

**Andrej Ule**

## **METODE INTERDISCIPLINARNEGA RAZISKOVANJA**

### **Znanstvene metode:**

Pojem učinkovite metode, ki naj gladko rešuje vsa vprašanja in probleme, je zelo privlačen. Zdi se kot nekakšen magičen trik, ki nam omogoča reševati vprašanja in probleme, ki se nam zastavljajo. Beseda »metoda« izhaja iz grške besede »methodos«, ki pomeni »napredek ali hoja po poti«, skratka neke vrste smerokaz poti, po kateri pridemo do določenega cilja.

Sicer pa magične predstave o znanosti in znanstveni metodi srečamo tudi na samem začetku sodobnih naravoslovnih znanosti. Vsaj od znamenite "*Ars magne*" Raymonda Lulla v 14. stol. dalje, pa do "*Novum Organon*" Francisca Bacona, tj. v formativnem obdobju nastanka sodobne znanstvene metodologije, je vladalo dokaj splošno pričakovanje večine ljudi, laikov in strokovnjakov, da je prava znanost neke vrste univerzalna magija. Lullus je verjel, da bo s svojim logičnim strojem, ki bi avtomatsko produciral veljavne silogizme, iznašel vrsto resnic in se dokopal do pravih skrivnosti narave, ki so bolj omejenemu človeškemu umu nedostopne. Francis Bacon se je sicer delal norca iz Lullovih poskusov, češ da je to "metoda sleparstva", ki je primerna zgolj za prebrisanost igračkanje, ne pa metoda znanosti (odkritja), vendar si je tudi sam povsem v duhu renesanse od svoje lastne »induktivne metode« obetal, da bo dosegel ti. naravno magijo, ki bo omogočila spreminjanje kovin, npr. svinca v zlato, operiranje s skrivnimi močmi narave, razkrivanje skrivnih povezav med oblikami, proizvodnjo eliksirja mladosti, zdravljenje težkih bolezni itd. Magični duh je kar nekaj časa očitno prežemal novoveške znanstvenike, pomislimo npr. na Newtonovo vztrajno ukvarjanje z alkimijo (Ule, 2006).

Po drugi strani pa bi natančnejši pregled znanstvenih in tehničnih postopkov hitro pokazal, da gre pravzaprav za neverjeten spoj suhoparnih, skoraj avtomatskih postopkov in iznajdljivosti, tako da težko razumemo, od kje izhaja tako očitna in raznovrstna dejavnost znanosti in njihova uspešnost.

Standardni koncept empirične znanstvene metode v naravoslovnih vedah lahko podamo v štirih osnovnih korakih:

- Sistematično opazovanje in skrben opis raziskovanih pojavov
- Oblikovanje hipotez, s katerimi skušamo razložiti pojave. Praviloma iščemo hipoteze, ki govorijo o vzročno-posledičnih zvezah, tako, da se naslanjajo na znane znanstvene zakone in če je le mogoče tako, da so formulirane ob pomoči matematičnih odnosov
- Hipoteze nato uporabimo za to, da z njimi napovemo druge pojave ali razložimo še kake druge, do sedaj nepojasnjene pojave
- Oblikujemo empirične teste, npr. opazovanja, meritve in poskuse, s katerimi preverimo, ali podane napovedi dejansko držijo.

Če ti testi potrdijo napovedi hipotez, potem jih imamo lahko za potencialne zakonske stavke, v nasprotnem hipoteze ovržemo ali spremenimo (če smo oblikovali več hipotez hkrati, ki vse skupaj razlagajo neko skupino pojavov, potem moramo z dodatnimi testi ugotoviti, katere od njih so »najšibkejši členi«, torej jih ovržemo ali spremenimo. Ključno za dobro znanstveno

hipotezo ali teorijo je njena napovedna moč.

V družbenih in humanističnih vedah imamo opravka z drugačnimi vzorci znanstvenih metod, a tudi v naravoslovju ne poteka vse raziskovanje tako, kot je navedeno v zgornji shemi. Predvsem pot od prvotnih hipotez preko vedno trdnejših hipotez do zakonov in teorij je precej bolj zapletena, kot se zdi na podlagi predlagane sheme.

V družboslovju in v humanistiki je npr. bolj kot vzročna razlaga dejstev pomembno interpretiranje, razumevanje gradiva in evidenc. Kajti šele pravilno interpretiranje podatkov odpre vrata morebitnim razlagam. V družboslovju in humanistiki se tako pogosto znajdemo pred na videz pred nerešljivim krogom, ker domnevno že v začetnem interpretiranju dejstev predpostavimo tisto, kar pravzaprav skušamo razlagati. To je verjetno osnovna zadrega ti. *hermenevtskega kroga*, ki se zdi logično nerešljiv problem. Dejansko zadeva ni tako nerešljiva, kot se zdi. Upoštevati moramo, da se v procesu raziskovanja bistri tako pogled raziskovalca na družbene, kulturne ali zgodovinske pojave kot tudi njegovo formuliranje opisov, razlag in interpretacij teh pojavov. Zato spreminja prvotne zastavitve raziskovanja in prav te spremembe ga vodijo k novim podatkom, iz katerih sklepa na to, kar naj bi bilo še morda neznano dejstvo ali pa jih smiselno vključi v novo pomensko celoto. Seveda se mora pri tem soočiti z obstoječimi interpretacijami in razlagami in se jim včasih tudi upreti (zlasti če gre za izrazito enostranske ideološke razlage/interpretacije). Družboslovec ostaja znanstvenik, dokler je odprt za "presenečenja", ki jih prinašajo novi podatki, ki lahko postavijo povsem nova dejstva in/ali dajo že znanim dejstvom povsem nov pomen in spodjedo njegove najljubše razlage in interpretacije. Kljub stalnemu prepletanju razlag in interpretacij v družboslovnem raziskovanju ni nujno, da to vodi v čarni krog razlag z razloženim ali interpretacij s tem, kar interpretiramo.

Najprej se vprašajmo, ali sploh lahko govorimo o eni ali enotni znanstveni metodi. Čeprav nekateri zlasti pozitivistični filozofi znanosti zagovarjajo takšno gledanje, pa nikakor ni upravičeno. Podobno ni enotnih vzorcev znanstvene razlage, znanstvenih teorij itd. Znanstvene metode so prav tako raznolike, kot so znanstvene discipline. S tem ne rečem, da nimajo nič skupnega med seboj, a zanesljivo niso enake. Začetne podlage znanstvenih metod so gotovo bolj podobne ali celo enake med seboj, vendar pa se razlikujejo v nadaljevanju, v pridobivanju bolj kompleksnih in specialnih znanj. Drugi začetni nauk je, da znanstvene metode dobro delujejo le v dobro definiranih območjih in mejah uporabe, ne pa nasploh. Res pa je, da na področju naravoslovnih ved obstaja precejšnje soglasje znanstvenikov o znanstvenih metodah, medtem ko v družboslovju in humanistiki ni takšnega soglasja. Če ne bi bilo nikakršne podobnosti ali zveze med različnimi znanstvenimi metodami, potem tudi ne bi bilo mogoče interdisciplinarno raziskovanje, saj to naravnost terja prepletanje različnih znanstvenih pristopov in metod ob raziskovanju skupnega problema ali predmeta.

Hitro lahko uvidimo nekaj skupnih potez. Ena najbolj pomembnih takšnih potez je vloga *hipotez*. V naravoslovnih vedah so to v glavnem hipoteze razlage, v družboslovju in humanistiki so pogosto hipoteze interpretacije. poznamo v glavnem kombinacijo dveh metod: Hipoteze so največkrat splošni pogojni stavki, s katerimi izražamo vzročne, funkcionalne, pomenske ali druge povezave med pojavi, dogodki, stanji stvari. Bistveno je, da so hipoteze podvržene testiranju, zavračanju in modificiranju in pa, da ob stalnem kritičnem soočanju podanih hipotez z ugotovljenim empiričnim gradivom napredujemo od prvotnih, zgolj »poskusnih« hipotez k vedno trdnejšim hipotezam. Vsaj v naravoslovnih vedah stremimo k temu, da dosežemo ti. znanstvene ali naravne zakone, tj. stavke, ki nudijo trdno oporo sedanjim in prihodnjim razlagam in jih lahko uporabimo tudi za napoved bodočih ali neznanih pojavov. V družboslovju in humanisti se pogosto zadovoljimo že s tem, da se dana

hipoteza dobro sklada s kako teorijo in če nam obeta kak nov, zanimiv pogled na obravnavano snov, predvsem zanimiv pogled na nas same.

V naravoslovnih vedah je oblikovanje in testiranje hipotez navezano na induktivno posploševanje iz zbranega gradiva in deduktivno sklepanje iz podanih hipotez, teorij in podatkov o dejstvih.

V teoriji znanosti je bilo in je še veliko razprav, na kateri vrsti sklepanja naj se predvsem gradi znanstvena metoda empiričnih znanosti, na induktivnem ali deduktivnem sklepanju ali kakšni kombinaciji obeh. Tako v grobem ločimo zagovornike *induktivnih* in *deduktivnih metod* (Ule, 2006).

Pri prvih naj bi bila osnova znanstvenega spoznanja v empiričnih vedah induktivno sklepanje in posploševanje, dedukcija pa sledi šele potem oz. služi logični ureditvi induktivno pridobljenih spoznanj. Po deduktivnih metodah pa naj bi igral induktivni sklep docela podrejeno ali celo zgolj hevristično vlogo (tj. ima zgolj vlogo primerne napotke za rešitev problema ali za postavitev primerne razlage dogodka), dejansko pa znanost prihaja do svojih spoznanj z tveganimi konstrukcijami splošnih hipotez in teorij, ki se šele naknadno preverjajo na izkustvu in to ob pomoči deduktivnih posledic hipotez in teorij.

