

O splošnosti in nujnosti naravnih zakonov

Andrej Ule

I. Naravni zakoni med humovsko skepso in necesionističnim apriorizmom

V diskusiji o značaju znanstvenih zakonov v teoriji znanosti je na prvem mestu nedvomno vprašanje o specifični splošnosti in nujnosti t.i. naravnih zakonov. To so zakoni, ki smo jih pripravljene pripisati »naravi sami«, ker jih imamo za tako centralne in verificirane, da brez njih ne more shajati nobena znanost o naravi. Podoben status imajo tudi vse bolj specialne izpeljave iz naravnih zakonov.

Te razprave ponavadi potekajo med dvema poloma, med humovsko tezo o tem, da so vsi zakoni le univerzalni pogojni stavki o doslej utrjenih regularnih povezavah med pojavi, ki jim zaradi našega sistema znanja in ekonomije mišljenja pripišemo »nujni« ali »kontrafaktični« značaj, in tezo o posebni »naravni« (fizični) nujnosti naravnih zakonov. Med obema poloma je še cela vrsta vmesnih rešitev. Najtrši oreh je prav gotovo kontrafaktičnost naravnih zakonov. Gre za eno od ključnih razlik med zakonskimi in akcidentalnimi splošnostmi.

Tako npr. stavek »Vsi vijaki v S-ovem avtomobilu so zarjaveli« prav gotovo ni zakonski stavek, še manj stavek o naravnem zakonu, pa čeprav ima značaj univerzalnega pogojnega stavka in trdi nekaj o utrjeni regularnosti določenih pojavov oz. dejstev. Zakon pa ni zato, ker je to le »naključno splošno dejstvo«, saj bi npr. za kakšen dodaten vijak v S-ovem avtomobilu prav lahko veljalo, da ne bi bil zarjavel (npr. vijak, ki je bil šele nedavno privit) (gl. o tem primeru diskusijo v Nagelovi knjigi *Struktura znanosti* (1974)).

Podobno razliko nam pokažeta tudi stavka:

»Vse zlate krogle imajo premer manj kot 100 m« ter

»Vse krogle iz urana 235 imajo premer manj kot 100 m«

(primer analizira že Reichenbach, nedavno tudi v. Fraassen, 1989).

Prvi stavek je prav lahko resničen, in sicer na podlagi dejstva, da so vse zlate krogle v vesolju umetno izdelane, morda celo le na Zemlji in da po vsej verjetnosti ne bomo potrebovali zlate krogle s premerom 100 m. Pri drugem stavku pa »čutimo«, da je nekako »nujno« resničen, in sicer zato, ker vemo, da take uranske krogle sploh ne more biti, saj bi že davno prej prišlo do verižne reakcije, ki bi jo razgnala v jedrski eksploziji (zaradi tega, ker bi dosegli t.i. kritično maso za U 235).

Pri prvem stavku ugotavljamo le faktično splošnost, vemo, da bi prav lahko obstajale tudi zlate krogle s premerom nad 100 m. Pri drugem stavku pa vemo, da takih krogel ne more biti, torej tudi za vse »možne množice urana 235 velja, da jih ne moremo zbrati v krogle s tolikšnim premerom.

Vsak naravni zakon hrani v sebi kontrafaktično veljavnost. Skrajni primer so t.i. »irealni kondicionali«, kot je npr. zakon »Vsa telesa, na katera ne deluje nobena sila, se gibljejo brez prestanka premočrtno in z enako hitrostjo«. Toda zakon o gravitaciji zapoveduje, da na vsa telesa v naravi deluje vsaj ena sila in to je gravitacijska sila. Po fizikalnih zakonih torej sploh ne more biti primera, da na kakšno telo ne bi delovala nobena sila. V tem primeru bi bil antecedens tega zakona vedno neresničen, torej bi bil stavek trivialno resničen, kar ni ravno znamenje zakona.

A zakaj tedaj nimamo za resničnega stavek: »Vsa telesa, na katera ne deluje nobena sila, se gibljejo krožno z enakomerno hitrostjo« (to je bila npr. Galijejeva formulacija zakona vztrajnosti)? Saj je tudi tu antecedens vedno neresničen stavek. Očitno je razlika prav v kontrafaktičnem vedenju pri obeh trditvah. Prvi stavek o vztrajnosti bi v načelu veljal tudi v primeru, če na kakšno telo ne bi delovala nobena sila (telo zunaj našega kozmosa), drugi stavek pa velja kvečjemu faktično (prav zato, ker dejansko ni teles, na katera ne bi delovala neka sila), ne pa kontrafaktično.

Številni teoretiki znanosti menijo, da lahko kontrafaktičnost naravnih zakonov pravilno dojamemo le z vpeljavo naravne (fizične) nujnosti in poskušajo na različne načine utemeljiti ta modalni značaj zakonov (npr. Lewisova teorija možnih svetov in Armstrongova teorija naravnih univerzalij) (Lewis, 1973, Armstrong, 1983). Vendar pa se do sedaj še ni posrečilo izoblikovati zadovoljive semantične in zlasti ontološke teorije o »naravni nujnosti« (gl. npr. V. Fraassenovo kritiko obeh teorij v njegovi zadnji knjigi *Zakoni in simetrija*, 1989).

Zagovorniki humorske koncepcije se v razlagi kontrafaktičnosti zakonov običajno opirajo na Goodmanovo (in Chisholmovo) idejo, da so kontrafaktični stavki le neanalizirane parafraze metajezikovnih izjav o izpeljivosti določenih univerzalnih kondicionalov iz sistema drugih univerzalnih kondicionalov (gl. npr. Nagel, 1974).

Šibka točka razlage kontrafaktičnosti z nujnostjo so različni primeri, ki kažejo, da kontrafaktičnost ne izhaja iz nujnosti. Poglejmo si naslednji primer, ki ga navaja že Goodman (Goodman, 1965).

