

Jana Logar

Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani

Problem navzdol usmerjene vzročnosti v luči teorije sistemske kompleksnosti

V članku je obravnavan problem vzročnega vplivanja višje ali celostne ravni sistema na njegove gradnike, predvsem v kontekstu emergentizma in teorije sistemske kompleksnosti. Gre za pojem pristno novih navzdol usmerjenih vzročnih moči, ki pa so s stališča moderne znanosti – kot v svoji kritiki emergentizma izpostavlja Jaegwon Kim – problematične. V nadaljevanju so predstavljena tri različna pojmovanja navzdol usmerjene vzročne zveze in aplikacija formalne vzročnosti, ki jo opredeljuje pojem »omejujočih pogojev«, na kompleksne biološke sisteme. V kontekstu teorije sistemske kompleksnosti je navzdol usmerjeno vzročnost torej mogoče razumeti kot kontekstualno omejevanje v organizaciji sistema, kjer višja raven koordinira možne interakcije med sestavnimi deli sistema in kot taka predstavlja tudi znanstveno upravičeno in raziskovalno perspektivno stališče. V zaključku so izpostavljene pomanjkljivosti omenjenega pojmovanja vzročnosti in predstavljeni nadaljnji izzivi.

Ključne besede: navzdol usmerjena vzročnost, emergenca, Jaegwon Kim, formalna vzročnost, sistemska kompleksnost.

1. Uvod

Problem tako imenovane »navzdol usmerjene vzročnosti« [downward causation] (včasih imenovan tudi problem navzdol usmerjenega določanja ali »makro« določanja) – to je vprašanja vzročnega vpliva nekega sistema ali celote na njegove sestavne dele oziroma pojava višje ravni na procese ali entitete nižje ravni – je dandanes prisoten predvsem v tistih filozofskih in znanstvenih razpravah, ki zadevajo pojem emergence. Ideja takšne vrste vzročnosti je v emergentizmu ključna predvsem zato, ker morajo biti emergentne lastnosti, če naj te ohranjajo svoj poseben status v ontologiji sveta, oziroma sploh igrajo kakšno razlagalno vlogo,

vzročno učinkujoče na procese nižjih ravni.¹ V nekem smislu je tako, kot zapiše Jaegwon Kim, »navzdol usmerjena vzročnost ravno poanta, *raison d'être* emergentističnega programa« (Kim, 2008: 438).

Sama ideja navzdol usmerjene vzročnosti implicira hierarhično urejen sistem področij oziroma slojevit model sveta s hierarhično razslojeno strukturo »ravnj« ali »redov« entitet in njihovih lastnosti.² In morda ni naključje, da je govor o najrazličnejših ravneh – kot na primer: raven opisa, raven razvoja, raven organizacije, raven kompleksnosti, raven razlage, raven analize, raven jezika itn. – vseprisoten tako v filozofski kot tudi v literaturi drugih področij znanosti prav v času, za katerega bi lahko dejali, da je zaznamovan s povratkom emergentizma.³ Če je namreč za klasični, britanski emergentizem znano, da je ta po silnem napredku empiričnih naravoslovnih znanosti v srednjih letih 20. stoletja – predvsem z novimi odkritji na področju fizike elementarnih delcev, molekularne biologije ter biokemije, ki so še okrepili poudarjanje ekskluzivne vloge redukcionističnega pristopa v eksaktnih znanostih – kmalu doživel zaton,⁴ pa je v zadnjih desetletjih zanimanje za emer-

¹ Čeprav lahko v nivojsko razslojenem modelu razlikujemo med tremi vrstami vzročne moči – to je med *vzročnostjo znotraj istega nivoja*, *navzgor usmerjeno vzročnostjo* ter *navzdol usmerjeno vzročnostjo* – pa je Jaegwon Kim pokazal, da tako prva kot druga vselej že predpostavljata tudi možnost navzdol usmerjene vzročnosti (Kim, 1992: 136, Kim, 1999: 22–24, Kim, 2000: 309–310), saj če »[...] emergentne lastnosti nimajo navzdol usmerjenih vzročnih moči, potem nimajo sploh nobenih vzročnih moči in se, posledično, domnevno emergentni pojavi izkažejo za gole epifenomene [...]« (Kim, 2000: 311).

² Četudi je različnih ravni sistema lahko mnogo, pa bomo v nadaljevanju, zavoljo lažjega razumevanja, razločevali le med »makro« ali »višjo« in njej pod ležečo, »mikro« ali »nižjo« ravno sistema, pri čemer lahko – odvisno od konteksta – govor o ravneh zadeva le raven opisa oziroma razlage ali pa raven v ontološkem smislu.

³ Achim Stephan izpostavlja štiri faze emergentizma; zgodovina razvoja pojma emergence po njegovem sega nazaj do 19. stoletja, do filozofije J. S. Milla (1843) in G. Lewesa (1875), ki sta uvedla pojem emergentnih učinkov. Emergentizem se nato, predvsem v filozofiji biologije, ponovno pojavi na začetku 20. stoletja kot nasprotje vitalizmu na eni in filozofiji mehanicističnega redukcionizma na drugi strani, z glavnimi zagovorniki, tako imenovanimi »britanskimi emergentisti«, S. Alexandrom (1920), C. L. Morganom (1923) ter C. D. Broadom (1925). Tretja faza je pod vplivom logičnega pozitivizma sredi 20. stoletja prinesla predvsem ostre kritike in dvome glede znanstvene relevantnosti koncepta emergence, četrta faza ter ponoven razcvet emergentizma pa sovпада s številnimi razpravami tistega časa, ki se tičejo predvsem tako imenovanega problema »duh-telo« ter z idejami, ki so jih k omenjenim razpravam prispevali M. Bunge (1977), K. Popper (1977), R. Sperry (1980), J. J. C. Smart (1981) idr. (Stephan, 1992: 25–49). K fazam, ki jih omenja Stephan, bi lahko pridali peto, sedanjo fazo, ki – poleg še vedno aktualnih raziskav na področju nevroznanosti – vključuje pojem emergence tudi na drugih področjih molekularne in sistemske biologije ter na področju teorije kompleksnih sistemov nasploh.

⁴ Britanski filozofi s konca 19. in začetka 20. stoletja, ki so zagovarjali emergentistični pristop, so pojem emergence aplicirali predvsem na področje biologije in kemije. V tem času so številni biologi še zagovarjali stališče vitalizma, to je prepričanje, da v naravi obstaja neka nesnovna substanca, entelehija, oziroma življenjska esenca – *élan vital*, ki je razlog »oživljenosti« nekaterih organizmov. Na drugi strani je predvsem med fiziki prevladovalo mehanicistično pojmovanje narave, ki je, nasprotno, vse naravne pojave in njihove značilnosti razlagalo le z osnovnimi fizikalnimi zakoni, ki delujejo na mikro molekularni ravni. Emergentisti pa so ubrali srednjo pot: na eni strani so zavračali dualizem substanc in niso sprejemali nefizičnih substanc, po drugi strani pa so bili prepričani, da se nekaterih kompleksnih sistemov ne da reducirati, oziroma jih razložiti zgolj s poznavanjem vedenja njihovih osnovnih komponent. Trdili so, da je vse, kar obstaja, sestavljeno iz osnovnih fizičnih delcev, hkrati pa so verjeli, da se na višjih stopnjah organiziranosti materije lahko pojavijo nove kvalitete (npr. posebne konfiguracijske sile) ali novi temeljni

genco ponovno v vzponu. Paul Davies v predgovoru k zborniku *The Re-Emergence of Emergence* (2006) zapiše, da je eden izmed glavnih razlogov za to pojav sodobnih znanstvenih raziskav sistemske kompleksnosti, med katere sam uvršča med seboj sorodne teorije, kot na primer: teorijo kaosa, teorijo omrežij, teorijo nelinearnih dinamičnih sistemov ter teorijo samoorganizacije. In četudi nobena izmed naštetih teorij ne zanika moči ter izdatne vloge redukcionistične metodologije v sodobni znanosti, pa bi vendar lahko rekli, da je vsem skupno ravno preseganje mehanicističnega konceptualnega okvirja in preizpraševanje *univerzalne veljavnosti* ontološkega in/ali epistemološkega redukcionizma. Najsplošnejša oznaka zaenkrat sicer še neenotno definirane teorije sistemske kompleksnosti se namreč tiče dejstva, da lahko sistem, ko ta v svoji organizacijski strukturi doseže določeno stopnjo kompleksnosti, začne izkazovati neke pristno nove, *emergentne* strukturne lastnosti, ki jih na primarnejši ravni njegovih elementarnih delov ni in ki jih je zato tudi potrebno obravnavati na celosten, neredukcionističen način. »Slojevit model sveta implicira, da se teorij višjega reda z redukcijskim manevrom ne da odpraviti, vendar pa redukcija pri tem ohranja razlagalno vlogo znotraj modela, namreč kot orodje, ki lastnosti višje organizacijske ravni navezuje na mikro strukturo nižjega reda. [...] priznavamo torej razlagalno vlogo redukcije, ne da bi se hkrati zavezali ontološki simplifikaciji, ki je večnivojska teorija ne dopušča« (El-Hani & Pereira, 2000: 123–124).