Zaradi kritik indukcije, češ da je to bolj spretno ugibanje kot pa sklepanje, so razni avtorji predlagali dopolnjeno deduktivno metodo, t.i. *hipotetično-deduktivno metodo*. To je metoda, ki se trdno drži logičnega sklepanja, natančneje logičnega sklepanja iz podanih hipotez. Po tej metodi imamo o empiričnem svetu na voljo le hipoteze (domneve, privzetke), ki so bolj ali manj zanesljive, nikoli gotove. Hipoteze so splošni stavki, ki jih ne moremo v celoti potrditi, saj največkrat niti v načelu ne moremo izčrpati vseh možnih primerov hipoteze. Hipoteze lahko preverjamo z raziskovanjem njihovih možnih posledic ob podanih znanih začetnih pogojih.

Hipotetično-deduzktivna metoda deluje zato, ker je večina znanstvenih hipotez splošnih pogojnih stavkov ali bistveno vsebuje takšne stavke. To so stavki oblike "Za vsak  $x$ , če  $x$  je  $A$ , potem  $x$  je  $B$ ". Če predpostavimo, da imamo kak primerek  $e$  z lastnostjo  $A$ , potem nam hipoteza napove, da ima  $e$  tudi lastnost  $B$ . To logično izhaja iz hipoteze in predpostavke, da velja *antecedens*  $e$  je  $A$ . Če se ta napoved potrdi, potem rečemo, da se je dana hipoteza v danem primeru *potrdila*. Če pa se izkaže, da  $e$  ni  $B$ , potem se hipoteza v tem primeru ni potrdila, od koder dalje izhaja, da njena splošnost ne velja.

Toda vprašanje je, kako pridemo do primernih hipotez. Tudi ni logično nujen korak, temveč kvečjemu verjeten. Po Popperjevi verziji hipotetično-deduktivne metode znanstvenik začenja s tveganimi hipotezami, tj. takšnimi, ki dopuščajo možno zavračanje, npr. v obliki morebitnih eksperimentov ali opazovanj, ki nasprotujejo hipotezi. Šele, ko neka hipoteza »preživi« več resnih poskusov možnega zavračanja, jo lahko uporabimo v znanstvenih razlagah in napovedih. Bistvo dobrih znanstvenih hipotez po Popperju je, da omogočajo dobre napovedi (predikcije) novih in morda celo nepričakovanih pojavov, ki jih nato potrdimo z opazovanji, eksperimenti in meritvami (Popper, 1998), ne pa, da bi zgolj dobro razlagale znane pojave.

Zdi se, da moramo sprejeti vsaj naslednjo modifikacijo hipotetično-deduktivne metode: ko nekdo predloži novo hipotezo, potem opazujemo možne logične posledice hipoteze in nas vsaj na začetku ne skrbi preveč, ali se te posledice res vse ujemajo z opaženimi dejstvi ali ne. Pomembnejša nam je kreativna moč hipoteze, ki se kaže npr. v stopnji poenotenja dotedanega znanja in podatkov, v večji enostavnosti teorije, v večji globini razlag itd. Zahtevi, da naj hipotezo branimo zoper vse možne nasprotnike, je preprosto nemogoče

ustreči. Prav veliki znanstveniki izkazujejo izjemno trdovratnost v svojih nazorih, tj. vztrajnost pri zagovarjanju svojih idej kljub vsem nasprotjem in nasprotnikom. In sčasoma se je izkazalo, da so imeli prav, kljub poprejšnjim nasprotnikom, kajti mnoga nasprotja z dejstvi so se kasneje izkazala za navidezna, težave pa so se pokazale tam, kjer jih nihče ni pričakoval. In odpravljanje *teh* težav je vodilo znanost dalje, ne pa odpravljanje začetnih težav teorije.

Nadaljnja dopolnitev Popperjeve hipotetično-deduktivne znanstvene metode je v tem, da potrebujemo dodatna, vsebinska merila za pravočasno izločanje takšnih, v glavnem napačnih teorij, ki pa se ujemajo z dotedanjimi opazovanji in nekaj časa dajejo pravilne napovedi. Brez tega grozi, da bi bili znanstveniki ves čas zatrpani z množico različnih hipotez in teorij, ki bi se vse približno enako dobro ujemale z dotedanjim izkustvom in dajale nekatere dobre napovedi.

Pomembne kritike tako induktivne kot deduktivno-hipotetične metode izhajajo iz del sodobnih nekaterih holističnih teoretikov znanosti (Hanson, Kuhn, Feyerabend). Bistvo teh kritik je v ugotovitvi, da hipoteze oz. teorije vedno vrednotimo v določenem *ozadnem teorijskem kontekstu*, ki je celota empiričnih ugotovitev in teorijskih izjav, o katerih praviloma ne dvomimo, pri tem pa pri vrednotenju hipotez v načelu ne moremo oddeliti teoretičnega in empiričnega deleža, tako da je sporen že sam govor o vrednotenju hipotez glede na zbrana empirična dokazila (Kuhn, 1998, Feyerabend, 1999, Ule, 2006).

Ta ugotovitev je bistvena za interdisciplinarno raziskovanje, kajti tam običajno ni v naprej danega vsem skupnega ozadnega teorijskega konteksta, npr. skupne znanstvene paradigme, temveč si morajo sodelujoči raziskovalci in strokovnjaki tak kontekst šele zgraditi in to na podlagi nenehnih razprav, medsebojne kritike in prilagajanja začetnih domnev realnim možnostim za raziskovalni napredek. Tega procesa ne moremo zajeti v enostavno shemo poteka.

## **Znanstvene razlage**

V interdisciplinarnem raziskovanju moramo upoštevati različne strategije znanstvenih razlag. Posamezne znanosti se razlikujejo med seboj po tem, kakšne strategije razlage poznajo, koliko so te metodično razvite, koliko so na primer logično in matematično podkrepjene. Čeprav običajno uporabljamo poleg besed "znanstvena pojasnitev" tudi izraz "znanstvena razlaga", sam teh dveh izrazov ne izenačujem. Znanstvena razlaga je zame širši izraz, ki vsebuje vse oblike znanstvenega odgovarjanja na vprašanja "zakaj?", "kako?", "čemu?" Vsebuje torej tako iskanje vzrokov kot razlogov pojavov, pa tudi navajanje razlogov, zakaj kaj vemo, navajanje razlogov za dejanja in sistematizirane opise z navedbo morebitnih zakonov. Izraz "znanstvena pojasnitev" pa uporabljam v ožjem smislu, povsod tam, kjer gre za miselne in jezikovne oblike, ki vsebujejo logično sklepanje, oziroma se po stopnji gotovosti močno približujejo logičnemu sklepanju. Vse oblike znanstvene razlage seveda niso takšne.

Znanstvene razlage se od vsakdanjih razlag razlikujejo po tem, da so veliko natančneje formulirane. Formulirane so kot *jasno formulirane in urejene množice stavkov*, ki nam nudijo razloge za sprejemanje določenega stanja stvari, opažene zveze med pojavi kot dejanskega stanja stvari (dejstva) oziroma kot dejanske splošne zveze, na primer kot znanstvenega zakona. Med stavkom, s katerim opišemo razloženo in stavki, ki opisujejo tisto, s čemer razlagamo, mora obstajati neka dovolj trdna povezava, ki *nudi argument v podporo razloženemu*, na primer logična izpeljivost razloženega in razlagajočega. To, kar je razloženo, je največkrat posamezno ali splošno dejstvo, lahko pa je tudi težnja, da se nekaj zgodi, ocena o možnosti (verjetnosti) nečesa, dispozicija organizma za določeno vedenje

V znanostih uporabljamo strožje oblike argumentov kot v vsakdanjem življenju ali v drugih območjih delovanja zunaj znanosti. Te oblike morajo biti objektivno prepoznavne, čim bolj zanesljive in splošno priznane med raziskovalci določene stroke. Te cilje v najvišji meri uresničujejo deduktivni argumenti, torej takšni, ki predstavljajo logično nujne sklepe. Zato nas ne čudi, da so deduktivne razlage v znanostih najbolj cenjene, čeprav so tudi tam redka dobrina.

Opozarjamo še na nekaj razlik v sorodnih si izrazih, namreč na razliko med razlago in razumevanjem ter med razlago in utemeljitvijo. Te razlike niso vedno jasne in enolične, ker ti pojmi prehajajo en v drugega in niso jasno določeni. *Razumevanje* (ang. understanding, nem. Verständnis) lahko uporabljamo v več pomenih. Za znanost sta najpomembnejša predvsem dva pomena:

- razumevanje kot globalno poenostavljanje naše (znanstvene) podobe o svetu (Friedman, 1988),
- razumevanje kot lokalne poenostavitve oblik razlage in znanstvenih argumentov na sploh, na primer s pomočjo zmanjšanja nujno potrebnih korakov v razlagah oziroma sklepah (Kitcher, 1988).

V obeh pomenih je razumevanje posebna oblika znanstvenih razlag, ki prispeva k globalnemu ali lokalnemu poenostavljenju in sistematiziranju znanstvenega spoznanja.<sup>1</sup>

Nekateri avtorji razlikujejo znanstveno razlago in razumevanje, pri tem dajejo prednost bodisi razumevanju bodisi razlagam. Drugi avtorji ju zopet imajo praktično za sinonima. Hermenevitično usmerjeni teoretiki, na primer W. Dilthey, H. G. Gadamer, M. Heidegger, poudarjajo, da so razlage povsem nekaj drugega od razumevanja. Slednje naj bi predstavljale metodično vživljanje v izgovorjeno, v besedila, dejanja ljudi, zgodovinske dogodke in dojetanje njihovega smisla, medtem ko naj bi znanstvene razlage podajale vzročne razlage ob pomoči znanstvenih zakonov.