Če sprejemamo sklepanje iz nujnosti na kontrafaktičnost:

»Karkoli je A, je nujno B', tedaj 'Če bi bila (dana) stvar A, potem bi bila B'« se zdi veljaven tudi naslednji tip sklepanj:

»'Karkoli je A, je nujno B', torej 'Če bi bila (dana) stvar A in C, potem bi bila B'« Vendar vzemimo naslednji primer:

»'Če podrgnemo z vžigalico po ostrni podlagi, potem se nujno vžge', torej 'Če bi bila (dana) vžigalica mokra in bi z njo podrgnil po ostrni podlagi, potem bi se vnela'«.

Seveda konsekvens ni resničen. Vendar od tod ne smemo sklepati, da je bila premisa napačna, temveč lahko rečemo le to, da vžigalica ni bila mokra.

Goodman ni dal rešitve za ta primer in podobne primere, pač pa je menil, da se moramo zopet sklicati na odvisnost od drugih zakonov. Toda to bi pomenilo, da ne moremo na sploh določiti, kaj so zakonski stavki, vsaj dokler jih razumemo kot kontrafaktično resnične stavke. Lewis in drugi teoretiki so dokazali tudi kontek-

stualno odvisnost kontrafaktičnih stavkov, to pomeni, da poleg nujnosti potrebuje-
mo še dodatne kontekste izpeljave in razumevanja stavkov. To pa nasprotuje ideji
o naravnih zakonih, saj naj bi ti bili kontekstualno neodvisne splošnosti.

Toda tudi razlage kontrafaktičnih stavkov kot prikritih izpeljav ustreznih nekon-
trafaktičnih kondicionalov iz nekega širšega sistema stavkov ne zadoščajo, saj se s
tem vsi zakonski stavki spremenijo v metastavke, ne pa v stavke o objektih, o kate-
rih govorijo (kar nasprotuje intuiciji zakonov), poleg tega pa je tudi ta razlaga
cirkularna, saj mora biti v sistemu stavkov, iz katerega izpeljemo nekontrafaktični
kondicional zopet vsaj en stavek zakonski stavek, ki omogoča kontrafaktičnost.

Tako npr. Nagel trditev o gibanju nihala: »Če bi se dolžina nihala skrajšala na četr-
tino dolžine, potem bi se nihajni čas zmanjšal za polovico« povzame takole:
»Stavek 'Nihajni čas nihala a' znaša polovico dejanskega nihajnega časa nihala a'
logično izhaja iz predpostavk 'Dolžina nihala a' je ena četrtnina dolžine nihala a' in
'Nihajni čas nihala je premosorazmeren kvadratnemu korenu njegove dolžine' (in
še nekaj dodatnih pogojev, ki opisujejo idealno nihalo)« (Nagel, 1974, str. 63).

Kot vidimo, moramo pri tej parafrazi predpostaviti še drug stavek zakonske vrste,
v našem primeru zakon o razmerju med dolžino in nihajnim časom idealnega niha-
la. Toda ta stavek je zakon, če podpira kontrafaktičnost. Tako se vrtimo v krogu.
Bodisi poskušamo zakon razložiti z (drugim) zakonom, bodisi kontrafaktičnost z
(drugo) kontrafaktičnostjo.

Pogosta je tudi naslednja humovska opredelitev razlike med zakonskimi in
akcidenčnimi splošnostmi:

*»Kontigentni splošni stavek o stalnih regularnostih je stavek naravnega zakona, čče
(če in samo, če) se nahaja kot aksiom ali kot teorem v vsakem resničnem deduktiv-
nem sistemu, ki ponuja najboljšo kombinacijo enostavnosti in strogosti« (Lewis,
1973, str. 73).*

Tako formulacijo da npr. že Ramsey (Ramsey, 1928). Po Armstrongu je to celo
najboljša od vseh humovskih formulacij razlike med zakonskimi in akcidenčnimi
splošnostmi (Armstrong, 1983, str. 67). Vendar tudi ta formulacija vodi v težave.
Armstrong navaja pet ugovorov proti tej formulaciji (»sistemacijska«
formulacija).

Prva težava, ki jo navaja Armstrong, je zavezanost sistemacijskega kriterija sub-
jektivizmu. Kriteriji za enostavnost in strogost teorije in za uravnovešanje med
enostavnostjo in strogostjo so namreč subjektivni oz. odvisni od kontekstov, ra-
zumevanja racionalnosti, kulture posameznika ali skupine, stanja znanosti ipd.

Drugi ugovor izhaja iz znanega Goodmanovega paradoksa o indukciji. Tu gre za
enako induktivno ali verjetnostno podporo dvema med seboj neskladnima predik-
cijama (predikatoma) o istih objektih. Taki sta npr. predikciji: »Vsi smaragdi so (in
bodo) zeleni« ter »Vsi smaragdi so zelerdeči«, kjer predikat »zelerdeč« pomeni
naslednje: »biti zelen do 1. 2000 in rdeč potem«.

V resnici je vsaka induktivna podpora, ki velja za prvo hipotezo v isti meri tudi
induktivna podpora za drugo hipotezo in narobe. Vsi poskusi najti še dodaten ob-

jektivni kriterij, ki bi izločil drugo hipotezo kot nerelevantno, so se izjalovili. Zdi se, da se moramo nujno sklicevati na določene pragmatične kriterije, ali pa se zopet sklicevati na (druge) naravne zakone, ki bi narekovali izbiro prve in ne druge hipoteze (Stegmüller, 1983).