Tako bi za teorijo sistemske kompleksnosti nasploh in za z njo tesno povezane, predvsem na področju evolucijske biologije ponovno aktualne razprave o samoorganizaciji naravnih sistemov lahko rekli, da vsaj v dveh ozirih izpodbijajo znanstveno-redukcionistični fundamentalizem ter v nekem smislu tudi presegajo standardno pojmovanje vzročnosti. Prvi se nanaša na prepričanje, da kompleksni, samoorganizirajoči se sistemi izkazujejo navzdol usmerjene vzročne moči, to je, da emergentne lastnosti višje ravni sistema vzročno določajo njegove komponente na nižji ravni, drugi pa se tiče predstave, da je za razlago vedenja takšnih sistemov potrebno ponovno uvajanje (in reinterpretacija) aristotelskega pojma formalnega ali oblikovnega vzroka [*causa formalis*] ter s tem tudi preseganje vzročnega monizma: »V znanosti in filozofiji je sicer možna smotrna uporaba pojma navzdol usmerjene vzročnosti, vendar le v širšem kontekstu vzročne razlage. Pogosto se namreč pojem vzročnosti kar enači z običajno rabo izraza – to je s pojmom učinkujoče ali dejavne vzročnosti, vendar pa če navzdol usmerjeno vzročnost obravnavamo kot primer učinkujoče vzročnosti, potem to tvori njeno močno različico, ki pa znanstveno ni sprejemljiva. Zato je potrebno pojem vzročnosti razširiti, da bi s tem osmislili tudi sam pojem navzdol usmerjene vzročnosti« (Emmeche *et al.*, 2000: 17). Četudi sta obe tezi s stališča moderne znanosti problematični, pa

zakoni, ki jih ni mogoče zvesti ali jih napovedati iz zakonov mikro ravni. Predvsem razvoj in nove ugotovitve v naravoslovnih znanostih pa je pokazal, da je sklicevanje na takšne posebne temeljne sile in zakone nepotrebno, ter je tako zavrnil stališče klasične emergentistične teorije (McLaughlin, 1991: 49–93).

morda ravno »sodobne raziskave na področju samoorganizacijskih nelinearnih dinamičnih sistemov predstavljajo ponovno uveljavitev in demistifikacijo znanstvenega preučevanja emergence in s tem tudi pripomorejo k razjasnitvi in razumevanju pojma navzdol usmerjene vzročnosti« (*ibid.*, 2000: 15).

Pojem samoorganizacije namreč zadeva vprašanje nastanka [*emergence*] urejenih makro struktur, globalno koherentnih vzorcev oziroma konfiguracij, ki se spontano pojavijo na določeni organizacijski stopnji sistema in brez posredovanja centralnega ali sistema zunanjega nadzora vzniknejo iz množstva prvotno neodvisnih komponent, vendar pa so nanje nezvedljive (Heylighen, 2001: 253–258 & 2008: 2–7). V enem izmed člankov referenčnega zbornika o pojmu emergence, *Introduction – Reductive and Nonreductive Physicalism* (1992), B.-O. Küppers tako ugotavlja, da »[...] nova paradigma samoorganizacije jasno kaže, da je proces molekularne samoorganizacije bistveno podvržen principom odbiranja in optimizacije, ki jih je možno v celoti zvesti na že znane zakone fizike. Vendar po drugi strani rezultati kažejo tudi na notranjo omejenost redukcionističnega raziskovalnega programa. Čeprav lahko torej obstoj določenih robnih pogojev v celoti razložimo kot splošen pojav znotraj okvira fizike, pa fizikalno ni mogoče izpeljati tudi njihove podrobne strukture« (Küppers, 1992: 255).

Dejstvo, da so med določenimi naravnimi sestavi ter okolji, za katere se zdi, da so sicer medsebojno povsem nepovezani, vidni neki vsem skupni, podobni vzorci in forme,⁵ pa je napeljalo na idejo, da mora v teh sistemih obstajati nekakšna vzročnost, ki je – za razliko od klasičnega, učinkujočega ali dejavnega vzročnega vzroka [*causa efficiens*] – vsaj deloma neodvisna od sestavnih elementov sistema, in ki pojasni *formo* oziroma vzorec, ki jo kaže kompleksen sistem kot celota. Tako se je porodila ideja, da je v proces samoorganizacije kompleksnih struktur vključena neke vrste formalna ali oblikovna vzročnost⁶ [*causa formalis*], razumljena v smislu, da *forme* sistema kot celote oziroma konfiguracije višjega reda izkazujejo navzdol usmerjeno vzročno moč na entitete ali procese nižjega reda.

⁵ Philip Ball v svoji zanimivi knjigi *The self made tapestry: pattern formation in nature* (2004) izrazi podobno misel, da namreč lahko »v preučevanju vzorcev, ki jih spontano tke narava sama, ugotovimo, da se nekateri izmed njih pojavljajo spet in spet v različnih situacijah, za katere pa se zdi, da nimajo ena z drugo ničesar skupnega. Ob tem se je težko vzdržati sklepa«, še nadaljuje, »da se kompleksna tapiserija tke po nekem arhetipskem načrtu [...]. Umetniške forme narave so morda res spontane, prav gotovo pa niso naključne« (Ball, 2004: 5). Nekaj poglavij za tem pa praktično ponovi svojo misel, ko zapiše, da so »v biosferi mnoge strukture bioloških organizmov tako močno podobne tistim v anorganskem svetu, da se številni raziskovalci težko vzdržijo analogij ali celo trditev, da morajo med njihovimi mehanizmi rasti obstajati neke temeljne podobnosti« (*ibid.*: 130). Glej tudi: Bak (1997), Davies (2004), Goodman (1997), Kauffman (1993 & 1995).

⁶ Philip Clayton, urednik zbornika sodobnih razprav o emergenci, je uvodoma, navezujoč se na razpravo o aktualnosti štirih aristotelskih vzrokov, zapisal, da je: »formalna vzročnost – vpliv forme, strukture ali funkcije nekega predmeta na njegove dejavnosti – verjetno najbolj plodovita od teh aristotelskih opcij« (Clayton, 2009: 4). Poleg Emmeche *et al.* (2000), El-Hani & Pereira (2000) in Moreno & Umerez (2000), glej tudi Tabaczek (2013), Deacon (2009), Juarrero (1999), Van de Vijver (1998).

Idejo, da se navzdol usmerjeno vzročnost lahko obravnava kot določeno vrsto formalne vzročnosti, lahko sicer najdemo že pri ameriškemu filozofu C. S. Peirceu (glej npr.: Hulswit (2002), Querioz & El-Hani (2012)), ponovno se pojavi v kontekstu razprav o sistemski kompleksnosti in samoorganizacije, v pričujočem besedilu pa bomo podrobneje predstavili in kritično pretresli predvsem idejo navzdol usmerjene formalne vzročnosti, kakor jo pojmujejo Emmeche, Køppe in Stjernfelt (2000) ter jo na področje kompleksnih bioloških sistemov aplicirajo El-Hani & Pereira (2000) ter Moreno & Umerez (2000).

2. Opredelitev pojma emergence

V uvodu k slovenskemu zborniku *Narava mentalnih pojavov* urednica Olga Markič definira pojem emergence takole: »Izraz emergenca se običajno uporablja kot nasprotje redukcije. Če je osnovna ideja redukcije, da »X-i niso nič več kot Y-i«, potem je osnovna ideja emergence, da so »X-i več kot Y-i« oziroma, da »X-i presegajo Y-e«. Čeprav emergentne značilnosti celote ali kompleksa nastajajo iz njenih delov in niso popolnoma neodvisne od njih, pojem emergence implicira, da gredo te značilnosti na nek pomemben in nov način preko (onstran) značilnosti posameznih delov« (Markič, 2007: 11). Emergenca se torej v splošnem nanaša na celokupno vedênje kompleksnih sistemov oziroma njihovih makro lastnosti. Osrednja ideja, ki tako stoji za pojmom emergence, je v tem, da emergentne lastnosti na makro ali višji ravni kompleksnega sistema sicer izhajajo iz osnovnih delcev nižje ravni in so tako v snovnem smislu od njih povsem odvisne, vendar pa hkrati velja, da relacijskih lastnosti kompleksnih komponent sistema ne moremo celostno opisati, če pri tem ne ohranimo določene avtonomnosti višje ravni. Povedano še drugače: standardna interpretacija emergence pravi, da ko nek fizičen sistem, snovno sestojê izključno iz materialnih delov, v svoji organizacijski strukturi doseže določeno stopnjo kompleksnosti, ta začne izkazovati pristno nove kvalitete, ki v nekem smislu presegajo lastnosti sestavnih delov sistema in se tudi vedejo na način, ki ni predvidljiv zgolj na podlagi poznavanja elementov in zakonitosti bazične ravni.

Tudi v svoji opredelitvi pojma emergence El-Hani in Pereira izpostavita štiri njegove glavne značilnosti:

Ontološki fizikalizem: vse, kar v prostorsko-časovnem svetu obstaja, so osnovni fizikalni delci in njihove spojine.

Emergenca lastnosti: ko skupki materialnih delcev dosežejo določeno raven organizacijske kompleksnosti, se v teh kompleksnih sistemih pojavijo pristno nove lastnosti.

Ireducibilnost emergentnih lastnosti: emergentne lastnosti so nezvedljive na in nenapovedljive iz pojavov nižjega reda, iz katerih so nastale.

Navzdol usmerjena vzročnost: entitete višjega reda vzročno vplivajo na nižjo raven svojih gradnikov (El-Hani & Pereira, 2000: 133).

Vidimo torej, da v prvih treh točkah njuna interpretacija emergence ne odstopa bistveno od klasične, saj se od te razlikuje predvsem v načinu, kako avtorja razumeta pojem navzdol usmerjene vzročnosti. Tudi po njunem tako za lastnosti kot entitete višje organizacijske stopnje velja, da so te *po svoji naravi identične* z osnovnimi fizikalnimi (materialnimi) delci, iz katerih so nastale in so od njih odvisne oziroma nad njimi supervenirajo, vendar pa se od njih odločilno *razlikujejo po stopnji strukturne kompleksnosti*: »Emergentist trdi, da so vsi sistemi – ne glede na njihovo stopnjo kompleksnosti – materialni, osnovani na ontološko povsem identičnih fizikalnih delcih, tako da opazna raznolikost med njimi ne izvira iz kakršnekoli substancialne različnosti, temveč se ta kaže v različnih ravneh njihove organizacijske kompleksnosti. [...] emergentist torej entitet višjega reda ne obravnava kot substancialnih novosti, temveč kot novo obliko razporeditve in vedénja gradnikov sistema« (*ibid.*: 134).