Razumevanje naj bi bilo svojstveno za humanistične znanosti, razlaga pa za naravoslovne znanosti. Za razumevanje naj bi bil značilen *hermenevitični krog*, to je nujna krožnost razumevanja v tem, da vsako razumevanje že predpostavlja neko prerazumevanje tega, kar razumemo, oziroma predrazumevanje celote, konteksta razumljenega. Ta krožnost pa ni nesmiselna kot je na primer v primeru trivialnih razlag nečesa s samim seboj (*circulus vitiosus*), temveč nasprotno, je konstitutivni pogoj razumevanja. Ni nekega nevtralnega stališča razumevanja, ki bi bilo brez predpostavk, kar pa ne pomeni, da moramo ostati slepi za te predpostavke in jih vedno nekritično sprejemati (Gadamer, 2001).

Kot bomo videli, nekaj podobnega velja tudi za razlage, le da pri razlagah lahko natančneje razlikujemo med neizrečenimi, "tihimi" predpostavkami razlage, ki stopajo vanjo s tem, ko imamo razlago za pomenljivo oziroma ustrezno svojemu namenu ter izrecnimi premisami razlage. Georg Henrik von Wright je v svoji knjigi *Razlaga in razumevanje* (1971) menil, da je razumevanje podajanje razlogov dejanj, razlaga pa podajanje vzrokov dogodkov. Razloge dejanj navedemo s tem, ko podamo namere (smotre, cilje, želje) dejanj in prepričanja o tem, kako se te namere lahko uresničijo.

*Utemeljitev* (ang. giving reason, nem. Begründung) so največkrat razlage, ki jih sprejemamo zato, ker povezujejo spoznano z osnovnimi spoznanji (najvišji zakoni, temeljna dejstva, odločujoči razlogi) na nekem področju in s tem zavrnejo možne dvome v spoznano. Utemeljitev običajno pomembno poglobijo naše znanje in/ali dopolnijo naše spoznanje. Včasih govorimo tudi o utemeljitvah lastnih ali tujih dejanj z odločujoči razlogi. Takšne utemeljitve imajo velik praktični pomen za nas, ker nam dajo osnovne orientacije v delovanju.

---

<sup>1</sup> O razmerjih med razlago, razumevanjem in sorodnimi pojmi pišem več v knjigi *Znanost, znanje in stvarnost* (Ule, 1986).

Niso vse razlage takšne, da bi nam nudile občutek pomembne dopolnitve našega znanja, ali da bi bile vodilo našemu ravnanju, torej bi bile utemeljitve. Tako na primer številne vzročne pojasnitve veljajo ne glede na to, ali jih mi sprejemamo kot novo spoznanje ali kot praktično pomembne ali ne.

V mnogih primerih znanstvenih razlag razlika med utemeljitvami in razlagami pogosto sovпада z razliko med odgovori na *vprišanja spoznanja* (epistemska vprašanja) od odgovorov na *vprišanja po vzrokih* (vzročna vprašanja). Utemeljitive dajejo odgovore na prvo vrsto vprašanj, vzročne razlage pa odgovore na drugo vrsto vprašanj. Utemeljitive nam podajajo vse razloge za to, da sprejmemo možnost obstoja nekega dejstva, ali da sprejmemo neko zakonitost kot splošno veljavno, medtem ko nam odgovori na vzročna vprašanja podajajo v prvi vrsti razloge za nastanek nečesa, ali pa navajajo "najbližjo" povezavo ugotovljenega dejstva oziroma zakonitosti z ostalimi zakonitostmi v neki teoriji. To pojmovanje utemeljitev in razlag je sporno tedaj, če želimo s tem ostro ločiti ene od drugih, kajti očitno so lahko nekatere razlage tako odgovori na vzročna vprašanja kot tudi odgovori na epistemska vprašanja.

V vsaki razlagi moramo imeti tisto, kar razlagamo in ono, s čemer to razlagamo. Pri tem je razloženo zajeto v enem samem stavku; to, s čemer razlagamo, pa mora vedno vsebovati več kot en stavek. To pa zato, ker morajo biti razlagajoči stavki "bolj splošni" od razloženega in ker iz enega samega splošnega stavka ne moremo priti na stavke o manj splošnem ali o posameznem. Potrebujemo vsaj še eno dodatno premiso, ki uvede aplikacijo splošnega stavka na poseben primer ali poseben razred primerov.

V vsakem primeru pa moramo razloženo in razlagajoče podati v stavkih. Stavek, ki opisuje razloženo, imenujemo *eksplanandum*, stavke, ki predstavljajo razlagajoče hipoteze, pa imenujemo *eksplanans*. Logično zvezo med eksplanandumom in eksplanansom, ki vzpostavlja razlago, imenujemo *eksplanacijo*. Splošno shemo razlage bi torej lahko podali takole:

$H_1, H_2, \dots, H_n$ ;	eksplanans
-----	
$E$ ;	eksplanandum

Prekinjena črta med eksplanansom in eksplanandumom naznačuje eksplanatorno povezavo, ki je na splošno šibkejša od logično nujne zveze v primeru logičnega sklepanja. Mora pa predstavljati argument v podporo eksplananduma. V veliko primerih razlag se lahko črtkana črta med eksplanansom in eksplanandumom "okrepi" v logični sklep/dedukcijo. V takšnem primeru jo bomo zamenjali z enojno sklenjeno črto (---), in s tem imamo "nujni sklep". V primerih razlag z bolj šibko povezavo, na primer oziroma induktivno - statistične razlage, razlage s smotrom (funkcijo), genetske razlage bomo črtkano črto pisali kot dvojno sklenjeno črto (===).

Razlage lahko razlikujemo glede na različna merila, na primer glede na deduktivno ali ne-deduktivno povezavo med eksplanansom in eksplanandumom, glede na naravo premis oziroma zakonov (na primer ali so zakoni splošno veljavni brez izjem ali gre le za statistične zakonitosti), glede na naravo pojasnjene (ali gre za posamezno ali splošno dejstvo). Zato lahko obstaja veliko različnih kategorizacij znanstvenih razlag. Pri tem pa se redno dogaja, da nekateri primeri razlag postanejo vprašljivi, namreč v tem, ali gre pri njih sploh za razlago ali le za nek zametek razlage. Teoretiki znanosti so glede tega vodili veliko razprav, ki še niso zaključene.

V osnovi imamo dve glavni vrsti znanstvenih razlag:

- popolne razlage,
- nepopolne razlage.

Ob njih pa poznamo še razne vrste nastavkov za znanstvene razlage, ki jim pravim *predrazlage*; to so predlogi, napotki, zametki znanstvenih razlag in analogije. To delitev in nadaljnjo razpravo povzeman po E. Nagelu in W. Stegmüllerju (Nagel, 1974, Stegmüller, 1969, Ule, 2006).

## *Popolne razlage*

Popolne razlage so tiste, ki so podane bodisi kot logični sklepi iz določenih premis ali se močno približujejo gotovemu sklepanju (sklepi z visoko verjetnostjo). Druga lastnost popolnih razlag pa je, da so v enaki meri lahko razlage preteklih ali sedanjih dogodkov in dejstev ali napovedi, skratka so neodvisne od časovne relacije med dogodki, ki jih navajajo premise in dogodki, ki jih navaja zaključek razlage. Popolne razlage delimo v dve glavni skupini:

- deduktivne razlage,
- induktivno-statistične razlage.

### *Deduktivna razlaga ali tudi znanstvena pojasnitev*

To so primeri pojasnitev, ki imajo formo logičnega sklepa. Lahko slonijo na eksplicitni logično nujni zvezi med eksplanansom in eksplanandumom ali pa se dajo prevesti na takšno nujno zvezo (implicitne logično nujne zveze). Primer za pojasnitev, ki sloni na eksplicitni logično nujni zvezi eksplanansa in eksplananduma, je izpeljava fizikalnega dejstva iz ustreznih zakonov in dodatnih premis. Primer za implicitno logično nujno zvezo eksplanansa in eksplananduma so "ker stavki", kot jih imenuje Kutschera, na primer "A se je zgodil zato, ker se je zgodil B". Če uporabimo znanstvene zakone, in če poiščemo dodatna dejstva o A, ki omogočajo uporabo zakonov, lahko ta stavek prevedemo na logično nujno implikacijo "Če ... in A, potem B", kjer namesto "..." stojijo stavki zakonov in morebitni dodatni pogoji razlage.

Deduktivna razlaga ali znanstvena pojasnitev je gotovo idealna oblika znanstvene razlage, ki je bila preučevana že od začetkov znanosti. Deduktivno sklepanje je najbolj popolno realizirano v matematiki, kajti tam so nujne tudi premise same in ne le sklep. Resničnost teh stavkov namreč lahko ugotovimo že na osnovi začetnih definicij izrazov, ki jih vsebujejo in zaradi aksiomov matematičnih teorij (na primer v aritmetiki Peanovih aksiomov). Stavki, ki imajo lastnost, da njihova resničnostna vrednost izhaja že iz pomena izrazov, ki jih stavki vsebujejo, so analitični stavki.

Prave razlage so zato prisotne le v empiričnih vedah. Tam imamo namreč opraviti s sintetičnimi stavki. To so stavki, ki so resnični ali neresnični zaradi dejstev izkustvenega sveta, na katere se nanašajo. Tu mora razlaga pomeniti tudi neko inovacijo, namreč prinesiti nam mora nekaj več, kot je vsebovano v samih pojmih, s katerimi operiramo. Imamo več pomembnih podvrst deduktivne razlage oziroma pojasnitve:

- deduktivno-zakonska (nomotetična) razlaga (DZ pojasnitev),
- deduktivno-statistična razlaga (DS pojasnitev).