Podobnih »nenaravnih« predikatov si seveda lahko izmislimo kolikor hočemo in vedno je vprašanje, kako jim dokazati »nenaravnost«. Vsekakor niti kriterij enostavnosti, niti strogosti teorije ali zakona, niti junega uravnovešenja ne more pomagati pri tej eliminaciji.

Tretji ugovor ramseyevski teoriji je, da je vsaka teorijska sistematizacija le faktično najboljša do sedaj (tj. z najboljšo uravnovešenostjo med enostavnostjo in strogostjo), toda mi bi potrebovali najboljšo na sploh. Sicer se lahko zgodi, da bi kakšnemu novemu objektu pripisali nedejansko lastnost ali pa mu odrekli kakšno lastnost, ki jo sicer ima.

Četrti ugovor je, da kriterij »najboljše sistematske razlage« omogoča medsebojno nezdržljive, toda enako koherentne sistematizacije, pri čemer ni mogoče določiti, katera sistematizacija je »najbolj enostavna in stroga«.

Peti Armstrongov ugovor je, da je prav mogoče, da je kakšen univerzalni kondicionalni zakon lahko sicer povečuje kompleksnost našega dosedanjega znanja o naravi, vendar ne povečuje ostrine sistema (npr. zakon, ki trdi, da pri zelo redki in zapleteni kombinaciji določenih pogojev nastopi fizikalna lastnost Q). Prav tako je mogoče, da ima vsaka regija fizične narave kakšne svoje »kvalitativno« različne zakone. V tem primeru bi iskanje enega samega najboljšega sistema znanja (zakonov) vodilo celo v zablodo, saj bi bilo bolj ustrezno iskati več različnih sistemov, kjer bi imel vsak izmed njih svoj kriterij enostavnosti in strogosti. Te možnosti ne moremo v naprej izključiti.

In končno, doseženi »najenostavnejši in najstrožji sistem« bi bil še vedno lahko prešibak za realno izločenje vseh de facto univerzalnosti in bi torej podarjal status zakonov stavkom, ki tega ne zaslužijo (saj doseženi sistem ni nujno tudi najboljši sploh, niti ne najboljši od realno dosegljivih v nekem času). Tedaj bi bil status zakona neka akcidentalnega, konvencionalnega, kar pa nasprotuje tako naši intuiciji o zakonih kot tudi humovskim nameram »sistematikov«.

Zaradi teh razlogov Armstrong zavrača Humovo in Ramseyevo idejo o tem, da »maksimalen« sistem zakonov (znanja) odloča o tem, kateri univerzalni pogojnik predstavlja zakon in kateri akcidentalno splošnost.

Te in druge logične, epistemološke in ontološke težave so privedle nekatere kritike do tega, da sploh opuščajo pojem zakona (ne le naravnega zakona) in ga nadomeščajo z drugimi strukturami, praviloma instrumentalno-konstruktivskimi (npr. z množico modelov neke teorije z ustrezno strukturo, ki ustrežajo nekemu »zakonu« oz. teoriji) (Sneed, 1971, Cartwright, 1983, v. Fraassen, 1989).

Sam nameravam iti v drugo smer, čeprav sprejemam kritike »necesionistov« in »regularistov«. Menim namreč, da ostaja odprta še »tretja«, vmesna možnost razumevanja zakonov, namreč kot trditev s *posebno vrsto splošnosti*.

II. Neomejenost nomičnih kondicionalov

Idejo zanj je dal že W. E. Johnson v svoji *Logiki* (1924), namreč, da zakonske splošnosti veljajo dejansko univerzalno, tj. v vsem svetu, medtem ko akcidenčne splošnosti veljajo le v nekem ožjem časovno-prostorskem območju sveta. Tedaj bi morali zakon »Vsi A so B« pisati pravzaprav: $(x)(Ax \rightarrow Bx$ in področje x je ves svet).

Ta formulacija omogoča, da ostanemo pri univerzalno kvantificiranih stavkih brez modalnih operatorjev, obenem pa vendarle razlikuje med zakonskimi in akcidenčnimi splošnostmi. Tako bi se izognili pastem humovske in necesionistične teorije o zakonih.

Seveda se ponujajo ugovori proti tej tezi. Poglejmo si spet naš primer o zlatih oz. uranskih kroglih. Oba stavka bi namreč lahko zapisali tudi »z omejenim področjem« veljave antecedensa, npr.:

»Vse zlate krogle v Sončnem sistemu imajo premer, manjši kot 100 m«

»Vse krogle urana 235 v Sončnem sistemu imajo premer, manjši kot 100 m«

Oba stavka sta resnična ob predpostavki, da so inteligentna bitja morda le v Sončnem sistemu, in da le inteligentna bitja lahko izdelujejo zlate ali uranske krogle. V tem primeru bi bila oba stavka izraza akcidentalne splošnosti, s tem pa bi padla v vodo razlika med zakonsko in akcidentalno splošnostjo.

V nasprotno smer gre ugovor, da lahko vsak akcidentalni univerzalni pogojnik, ki velja na omejenem področju prepisemo v ekvivalentno trditev »povsem univerzalnih« pogojnikov.

Vzemimo npr. gotovo akcidentalno splošnost:

»Vsi ljudje na Zemlji so manjši od 3 m«

Ta stavek lahko zapišemo tudi tako, da navedemo ustrezno definicijo ljudi in Zemlje »s kozmičnega« vidika:

»Vsa razumna živa bitja, ki živijo na planetih, ki so približno 150 milijonov km oddaljena od svoje zvezde in katerih premer je približno 12750 km in obhodni čas okrog zvezde je približno 365 dni in..., so nižja kot 1 m«.

(na mesta »...« vstavimo še druge ustrezne podatke o Zemlji).