Stališče emergentizma tako predstavlja »srednjo pot« med dualizmom substanc in radikalnim redukcionizmom; emergentni pojavi so v svojem materialnem, substancialnem smislu *odvisni* in *reducibilni* na pojave in zakone, ki veljajo na mikro fizikalni ravni, vendar pa so ti tudi *avtonomni*, saj kljub potencialno popolnemu, celostno zaokroženemu poznavanju vseh posameznih stanj gradnikov ter mikro dinamike oziroma »fizike« sistema⁷ v določenem trenutku ne bi mogli *predvideti* in upoštevati novih oblik vedénja sistema, ki se pojavijo, ko ta doseže kritično raven strukturne kompleksnosti. Strukturno kompleksnejša, višja raven sistema se tako odločilno razlikuje od nižje, tako da privede do novih oblik vzporejanja in obvladovanja sestavnih delov sistema na nižji ravni: »[...] kompleksni sistemi so le produkt razvoja enostavnejših sistemov in morajo biti zato tudi zasnovani na temeljni 'mikro' strukturi, vendar pa po drugi strani pristno novi načini organiziranja relacij med njihovimi gradniki tvorijo spremembe v samem vedénju siste-

⁷ Mikro (vzročna) dinamika oziroma »fizika« sistema določa, kako se stanje neke mikro entitete spreminja glede na stanja njenih sosednjih entitet na mikro ravni sistema.

mov, ko ti presežejo določen prag kompleksnosti [...]. Posledično tudi procesov višje ravni ni mogoče v celoti pojasniti zgolj z zakonitostmi, ki vodijo njihove gradnike, ne da bi pri tem upoštevali tudi takšno organizacijsko kompleksnost« (*ibid.*: 119–120). Emergentne lastnosti makro ravni izkazujejo torej tudi določene vzročne moči, ki vplivajo na pojave nižje ravni, vendar pa vzročnost v tem primeru ni razumljena v strogem učinkujoče-časovnem pojmovnem smislu, temveč kot neka vrsta formalne vzročnosti, to je kot oblika prostorsko-časovnega 'zamejevanja' relacijskih lastnosti elementarnih sestavnih delov, ki nastane kot »posledica« neke kompleksne, globalno urejene oblikovne strukture ali vzorca na višji ravni sistema (*ibid.*: 122–123).

Lahko bi torej rekli, kot podobno izpostavlja filozof Evan Thompson (2007), da ima pojem emergence v splošnem, kot tudi v procesu samoorganizacije kompleksnih struktur, dva vidika: »določanje z lokalnega na globalno [*local-to-global determination*], pri katerem se pojavijo nove strukture in procesi na makro nivoju, ter določanje z globalnega na lokalno, kjer globalne strukture ter procesi zamejujejo [*constrain*] lokalne interakcije. [...] Koherentno in urejeno globalno vedénje tako zamejuje ali 'kroji' obnašanje posameznih komponent s tem, da te nimajo več odprtih enakih vedenjskih alternativ, kot v primeru, če ne bi bile soodvisno vpete v ta koherenten in urejen vzorec«. Vendar pa *istočasno* velja, kot še poudari, »da ravno obnašanje posameznih komponent povzroča in ohranja to globalno urejenost« (Thompson, 2007: 61–62).

Kakšne so omenjene »nove oblike vzporejanja in obvladovanja sestavnih delov sistema na nižji ravni«, oziroma kaj točno je mišljeno s pojmom »zamejevanja«, bomo razjasnili nekoliko kasneje, najprej pa si pogledimo kritiko in probleme, ki pritečejo pojmu navzdol usmerjene vzročnosti.

3. Kimova kritika emergentizma in navzdol usmerjene vzročnosti

Navzdol usmerjena vzročnost, ki opredeljuje pojem emergence, danes predstavlja vir najbolj perečih problemov in nestrinjanj glede znanstvene relevantnosti pojma emergence ter emergentističnega stališča nasploh. Že po definiciji pojem emergentnih lastnosti pove, kot smo videli tudi v opredelitvi El-Hania in Pereire, da so te opremljene s pristno novimi navzdol usmerjenimi vzročnimi močmi, ki pa s stališča moderne znanosti veljajo za vse prej kot neproblematične.

Filozof Jaegwon Kim, eden izmed glavnih kritikov ideje emergentizma, se dobro zaveda paradoksnega značaja, ki priteče pojmu navzdol usmerjene vzročnosti; kakor izpostavlja v svojih člankih, se tako imenovana ideja »refleksivne navzdol usmerjene vzročnosti« – to je ideja, ki združuje navzgor usmerjeno določanje in navzdol usmerjeno vzročno moč – na nek način zdi nekoherentna. Kako namreč lahko lastnosti višje ravni nastanejo [*emerge*] iz pogojev nižje ravni, če pa prve hkrati tudi vzročno vplivajo na slednje; kako lahko na primer, se sprašuje Kim,

življenje nastane iz določenih fizikalno-kemičnih lastnosti – ali pa zavest vznikne iz določenih možganskih oziroma nevroloških procesov – če pa naj bi pojav na višji ravni istočasno tudi že vplival na te iste lastnosti ali procese nižje ravni, iz katerih je pravzaprav izšel (Kim, 2000: 311, 314)? Če je namreč »vzročnost tranzitivna, kar naj bi v splošnem tudi bila, mar opisano sklepanje ne implicira neke vrste sámopovzročanja, kar pa je očiten nesmisel« (Kim, 1999: 28)? Povedano še drugače: ker lastnosti na višji ravni izhajajo iz pogojev na nižji ravni, se tako prve, brez prisotnosti in ustrezne konfiguracije slednjih, sploh ne bi pojavile. Kako je potemtakem možno, da omenjene lastnosti na višji ravni vzročno vplivajo in spreminjajo pogoje, iz katerih izhajajo? »Ali je domneva, da četudi je prisotnost X -a v celoti »odgovorna« za nastanek Y -a (obstoj Y -a je popolnoma odvisen od X -a), Y nekako vendarle lahko vzročno vpliva na X , sploh koherentna« (Bedau, 2008: 177)? Zdi se torej, kot trdi Kim, da je v samem pojmu refleksivne navzdol usmerjene vzročnosti, vsaj v kolikor se ta vzročna zveza odvija simultano ali sinhrono, prisotna neka notranja, neodpravljiva krožnost [*causal circularity*], ki krši tako imenovano »načelo aktualnosti vzročne moči«⁸ in tako ogroža koherentnost pojma navzdol usmerjene vzročnosti in s tem celotno idejo emergence.

Krožnosti in nekoherentnosti, ki ogrožata znanstveno verodostojnost pojma refleksivne navzdol usmerjene vzročnosti, se lahko po Kimu izognemo le, če jo pojmujeemo v diahronih okvirjih, to je, če med vzrokom in posledico obstaja določen *časovni zamik*: »stališče sinhrono refleksivne navzdol usmerjene vzročnosti je nesmiselno in skoraj gotovo nekoherentno, medtem ko se za primere diahrone refleksivne navzdol usmerjene vzročnosti zdi, da jih omenjene metafizične težave ne zadevajo. [...] Za primer, ko emergentna lastnost celote (M), ki nastane v času (t) in povzroči, da neki njen sestavni del (a) v času ($t+\Delta t$) zadobi lastnost (Q), velja, da zaradi časovnega zamika med vzrokom in posledico problem vzročne krožnosti izgine, načelo aktualnosti vzročne moči pa ni kršeno, saj lastnost (Q), ki izhaja iz sestavnega dela (a) v času ($t+\Delta t$), ni hkrati že eden izmed pogojev, iz katerih nastane lastnost celote (M) v času (t)« (Kim, 2000: 315–316).

⁸ Kim načelo aktualnosti vzročne moči definira takole: »Če naj predmet x ob času t vzročno ali določujoče vpliva v skladu z lastnostjo P , mora x v času t že imeti lastnost P . Kadar x v času t šele pridobi lastnost P , ne moremo reči, da v času t že poseduje lastnost P in tako ne more vzročno ali določujoče vplivati v skladu z lastnostjo P « (Kim, 2000: 315).

Vendar pa se tudi diahroni različici navzdol usmerjene vzročnosti ne uspe v celoti izogniti vsem problemom, saj, kot skuša dokazati Kim, vzročnost višje ravni krši tako imenovano »načelo zaprtosti fizične domene«, imenovano tudi »načelo vzročne zaprtosti elementarne ravni« ali pa se ta »sesede« v vzročnost osnovne, nižje ravni, s čimer postane pojem navzdol usmerjene vzročnosti povsem odvečen. Njegovo utemeljevanje⁹ sloni na treh načelih, ki jih mora po njegovem sprejeti vsak zagovornik fizikalizma (tudi emergentnega, nereduktibilnega fizikalizma):

Načelo fizične realizacije: vsak emergenten dogodek ali lastnost M mora izhajati iz [*realized by*] (ga mora določati ali mora supervenirati nad) nekim fizičnim dogodkom ali lastnostjo (to je njegove »emergentne baze«).

Načelo vzročnega nasledstva: če je v nekem sistemu emergentna lastnost M realizirana zaradi fizične baze P , potem so vzročne moči M -ja identične vzročnim močem P -ja.

Načelo vzročne zaprtosti fizične domene: vsak fizičen dogodek, ki ima svoj vzrok v času t , ima fizičen vzrok v času t . Tako velja, da nam pri iskanju vzroka nekega fizičnega dogodka, nikoli ni potrebno stopiti izven fizične domene (Kim, 1993: 336–357).

Ključno vprašanje, ki si ga nato zastavi Kim, je, čemu naj ne bi osnovna fizikalna baza, ki določa emergenten pojav, v celoti nadomestila tega emergentnega pojava kot vzroka vseh njegovih domnevnih učinkov. Tako imenovani problem »vzročno-razlagalne izključitve« ali problem »vzročno-razlagalne predeterminiranosti«, ki ga je Jaegwon Kim izpostavil v seriji svojih člankov, namreč izraža iz prepričanja, da ima vsak dogodek na elementarni ravni tudi svoj zadostni vzrok na tej mikro ravni. Če pa vendarle zatrdimo, da ima nek učinek na mikro ravni svoj zadostni vzrok tudi na makro ravni (makro pojav ima navzdol usmerjeno vzročno moč), potem se znajdemo v situaciji, kjer za en sam dogodek dopuščamo obstoj dveh različnih, a sočasnih zadostnih vzrokov. Tako bi v opisani situaciji dva različna vzroka tekmovala za razlagalno ustreznost nekega dogodka na mikro ravni. Vendar pa ima že po tako imenovanem »Ockhamovemu načelu« razlagalno prednost enostavnejša in s stališča fizikalizma osnovnejša razlaga: če za razlago nekega dogodka na mikro ravni zadostuje vzrok na mikro ravni, potem ni jasno, zakaj naj bi se z vzrokom na makro ravni sploh ubadali (Kim, 2008: 441–442 in Kim, 1992: 135).