V *deduktivno-nomotetičnih razlagah* je bistvena prisotnost zakonov oziroma točneje, stavkov, podobnih zakonom, ki trdijo obstoj splošne in brez izjemne zveze med pojavi določenih vrst (na primer med obremenitvijo kovinske niti in strganjem te niti). Največkrat potrebujemo za pojasnitev več kot en zakonski stavek. Pri deduktivno-zakonski obliki razlage imamo zopet dve obliki: razlago posamičnih primerov in razlago splošnosti (npr. razlaga zakonov s pomočjo teorij).

V *deduktivno-statističnih razlagah* eksplanans vsebuje vsaj en statistični zakon in dodatne premise, ki karakterizirajo dogajanje, pojasnitev sama pa je zopet logično sklepanje iz vseh premis. Primer za statistično-deduktivno razlago je razlaga genetskih zakonov o križanju vrst s pomočjo statističnih zakonov genetike, ki določajo verjetnost – relativno pogostnost dednih lastnosti križancev na podlagi poznavanja genetskih lastnosti staršev.

### *Induktivno-statistična (verjetnostna) razlaga (IS razlaga)*

Tu je najpogostejši primer razlaga visoke verjetnosti za nastop posameznega dogodka s pomočjo statističnih (verjetnostnih) zakonov. Takšna je na primer razlaga pričakovanega dejstva, da pacient ozdravi od infekcije, če mu vbrizgamo penicilin, ker je pač zelo verjetno, da vbrizganje penicilina prepreči nadaljnjo infekcijo (ne moremo pa reči, da velja splošni zakon, da vbrizganje penicilina v vseh primerih zavre infekcijo). Vsakdanji primer induktivno-statistične razlage je tudi vremenska napoved. Tu največkrat ne gre za logično sklepanje iz poznanih naravnih zakonov, statističnih zakonov in poznanih dejstev na stavek o vremenu naslednjega dne, temveč gre za induktivno sklepanje, ki nam prinese le domnevo, da podana napoved velja z verjetnostjo večjo od  $1/2$ .

Induktivno-statistična razlaga nam mimogrede govori že o zvezi med pojasnitvijo preteklega dogodka in prognozo (napovedjo) bodočega dogodka, saj smo tu dali ime "razlaga" tudi napovedi bodočega dogodka. Dobra razlaga preteklega dogodka lahko služi tudi za napoved in dobra napoved se lahko uporabi kot pojasnitev preteklega dogodka. Vprašanje pa je, do kje sega takšna simetrija, saj za induktivno-statistično razlago na splošno še ne velja.

### *Nepopolne razlage*

Poleg navedenih razlag obstaja kopica primerov pojasnjevanj, ki so zgolj zametek bodočih ali možnih popolnejših razlag, ali pa skrčeni povzetek le teh. Včasih nam do deduktivnega ali induktivnega ideala manjka nekaj premis, na primer poznavanje ustreznih zakonov. Res pa je tudi, da smo včasih praktično onemogočeni v iskanju popolne razlage in so nam nepopolne razlage vse, kar lahko navedemo za razlago. Pogosto nam sploh ni mogoče najti zakonov ali vsaj statističnih regularnosti, ki dovolj natančno opredeljujejo dogajanje na nekem področju, lahko da takšnih zakonov ali regularnosti sploh ni in se moramo zadovoljiti z navajanjem splošnih teženj, tendenc v dogodkih. Tako je velikokrat v zgodovinskih vedah.

Poseben primer nepopolnih razlag predstavljajo razlage dejanj. Dejanja največkrat razlagamo s pomočjo razlogov, ki jih je imel v glavi akter dejanja. Takšna razlaga ni ne deduktivna, ne induktivna. Morda bi jo lahko spremenili v popolno razlago (deduktivno), če bi navedli še popoln spisek vzročnih povezav (zakonov), ki urejajo prehod od duševnih stanj (od akterjevih želja in prepričanj) k dejanjem. Zato bi jo bilo nemara treba obravnavati posebej, kot obliko popolne razlage, vendar ne-deduktivne razlage, tako kot induktivno-statistično razlago. Vendar pa o možnosti preobrazbe razlage dejanj v deduktivno in vzročno razlago še tečejo obsežne razprave, ki niso dale dokončnega odgovora, saj sploh ni jasno, da je omenjena preobrazba govora o duševnih stanjih v govor o fizioloških in fizičnih stanjih organizma vselej mogoča.

### *Funkcionalno-teleološka razlaga*

Tu gre za razlage s pomočjo cilja, namena, smotra, funkcije. Skupno jim je, da se sklicujemo na nekaj, kar bo šele v prihodnosti, ali na nekaj, kar "mora" početi nek sestav, da bi opravičil svojo strukturo. Te razlage niso logični sklepi, kjer bi iz eksplanansa izpeljali eksplanandum, saj ne vsebujejo nobenih splošnih stavkov in robnih pogojev, iz katerih bi logično nujno izhajal eksplanandum. Toda običajno ločimo:

- prave teleološke razlage,
- navidezno teleološke razlage.

Med prave teleološke razlage spadajo razlage človeških dejanj s pomočjo poznavanja namer posameznika in sredstev za njihovo realizacijo. Navidezne teleološke razlage so tiste, kjer se zaradi enostavnejše ali bolj nazorne razlage oprimumo teleološke razlage, čeprav jo lahko v načelu prevedemo na neteleološko, npr. zakonsko razlago. V biologiji še danes npr. radi uporabljamo teleološki besednjak, npr. govorimo o tem, kako evolucija »stremi« k temu, da preživijo najboljši primerki živih vrst, ali pa govorimo o »funkcijah« organov, kot da bi ti imeli pred seboj nek cilj, npr. »pljuča imamo zato, da dihamo«. Včasih so bile tovrstne razlage »prave«, kajti aristotelsko pojmovanje narave je predpostavljalo naravno smotrnost, razlaga po smotru pa je bile ena od vzročnih razlag. Z Darwinovo



teorijo, genetiko, kibernetiko in moderno biokemijo pa v biologiji vsaj v načelu lahko shajamo zgolj z neteleološko vzročnostjo.

### *Dispozicijska razlaga*

Sorodna teleološki razlagi je dispozicijska razlaga, to je sklicevanje na sposobnosti, zmožnosti, težnje (dispozicije) neke stvari, organizma ali posameznika. Dispozicije so težko opisljiv razred lastnosti, ki zajemajo možna početja ali možne dogodke: pripravljenost za kaj, težnje, tendence, sposobnosti in zmožnosti. Dispozicije so lahko materialne lastnosti, kot so: topljivost, krhkost, magnetičnost, lahko so psihofizične sposobnosti živih bitij (tip, vid, občutenje) ali pa duhovne sposobnosti ljudi (inteligentnost, spretnosti, racionalnost). Logično skupno v njih je domneva, da se dispozicije udejanjijo (realizirajo) na določen način v danih situacijah. Primer zanjo je naslednja razlaga:

Objekt *O* je pritegnil k sebi kosce železa, ker je magnetičen.

Tu se sklicujemo na dispozicijsko lastnost "biti magnetičen" oziroma "biti magnet". Tudi dispozicijske razlage so nepopolne pojasnitve, saj iz premise "*O* je magnetičen" res ne izhaja sklep "*O* pritegne k sebi kose železa".

Dispozicijske razlage se torej v načelu lahko dopolnijo do deduktivno-zakonskih pojasnitev. Res pa je, da si to dopolnitev zaradi enostavnosti velikokrat prihranimo. S tem ni konec težav z dispozicijskimi razlagami in v posebnem primeru, s stavki o dispozicijskih lastnostih. Te razlage namreč zlahka preidejo v krožne oziroma prazne razlage, zlasti tedaj, če kake dispozicije nikakor ne znamo razložiti z nedispozicijskimi predikati, oziroma jo razlagamo s samo seboj. O tem je zbijal šale že Molliere, ki se je v *Namišljenem bolniku* delal norca iz tedanje medicine, ki je na vprašanje, zakaj neko zdravilo zdravi, odgovarjala, da zato, ker ima zdravilo zdravilno moč. In kaj je ta zdravilna moč? Seveda, to, da zdravi. Ni dosti stran razlaga pametnega ravnanja neke osebe z njeno inteligentnostjo. In če ne vemo o njej kaj dosti več kot to, da je to sposobnost, ki nam omogoča, da delujemo pametno, smo v natanko takšnem položaju, kot Mollierov zdravnik s svojimi čudežnimi zdravili.

### *Genetska razlaga*

Genetska razlaga je tudi oblika nededuktivne pojasnitve, kajti pri njej imamo na voljo le delne zakone, ki pojasnjujejo spremembe v posameznih fazah procesa nastajanja določenega pojava, ne pa enotnega zakona, ki bi pokrival ves proces, in kjer bi bilo mogoče iz tega zakona in določenih začetnih pogojev logično sklepati na eksplanandum. Tako na primer lahko razložimo dejstvo, da je v angleščini tako veliko besed latinskega izvora, z zgodovinskimi dejstvi, ki so spremljala odločilna obdobja v oblikovanju angleškega jezika od rimske zasedbe v času Cezarja dalje (na primer vdor saksonskih plemen, nato Normanov) ter pri tem uporabimo znanje o jezikovnih spremembah in mešanju različnih jezikov.