Če bi navedli dovolj značilnih podatkov, ki veljajo le za Zemljo, bi kmalu lahko dosegli tako kombinacijo predikatov, ki jih lahko izpolnjuje le en objekt v vesolju in to je naša Zemlja. Vendar pa to ni eksplicitno navedeno v antecedensu stavka. Ta je formuliran povsem splošno, brez nanašanja na kakšno posebno področje sveta.

Druga možnost za preformuliranje akcidenčnih splošnih stavkov v (navidezno) povsem splošne stavke, je, da morebitne omejujoče pogoje za resničnost antecedensa vključimo v antecedens ali v novo definicijo.

Vzemimo npr. stavek: »Vse zlate krogle imajo premer, manjši kot 100 m«. Tu lahko »omejujoči pogoj«, tj. »biti kroglja« vključimo preprosto v antecedens in tako lahko definiramo »zlati kroglo« kot neko novo naravno vrsto, npr. »Krato«.

Tedaj seveda dobimo povsem splošno formuliran stavek »Vse krato ima premer, manjši kot 100 m«.

Vendar pa so take preformulacije povsem umetne, saj sledijo šele *potem*, ko smo formulirali prvotni stavek o zlatih kroglih. Poleg tega smo zahtevali, da v zakonskih stavkih povsem splošne vrste ne sme biti le predikatov ali konstant, ki omejujejo njegovo veljavo na posebna področja prostorsko-časovnega kontinuuma ali vsebujejo indeksikalne izraze (to, tu, zdaj, jaz, mi...), ne pa, da ne sme biti katerihkoli konjunkcij različnih predikatov v antecedensu zakona.

Preden odgovorimo na te ugovore, najprej precizirajmo našo tezo. Najprej navedimo nekaj definicij pomožnih terminov. Najprej naj povem, da bom v nadaljevanju eksplicitno obravnaval le tiste zakonske stavke, ki imajo obliko povsem univerzalno kvantificiranih pogojnikov, tj. tip »(x,y,...,z) (Fxy..z → Gxy..z)«, oz. z besedami: »Za vse x,y,..z, če velja Fxy..z, potem Gxy..z«. Pri tem izraza »Fxy..z« in »Gxy..z« pomenita poljubna predikata z vsemi ali le z nekaterimi od prostih spremenljivk x,y,.., z. Omejitev na povsem univerzalno kvantificirane pogojnike ni bistvena za razpravo, ker lahko svoje razmišljanje posplošimo tudi na druge oblike stavkov, če le začenjajo z enim ali več univerzalnimi kvantifikatorji. Res pa je, da ima večina naravnih zakonov prav obliko povsem univerzalnih kondicionalov:

Predikat Axy..z je posredno povezan s predikatом Bxy..z glede na predikat Cxy..z in množico stavkov T (okr.: PP(A,B,C,T)) čče velja stavek »(x,y,..,z) (Axy..z → Cxy..z)«, in če velja »(x,y,..,z)(Axy..z & Cxy..z → Bxy..z)«.

Predikat Axy..z je akcidentalno posredno povezan s predikatом Bxy..z glede na predikat Cxy..z in množico stavkov T (okr.: APP(A,B,C,T)), čče je PP(A,B,C,T) in če v T ne najdemo ali ne moremo izpeljati stavek »(x,y,..,z) (Axy..z → Bxy..z)«.

Če pa ob veljavi PP(A,B,C,T) v T lahko najdemo ali izpeljemo stavek »(x,y,..,z) (Axy..z → Bxy..z)«, pravimo, da gre za neakcidentalno posredno povezavo predikata Axy..z s predikatом Bxy..z glede na Cxy..z in množico stavkov T (okr.: NAPP(A,B,C,T)).

Do neakcidentalne posredne povezave predikata A in B glede na C in sistem T lahko pride npr. tedaj, ko je iz T izpeljivo, da so vsi A tudi C, ali da so vsi A in B tudi C. Tedaj namreč lahko logično izpeljemo stavek »Vsi A so B« na podlagi sistema T. Vendar pa je lahko neakcidentalna posredna povezava dveh predikatov (A,B) glede na tretjega (C) in glede na sistem T mogoča tudi tedaj, ko imamo poleg posredne zveze med A in B v T veljaven (ali izpeljiv) stavek »Vsi A so B«.

Primer za akcidentalno posredno zvezo predikatov je: predikat »biti človek« je akcidentalno posredno povezan s predikatом »biti manjši kot 10 m« glede na predikat »biti v Sončnem sistemu« in glede na znane fizikalne, astronomske in biološke zakone.

To je res ob (seveda nepotrjeni) predpostavki, da so živali, živijo in bodo živali ljudje le v Sončnem sistemu (in to ni fizikalni, astronomski ali biološki zakon), in da je

tedaj v vseh časih resnično, da »ljudje v Sončnem sistemu so manjši kot 10 m«. Pri tem pa stavek »Vsi ljudje so manjši kot 10 m« ni vsebovan v navedenem znanju.

Primer neakcidentalne posredne zveze je npr. naslednji: predikat »biti plutonij« je neakcidentalno posredno povezan s predikatom »biti dobro jedrsko gorivo« glede na predikat »je stabilen, lahko razcepen element« in glede na priznane fizikalne zakone in fizikalna dejstva, kajti stavek »Plutonij je dobro jedrsko gorivo« je sicer priznana fizikalna zakonitost, vendar ga lahko izpeljemo ob navezavi na fizikalni zakon, da je plutonij stabilen, lahko razcepen element in na dejstvo, da je vsak stabilen, lahko razcepen element dobro jedrsko gorivo.