⁹ Kimovo utemeljevanje sicer poteka na modelu vzročnosti z mentalne na fizično raven, vendar lahko njegovo argumentacijo zlahka prenesemo tudi na druge modele, npr. na vprašanje vzročne zveze med dogodki biološke in fizikalne ravni.

Končna poanta Kimove argumentacije je tako v tem, da je pojem sinhrona navzdol usmerjene vzročnosti nekoherenten, zagovorniki diahrona različice pa morajo ali priznati, da je pojem navzdol usmerjene vzročnosti odvečen, ker lahko domnevne vzročne moči emergentnih pojavov vselej že nadomestimo z vzročnimi močmi osnovnih elementov mikro ravni, na katerih ti emergentni pojavi temeljijo, ali pa morajo zavrniti načelo vzročne zaprtosti elementarne fizične ravni.¹⁰ Srž Kimove kritike je tako v tem, da izpostavljeni problemi ne krepijo le skepticizma do sinhrona ali diahrona različice navzdol usmerjene vzročnosti, temveč spodkopavajo same temelje emergentističnega projekta nasploh. Ker je namreč srčika emergentističnega nauka v tem, da so lastnosti višjih ravni nereducibilne na osnovne pogoje, iz katerih nastajajo, saj ti le tako predstavljajo dejansko avtonomno domeno v ontologiji sveta, potem je nujno, da tem priznamo tudi nove vzročne moči, saj jih sicer lahko okličemo le za gole epifenomene.¹¹ Vendar pa so zgoraj opisani argumenti iz nekoherentnosti ali vzročne krožnosti, vzročne izključitve in (ne)zaprtosti elementarne ravni pokazali, da je privzetje teze o vzročni avtonomnosti emergentnih pojavov še kako problematično. Kim tako predstavnike emergentizma postavi pred neprijetno dilemo: ali morajo ti sprejeti redukcijo makro kompleksnih pojavov na osnovne pogoje ali pa priznati, da višja kompleksna raven sploh nima vzročnih moči in morajo posledično sprejeti stališče epifenomenalizma. V obeh ponujenih opcijah gre namreč ravno za zavrnitev osnovnih načel emergentističnega nauka.

Preden bomo skušali pokazati, da ugovori in izpostavljeni problemi vsaj v celoti ne zadevajo tudi primerov s področja kompleksnih sistemov, si pogledimo še pojmovanje treh različic navzdol usmerjene vzročne moči, ki temeljijo na – za možnost »odgovora« na Kimovo dilemo – ključnemu razlikovanju med učinkujočo in formalno vzročnostjo.

¹⁰ Omenjeno načelo priznavajo tako zagovorniki strogega reduktibilnega fizikalizma kot tudi predstavniki emergentnega fizikalizma. Nasprotno pa je »močna« oblika emergentizma, kjer vzročno-nomološke moči na makro ravni lahko kršijo zakone elementarne ravni in neodvisno od njih spreminjajo potek mikro dogodkov, privlačna za tiste, ki zagovarjajo emergentni dualizem, vendar pa morajo ti priznati, da v principu ne more obstajati popolna fizikalna teorija fizičnih pojavov in morajo, ob prizadevanju po celostnosti teorije, deducirati razne nereducibilne nefizikalne vzročne moči.

¹¹ Samuel Alexander je epifenomenalizem zavnil takole: »[Ta] predpostavlja, da v naravi obstaja nekaj, kar ne počne ničesar, kar ne služi nobenemu namenu – nekakšna vrsta noblese torej, ki je odvisna od dela svojih podrejenih – temveč je vzdrževano le zavoljo nastopaštva in moči ter bo čez čas nedvomno odpravljen« (citirano po Kim, 2008: 436). Alexander je zato postavil tezo, da mora imeti vse, kar opišemo s predikatom realnega, novega in nereduktibilnega, tudi pristno nove vzročne moči.

4. Različice navzdol usmerjene vzročnosti

V članku »*Levels, Emergence, and Three Versions of Downward Causation*« C. Emmeche, S. Køppe in F. Stjernfelt predstavijo izvirno klasifikacijo treh različnih vrst navzdol usmerjene vzročne zveze – *močno*, *srednjo* ter *šibko* vrsto –, ki temelji na različnih predpostavkah glede razmerja ter posebne narave entitet na višji ravni in entitet na nižji ravni. Pri tem je močna navzdol usmerjena vzročna moč razumljena kot neke vrste »*učinkujoča ali dejavna*« vzročnost [*causa efficiens*], medtem ko sta preostali dve prikazani kot različici navzdol usmerjene »*formalne ali oblikovne*« vzročnosti [*causa formalis*].

4.1. Močna navzdol usmerjena vzročnost

Definicija močne navzdol usmerjene vzročnosti privzema, da entitete ali procesi na višji ravni izkazujejo *učinkujočo* ali *dejavno vzročno moč* na procese oziroma pojave nižje ravni. Poleg tega za to vrsto vzročnosti, kakor jo razumejo omenjeni avtorji, velja tudi, da so zadevne ravni medsebojno strogo ločene ter neodvisne druga od druge. Četudi entitete nižje ravni sestavljajo tiste na višji ravni, pa se slednje »po svoji substancialni zgradbi kvalitativno razlikujejo od entitet na nižji ravni« (Emmeche *et al.*, 2000: 19). Z drugimi besedami: močna navzdol usmerjena vzročnost implicira substancialni dualizem, ki posledično tudi krši tako imenovano domnevo o »inkluzivnosti nivojev«¹² in tako neposredno spreminja zakonitosti, ki veljajo za procese na nižji ravni.

Emmeche in soavtorji omenjenega članka takšno vrsto vzročnosti, ki je npr. značilna v dualizmu substanc klasične filozofije duha in za vitalistično teorijo biologije, zavrnejo, saj morajo zagovorniki tako imenovanega »emergentnega dualizma« deducirati razne nefizikalne vzročne moči – entelehijo, vitalno moč, moč duše ipd. – pri katerih je znanstvena razlaga že po definiciji izključena. Poleg tega ti, podobno kot Jaegwon Kim, priznavajo načelo vzročne zaprtosti elementarne ravni (v kolikor o pojmu vzročnosti govorimo v klasičnem, časovnem smislu vzročne zveze), močna različica navzdol usmerjene vzročnosti pa s kršitvijo osnovnih mikro zakonov to načelo razveljavlja. Ta vrsta vzročnosti pa je zanje problematična tudi zato, ker zamenjuje tako imenovano »mereološko« relacijo, to je zvezo med celoto in njenimi deli, z vzročno zvezo; v nasprotju z učinkujočo navzdol usmerjeno vzročno močjo, pri kateri gre za bistveno časovni proces, mereološka zveza ni časovna in torej tudi ni vzročna v klasičnem smislu učinkujoče ali dejavne vzročnosti. S tem tudi zavrnejo Kimov predlog diahrone različice

¹² Hipoteza o inkluzivnosti ali fizikalni soodvisnosti nivojev pravi, da četudi višjih sistemskih ravni ni mogoče enostavno zvesti na elementarnejše ravni, pa prve v materialnem smislu vendarle temeljijo na nižjih ter tako tudi ne kršijo zakonov nižje ravni (Tabaczek, 2013: 4).

navzdol usmerjene vzročnosti in pojmujejo navzdol usmerjeno vzročno moč v sinhronem smislu.¹³

4.2. Navzdol usmerjena vzročnost srednje vrste

Za srednjo navzdol usmerjeno vzročno moč je bistvena ontološka predpostavka, da »višje ravni sistema ni mogoče reducirati na obliko ali določeno ureditev [*organization*] njegovih sestavnih delov. Tako za višjo raven ne velja le, da sestoji iz gradnikov nižje ravni, temveč tvori tudi svojo lastno substanco« (ibid.: 16). Entiteta na višji ravni je sicer posledica realizacije ene izmed številnih možnih stanj na nižji ravni, vendar pa lahko pri tem prejšnja stanja višje ravni razumemo kot dejavnike »izbire« pri tej realizaciji. Sama vzročnost te vrste je tako definirana s pojmom robnih, oziroma natančneje, omejujočih [*constraining*] pogojev: »entitete višje ravni so omejujoči pogoji za emergentno delovanje nižjih ravni« (ibid.: 25), kar pa ne pomeni, da višja raven le omejuje »dejavnosti na nižji ravni«, temveč tudi določa »kateri pojav na višji ravni bo sledil iz danega stanja nižje ravni« (ibid.: 25). V kontekstu teorije kompleksnih sistemov bi tako lahko pojem »omejitve« [*constraint*] razumeli kot relacijsko lastnost delov, ki jo imajo ti zaradi svoje integracije ali poenotenja v celoto systemskega omrežja. Kot lepo zapiše Alicia Juarrero, je torej pojem omejevanja v tem smislu formalni ali topološki pojem. Oblika, konfiguracija ali topologija nekega sistema namreč omejuje ali preprečuje določena možna obnašanja delov, ki bi jih ti lahko imeli sami po sebi, to je neodvisno od celote, vendar pa jim hkrati, na podlagi stanj, ki so lahko dostopne sistemu kot celoti, nove možnosti s tem tudi odpira (Juarrero, 1999: 132–133).