V genetskih razlagah ni treba posebej navajati vseh dogodkov, ki so se zgodili v razvoju nekega sistema, temveč le tiste, ki se nam zde vzročno pomembni za razvoj sistema. Ob tem pa potrebujemo še implicitne ali eksplicitne splošne predpostavke o vzročnih povezavah med različnimi vrstami dogodkov. Nekatero genetske razlage poznajo zelo dobro formulirane in induktivno potrjene zakone razvoja (na primer teorija o evoluciji živih vrst), druge se morajo zadovoljiti z bolj ali manj statističnimi domnevami (na primer razvoj kulture). Nikdar pa v genetskih razlagah premise razlage niso zadosten razlog za nastanek dejstva, ki ga opisuje eksplanandum (so kvečjemu nujni pogoj za to - t.j. velja ugotovitev, če se je zgodil določen dogodek, potem so temu morale predhajati te in te faze razvoja). Torej so genetske razlage razlage po verjetnos

### *Predrazlage*

Najšibkejša oblika znanstvenih razlag so tako imenovane *predrazlage* (pred-pojasnitve) ali *hevrstične razlage*. To so bolj predlogi razlag in pojasnitev, bolj njihovi zasnutki kot prave razlage, ali pa so le

osvetlitve problema z določenega vidika. Včasih pa želimo z njimi zgolj v okrajšani obliki podati sicer popolno razlago. Namen predrazlag je v tem, da izberejo čim bolj razumne hipoteze za rešitev problema oziroma za njegovo razlago. Primeri predrazlag so zelo številni in raznoliki, zato ni mogoče naštetih vseh oblik. V nadaljevanju omenjam le nekaj oblik predrazlag.

#### *Okrajšane razlage:*

Te dobimo na osnovi deduktivnih ali induktivnih razlag, tako da izpustimo eksplicitno omenjanje bodisi zakonskih stavkov bodisi robnih pogojev razlage. Tako na primer rečemo, da se je bakrena nit strgala zato, ker smo nanjo obesili pretežko breme. V tem stavku je povzeta popolna deduktivno-zakonska pojasnitev, le da nismo posebej omenjali zakona. Nasprotno pa ponekod izpuščamo robne pogoje in navedemo le zakon, na primer "Zračnice na avtomobilu so se segrele zaradi trenja". Tu je (sicer zopet nepopolno) naveden zakon, da trenje povzroča segrevanje negladkih površin, ki drsijo ena ob drugi, zanemarjeni pa so podatki o zračnici, o cesti, o gibanju avtomobila.

Pri okrajšanih razlagah prihaja velikokrat do napak, saj zamenjujemo nepopolno razlago s popolno pojasnitvijo ali pa pridemo do eliptičnih razlag, ko je v eksplanansu trivialno vsebovan eksplanandum (na primer "Magnet priteguje kosce železa zato, ker je magnetičen").

#### *Delne razlage:*

To so razlage, pri katerih pojasnimo le kak vidik problema, čeprav se zdi, da pojasnimo ves problem, npr. psihoanalitska razlaga govornih napak z nezavednimi željami posameznika. Te razlage nimajo nobenih navedb zakonov, pa tudi če takšne zakone vendarle dodamo (na primer zakon: "Kadarkoli nekdo nezavedno želi doseči nek cilj, je zelo verjetno, da bo naredil kakšno napako, ki izdaja njegovo željo"), še ne bi mogli razložiti konkretnega dogodka (dejstva) v celoti, pač pa tako pojasnimo le nek splošni razlog za dogodke iste vrste (delanje napak določene vrste).

#### *Skice razlag:*

Tu gre le za obrise razlag, celo ne za delne razlage. Podan je le nenatančen okvir razlag, z nejasnimi napotili na to, kako lahko dopolnimo zakonske ali robne stavke. Takšne razlage so pogoste v zgodovinskih vedah, ker pač ni empirično utrjenih zakonitosti zgodovine. Genetske razlage velikokrat predstavljajo skice pojasnitev oziroma projekte za bodoče pojasnitve.

Velja opozoriti, da ne moremo razložiti vseh posameznosti pojava, ki ga pojasnjujemo, pa tudi premise niso nikoli dokončno razložene. V tem smislu so vse razlage delne ali nepopolne. V razlagi zadenemo zgolj nek vidik pojavnosti raznovrstnosti, ne pa ves pojav. Ta vidik predstavlja dejstvo, ki ga nato razložimo. Razlaga ne more biti popolna tudi zato, ker mora vedno ostati nekaj nepojasnjene, kar privzamemo kot dano ali kot zanesljivo. Saj če bi terjali, da morajo biti vse premise v eksplanansu razložene, bi zašli v neskončni regres vedno novih razlag. Nekje se moramo ustaviti, oziroma začeti s pojasnitvami. To je dobro vedel že Aristotel v svoji *Drugi Analitiki* (v *Organonu*), ko je terjal obstoj aksiomov, to je počel pojasnitve, ki ne potrebujejo več nadaljnje razlage in so umljivi sami po sebi.

Danes je tudi ta zahteva zelo vprašljiva, ker ni nobenih evidentnih premis v znanostih. Vsi aksiomi sodobnih teorij so le osnovni zakoni določenih teorij (na primer v matematiki osnovni zakoni teorije števil, podani v Peanovih aksiomih), ki jih moramo privzeti, če se odločimo sprejeti neko teorijo za osnovni okvir naših raziskovanj, vendar lahko sprejmemo tudi drugačne aksiome, če nam to bolj ustreza. V tem primeru običajno dokažemo, da prej uvedeni aksiomi logično izhajajo iz novih aksiomov teorije.

#### *Analoške razlage:*

To so razlage po podobnosti med pojavi različnih vrst ali na različnih področjih, včasih tudi po podobnosti s predpostavljenim modelom procesov ali pojavov. Bistven korak pri analoški razlagi je predpostavka o enaki logični ali matematični obliki zakonov pri obeh vrstah pojavov. Vendar imamo

le redko opravka s popolnim ujemanjem logičnih (matematičnih) oblik zakonov (popolni izomorfizem zakonov), temveč imamo na voljo le delni izomorfizem, ali pa izomorfizem pri nekaterih zakonih, ne pa pri vseh. Te težave delajo analoško razlago za nepopolno in torej za predrazlago.

V mnogih primerih lahko naknadno, ali z dodatnim raziskovanjem utemeljimo (razložimo) veljavnost sklepa, na primer če odkrijemo dodatne objektivne povezave med obema predmetnima področjema, ki razlagajo obstoj analoške preslikave  $a(\dots)$  med zakoni. Tedaj analoška razlaga postane popolna. Kadar pa ni nobene možnosti nadaljnjega preverjanja oziroma razlaganja analogije, potem gre bolj za delno razlago.

Uporaba analogije sama po sebi seveda še ne ponudi razlage pojava, pač pa nas le vodi k iskanju dejanskih zakonov in dejanske razlage. Vendar je velikokrat zelo koristen, včasih celo edino mogoč dostop k spoznanjem. Po drugi strani pa analogija lahko tudi zavaja k neupravičenim sklepom, na primer tedaj, če povlečemo podobnost z modelom preko meje zdrave primerjave. Posebno v ideologijah, v filozofiji, v religijah se dostikrat uporabljajo analogije čez mejo dopustnosti, brez določenega ali enotnega merila primerjave.

V sodobni znanosti pa se zadnje desetletje in več srečujemo še z eno vrste modelne razlage. Namreč z uporabo *računalniških simulacij* v razlagi. Tu si s pomočjo računalnika najprej zgradimo računalniško ponazoritev problemske situacije in na tem modelu nato preizkušamo naše razlage in hipoteze. Ko smo zadovoljni s tem modelom, se vrnemo nazaj "v realnost". Tak postopek se velikokrat obnese, posebno če gre za zelo nepregledne in računsko zapletene probleme. Zdi se, da se računalniški modeli vrinjajo nekje med prave eksperimente in izdelavo teorij. A natančna analiza teh povezav bi vzela veliko časa, zato jo tu izpuščam.

Na koncu te razprave o nujnih pogojih znanstvenih razlag si postavimo še vprašanje: kaj je z vzročno razlago.

Verjetno sta se vprašali, zakaj nismo ničesar dejali o vzrokih, o vzročni razlagi. Zato je bilo kar nekaj razlogov. Najprej zato, ker se vzročna razlaga meša s skoraj vsemi vrstami razlag in predrazlag, ki smo jih navedli, in drugič zato, ker sta izraza »vzročnost«, »vzročna razlaga« večpomenska. Gotovo je bila vzročna razlaga tista, h kateri so najprej težili znanstveniki in filozofi. Vendar pa se je ob tem pojem vzroka zgodovinsko in pojmovno tako diferenciral in raznoliko razvijal, da danes stežka najdemo enotno opredelitev vzročnosti celo v istih filozofskih šolah.

Sam menim, da je vzročnost družinski pojem, torej je ne moremo enolično in ustrezno definirati, pač pa moramo pogledati, kaj v določenem okviru razlage vzročnost pomeni. Tako kot poznamo različne vzorce znanstvene razlage v znanostih, poznamo tudi različne pojme vzročnosti. Vzročnost je v dobršni meri tudi antropomorfní pojem, predvsem tedaj, ko se z njim nanašamo na možno človeško poseganje v svet, zlasti tisto, ki se ravna po določenih pravilih in zakonih.

V naravoslovnih znanostih je v ospredju tisti pojem znanosti, ki se veže na posebno vrsto zakonskih stavkov, oziroma vzročnih zakonov. To so npr. takšni zakoni, ki trdijo stalno zvezo med pojavi določenih vrst in zakoni, ki govorijo o zveznih prostorsko-časovnih časovnih zvezah med pojavi. Empirični znanstvenik se večinoma trudi za sistematično organiziranje in predstavljanje informacij in ugotovitev o empiričnem svetu. Želi spoznati, zakaj se dogajajo dogodki določene vrste in ne le, zakaj se je zgodil kak poseben dogodek. Res je, da v nekaterih družboslovnih znanostih, kot je na primer v zgodovinskih vedah, včasih vlada tudi interes za razlago posameznih dogodkov, vendar se tudi tam ne zaustavimo pri njih, temveč nam te razlage služijo za oblikovanje obsežnejših in splošnejših zgodb o toku človeške zgodovine, torej presegajo horizont posameznih dogodkov in njihovih posebnih vzrokov. Nekateri teoretiki znanosti navajajo drugačne pogoje za vzročno razlago, npr. premise o statistični pomembnosti določenih zvez med pojavi ali razlage dogodkov s pomočjo drugih dogodkov, (npr. zveze protidejstvene vrste: če se ne bi zgodilo b, se ne bi zgodil a).