Tudi naša primera z zlatimi in uranskimi krogli sta primera akcidentalne in neakcidentalne posredne zveze predikatov. Tako je npr. predikat »biti zlat in kroglast« akcidentalno posredno povezan s predikatom »imeti premer manj kot 100 m« glede na predikat »biti v Sončnem sistemu« in glede na obstoječe fizikalno in matematično znanje, če le domnevamo, da le ljudje v Sončnem sistemu lahko naredijo zlate krogle. Tedaj je namreč resnično, da so »vse zlate krogle v Sončnem sistemu«, in da imajo »vse zlate krogle na Zemlji premer manj kot 100 m«. Pri tem pa noben od teh dveh stavkov ni del ali logična posledica fizikalno-matematičnega znanja, prav tako ni tak tudi sam stavek »Vse zlate krogle imajo premer manj kot 100 m«.

Drugače je pri uranu 235. Tam lahko trdimo, da je predikat »biti uran 235 in kroglast« neakcidentalno posredno povezan s predikatom »imeti premer manj kot 100 m« glede na predikat »biti v Sončnem sistemu« in glede na obstoječe fizikalno-matematično znanje in ob predpostavki, da le ljudje v Sončnem sistemu lahko naredimo uranske krogle.

Tedaj namreč velja »Vse, kar je uran 235 in kroglasto, je v Sončnem sistemu« in (kot posledice posredne povezave) »Vse, kar je uran 235 in kroglasto, ima premer manj kot 100 m«, pri čemer pa je drugi stavek *logično izpeljiv* iz obstoječih fizikalnih in matematičnih zakonov (namreč iz zakona o kritični masi urana 235, iz dejstva o specifični gostoti urana 235 in iz formule o razmerju med premerom in prostornino krogle). Torej tedaj lahko stavek »Vse uransko in kroglasto ima premer manj kot 100 m« izpeljemo iz fizikalno-matematičnega znanja. Ta stavek lahko izpeljemo neodvisno od posredovanja predikata »biti v Sončnem sistemu«, iz istih zakonov o kritični masi, o specifični gostoti in o kroglih.

Za nas so najbolj zanimive prav tiste neakcidentalne zveze predikatov, ki jih lahko dobimo samostojno, brez posredovanja netrivialnih »tretjih« predikatov. Takšnim zvezam recimo *neakcidentalne neposredne zveze*. Primer s plutonijem v Sončnem sistemu je sicer neakcidentalna zveza predikatov, a ni neposredno neakcidentalna zveza. Toda zveza med predikatom »biti plutonij« in »je stabilen, lahko razcepen element« je neakcidentalna neposredna zveza, saj je to preprosto primarno fizikalno dejstvo (zakonitost).

Čisto natančno vzeto, tudi to ni res, saj bi lahko izpeljali stavek »Plutonij je stabilen, lahko razcepen element« iz dejstva, da »je Plutonij stabilen transuranski element« in iz zakona, da »so vsi transuranski elementi lahko razcepni«. V tem

primeru bi lahko dejali, da je predikat »biti plutonij« neakcidentalno posredno povezan s predikatom »je stabilen, lahko razcepen element« glede na predikat »je stabilen transuranski element« in obstoječe fizikalno znanje. Toda potem bi bil predikat »biti plutonij« neakcidentalno neposredno povezan s predikatom »je stabilen transuranski element« in glede na obstoječe fizikalno znanje.

Kaj je značilnost neakcidentalno neposredno povezanih predikatov glede na neki sistem T ?

Gotovo odsotnost posredujočih predikatov, ki bi zahtevali posredno povezavo predikatov glede na posredujoče predikate. Vendar to ne more biti absolutna zahteva, saj lahko najdemo celo vrsto logično nujnih ali trivialnih posredujočih predikatov med poljubnima dvema predikatoma, ki ju povezuje univerzalni kondicional. Tako je npr. pri predikatih »biti Plutonij« in »biti stabilen, transuranski element« tak trivialni posredujoči predikat kar predikat »biti Plutonij« ali pa »biti stabilen, transuranski element«.

Takšne trivialne posredujoče predikate, ki izhajajo logično zgolj iz definicije predikata (termina) tu izključimo iz obravnave. Zato lahko definiramo:

Predikat $Axy..z$ je neakcidentalno neposredno povezan s predikatom $Bxy..z$ glede na sistem T (okr.: $NepNAP(A,B,T)$), če velja stavek » $(x,y,..,z)$ ($Axy..z \rightarrow Bxy..z$)« na podlagi T , in če ni mogoče najti v stavkih na osnovi T nobenega netrivialnega predikata $Cxy..z$, ki bi uvajal posredno povezanost predikata $Axy..z$ in $Bxy..z$ glede na predikat $Cxy..z$ in T .

Poleg neakcidentalnih neposrednih povezav predikatov so mogoče tudi akcidentalne neposredne povezave predikatov in sicer:

Predikat $Axy..z$ je akcidentalno neposredno povezan s predikatom $Bxy..z$ glede na sistem T (okr.: $NepAP(A,B,T)$), če velja stavek » $(x,y,..,z)$ ($Axy..z \rightarrow Bxy..z$)«, ta stavek pa ni stavek v T ali izpeljiv iz T , pa tudi ni netrivialnih posredujočih predikatov v stavkih, dobljenih na podlagi sistema T .

To razmerje je manj zanimivo od neakcidentalne neposredne povezave predikatov, saj se z njim ne približamo zakonskim stavkom, temveč ostajamo v krogu »akcidentalnih splošnih stavkov«.

Podrobnejše modalitete posredne in neposredne povezanosti predikatov glede na neki sistem stavkov (akcidentalne in neakcidentalne povezave) so potrebne ravno zaradi poznejše osvetlitve strukture naravnih zakonov. Nanašanje glede na sistem stavkov T pa je potrebno zato, ker je medsebojna (posredna ali neposredna) povezanost dveh predikatov na splošno jezikovno in teorijsko odvisna relacija. Glede na en jezikovni ali teorijski sistem sta si npr. dva predikata akcidentalno neposredno povezana, glede na kak razširjen sistem pa morda neakcidentalno, a posredno povezana ipd.