Entiteta na višji ravni, kot pravi substancialni pojav, ima torej vlogo omejujočih pogojev za vedênje oziroma nadaljnjo dinamiko entitet ali procesov na nižji ravni, to vlogo pa lahko razumemo kot neko vrsto formalne vzročnosti. Rečeno isto z drugimi besedami: »za višjo raven so značilna *organizacijska načela* – neke vrste zakonitosti [*lawlike regularities*], – ki vplivajo na porazdelitev dogodkov in snovi na nižji ravni« (Emmeche *et al.*, 2000: 25), vendar pa za razliko od močne različni-

¹³ Kot primer napačnega razumevanja navzdol usmerjene vzročnosti v sodobnih znanstvenih razpravah navajajo Emmeche in ostali primer žive celice, razumljene kot emergentne entitete. Pogosto je namreč celica, da bi poudarili njen specifično biološki karakter, ki nastane iz njene fizikalno-kemijske osnove, opisana kot živa substanca, ki določa in povzroča spremembe v interakcijah med njihovimi neživimi fizikalno-kemijskimi sestavnimi deli. »Vendar pa«, zapišejo avtorji, »če si ta domnevno vzročni proces ogledamo na mikroskopski ravni, takšne vrste učinkujoče vzročnosti sploh ne bomo našli. Proces namreč niti ni časoven niti omenjen dogodek nima takšne vzročne moči na drugega. Seveda je očitno, da biološka celica v nekem smislu 'vodi' ali 'vpliva' na biokemični proces, ki se dogaja v njej – vendar pa pri tem njena zgradba vseskozi ostaja biokemična. [...] Tako bi lahko rekli, da celico sestavljajo biokemični procesi, vendar pa takšna relacija ni niti časovna (je mereološka) in torej niti vzročna v učinkujočem smislu vzročnosti« (ibid.: 20). Napaka torej po njihovo nastane ob predpostavki, da lahko celica in biokemični procesi obstajajo neodvisno drug od drugega, a da med njimi vendarle obstaja učinkujoča vzročna vez. V tem smislu je napačna tudi ideja navzgor usmerjene učinkujoče vzročnosti iz biokemične osnove na celico; rečemo lahko namreč le, da molekule in omenjene biokemične reakcije celico sestavljajo [*consist*], ne pa, da jo tudi povzročajo [*cause*].

ce, srednja vrsta navzdol usmerjene vzročnosti ne vključuje ideje *učinkujoče vzročnosti* v strogem temporalnem smislu, to je ne dovoljuje neposrednega učinkujočega vplivanja domnevno neodvisne višje ravni na nižjo ter s tem tudi vplivanja na same zakone, ki veljajo na nižji ravni. Čeprav se torej tako opredeljena navzdol usmerjena vzročnost uspe izogniti radikalnemu dualizmu in vitalizmu, pa ima ideja, da omejujoči pogoji višje ravni določajo, kateri pojav na višji ravni bo izšel iz nekega danega stanja nižje ravni za posledico tudi, da lahko »isti sestavni deli nižje ravni ustrezajo vrsti različnih pojavov na višji ravni« (*ibid.*: 25).

Če v nekaj točkah še enkrat povzamemo ključne elemente pri opredelitvi navzdol usmerjene vzročnosti srednje vrste, lahko tako rečemo, da: (i) entiteta na višji ravni nastane ob določeni realizaciji enega izmed več možnih stanj na nižji ravni; (ii) v tem procesu lahko vsa pretekla stanja višje ravni razumemo kot dejavnike izbire za stanja na nižji ravni; (iii) natančnejšo opredelitev omenjenih »dejavnikov izbire« dobimo z uvedbo pojma robnih pogojev, namreč v smislu, da igrajo določene ureditve entitet in stanj na višji ravni vlogo robnih pogojev za vedenje nižjih ravni, s tem da omejujejo ter tako tudi določajo, kateri pojav na višji ravni bo izšel iz danega stanja na nižji ravni; (iv) pojmovanje višjih ravni sistema kot omejujočih pogojev pa lahko razumemo kot organizacijska načela, kot nekakšne norme razporejanja, ki učinkujejo na stanja in na porazdelitev elementov nižje ravni; (v) srednja različica navzdol usmerjene vzročnosti je zavezana tako imenovanemu »konstitutivnemu iredukcionizmu«, to je ideji, da se višje ravni ne da zvesti na obliko ali ureditev sestavnih delov, četudi višja raven sistema v ontološkem smislu v celoti sestoji iz entitet na nižji ravni, zaradi česar je entitete višje ravni potrebno obravnavati kot prave substancialne pojave.

4.3. Šibka navzdol usmerjena vzročnost

Za tretjo, šibko različico navzdol usmerjene vzročnosti velja, da predstavlja višja raven le določeno obliko razporeditve sestavnih delov na elementarni ravni, tako da makro raven sistema sama po sebi ne predstavlja realne substancialne ravni, temveč je ta razumljena zgolj kot specifična raven organizacije: »Višjo raven lahko razumemo kot novo raven organizacije, to je kot določeno urejenost, celostnost, kot vzorec ali strukturo, skratka, kot določeno *obliko* razporeditve njenih sestavnih delov« (*ibid.*: 26). Čeprav torej entitete na višji ravni v celoti sestojijo iz entitet nižje ravni, pa se njihova forma ali struktura, v skladu s katero so razporejene entitete nižje ravni, šteje za ireducibilno. Tako na primer celice kot celote ni mogoče reducirati na seštevke njenih delov, saj ta sestoji »iz specifičnega niza prostorskih in morfoloških odnosov med posameznimi deli« (Emmeche *et al.*, 1997: 106).

Omenjeni avtorji to različico navzdol usmerjene *formalne vzročne moči* primerjajo s pojmom »privlačnika« [*attractor*] v dinamičnih sistemih, ki ga v splošnem lahko opredelimo kot stabilno množico ali območje stanj v faznem prostoru, v katero ali h kateremu »gravitira« nadaljnji razvoj sistema. Z vidika biološke ravni

lahko tako npr. organizme po njihovem obravnavamo kot zapletene atraktorje, ki »urejajo« vedênje organskih molekul na biokemični ravni, s čimer pa je tudi »obstoj teh privlačnikov v nekem (platonskem) smislu predhoden dejanskemu obstoju določenega posameznega živega organizma« (Emmeche *et al.*, 2000: 27).¹⁴

Šibka navzdol usmerjena vzročnost se tako od srednje različice, čeprav gre pri obeh za formalno vzročno moč, vendarle razlikuje najmanj v treh ozirih: prvič, makro raven sistema ni obravnavana kot substancialna raven, ampak kot raven organizacije; drugič, vpliv makro ravni na mikro raven elementarnih delov ni pojmovan z izrazjem omejujočih pogojev, kot v srednji različici, kjer je pojem omejitve in s tem tudi pojem privlačnika razumljen kot *posledica* samega procesa nastajanja [*emergence*], temveč so, nasprotno, ti atraktorji pri šibki navzdol usmerjeni vzročnosti pojmovani kot abstraktne, brezčasne strukture: »šibka navzdol usmerjena vzročnost s svojim bolj strukturnim pristopom, teh privlačnikov ne šteje za rezultat nastajanja ali kot posledico kontingentnega zgodovinskega procesa [...]« (*ibid.*: 32). In tretjič, pri šibki navzdol usmerjeni vzročnosti se en in isti pojav na nižji ravni ne more nikakor skladati z več različnimi pojavi na višji ravni in se tako nek dinamičen sistem, odvisno od njegovega začetnega stanja, razvija v smeri zgolj enega določenega privlačnika (ki pa se sam ne razvija).

Oprelitev šibke navzdol usmerjene vzročne zveze lahko tako strnemo z naslednjimi trditvami: (i) entiteta na višji ravni, ontološko gledano, v celoti sestoji iz določene ureditve oziroma razporeditve entitet na nižji ravni; (ii) forma, oblika ali ureditev višje ravni je sicer nezvedljiva na nižjo raven, vendar pa pri tem višje ravni ne smemo obravnavati kot pravih substancialnih pojavov; (iii) za razliko od srednje različice, šibka navzdol usmerjena vzročnost ne dopušča interpretacije robnih pogojev kot omejujočih pogojev; (iv) z uvajanjem izrazja faznega prostora so entitete višje ravni opredeljene s pomočjo pojma privlačnikov, ki vplivajo na

¹⁴ Kakor sta v svojih delih dokazovala tudi teoretična biologa Stuart Kauffman in Brian Goodwin, v dejstvu, da biološke vrste sestavljajo urejeni ter stabilni organizmi, niti ne gre za posledico nekega mističnega, »čudežnega« procesa niti ne *zgolj* za posledico naravnega odbiranja, kakor velja v neodarvinizmu, temveč je stabilnost po njunem posledica nekih notranjih, formalnih lastnosti v organizaciji organizma. Nasprotno, pa je problem forme v neodarvinizmu reduciran na problem funkcionalne prilagoditve; dandanes namreč med biologi prevladuje mnenje, da forma zgolj sledi funkciji. To pomeni, da je oblika ali struktura neke biološke enote – pa naj gre pri tem za proteinsko molekulo, okončino, organizem ali za kolonijo – takšna, da ta daje določenemu organizmu (oziroma genom) kar največje možnosti za njegovo preživetje. Določena forma je tako »izbrana« iz palete drugih možnosti – je posledica naravnega evolucijskega izbora. Vendar pa samega *izvora* bioloških form z naravno selekcijo ne moremo zadovoljivo razložiti: ne zato, ker bi bila ta napačna, temveč zato, ker nam ta ne pove ničesar o mehanizmi njihovega nastanka. Darvinizem sam po sebi ne daje odgovora, kateri vzorci sploh lahko nastanejo in kateri ne, ampak poda le razlago, zakaj nekateri izmed njih v določenih živalskih in rastlinskih vrstah vztrajajo, ne pa tudi v drugih (npr. razlike v habitatu). Naravna selekcija ne pove, kaj sploh je na »paleti možnosti«; je sicer močno orodje za retrospektivno racionalizacijo, toda le redko, če sploh kdaj, za samo predikcijo. Tako ostajata vprašanji, ali ima narava zares neskončno možnosti pri odbiru določenih naravnih vzorcev in kako vsak posamezen izmed teh sploh vznikne, s stališča neodarvinistične paradigme, odprti. (glej: Ball (2004), Goodwin (1997), Kauffman (1993, 1995)).

dinamiko nižje ravni. Tako bi lahko rekli, da višjo raven označujejo formalni vzroki v samoorganizaciji sestavnih delov na nižji ravni.