Povsem drug pristop k vzročnosti sta nakazala angleški filozof Richard Coolingwood (1974) in finski logik Georg Herbert von Wright (1971). Po tem pojmovanju je pri pojmu vzroka bistvena vloga človeka kot potencialnega dejavnika. Ljudje sprejemamo nek pojav in proces kot vzrok drugega tedaj, če bi lahko vsaj v načelu s spremembo prvega pojava delovali na drugega. Coolingwood zato meni, da je za velik del uporab pojma vzroka bistveno, da se nanašajo na potencialne akterje dejanj.

Vzrok je tedaj dogodek ali stanje stvari, ki ga lahko izzovemo ali preprečimo in s tem, ko proizvedemo ali preprečimo ta dogodek ali stanje stvari, proizvedemo ali preprečimo tisti dogodek ali stanje stvari, ki ga imamo za učinek.

Problem tega pojmovanja je njegova latentna antropomorfnost, situacijska in zgodovinska relativnost, saj se bistveno sklicuje na človeško sposobnost ali nesposobnost intervencije v svetu. Toda to, kaj lahko ljudje storijo ali spremenijo v svetu, je odvisno od okoliščin, zlasti od zgodovinsko doseženega razvoja znanosti in tehnike. Tak pojem vzročnosti se zdi, da nasprotuje zahtevi po objektivnosti vzročnih zvez med pojavi.

Nobeno od navedenih pojmovanj vzročnosti ali vzročne razlage ne izčrpa vsega obsega vzročnosti v znanosti (in še manj v zunajznanstvenih okoljih), imamo pa jih lahko za primere pomembnih primerkov vzročnosti ali vzročnih razlag.

V interdisciplinarnem raziskovanju pogosto pridemo do zadreg, ker se tam »srečajo« različni vzorci znanstvenih razlag in še zlasti različni vzorci in pojmi vzročnosti. Neka več o tem si bomo gledali na koncu predavanja.

### **Interdisciplinarnost:**

*Interdisciplinarno raziskovanje* je proces raziskovanja problemov, obravnavanja tem, ki so preobsežne ali preveč kompleksne za to, da bi se jih lahko (uspešno) lotevale posamezne stroke ali discipline. Podobno je *interdisciplinarni študij* tisti, ki enakopravno zajema več disciplin in ponuja dobro poznavanje teoretskih osnov in metod različnih disciplin.

Kaj je *znanstvena veda* ali *znanstvena disciplina*: to je zgodovinsko nastala in v sebi zaključena enota raziskovanja in teoretiziranja, ki pozna svojo skupnost strokovnjakov, ima skupne cilje, teoretske koncepte, priznana dejstva, metode dela, ozadno znanje. Disciplino določa njen predmet (pojavi, ki jih razlaga in sistematično opisuje), raziskovalne metode, skupina problemov, ki jih rešuje ter teorija (paradigma), tj. logično zgrajena celota uvidov v obravnavani predmet in rešitve problemov (V. Henting, 1987). Razne discipline tvorijo bolj ali manj sistematične povezave, tako v okviru širše znanstvene stroke kot v okviru več-, inter- ali trans-disciplinarnih povezav. Discipline se lahko notranje delijo na nove poddiscipline, tako nastaja disciplinarno drevo znanosti, ki je podlaga *klasifikacij znanosti*.

Nekateri avtorji razlikuje *stroko* kot ožji pojem od discipline, stroka je območje raziskovanja in praktične dejavnosti, ki je usmerjena v posebne cilje. Med stroko in poddisciplino pa ni jasnih meja, na splošno so poddiscipline bolj teoretsko zaokrožene, stroke pa bolj pragmatično ali zgodovinsko zaokrožena območja raziskovanja. Značilne stroke so medicinske, npr. onkologija, psihoterapija, tehnične stroke, npr. gradbeništvo, strojništvo, elektrotehnika, računalništvo, pa tudi znanstvene stroke, kot je npr. matematična fizika, astronomija, fizikalna kemija, botanika, razvojna psihologija, sociologija religije, fonetika, historično jezikoslovje ipd. (Heckhausen, 1987). Nekatere stroke pripadajo več disciplinam,

različne stroke pa lahko sodijo pod isto disciplino. V prvem primeru govorimo o multi, inter- ali transdisciplinarnih strokah. Lep primer je kognitivna znanost, ta stroka sodi pod psihologijo, računalništvo, nevroznanost, filozofijo in še nekatere druge discipline. Podobno je s varovanjem okolja, kar je vaša veda. Ker v humanistiki prevladujejo različne stroke, pravih disciplin je le malo, v mnogih primerih sodelovanja ali povezovanja humanističnih strok nastopa prej inter-stroknost, kot pa interdisciplinarnost. Dejansko gre pogosto za sodelovanje različnih strok znotraj iste discipline, torej za *intradisciplinarnost*. Nekoliko širši pojav je *preko-disciplinarnost (crossdisciplinarity)*. To je študij ali raziskovanje, kjer določen pojav, ki ga standardno obravnava določena stroka opazujemo še s stališča kake druge vede (npr. ko v študiju glasbe upoštevamo tudi fizikalna spoznanja o zvoku ali nevrofiziološka spoznanja o zaznavanju zvoka).

*Dejanska interdisciplinarnost* nastopi šele tedaj, ko zastopniki raznih strok iz različnih disciplin skupno raziskujejo nek problem, ki zahteva od njih tako povezovanje različnih predmetnih vidikov kot tudi različnih teorij. Toda v kolikor pride zgolj do upoštevanja različnih vidikov in teorij, vendar ne do pravega povezovanja, imamo le *multidisciplinarnost (večdisciplinarnost)*. Multidisciplinarnost ne ponuja skupnega pogleda na problem, temveč le več delnih uvidov, ki se medsebojno dopolnjujejo. Sem sodijo npr. veliki tehnični projekti, kot je npr. vesoljska tehnologija, oboroževalna tehnologija, pa tudi manjše več-stročne povezave, kot je npr. urejanje krajine. Dlje od medsebojnega prepletanja različnih disciplin sega *transdisciplinarnost*. Tu pride do integracije, ki presega raven posameznih disciplin in včasih povratno deluje na spreminjanje disciplin. Primer takšne integracije je npr. sodobna biotehnologija, ki zajema in presega biologijo, genetiko, medicino, biokemijo, biofiziko, agroživilstvo, računalništvo idr. discipline in s je svojimi dognanji že pomembno vplivala na vse te vede.

Interdisciplinarnost je razvojno dejstvo. Nekatere sedanje stroke ali discipline so začele kot interdisciplinarno raziskovanje, npr. kibernetika, biokemija, kognitivna nevroznanost, andragogika, nekatera interdisciplinarna raziskovalna področja pa se še dalje širijo in v sebi dalje razločujejo, npr. informatika, kognitivna znanost, ekologija in varstvo okolja ipd.

### **Nujne predpostavke interdisciplinarnosti**

Minimalni pogoj *interdisciplinarnosti* je, da skupina raziskovalcev iz različnih disciplin dela na nekem problemu, ki je tako splošen, poznan tudi v vsakdanjem svetu, pa vendar tako tuj posameznim disciplinam, da ni postal predmet raziskovanja nobene od sodelujočih disciplin. Interdisciplinarnost ne moremo zoževati le na raziskovanje, ker očitno zajema tudi aplikativno znanost, razne vrste tehničnih rešitev, pravne in etične premisleke in odločitve, skratka lahko govorimo o »interdisciplinarnem delu«, »interdisciplinarnem pristopu« k reševanju problemov ali kar o »interdisciplinarnosti« na sploh.

Interdisciplinarnost ni nekaj izjemnega v znanosti, ker se vsakdanje znanstveno delo sestoji iz medsebojne igre disciplinarnosti in interdisciplinarnosti. Tudi organizacijsko je delo znanstvenikov redno potekalo tako v okviru svojih disciplin kot v okviru širših gremijev, npr.

univerz, inštitutov, akademij. Nove znanstvene teorije in raziskovalne smeri so praviloma interdisciplinarne, šele postopoma se izoblikujejo v posebne discipline.

V svetu obstaja nekaj zelo pomembnih, odličnih in uspešnih interdisciplinarnih centrov, npr. Rockefellerjeva univerza v New Yorku na področju bio-znanosti in medicine, Kaltech na območju računalništva, umetne inteligence, nevro-znanosti, fizike, Santa-Fe inštitut za sistemske študije, Inštitut za napredne znanosti v Stanfordu, ki združuje praktično vse vrste znanosti in disciplin, Pasteurjev inštitut prav tako na področju bioznanosti, nemški Center za interdisciplinarne raziskave v Bielefeldu na področju naravoslovja in družbenih ved ipd. Kolikor vem, v Sloveniji še nimamo institucije ali inštituta, ki bi se posvečal izrecno interdisciplinarnim raziskavam, pač pa takšno delo poteka na inštitutih, kot so npr. IJS, Kemijski inštitut, v okviru Kliničnega centra in drugod.

Za interdisciplinarnost obstajata dve veliki nevarnosti: omejevanje v specialna znanja: vedeti vedno več o vedno manj, omejevanje z integracijo, sintezo: vedeti vedno manj o vedno več. Prava znanost zavrača obe nevarnosti. Še ena nevarnost je spreminjanje interdisciplinarnosti v svojsko »disciplino«, institucijo »high-tech« znanosti.