Neakcidentalne neposredne zveze predikatov so npr. odnosi med predikati v najsplošnejših zakonih neke vede, v osnovnih splošnih dejstvih in v definicijah. Toda tudi stavki: »Uran 235 ima kritično maso M « (zakon v fiziki), »Uran 235 je element z atomsko težo 235« (kemijska oz. fizikalna definicija) ali pa »Uran 235 ima

(pri normalnem tlaku in temperaturi) specifično gostoto $19,1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ « (splošno dejstvo v fiziki) uvajajo neakcidentalno neposredno povezavo med predikatoma »biti uran 235« in predikati »ima kritično maso M«, »je radioaktiven« in »ima atomsko težo 235«.

Sedaj lahko postavimo prvi približek k opredelitvi pojma (naravnega) zakona. *Univerzalni kondicional* » $(x,y,\dots,z)(Fxy..z \rightarrow Gxy..z)$ « je stavek zakona glede na sistem znanja (teorijo) T, čče predstavlja bodisi neakcidentalno neposredno povezavo med predikatoma $Fxy..z$ in $Gxy..z$ glede na T bodisi neakcidentalno posredno povezavo med $Fxy..z$ in $Gxy..z$ glede na nek tretji predikat $Hxy..z$.

V tej opredelitvi nisem natančneje razlikoval med zakonom v ožjem pomenu te besede (npr. zakon sile, vztrajnosti, prostega pada), ki opisujejo temeljne procese v naravi, med splošnimi dejstvi in definicijami. »Pravi zakoni« veljajo brez »specialnih pogojev« oz. posebnih empiričnih robnih omejitev, drugi so izvedeni iz teh ob določenih omejitvah.

Tudi definicij pogosto nimamo za zakone, vendar mislim, da je to vsaj v naravoslovnih vedah neupravičeno, saj imajo vse definicije v naravoslovnih vedah empirično ozadje in so jih morda na začetku sploh imeli za empirična dejstva ali zakone (Mendeljejev je s svojo tabelo elementov postavil pravzaprav sistem definicij elementov, vendar temelji za tem globoka zakonitost atomskega sveta, tako da lahko stavek, kot je »Uran je element z rednim številom 92 in atomsko težo 238« jemljemo kot definicijo ali kot zakon).

Lahko pa uvedemo ostrejši pojem zakona:

Stavek » $(x,y,\dots,z)(Fxy..z \rightarrow Gxy..z)$ « je stavek zakona v ožjem smislu, čče je stavek zakona in ni definicija ali splošno dejstvo.

Ker pa večina znanstvenih definicij izhaja iz nekdanjih zakonskih stavkov, ali pa jih lahko podpremo z njimi, in ker je cilj eksaktnih znanosti, da tudi vsa splošna dejstva skušajo pojasniti z zakoni, lahko rečemo, da so zakonski stavki v ožjem smislu podlaga za vse druge zakonske stavke v našem smislu.

III. Zakonski stavki kot »stavki, ki se nanašajo na svet«

Iz dosedanje razprave izhaja, da so najpomembnejša zvrst zakonskih stavkov tisti splošni stavki, ki so izraz neakcidentalnih neposrednih povezav med predikati (glede na nek sistem T). To pa zato, ker tudi neakcidentalne posredne povezave med predikati potrebujejo konec koncev neakcidentalne neposredne povezave med njimi. To smo pokazali na primeru predikatov o plutoniju. Podobno se zgodi pri vsaki drugi neakcidentalni posredni povezavi predikatov A z B glede na C.

Ta zveza namreč predpostavlja, da iz T lahko izpeljemo stavek »Vsi A so C« in/ali »Vsi A in C so B«, ki omogoča izpeljavo univerzalne zveze med A in B. Če je kateri od teh dveh stavkov izpeljiv iz T, potem gre pri njem zopet za neko neakcidentalno povezavo predikatov (npr. predikata A in C). Če je to zopet le neakcidentalna posredna povezava predikatov, potem mora obstajati »v T« neki nadaljni netrivialno pridobljen predikat D, ki posreduje to zvezo. In zopet mora obstajati nova neakcidentalna zveza predikatov in tej ustrezen zakonski stavek.

Tako bi morda lahko nadaljevali v neskončnost, vendar se nujno ustavimo na vratih trivialnih izpeljav in posredovanj. V nasprotnem bi namreč lahko sklepali, da določeni predikati v sistemu T nimajo *določene* vsebine, tj. nimajo določenih povezav z drugimi predikati in termini. Zato bi bili taki predikati v T nujno arbitrarni in nejasni. V tem primeru pa bi jih lahko eliminirali iz T brez škode za preostalo vsebino (takšni bi bili v znanstvenem sistemu kakšni »metafizični pojmi«).

V racionalnih sistemih stavkov ne morejo biti vsi termi in predikati arbitrarni in nejasni, saj to ni več racionalen sistem, ker ne omogočajo pridobivanja in ohranjanja znanja. Zato bomo v nadaljnjem predpostavili, da imamo opraviti z *racionalnimi* sistemi stavkov T (pravzaprav smo jih na tistem sprejeli že prej, saj pri neracionalnih sistemih ne moremo govoriti o pravih *zakonskih stavkih*, temveč le o nejasnih zakonskih domnevah).