Četudi Emmeche, Køppe in Stjernfelt trdijo, da sta tako srednja kot šibka različica navzdol usmerjene formalne vzročnosti obetajoči in znanstveno legitimni, saj »nobena izmed njiju ne vključuje kakršnekoli metafizično nevzdržne ideje časovnega vzročnega procesa z višje na nižjo raven« (*ibid.*: 32), pa je stališče Morena & Umereza (2000) ter El-Hania & Pereire (1999, 2000), ki o pojmu navzdol usmerjene formalne vzročnosti razpravljajo predvsem v kontekstu kompleksnih bioloških sistemov, tesneje povezano s formulacijo navzdol usmerjeno vzročnost *srednje* vrste.

5. Aplikacija navzdol usmerjene formalne vzročnosti na kompleksne biološke sisteme

Moreno & Umerez se na pojem formalne navzdol usmerjene vzročne moči sklicujeta, ko razpredata o vprašanju celične organizacije ter organizacije bioloških struktur nasploh, pri čemer formalno vzročnost povezujeta s pojmom informacije; osnovni tip formalne vzročnosti v bioloških sistemih je namreč zanj genetska informacija: »Z aristotelskim izrazjem bi tako lahko rekli, da so molekule DNA neke vrste formalni vzrok proteinom v biološki celici, ker specifično zaporedje njihovih nukleotidov prenaša »idejo« oziroma »formo« proteinom (Moreno & Umerez, 2000: 109), pri čemer pa je formalno navzdol usmerjeno vzročno zvezo med informacijami na makroskopski ravni in molekularnimi komponentami ter kemijskimi procesi med njimi na mikroskopski ravni po njunem mogoče razumeti v kontekstu omejujočih pogojev: »informacijske komponente (molekule DNA) uokvirjajo [*constrain*] kemijske reakcije nižjega reda, ki sestavljajo celico« (*ibid.*: 115). Moreno in Umerez tako trdita, da nekaterih kompleksnih bioloških procesov ter sistemov ni mogoče razložiti zgolj na ravni osnovnih fizikalno-kemijskih zakonov, temveč je njihova organizacija odvisna tudi od delovanja informacijskih zapisov na višji ravni, ki vplivajo na razvoj fenotipa nekega organizma. S tem, ko informacija vpliva na nižjo raven molekularnih interakcij, se ta kaže kot neke vrste ekspliciten formalni vzrok, ki snov preoblikuje v skladu z danim vzorcem. Ker pa je tvorba informacijskih vzorcev odprt proces, ki je bistveno neodvisen od dinamike na ravni njihove materialne osnove, izkazuje informacije neko kompozicijsko zmožnost, ki – poleg tega, da omogoča odprt razvoj – predstavlja tudi glavno razliko med fizikalno (učinkujočo) in formalno vzročnostjo (*ibid.*: 99, 114).

Podobno tudi El-Hani & Pereira poudarjata, »da je potrebno tako prepletenost snovi in forme, kot tudi vlogo struktur višjega reda kot omejujočih in obvladujočih [*controlling*] pogojev za relacijske lastnosti sestavnih delov kompleksnega sistema, obravnavati kot ključni lastnosti entitet na višji ravni« (El-Hani & Pereira, 2000: 135), pri čemer pa imajo same oblike višjega reda tudi svoj evolutijski

moment, saj se te formirajo šele v procesu razvoja celotnega sistema in niso, v platoničnem smislu, »dane vnaprej«. Višja raven sistema tako topološko omejuje oziroma »koordinira« porazdeljene vzročno-učinkujoče interakcije med posameznimi komponentami s tem, da omejuje sicer širok nabor interakcijskih možnosti. To pomeni, da narave lokalnih interakcij ne moremo v celoti razumeti, če v razlago ne vključimo tudi vloge, ki jo imajo opisi na višji oziroma celostni ravni sistema: »[...] razvoj kompleksnega sistema moramo pripoznati kot dogajanje, ki ga v svoji osnovi določa učinkujoči vzročni proces. Toda po drugi strani prav tako velja, da je konfiguracija ali forma sistema nenapovedljiva zgolj na podlagi te učinkujoče vzročnosti, ampak sistem višjega reda svojo formo razkriva šele v procesu svojega lastnega razvoja. Navzdol usmerjeno formalno vzročnost sistema, ki določa meje sistema in povzroči, da so sestavni elementi porazdeljeni v skladu z nekim redom [...], moramo zato obravnavati kot samostojen vzročni pojav« (*ibid.*: 136). Medtem ko torej učinkujoči vzročni procesi igrajo vlogo pri osnovni materialni strukturi, ki tvori sistem, pa je formalno vzročnost po njunem mnenju bolje razumeti kot navzdol usmerjeno vzročnost. Po eni strani lahko potemtakem sestavne dele ter učinkujoče vzročne povezave med njimi štejemo za materialne vzroke kompleksnih sistemov, medtem ko, po drugi strani, »realizirajoča se« forma tega sistema omejuje možne učinkujoče vzročne povezave med sestavnimi deli. »Kompleksnejša, višja raven sistema se tako od predhodne nižje ravni ne razlikuje zgolj glede na interakcije med osnovnimi elementi, temveč predvsem z ozirom na svojstven način koordinacije teh interakcij« (*ibid.*: 137).

Primer, ki ga v svojem zagovoru avtonomnosti organizacijsko kompleksnejše (biološke) ravni podata, je vizualna percepcija plenilca (Q), ki pri plenu aktivira specifični vedenjski vzorec bega (Q^*) pred nevarnostjo, ki jo predstavlja njegova zaznava plenilca. Tako prvi, kot tudi drugi pojav na višji biološki ravni (Q in Q^*) snovno gledano v celoti sestojita iz osnovnih fizikalno-kemičnih lastnosti nižje ravni, to je fotokemičnih dogodkov na očesni mrežnici plena (P) ter aktivacije njegovih mišic (P^*). Vendar pa avtorja, nasprotno kot Jaegwon Kim, ne trdita, da zato vzročna zveza na višji ravni »kolabira« v fizikalno vzročnost na nižji ravni, temveč menita, da ob je neupoštevanju biološke navzdol usmerjene vzročnosti, razumljene v smislu formalne in funkcionalne¹⁵ vzročnosti, v vzročni zvezi med P in P^* sploh težko najti kakršen koli smisel: ta je smiselna šele v kontekstu celotne organske mreže, ki koordinira senzorične, možganske in hormonalne aktivnosti v organizmu (El-Hani & Pereira, 1999: 349–350).

Čeprav opisano stališče priznava biološko navzdol usmerjeno vzročno moč, pa ta s tem ne krši ideje vzročno-razlagalne izključitve, ki jo je v svoji kritiki izpostavil

¹⁵ El-Hani in Pereira, enako kot Emmeche in ostali, prvoten smisel aristotelskega »teleološkega ali smotrnega vzroka« [*causa finalis*] nadomeščajo s pojmom »funkcionalne vzročnosti«, s katerim se nanašajo na vlogo posameznega gradnika, če je ta vpet v procesualno celoto sistema, oziroma na vlogo določenega vedenja, gledano z vidika stabilnosti (ali preživetja) nekega sistema skozi čas.

Jaegwon Kim, temveč je, nasprotno, – ker vključuje dva različna modusa vzročnosti – v celoti skladna s trditvijo, da posamezen dogodek ne sme imeti več kot enega zadostnega razloga ali več kot ene vzročne razlage (ker bi sicer veljalo, da je dogodek vzročno/razlagalno predeterminiran). Ne gre torej za to, da proces na višji biološki ravni (Q^*) določata dva različna učinkujoča vzroka (Q in P^*), temveč se vloga vzročnih moči na višji sistemski ravni ohranja v specifičnem smislu formalne in funkcionalne vzročnosti. V nasprotnem primeru, v odsotnosti takšne organizacijske kompleksnosti, ki je značilna za organsko mrežo oziroma za biološki sistem kot celoto, ki »koordinira« procese znotraj organizma in jim daje pomen, tudi zveza med fizikalno-kemičnima procesoma P in P^* namreč ne more biti primerno ter v celoti razumljena.¹⁶

6. Navzdol usmerjena formalna vzročnost kot možen »odgovor« na kritike Jaegwona Kima

Navzdol usmerjeno vzročnost je v kontekstu teorije sistemske kompleksnosti torej mogoče razumeti kot neke vrste kontekstualno omejevanje v organizaciji sistema, kjer višja ali celostna raven sistema koordinira oziroma omejuje možne interakcije med posameznimi sestavnimi deli sistema. Tako pojmovana navzdol usmerjena vzročnost ustreza topološkemu vplivu, ki ga ima celoten sistem na svoje sestavne procese in posamezne elemente na nižji ravni, »usmerjenost navzdol« pa lahko razumemo kot metaforo za formalno ali topološko vplivanje celote na lokalno raven njenih gradnikov. Pri omenjenem vplivu torej ne gre za neko sistemu zunanjo silo (v časovno-prostorskem smislu), temveč za medsebojno povezanost in prepletenost med procesi znotraj sistema, ki strukturirajo kontekst in ozadje lokalnih interakcij na način, da dopuščajo pojav določenih dogodkov, ki se sicer ne bi primerili. Tako pojmovane »organizacijske meje« pa, kot smo videli, zgoraj omenjeni avtorji enačijo s pojmom navzdol usmerjene formalne vzročnosti. »Če entitete na nižji ravni tvorijo višjo sistemsko raven, je nabor možnih relacij med njimi omejen, saj vpetost v celoto sistema povzroči, da je porazdelitev med njegovimi sestavnimi gradniki časovno-prostorsko bolj urejena, kot bi bila v njegovi odsotnosti. [...] ista entiteta na nižji ravni lahko torej izkazuje različne vedenjske vzorce, ki so odvisne od forme ali konfiguracije procesov sistema na višji ravni, katerega del ta entiteta je. Entitete na nižji ravni so torej »zavezane« specifičnemu vzorcu omejevanja, ki ga določa struktura višje ravni, v katero so vpete in v skladu s katerim se modificirajo njihove medsebojne relacije ter, posledično, tudi nji-

¹⁶ Podobno meni tudi fizik Paul Davies, ko zapiše, da: »misterij življenja ni toliko v naravi sil, ki delujejo na posamezne molekule, katere tvorijo nek organizem, temveč v načinu, kako celoten sestav deluje skupaj koherentno in kooperativno. Biologija se ne bo nikoli spravila s fiziko, če slednja ne bo spoznala, da vsaka nova raven v hierarhični organizaciji snovi poraja tudi nove kvalitete, ki so na atomistični ravni še nerelevantne« (Davies, 2004: 101).

hove vzročne moči. [...] Vendar pa ta modifikacija ni enaka posledici, ki jo prinaša učinkujoči ali dejavni vzročni dogodek, temveč jo je primerneje razumeti kot vpliv prepletenega niza omejitev na možne interakcije med posameznimi komponentami sistema, ki ga lahko razlagamo kot primer formalne vzročnosti» (El-Hani & Queiroz, 2005: 175–176).