Razlika med disciplinarnim in interdisciplinarnim raziskovanjem je stopenjska, ne kategorična, pri čemer med raznimi disciplinami obstajajo različne stopnje in oblike podobnosti in razlik. Pri tem ne smemo zamenjevati nejasne pripadnosti kake teme določenim disciplinam z interdisciplinarnostjo raziskovanja te teme. Lahko gre le za večdisciplinarno, ne pa še za interdisciplinarno obravnavo problema

Nekateri drugi pogoji in zahteve interdisciplinarnosti so še (povzeto po avtorjih zbornika o interdisciplinarnosti (Kocka, 1987):

- Za interdisciplinarnost je potrebna izjemna kvaliteta posameznih prispevkov k skupnim projektom ter zavest o nujnosti interdisciplinarnega pristopa k problemu, temi
- znano dejstvo: kolikor bolj trdno se kak strokovnjak omejuje v svoji specialnosti, toliko manj je pripravljen na interdisciplinarno delo (zato je npr. praviloma med naravoslovci manj pripravljenosti na interdisciplinarno sodelovanje kot pri humanistih)
- interdisciplinarnost ne zavrača nujnosti specializacij in disciplinarnosti, pač pa pričakuje sodelovanje med različnimi disciplinami
- kolikor več je metodoloških ujemanj, ujemanj v osnovnih konceptih in v teoretskih premisah različnih disciplin, toliko bolj verjetno in toliko manj problematično je sodelovanje med strokovnjaki in raziskovalci iz različnih disciplin. Na pozitivno sodelovanje vplivajo tudi njihove raziskovalne afinitete in podobnost problemov, s katerimi se ukvarjajo
- interdisciplinarnost nikoli ni nekaj danega, temveč je nekaj, kar ustvarimo v učinkovitih oblikah sodelovanja in komuniciranja strokovnjakov iz več različnih disciplin
- interdisciplinarno raziskovanje zahteva identificiranje različnih pristopov, konceptov in pričakovanih rezultatov v raziskovanju problemov, identificiranje ujemanj in razlik v teh pristopih. To je nujno potrebno, sicer pridemo do prehitrih in površnih zaključkov in ugotovitev

- interdisciplinarno delo terja od sodelujočih raziskovalcev veliko napora, da svoje rezultate ustrezno predstavijo v svojih disciplinarnih znanstvenih okoljih in zato dobijo ustrezno priznanje
- kolikor večje za razlike med raziskovalnimi tradicijami sodelujočih disciplin, toliko več faz zajema interdisciplinarno delo
- vsak od sodelujočih strokovnjakov se mora potruditi, da svoje prispevke in poglede predstavi tako, da so razumljivi drugim članom interdisciplinarne raziskovalne skupine ali projekta, včasih je koristno izoblikovati lasten besednjak oz. pojmovnik, ki zajema specifične, vendar vsem skupne pojave ali vsebine
- koristno je, da delo poteka v več manjših skupinah, ki se posvečajo posebnim problemom. Te skupine druga drugi poročajo o svojem delu in se občasno srečujejo na skupnih srečanjih, kjer usklajujejo svoje delne rezultate in ugotovitve
- uspešnost interdisciplinarnega dela se meri po tem, koliko so udeleženci spremenili svoje dotedanje delo in koliko so kasneje počeli in dosegali stvari, ki jih brez sodelovanja v interdisciplinarnem delu ne bi mogli početi ali doseči
- interdisciplinarnost se začne že v času študija, ne le s profesionalnim življenjem strokovnjakov, oblikovanjem raziskovalnih projektov in s povezovanjem institucij. Moramo se namreč *naučiti* misliti, študirati in raziskovati interdisciplinarno, da bi bilo kasnejše interdisciplinarno delo res netrivialno in uspešno.

Interdisciplinarno delo ni tako samoumevno, kot je raziskovanje v neki disciplini, trdno zasidrani v kaki znanstveni paradigmi, zato je tudi bolj tvegano, pričakovani obeti so pogosto izravnani z nevarnostjo neuspeha. Zato traja praviloma dlje časa in ne poteka linearno. Zanj je značilno spiralno gibanje, kjer se posamezniki in skupine večkrat vračajo k na videz istim problemom ali nalogam, a z novih izhodišč in z izkušnjami, pridobljenimi iz dotedanega dela. Zato interdisciplinarnega dela ne moremo natanko načrtovati, povezano je tudi s ne-kognitivnimi, npr. socialnimi okoliščinami, npr. z odnosi med sodelujočimi partnerji in/ali institucijami.

Zavedati se moramo, da je sodelovanje posameznih strokovnjakov včasih povezano s tveganjem izgube ugleda v njihovih znanstvenih skupnostih ali institucijah, nasprotno pa težnja k čuvanju znanstvenega ugleda posameznih strokovnjakov običajno škodi interdisciplinarnemu delu.

Velik problem interdisciplinarnosti so različne teoretske in metodološke paradigme sodelujočih znanosti in disciplin. Te paradigme ustvarjajo posebne zorne kote, perspektive, s katerimi gledamo na svet oz. probleme. Te perspektive so običajno poenostavljajoče in omejujoče glede na realno kompleksnost problemov. Kolikor bolj napreduje znanost, toliko manj verjeten se zdi nek celostni pogled, celostno spoznanje sveta. Tudi filozofija ne more več podati takšne sinteze. Enotnost človeškega znanja se lahko dosega le delno in še to kot povezovanje različnih znanosti v projektih, ki presegajo posamezne discipline in terjajo integracijo različnih pogledov in različnih metod.

Vendar obstaja nekaj teoretskih predpostavk, ki so skupne (skoraj) vsem znanostim, npr. predpostavka o enotnosti in urejenosti sveta, ki je dostopna razumu, predpostavka o razlikah med tem, kako doživljamo, izkušamo svet in kako ga razumemo, spoznavamo (še le razumno pojasnjena izkušnja je lahko podlaga znanja, ne pa le izkušnja).

## Metode interdisciplarnega dela:

Interdisciplinarno delo se običajno začne s tem, ko več strokovnjakov iz različnih področij znanosti, tehnike, medicine, pravnih in upravnih strok ugotovijo, da se lotevajo nekega skupnega problema, teme ali vprašanja, a ga ne morejo rešiti le v okviru svojih specialnih strok in disciplin. V kolikor gre za izrecno interdisciplinarno raziskovanje, se njegovi začetniki običajno zavedajo, da lahko uspešno napredujejo le z dobrim medsebojnim sodelovanjem in stalnim komuniciranjem med seboj. V tem delu se običajno prepletajo kvalitativne in kvantitativne metodologije, teoretske in empirične študije, kar pomeni, da morajo udeleženci poskrbeti za dobro »prevajanje« različnih konceptov in metodoloških pristopov iz enih v druge stroke. V posebnem morajo priti do zavezujočega soglasja o tem kateri teoretski koncepti so zanje najpomembnejši in kako se povezujejo različni metodološki pristopi. Do tega pride običajno na začetnih panelih raziskovalne skupine. V kasnejšem razvoju projekta se izkažejo, eksplicirajo še druge, do tedaj ne-ovedene predpostavke skupnega dela, kar včasih povzroča frustracije zaradi občutkov, da se nenehoma vračamo na začetek ali se vrtimo v krogu. To je še zlasti pogosto tedaj, kadar se v interdisciplinarno raziskovanje »vmešujejo« drugi, zunaj-raziskovalni interesi, npr. pričakovanja uporabnikov ali naročnikov raziskave. Taki primeri so verjetno domači ravno raziskovalcem na področju varovanja okolja.

Nekaj osnovnih vprašanj, ki se zastavljajo raziskovalcem že na začetku in se kasneje lahko vedno znova pojavljajo, so (Klein, 1996):

- kaj je vključeno, in kaj je izključeno iz raziskave
- kako daleč naj gremo z interdisciplinarnim delom, npr. ali moramo ustvariti nov, skupen slovar, nove skupne teoretske pojme ali nove, skupne raziskovalne metode
- kako razne institucije lahko olajšajo ali otežijo interdisciplinarnost
- v kakšni meri in obsegu dosežki interdisciplinarnega raziskovanja vplivajo na boljše razlage raziskovanih pojavov, na boljše napovedovanje in reševanje možnih zapletov, na boljše praktične rešitve.

Raziskovalci v interdisciplinarnem raziskovanju se morajo odpovedati spontani težnji, da bi problem ali temo, ki jo raziskujejo, obravnavali le s stališča lastne stroke, ali da bi vsiljevali drugim lastne analitične in metodološke prijeme. Namesto tega je potrebno razviti metodo »stične« ali »povezujoče« analize problema (contiguous problem analysis) (Dubin, 1969). Zaostreno se vprašanje glasi: ali naj raziskovalci zgradijo skupno analitično orodje na podlagi ene dominantne discipline ali kot najmanjši skupni imenovalac med različnimi analitičnimi orodji različnih disciplin? Realno možen odgovor je največkrat, niti eno niti drugo, a vprašanje je ravno, kako naj to »izgleda«, konkretno, kateremu polu obeh ekstremov bo ta odgovor bližji, ali dominanci ene discipline (stroke), ali najmanjšemu skupnemu imenovalcu med vsemi sodelujočimi disciplinami.

Interdisciplinarno delo se odvija kot zaporedje problemov, ki jih sočasno obravnavajo strokovnjaki različnih disciplin. Kritična točka je v tem, da ti strokovnjaki izberejo ustrezne podprobleme ali ustrezne vidike skupnega problema in se dobro usklajujejo glede podatkov, ki jih dajejo in dobivajo od drugih. Tu gre prej za neke vrste pozitivno tekmovanje kot za soglasje. Strokovnjaki ponudijo različne modele analize in razlage problema, ki tekmujejo med seboj za prvenstvo. Pri tem je nujno treba upoštevati kritične ocene teh modelov in empirično testirati različne hipoteze. Na ta način pride do rahlega pomika fikusov analize, pri tem pa se nekoliko spremeni sestavine modelov.