Tako lahko sprejmemo argument, da se vse neakcidentalne zveze med predikati opirajo na *neakcidentalne neposredne zveze* predikatov. Tedaj pa so tudi stavki, ki izrekajo take zveze *paradigme zakonskih stavkov*. To so univerzalni kondicionalni stavki

» $(x, y, \dots, z)(Axy..z \rightarrow Bxy..z)$ «,

ki *ne dopuščajo več nobene netrivialne in neakcidentalne kondicionalizacije*. Če bi jo dopuščali, potem bi se moral predikat $Axy..z$ netrivialno razcepiti na konjunkcijo vsaj dveh predikatov $A'xy..z$ in $A''xy..z$, pri čemer bi veljalo »Vsi A so A'« ($(x, y, \dots, z)(Axy..z \rightarrow A'xy..z)$), pa tudi »Vsi A in A' so B« ($(x, y, \dots, z)(Axy..z \& A'xy..z \rightarrow Bxy..z)$) in bi bil vsaj eden od teh dveh stavkov logična posledica sistema T. Toda to bi pomenilo, da je A netrivialno neakcidentalno posredno povezan z B, kar pa nasprotuje predpostavki.

Zato stavke, ki izrekajo neakcidentalne neposredne povezave med predikati imenujem »na ves svet nanašajoče se stavke« oz. »povsem splošne« stavke. To so stavki, o katerih je (še nejasno) pisal Johnson l. 1923, češ da so to stavki, ki se nanašajo *le na ves svet*.

Ne nanašajo se *neakcidentalno* na nobeno »posebno regijo« sveta, kajti to bi že pomenilo netrivialno in neakcidentalno kondicionalizacijo. Vendar pa to ne pomeni, da se predikati v teh stavkih ne bi mogli *akcidentalno nanašati* na kakšno posebno območje sveta, ali na kakšen poseben »modus« biti. Tako je npr. tudi z našim »plutonijem«. Vse, kar lahko izrečemo o plutoniju, velja (ob predpostavki, da smo v vesolju edino ljudje sposobni izdelati plutonij in da bomo ostali v Sončnem sistemu) za »regijo« Sončnega sistema.

Tedaj lahko vsakemu univerzalnemu stavku, ki vsebuje v antecedensu predikat »je plutonij«, dodamo še en antecedens (ali konjunkt v antecedensu), »je v Sončnem sistemu«. Podobno bi veljalo npr. za vse stavke o molekuli DNA, če bi bilo res to, kar domnevamo, da je življenje tako enkratno v nekem vesolju, da nastane le enkrat in na enem samem planetu v vsem vesolju (Monodova hipoteza). Tedaj bi namreč lahko vsem stavkom o DNA dodali antecedens »je v Sončnem sistemu«.

Vendar so to očitno akcidentalna posredovanja in akcidentalne kondicionalizacije. Zato nič ne »omajajo« neakcidentalne kondicionalizacije oz. neakcidentalne neposredne zveze med predikati (realno, med lastnostmi in razmerji med stvarmi v svetu).

S tem smo že tudi ovrgli prvi ugovor proti tezi o zakonskih stavkih kot stavkih, ki se nanašajo le na ves svet, namreč primere akcidentalne kondicionalizacije zakonov in njihove omejitve na neko »regijo« sveta.

Podobno lahko zavrremo tudi drugi ugovor, namreč da lahko vsak akcidentalno splošni stavek z ustreznimi določnimi opisi »regije« ali »modusa« spremenimo formalno v povsem splošen stavek. Res je sicer, da npr. stavek »Vsi ljudje so nižji od 3 m« lahko spremenimo v stavek:

(I) »Vsa inteligentna in naravno nastala živa bitja na planetih, ki so približno 150 milj. km oddaljena od svoje zvezde, z maso... so nižja od 3 m«

(pri čemer bi po »...« stal dovolj izločilen nabor kozmičnih opisov Zemlje, ki bi vsi skupaj ustrezali zgolj razmeram na Zemlji).

Vendar pa ta stavek nikakor ni neakcidentalna neposredna zveza predikatov »inteligentna in naravno nastala živa bitja...« in »biti nižji od 3 m«, saj v nam dostopnem znanju ni neakcidentalnih kondicionalov, ki bi omogočili izpeljavo stavka (I).

Tudi če bi enostavno razglasili stavek (I) za trajno in zakonsko sestavino našega astronomskega in biološkega znanja, da bi zato lahko opravičili zakonskost stavka (I) in s tem stavka: »Vsi ljudje so manjši od 10 m«, bi lahko le dejali: *Stavek (I) izraža nekondicionalno neposredno zvezo med predikatoma »je inteligentno, naravno nastalo živo bitje na planetu...« in predikatoma »je nižji od 3 m« glede na sistem, v katerem smo razglasili stavek (I) za nekondicionalno neposredno zvezo (tj. za zakonski stavek).*

Vendar je to očitno tautologija oz. prazen stavek, in na ta način bi res lahko »spremenili« sleherni akcidentalni splošni stavek v zakon. Dodamo ga pač k sistemu kot novo trdo sprejeto dejstvo, definicijo ali zakon v ožjem smislu besede. Toda to bi bil le zakon glede na *tako* modificiran sistem trditev, ne pa nujno glede na sistem znanj, ki ga npr. ponuja dosedanja znanost oz. resno raziskovanje.

Nas pa seveda zanima vprašanje, ali je neka trditev zakonski stavek ali ne glede na *nepoljuben* sistem stavkov oz. prepričanj (recimo teorij, ki jih proizvajajo znanosti). Nič ni izključeno, da lahko kakšna formulacija, podobna (I) kdaj tudi lahko postane zakonska. To bi se nemara zgodilo že, če bi izhajali iz stavka: »Vsi ljudje so manjši kot 10 m«. Če bi ta stavek spremenili, podobno kot smo to storili v (I), bi dobili stavek:

(II) »Vsa inteligentna, naravno nastala živa bitja, ki živijo na planetih..., so nižja kot 10 m«

(na mestih »...« vstavimo enake izraze kot so v (I))

Morda bi že na podlagi sedanjega znanja o planetih, o razmerju med težnostjo in višino naravno nastalih živih bitij, ki so dovolj okretna za svojo inteligenco lahko *dokazali*, da na planetih omenjene vrste ne morejo živeti inteligentna bitja visoka

10 m. V tem primeru bi bil stavek (II) zakonski stavek in s tem tudi stavek »Vsi ljudje so nižji od 10 m«.