Pojem navzdol usmerjene vzročnosti, razumljen kot vpliv neke splošne, globalne strukture ali vzorca na lokalno raven gradnikov, vzbuja dvom o univerzalni veljavnosti Kimovega načela »aktualnosti vzročne moči« ter iz tega načela izpeljane teze o nekoherentnosti sinhrono navzdol usmerjene vzročnosti. Težava z omenjenim načelom je, na primer, lepo vidna pri pojavu tako imenovanih Rayleigh-Bénardovih konvekcijskih valov, kjer vzorec urejenega gibanja valov (ki ga lahko imamo za primer splošnega strukturnega vzorca) sicer nastane iz dinamike med posameznimi molekulami tekočine, ki se dogaja na lokalni ravni, vendar pa ta vzorec valov *istočasno* zamejuje razpoložljiva stanja gibanja tem istim molekulam. Kot navaja Robert Bishop je tako: »[...] pojav samoregulativnega globalnega vzorca sočasen spremembam, ki zadevajo dostopnost nadaljnjih stanj sistema. V nasprotnem primeru, če namreč procesa ne bi bila sočasna, do vzorca sploh ne bi prišlo« (Bishop, 2002: 9). Zdi se torej, da je – nasprotno, kot trdi Kim – ideja sinhrono reflektivne navzdol usmerjene vzročnosti povsem koherentna, če le ta ni pojmovana kot učinkujoča vzročnost, pri kateri sta vzrok in posledica drug drugemu zunanja, temveč je globalno-lokalen formalni vpliv razumljen v smislu omejujočih pogojev, ki so del sistema samega.

Čeprav je torej s stališča teorije sistemske kompleksnosti Kimova teza o nekoherentnosti pojma sinhrono navzdol usmerjene vzročnosti neupravičena, pa bi lahko pokazali, kot sicer nakazujejo že zgornji primeri, da so vsaj deloma problematični tudi njegovi ugovori zoper diahrono navzdol usmerjeno vzročnost ter posledična zavrnitev emergentizma nasploh, ki ga izraža dilema: ali redukcija makro kompleksnih pojavov na osnovne pogoje ali pa sprejetje stališča epifenomenalizma. Njegovi argumenti namreč zanikajo možnost, da ima lahko makro organizacija sistema sploh kakršenkoli vpliv na mikro raven njegovih sestavnih delov: »reči, da je forma ali neka makro urejenost sistema vzročno učinkujoča, v resnici pomeni le podati makro opis vzročnih dogodkov na mikro ravni. Tak opis je sicer lahko epistemološko zelo koristen, vendar pa se, v ontološkem smislu, vso vzročno delovanje dogaja na bazični ravni, zaradi česar lahko to makro urejenost štejemo za epifenomen (Kim, 1999: 33). Kim torej ne priznava, da do določenih interakcij na nižji ravni pride ravno zaradi načina organiziranosti lokalnih procesov, ki jih določa makro raven sistema kot celote. Da pa ima urejenost ali forma sistema vendarle nek vpliv na nižjo lokalno raven, pa je jasno že iz dveh razlogov: prvič, do enega in istega vzorca ali makro strukture lahko pride, četudi je možno, da so skupki gradnikov, ki ta vzorec sestavljajo, spremenljivi. To pomeni, da je ureditev sistema na makro ravni »odporna« ali pa vsaj deloma neodvisna od sprememb, ki se zgodijo lokalni

ravni njegovih gradnikov; ter, drugič, lahko bi pokazali, da je prisotnost neke specifične ureditve ali forme sistema nujna za pojav določenih posledičnih dogodkov, medtem ko za posamezne gradnike to ne velja.

Čeprav torej »celoten problem predeterminiranosti, ki ga Kim izpostavlja pri pojmu diahrone navzdol usmerjene vzročnosti, izgine, če vzročnost pojmujeemo kot formalno in ne kot učinkujočo vzročnost« (Tabaczek, 2013: 18), pa bi lahko rekli, da je eden od razlogov, zakaj Kim zavrača pojem emergence in navzdol usmerjene vzročnosti tudi v tem, da emergentnih lastnosti ne istoveti s samo formo ali organizacijo makro nivoja, kot to velja v primeru sodobnih teorij sistemske kompleksnosti, temveč naj bi se emergentne lastnosti od te forme, po njegovem mnenju, kvalitativno razlikovale in celo nad njo supervenirale. V tem smislu je na mestu tudi kritika Menna Hulswita, namreč, da ni povsem jasno, kakšna je narava tako imenovanih »*relat*« – kakšen je ontološki status tistega, kar povzroča in tistega, kar je povzročeno – ter kakšen sploh je natančen pomen pojma »povzročanja« pri navzdol usmerjeni formalni vzročnosti, kakor jo razumejo Emmeche in ostali.

7. Kritika navzdol usmerjene formalne vzročnosti in nadaljnji izzivi

Menno Hulswit svojo kritiko začenja z ugotovitvijo, da je pojasnjevalna shema Emmecheja in ostalih obremenjena z razmišljanjem, ki se vse preveč nagiba v smer substancialne metafizike: entitete na višji in na nižji ravni označujejo kot substance ali pa kot substancialne forme, ne da bi pri tem svoje stališče na kakršenkoli način podkrepili (Hulswit, 2006: 276). Vendar pa se nasprotno zdi, da je za razumevanje sistemske kompleksnosti ter pojavov, ki izhajajo iz sorodnih idej, kakršne so samoorganizacija, emergenca, kompleksne mreže, fraktalni vzorci ipd., bolj ploden pristop, ki stabilnost kompleksnih form razlaga v okviru dinamičnih odnosov med dogodki, to je v okviru procesne filozofije, kjer se procesi štejejo za osnovnejše ontološke kategorije od samih substanc (glej npr.: Deacon (2009), Hulswit (2002, 2006), Queiroz & El-Hani (2005, 2012)). Hulswit nato nadaljuje, da je njihova opredelitev ontološkega statusa entitet na višji in nižji ravni nedosledna v obeh različicah navzdol usmerjene formalne vzročnosti, saj jih enkrat enačijo s konkretnimi substancialnimi formami, drugič s procesi in spet tretjič s splošnimi vzorci ali zakonom podobnimi pravilnostmi. V grobem Hulswit sicer razločuje med dvema vrstama možnih vzročnih *relat* – *splošnimi principi* (zakoni, zakonom podobne pravilnosti, forme, organizacijski vzorci, robni in omejujoči pogoji) ter *konkretnimi entitetami* (posamezni procesi ali dogodki, specifične lastnosti, substance ali substancialne forme) – in meni, da je v okviru teorije kompleksnosti navzdol usmerjene vzroke primerneje ena-

čiti s prvimi,¹⁷ lahko pa se strinjamo, da so njegova opozorila na mestu in bi bilo potrebno navzdol usmerjeno formalno vzročnost umestiti v jasno, znanstveno ustrezno in konsistentno pojmovno shemo.

Vendar pa se glavni očitek, ki ga poda Hulswit, nanaša na nejasnost pomena, ki ga Emmeche in ostali pripisujejo pojmu vzročnosti, saj se ta »sploh ne nanaša na samo *vzročnost*, temveč bolj na navzdol usmerjeno *razlago* ali na navzdol usmerjeno *določanje* (Hulswit, 2006: 279), za kar je tudi izbira izraza »navzdol usmerjena formalna vzročnost« po njegovem povsem neprimerna. Čeprav glagole, kot so: omejevati, razmejevati, odbirati, urejevati, organizirati, ustrojiti, uokvirjati ipd., po navadi povezujemo s pojmom vzročnosti, pa je njihov pomen v resnici bližji *določanju* [*determination*], kot pa samemu *povzročanju* [*causation*]; kot poudarja Hulswit, je namreč glavna razlika med pojmom v tem, da prvi vsebuje neko nujnost (v smislu nujnega, ne pa tudi zadostnega pogoja: nek pojav lahko določa drugega, ne da bi ga s tem tudi povzročil), medtem ko vzročnost pomeni bolj izvršiti, izpeljati ali povzročiti [*bringing about*] (*ibid.*: 281). Četudi torej navzdol usmerjena vzročnost ni pojmovana kot učinkujoča ali dejavna, temveč kot formalna vzročnost, pa pri splošnih principih, organizacijskih vzorcih ali atraktorjih, kot meni Hulswit, vendarle sploh ne gre za formalne *vzroke* določenih mikro procesov: »ti morda lahko pomagajo opisati, kako se procesi razvijajo, ne razložijo pa dejstva, da se ti procesi pojavijo. Tako se zdi, da pri tako imenovani »navzdol usmerjeni formalni vzročnosti«, ne gre niti za vrsto navzdol usmerjene *vzročnosti* niti za vrsto navzdol usmerjene *razlage*, ampak predvsem in najprej za navzdol usmerjeno *določanje*« (*ibid.*: 282).

