česar ne moremo občutiti itd.

Na splošno te zagate pozitivizma odpirajo širok sklop vprašanj o odnosu med opazovanjem in merjenjem pri pozitivistih. Sama paradoksalna situacija, to je, da verifikacionistično stališče enkrat (to je, če ga uporabimo zdravorazumsko) vodi do delitve na opazljivo in neopazljivo, drugič (to je, če se opira na (Ellisovo) teorijo meritev) pa ne, pa je tudi zanimiva. Za konec si oglejmo, kakšne rešitve ta paradoksalna situacija dopušča.

Rešitvi sta načeloma dve. Ostrejša med njima je gotovo ta, da na splošno zavržemo pozitivistično delitev na opazljivo in neopazljivo. Pri tem se lahko opremo na domnevo, da naj bi bila (vsaj za dano razpravo, to je, ko gre za preverljivost sodb v znanosti) dognanja o znanosti (to je meritvah) relevantnejša od dognanj o zdravorazumskem. S tem bi ukinili iztočnico za klasično problematiko znanstvenega realizma ter večino klasičnih epistemoloških in ontoloških problemov filozofije znanosti.

Druga rešitev bi lahko bila milejša. Pozitivistično zamisel o delitvi na opazljivo in neopazljivo bi v tem primeru lahko ohranili, vendar bi jo morali zastaviti na nov način. Možnosti, da bi to storili, sta zopet dve.

Prva možnost bi bila ta, da enostavno upoštevamo dognanja, do katerih smo prišli pri analizi Ellisove obravnave meritev. Spomnimo se, da nekatere klasične opazljivke, kot so dolžina, masa, čas itd., ne podležejo naši kritiki, saj so neposredno merljive na način temeljnih meritev. Teh opazljivk je seveda mnogo manj, kot je opazljivk po stari klasični pozitivistični zdravorazumski delitvi, vendar to lahko pomeni zgolj to, da je bilo pozitivistično ločevanje opazljivk in neopazljivk premalo strogo, ker je bilo pač vezano na zdravorazumsko logiko čutne dostopnosti. Ob upoštevanju te možnosti bi torej lahko obdržali pozitivistično zamisel o delitvi opazljivo/neopazljivo, vendar pa bi skrčili število "pravih" opazljivk v znanosti: kriterij za opazljivost bi postala možnost neposredne merljivosti prek temeljnih meritev. To seveda ne bi prinašalo posebej razburljivih novosti v filozofijo znanosti na splošno – le slika o tem, kaj je opazljivo in neopazljivo v znanosti, bi postala manj intuitivna. Toda verjeti je, da bi z izgubo intuitivno čutnostne naravnanosti ta slika hkrati postala tudi dosti manj privlačna, kot je bila klasična pozitivistična.

Druga možnost bi bila, da znanstveno opazljivost in neopazljivost čisto na novo definiramo. Spomnimo se, da v zgodovini filozofije znanosti tako ali tako že poznamo alternativne delitve na opazljivo in neopazljivo (teorijsko). V mislih imamo, recimo, delitev v smislu tako imenovane T-teorijskosti, "tehnične" teorijskosti itd. Seveda bi, kar se tiče naše raziskave, za nas prišla v poštev

definicija, ki bi temeljila na analizi meritev. Pri tem seveda tokrat mislimo na analizo meritev na splošno in ne zgolj na Ellisovo analizo meritev. V ta namen se nam recimo ponuja delo Henryja E. Kyburga *Teorija in meritve* (Kyburg, 1984), ki postavlja trden logičen okvir za prehajanje od relativno zdravorazumskih (primerjalnih) kvantitativnih sodb do bolj teorijsko obremenjenih kvantitativnih sodb, kakor jih uporablja znanost. Takšna, na moderni teoriji meritev temelječa delitev na opazljivo in neopazljivo, bi vsekakor lahko prinesla nekaj svežine v filozofijo znanosti. V mislih imamo predvsem dejstvo, da bi takšna delitev zaradi svoje domnevne neobremenjenosti s pozitivistično verifikacionističnim programom lahko na novo osvetlila marsikatero epistemološko in ontološko vprašanje v filozofiji znanosti ter pripravila plodna tla za reševanje problema znanstvenega realizma. (*glej*, recimo, Vospernik, 2005)

MEASUREMENT AND OBSERVABLE/UNOBSERVABLE DISTINCTION IN SCIENCE

The positivist theory/observation distinction in science is at least indirectly one of the by-products of the general positivistic verificationist epistemic programme. In particular, within science the positivists understood the general demand for verification as a reduction to what is according to common-sense taken to be directly perceivable through our senses. Common-sense directly perceivable entities (such as the so-called “middle-sized” objects) were supposed to be something that one could easily know of and existing independently of us. Judgment about entities such as electrons, electric fields etc. should on the contrary get its meaning only after a successful reduction (to observables). If all this were true, then we could ask what would happen if we applied the general positivist-verificationist programme to the analysis of measurement? Would this also lead to the commonsensebased positivist distinction between the observable and the unobservable (i.e. theoretical)? In what follows we shall argue that this is not the case. We shall do this by analysing the most developed measurement theory that could be taken to share positivistic roots at least in as far as the general verificationist programme is concerned: the measurement theory of Brian

Ellis (1966).

Keywords: the theory/observation distinction, measurement, positivism, reduction to observables.

Literatura

Campbell, N. R. (1928). *An Account of the Principles of Measurement and Calculations.* London: Longmans, Green.

Carnap, R. (1928). *Der logische Aufbau der Welt.* Berlin: Weltkreis-Verlag.

Ellis, B. (1966). *Basic Concepts of Measurement.* Cambridge: Cambridge University Press.

Schlick, M. (1918). *Allgemeine Erkenntnislehre.* Berlin: J. Springer.

Stevens, S. S. (1959). "Measurement, psychophysics, and utility". V Churchman, C. W. in Ratoosh, Ph. (ur.), *Measurement: Definition and Theories*, New York: Wiley.

Kyburg, H. E. (1984). *Theory and Measurement.* Cambridge: Cambridge University Press.

Vospernik, M. (2005). "Theoreticity in Kyburg's Measurement theory". *Croation journal of philosophy*, zv. 5, št. 13, str. 89-108.