Oglejmo si na kratko še eno vprašanje, namreč kam je v naši interpretaciji izginila modalnost zakonskih stavkov, njihova kontrafaktičnost oz. »naravna nujnost«. Ta seveda tiči prav v »na svet nanašajoči se splošnosti« najsplošnejših zakonskih stavkov (stavkov, ki so izraz neakcidentalno neposrednih predikatnih zvez). Seveda moramo vse opazovati v razmerju do nekega sistema trditev, npr. znanja, ne »na sploh« (to bi bilo brez smisla). Tedaj lahko rečemo, da je vsak »možni svet«, ki v nečem odstopa od »dejanskega« sveta lahko le tisti opis dejanskosti na podlagi jezikovnega ali teorijskega sistema T, ki uvaja akcidentalne spremembe glede na vsak stavek, ki bi podal dejanski opis sveta. To so spremembe, pri katerih noben opis sveta ali splošni stavek, ki je veljal pred spremembo, ne bi iz neakcidentalnega stavka prešel v akcidentalnega ali obratno.

Dosedaj smo opazovali le možne regionalizacije področja veljave zakonov, tj. akcidentalne zožitve pod raven »vsega sveta«. Ugotovili smo, da je to velikokrat mogoče storiti in to prav zato, ker neakcidentalna neposredna zveza predikatov dopušča poljubne (seveda resnične) neakcidentalne posredne zveze predikatov (npr. zakon »Vse kompaktne količine plutonija imajo maso manj kot M_{kr} « dopušča tudi neakcidentalno resničnost stavka »Vse kompaktne količine plutonija v Sončnem sistemu imajo maso manj kot M_{kr} « (M_{kr} označuje kritično maso za plutonij)).

Toda prav podobno velja tudi za morebitno »širitev« sveta na zgolj mogoče regionalizacije. Te pa so pravzaprav iskani »možni svetovi« ali »možne situacije«. Pomembno je le to, da uvajajo le akcidentalne spremembe. Če opazujemo kak zakon »Vsi A so B«, potem bi moralo biti tudi »Vsi A in C so B«, kjer predikat C označuje take akcidentalne spremembe. Zato se »Vsi A so B« (v sistemu znanja T) še vedno nanaša na ves svet, torej velja tale sklep:

(III) *Če bi se svet spremenil v toliko, da bi v njem nastopila sprememba C, potem bi zakon »Vsi A so B« tam še vedno veljal, torej bi veljalo tudi »Vsi A in C so B«.*

Npr. če bi ljudje živeli v ozvezdju Siriusa in ne na Zemlji, potem bi še vedno veljal zakon »Kompaktna množina plutonija ima maso manj kot M_{kr} «, torej bi veljalo tudi

»Kompaktne mase plutonija v ozvezdju Siriusa so manj kot M_{kr} «.

Skratka »k vsemu svetu obrnjena univerzalnost« zakonov meri *vsakokrat na ves svet*, nikoli zgolj na področje, pa četudi bi to bilo celotno *področje dejanskega sveta*. Prav zato velja tudi za vsako akcidentalno »zožitev« sveta kot tudi za vsako akcidentalno »razširitev« sveta. Zakoni so v tem smislu *neobčutljivi za dejanskost*, so pa občutljivi za *celovitost sveta kot takega*.

Kontrafaktičnost zakonov, njihov videz nujnosti je torej le druga plat »neregionalizacije« zakonov, če regionalizacijo razumemo kot dopolnjevanje sveta z »možnimi stanji« stvari (možnimi svetovi) in kot neobčutljivost zakonov za tako dopolnjevanje (razširjanje) sveta.

Ker je kontrafaktičnost in videz nujnosti po vsem povedanem le posledica predpostavke o »popolni splošnosti« zakonskih stavkov, ne moremo *utemeljevati* zakonskosti s kontrafaktičnostjo ali »naravno nujnostjo«, pa tudi ne s kakšno ontologijo univerzalij.

Seveda vse to opazujemo s stališča nekega sistema, naj bo jezik, teorija, sklop prepričanj itn. Tudi tu velja Wittgensteinova trditev »Meja mojega jezika je meja mojega sveta«. Vsaj v tem okviru ne morem preskočiti k ontološkim razglabljanjem, kaj so vendar »na sebi« oz. realno dobro utrjeni zakoni. Tem smo ponavadi dejali »naravni zakoni«.

Literatura

- D. Armstrong, *What is a Law of Nature?*, Cambridge 1983.
N. Cartwright, *How the Laws of Physics Lie?*, Oxford 1983.
Bas C. van Fraassen, *Laws and Symetry*, Oxford 1989.
N. Goodman, *Fact, Fiction and Forecast*, Athlone 1955.
W. E. Johnson, *Logic III*, Cambridge 1924.
D. K. Lewis, *Counterfactuals*, Cambridge 1973.
E. Nagel, *Struktura nauke*, Beograd 1974.
F. P. Ramsey, *The Foundations of Mathematics and Other Logical Essays*, London 1931.
J. D. Sneed, *The Logical Structure of Mathematical Physics*, Dordrecht 1979.
W. Stegmüller, »Erklärung, Voraussage, Retrodiktion... Naturgesetze und irrealen Konditionalsätze« v *Probleme und Resultate ...*, Zv. I/B, Berlin, Heidelberg 1983.
W. Stegmüller, »Theorie und Erfahrung« v *Probleme und Resultate ...*, Zv. II/3, Berlin, Heidelberg 1986.