Tudi na tej točki Hulswitove kritike se lahko strinjamo, da je s stališča teorije systemske kompleksnosti primernejše kot o pojmu navzdol usmerjene formalne *vzročnosti* govoriti o pojmu strukturnega ali formalnega navzdol usmerjenega *določanja*, saj gre, kot menita tudi El-Hani in Queiroz, pri prvemu za »*produktivno* dogajanje, ki prinaša neke nove učinke, določanje pa je predvsem *subtraktivno* dogajanje, ki omejuje možnosti v vedênju sestavnih delov sistema, in tako nove učinke prej odpravlja, kot pa da bi jih proizvajal, vendar s tem tudi omogoča, da sistem kot celota, zaradi usklajenega obnašanja med njegovimi deli, kaže izboljššan nabor zmogljivosti. Posledično omejitve, ki jih organizacijska načela sistema nalagajo na svoje gradnike, nimajo le negativnega učinka na slednje, temveč tudi pozitivnega, saj omogočajo, da ti izdatno sodelujejo v procesih s tem, da usmerjajo njihovo vedênje v smeri nekega določenega nabora delovanja« (El-Hani & Queiroz, 2005: 186).

¹⁷ Kimova kritika pojma emergence je najpogostejše uperjena proti primerom, ki jih navajal nevropsiholog Roger Sperry in je tako tudi močno zaznamovana s Sperryjevim pojmovanjem navzdol usmerjene vzročnosti, ki je vzroke istovetil s konkretnimi dogodki. Čeprav vsi problemi, ki jih prinaša pojem navzdol usmerjene vzročnosti, ne izginajo, če vzroke enačimo s splošnimi principi, pa se ti, kot menita El-Hani in Queiroz »še zaostrijo, če se vzročne relate šteje za partikularije na različnih nivojih organizacije« (El-Hani & Queiroz, 2005: 180).

Četudi se torej s kritičnimi pripombami, ki jih je Menno Hulswit naslovil na pojem navzdol usmerjene formalne vzročnosti, kakor so ga formulirali Emmeche in ostali, lahko strinjamo pa nas upravičenost njegovih dvomov glede omenjenega pojma ne sili v to, da bi morali celotno idejo zato tudi zavreči. Nasprotno, njegove kritične opazke in vprašanja lahko razumemo kot podlago za nadaljnje raziskave in razprave o relevantnosti ideje navzdol usmerjenega formalnega ali strukturalnega določanja.

The Problem Of Downward Causation In The Context Of Complex Systems Theory

The article is concerned with the problem of higher-level causal influence of a system upon its constituents, mainly in the context of emergentism and complex systems theory. The concept of genuinely new downward causal powers is – as pointed out by Jaegwon Kim – problematic from the viewpoint of modern science. Three different conceptualizations of downward causal relations and the application of formal downward causation, as defined by the notion of »constraining conditions«, in the field of complex biological systems, are discussed. Downward causation in the context of complex systems theory can therefore be understood as contextual constraining within the system's organization, whereby the higher levels coordinate possible interactions between the system's constituents – and, as such, can be said to represent a scientifically valid and promising research venue. In the conclusion, shortcomings of the above conceptualization of causality are highlighted and future challenges presented.

Keywords: downward causality, emergence, Jaegwon Kim, formal causality, complex systems theory

Literatura:

- Bak, P. (1999). *How Nature Works: The Science of Self-Organized Criticality*. New York: Copernicus, Springer Verlag.
- Ball, P. (2004). *The Self-made Tapestry: Pattern Formation in Nature*. New York: Oxford University Press.
- Bedau, M. A. (2008). »Downward Causation and Autonomy in Weak Emergence«. V Bedau, M. A. & Humphreys, P. (ur.), *Emergence: Contemporary Readings in Philosophy and Science*. London: A Bradford Book, The MIT Press, str. 155–188.
- Clayton, P. (2009). »Conceptual Foundation of Emergence Theory«. V Clayton, P. & Davies, P. (ur.), *The Re-Emergence of Emergence*. New York: Oxford University Press, str. 1–31.
- Bishop, R. C. (2002). *Downward Causation in Complex Systems*. Glasgow: British Society for the Philosophy of Science Annual Meeting.
- Davies, P. (2004). *The Cosmic Blueprint: New Discoveries in Nature's Creative Ability to Order the Universe*. Pennsylvania: Tempelton Foundation Press.
- Davies, P. (2009). »Preface«. V Clayton, P. & Davies, P. (ur.), *The Re-Emergence of Emergence*. New York: Oxford University Press, str. viii–xiv.
- Deacon, T. (2009). »Emergence: The Hole at the Whell's Hub«. V Clayton, P. & Davies, P. (ur.), *The Re-Emergence of Emergence*. New York: Oxford University Press, str. 111–150.
- El-Hani, C. N. & Pereira, A. M. (1999). »Understanding biological causation«. V Hardcastle, V. G. (ur.), *Where Biology Meets Psychology: Philosophical Essays*, Cambridge: MIT Press, str. 333–356.
- El-Hani, C. N. & Pereira, A. M. (2000). »Higher-level Descriptions: Why Should we Preserve them?«. V Andersen, P. B., Emmeche, C., Finnemann, N. O. & Christiansen, P. V. (ur.), *Downward Causation: Minds, Bodies and Matter*, Oxford: Aarhus University Press, str. 118–142.
- El-Hani, C. N. & Querioz, J. (2005). *Downward Determination*, internetni vir: <http://www.abstracta.pro.br/revista/Number2/v1n2a3elhani.pdf>
- Emmeche, C., Køppe, S. & Stjernfelt, F. (2000). »Levels, Emergence, and Three Versions of Downward Causation«. V Andersen, P. B., Emmeche, C., Finnemann, N. O. & Christiansen, P. V. (ur.), *Downward Causation: Minds, Bodies and Matter*, Oxford: Aarhus University Press, str. 13–34.
- Emmeche, C., Køppe, S. & Stjernfelt, F. (1997). »Explaining Emergence – Towards an Ontology of Levels«. *Journal for General Philosophy of Science*, 28. Kluwer: Academic Publishers, str. 83–119.

- Goodwin, B. (1997). *How the Leopard Changed its Spots: The Evolution of Complexity*. London: A Phoenix Paperback (Orion Books).
- Heylighen, F. (2001). »The Science of Self-organization and Adaptivity«. V *The Encyclopedia of Life Support Systems*, 5 (3). Oxford: Eolss Publishers, str. 253–280.
- Heylighen, F. (2008). »Complexity and Self-Organization«. V Bates, M. J. & Maack, M.N. (ur.), *Encyclopedia of Library and Information Sciences*. Taylor & Francis, str. 1–20.
- Hulswit, M. (2002). *From Cause to Causation: A Peircean Perspective*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Hulswit, M. (2006). »How Causal is Downward Causation«. *Journal for General Philosophy of Science*, 36. Springer, str. 261–287.
- Juarrero, A. (1999). *Dynamics in Action: Intentional Behaviour as a Complex System*. Cambridge: A Bradford Book, The MIT Press.
- Kauffman, S. (1993). *The Origins of order: Self-Organization and Selection in Evolution*. Oxford: Oxford University Press.
- Kauffman, S. (1995). *At Home in the Universe: The Search for Laws of Self-Organization and Complexity*. London: Penguin Books.
- Kim, J. (1992). »Downward Causation« in Emergentism and Nonreductive Physicalism«. V Beckermann, A., Flohr, H. & Kim, J (ur.), *Emergence or Reduction?: Essays on the Prospects of Nonreductive Physicalism*. New York, Berlin: de Gruyter, str. 119–138.
- Kim, J. (1993). *Supervenience and Mind: Selected Philosophical Essays*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kim, J. (1999). »Making Sense of Emergence«. *Philosophical Studies*, Volume 95, št 1-2, Springer, str. 3–36.
- Kim, J. (2000). »Making Sense of Downward Causation«. V Andersen, P. B., Emmeche, C., Finnemann, N. O. & Christiansen, P. V. (ur.), *Downward Causation: Minds, Bodies and Matter*, Oxford: Aarhus University Press, str. 305–321.
- Kim, J. (2008). »The Nonreductivist's Troubles with Mental Causation«. V Bedau, M. A. & Humphreys, P. (ur.), *Emergence: Contemporary Readings in Philosophy and Science*. London: A Bradford Book, The MIT Press, str. 427–445. Slovenski prevod: »Neredukcionistove težave z mentalno vzročnostjo«. V Markič, O. & Bregant, J. (ur.) (2007). *Narava mentalnih pojavov*. Maribor: Aristej, str. 255–276.

- Küppers, B.-O. (1992). »Understanding Complexity«. V Beckermann, A., Flohr, H. & Kim, J (ur.), *Emergence or Reduction?: Essays on the Prospects of Nonreductive Physicalism*. New York, Berlin: de Gruyter, str. 241–256.
- Markič, O. (2007). »Mentalni pojavi v naravnem svetu: vprašanje emergence«. V Markič, O. & Bregant, J. (ur.) (2007). *Narava mentalnih pojavov*. Maribor: Aristej, str. 9–28.
- McLaughlin, B. P. (1991). »The Rise and Fall of British Emergentism«. V Beckermann, A., Flohr, H. & Kim, J (ur.), *Emergence or Reduction?: Essays on the Prospects of Nonreductive Physicalism*. New York, Berlin: de Gruyter, str. 49–93.
- Moreno, A. & Umerez, J. (2000). »Downward Causation at the Core of Living Organization«. V Andersen, P. B., Emmeche, C., Finnemann, N. O. & Christiansen, P. V. (ur.). *Downward Causation: Minds, Bodies and Matter*, Oxford: Aarhus University Press, str. 99–117.
- Querioz, J. & El-Hani, C. N. (2012). »Downward Determination in Semiotic Multi-level Systems«. *Cybernetics and Human Knowing*, vol. 19, 1–2.
- Stephan, A. (1992). »Emergence - A Systematic View on its Historical Facets«. V Beckermann, A., Flohr, H. & Kim, J (ur.), *Emergence or Reduction?: Essays on the Prospects of Nonreductive Physicalism*. New York, Berlin: de Gruyter, str. 25–48.
- Tabaczek, M. (2013). »The Metaphysics of Downward Causation: Rediscovering the Formal Cause«. *Zygon*, zv. 48, št 2., str. 1–31.
- Thompson, E. (2007). *Mind in Life: Biology, Phenomenology, and the Sciences of Mind*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press.