Interdisciplinarno raziskovanje je najuspešnejše tedaj, ko se ukvarja s skupino medsebojno povezanih problemov, te probleme pa dobro obravnavajo posamezne discipline. Raziskovalci hitro spoznajo, da se ti problemi dotikajo drugih problemov, ki jih rešujejo strokovnjaki drugih disciplin in korist od medsebojnega povezovanja različnih teoretskih in metodoloških prijemov. Toda res uspešno interdisciplinarno raziskovanje pozna dobro premišljen časovni red spoprijema s posameznimi (pod)problemi.

Najtežavnejša naloga reševanja povezanih problemov je ugotavljanje, da imajo različni analitični podproblemi skupne meje ali se celo prekrivajo. Poznamo več načinov tega ugotavljanja (Dubin, 1969).

Prvi način je v ten, da ugotovimo, kako nekateri zakoni, ki jih uporabljajo posamezne discipline pri svojih analizah problemov veljajo tudi v drugih analizah ali vidikih problemov. V tem primeru se zbudi zavest, da vsi skupaj obravnavajo različna stanja istega sistema, ki pa so povezana med seboj z zakoni delovanja celotnega sistema. V tem primeru pri različnih analizah problemov lahko uporabimo enake ali sorodne spremenljivke. Raziskovanja biodiverzitete v nekem okolju in raziskovanja genetskih posledic uporabe različnih škodljivih snovi obravnavajo različne vidike in stanja biosistema v danem okolju, v katerem veljajo nekatere skupne zakonitosti, ki jih morajo upoštevati tako biologi kot genetiki.

Drug način ugotavljanja skupnih meja različnih analitičnih (pod)problemov je ta, da raziskovalci že na začetku uporabljajo skupne enote analize in opazijo, da te enote sočasno ali v zaporedju obstajajo v celotnem sistemu, medsebojno interagirajo, pri tem pa se območja interakcij stikajo ali prekrivajo med seboj. Varovanje kvalitete vode je npr. en problemski vidik, ki je sistematično povezan s izkoriščanjem vode za različne namene, npr. namakanje polj. Za interdisciplinarno raziskovanje voda pa je nujno potrebno ugotoviti skupne preseke teh problemskih vidikov. Tam tičijo morda osnovne enote za interdisciplinarno raziskavo. Takšna enota je npr. posamezni uporabnik vode ali posamezni načini izkoriščanja/uporabe voda.

Tretji način ugotavljanja skupnih meja je iskanje formalnih opredelitev različnih analitičnih modelov, iz česar morda že izhajajo njihove medsebojne zveze in prepletanje. Raziskovanje odzivov okolja na ekstremno izkoriščanje zemlje in raziskovanje procesov v okolju, ki omogočajo naravno samoobnavljanje zemlje že po svojih formalnih opredelitvah vodi k različnim medsebojnim zvezam in prepletanju obeh vrst raziskav, npr. k uvidom o fizikalnih in kemijskih procesih, ki potekajo v zemlji, uvidom v stopnjo neškodljive absorpcije določenih snovi ipd. Obe vrsti raziskav se torej opirata na nekatere zakone geodezije.

Četrty način je neposredno odkrivanje prekrivajočih se, vendar ne nujno identičnih problemskih domen v različnih, medsebojno tekmujočih analitičnih modelih. Tako npr. ugotavljamo, da je odnos ljudi do svojega življenjskega okolja presečna domena med raziskovanjem možnosti in krajev za shranjevanje odpadkov in raziskovanjem ekoloških posledic odlaganja nevarnih odpadkov v nezavarovanem okolju.

Upoštevanje povezanih analitičnih modelov v raziskovanje še ne zahteva nujno interdisciplinarne obravnave, saj lahko posamezni strokovnjaki te uvide dodajo k svojim lastnim strokovnim ugotovitvam in tako obogatijo lastno stroko, to pa ne vodi k interdisciplinarnosti. Za razvoj sodobnih ved in strok je skorajda nujno, da dodajajo vedno nove »kose znanja«, tudi takšne, ki morda izhajajo iz območij zunaj ožje stroke. Po drugi strani sočasno lotevanje nekega problema z različnimi analitskimi orodji tudi ne pomeni, da

od tod izhaja ugotavljanje medsebojnih povezav med različnimi vidiki problema ali različni podproblemi. Pač pa drži, da *interdisciplinarno raziskovanje vsebuje tako povezovanje različnih analitičnih problemov med seboj kot tudi sočasno lotevanje problema z različnimi analitskimi orodji* (Dubin, 1969, Moran, 2001).

Analiza povezanosti modelov ni omejena le na testiranje modelov, temveč jo lahko uporabimo tudi v deskripciji problemov in v pripravi za reševanje problemov.

### **Sinergija in holizem interdisciplinarnih razlag**

Na koncu se vrnimo na kratko k vprašanju razlag, tokrat k razlagam v interdisciplinarnem raziskovanju. Na podlagi ugotovitve, da interdisciplinarnost potrebuje ustvarjalno sintezo različnih vidikov in raziskovalnih pristopov k reševanju problemov oz. k predmetu raziskovanja, lahko domnevamo, da tudi interdisciplinarna razlaga pojavov, dogodkov, procesov ni enostavna, predvsem ni zgolj logična vsota delnih razlag ali razlag posebnih primerov, temveč mora biti prav tako ustvarjalna, neke vrste sintetična razlaga. V literaturi se je udomačilo nekaj izrazov, ki se nanašajo na to vrsto sintetičnosti: sinergija, holizem, emergenca, da omenim le tri najbolj pogostne. Tu se srečujejo in medsebojno prepletajo vsi prej navedeni vzorci znanstvenih razlag (in predrazlag), pa tudi razne oblike razumevanja in utemeljevanja. Gotovo, da je takšno »srečevanje« zahtevna zadeva in lahko hitro spodleti.

*Sinergija* je sistemski pojav, kjer sistem poraja značilnosti, ki predstavljajo nekaj drugega kot le vsoto delov (delnih lastnosti) in njihovih odnosov. Pojem sinergije pogosto uporabljamo v razlagah kolektivnih, sistemskih procesov, npr. delovanja institucij ali timov. Skupni učinki kolektivnega delovanja so pogosto večji in bolj kompleksni kot bi bila vsota učinkov delovanja posameznikov. Klasičen primer sinergije je glasba, ki jo proizvaja orkester. Poudarjam, da sinergetski učinek ne pomeni nujno nekaj več ali boljšega kot so učinki delov ali njihove vsote. Poznamo namreč tudi »negativne sinergije«, ki vodijo v katastrofo. Primer je npr. prav sodobno kolektivno ravnanje ljudi, ki proizvaja samouničevalno ekološko krizo.

*Holizem* pomeni neredukcionistično strategijo v razlagi, ki stremi k razlagam celote, npr. celotnega sistema, tako da ta razlaga zaobjema in presega vsoto razlag posameznih sestavin celote oz. sistema. Tak pristop običajno terjaja neke vrste intuitivno vživljanje v celoto, ki jo razlagamo, torej že v načelu presega zgolj analitične pristope. To pa zato, ker posamezne sestavine, stanja ali podprocesi realno niso ločljivi med seboj.

*Emergenca* predstavlja pojav značilnosti, ki se kažejo ali izražajo šele na ravni celote, a ne na ravni posameznih komponent ali sestavin celote.

Očitno so vsi ti pojmi medsebojno povezani, delno prevedljivi. Vsi skupaj se nanašajo na nezvodljivost kompleksnih celot ali sistemov na njihove dele, komponente, podsisteme. Ta ideja ni nova, pravzaprav se je v filozofiji in znanostih pojavljala vedno znova. Konec šestdesetih let je kemik in filozof znanosti, Michael Polanyi predlagal, da življenje opazujemo in razlagamo kot proces, ki se dogaja na različnih ravneh (Polanyi, 1968). Na vsaki ravni obstajajo različni »robni pogoji«, ki na svojski način preoblikujejo delovanje naravnih zakonov. Zato na vsaki ravni vladajo različna načela delovanja, ki se ne dajo v celoti razložiti z načeli na nižjih ravneh. Načela, po katerih se npr. oblikuje molekula DNA, se po Polanyju ne dajo v celoti izpeljati iz fizikalno-kemijskih zakonov in načel, načela morfogeneze se ne

dajo izpeljati iz načel, ki urejajo delovanje celic, načela, po katerih se dogaja življenje vrst, se ne da izpeljati iz načel, ki uravnavajo vedenje živih organizmov ipd. Pač pa načela višjih ravni omejujejo, urejajo nižje ravni. Npr. načela, po katerih se oblikujejo slovnice človeških jezikov, se ne dajo izpeljati iz načel fonetike, pač pa obratno, nekatera načela fonetike izpeljemo iz načel, ki urejajo slovnico.

Philip Anderson (1972) je še okrepil Polanyjevo tezo s tem, da je dokazoval, kako tudi morebitna redukcija kompleksnejših zakonitosti na bolj temeljne in preprostejše zakone še ne implicira, da lahko s pomočjo teh temeljnih zakonov lahko razložimo ali rekonstruiramo kompleksnejše zakone. Govoril je o »zlomljenih simetrijah«, ki karakterizirajo kvalitativne prehode od nižjih na višje ravni kompleksnosti procesov (in zakonitosti). V sodobni filozofiji in znanostih najdemo kopico podobnih tez in argumentov, pa tudi njihovih nasprotnikov, ki jim na kratko pravim »redukcionisti«. Zastavljajo se nam številna odprta vprašanja, npr. kakšna natančno so razmerja med različnimi ravni kompleksnosti sveta ali med različnimi disciplinami, ki raziskujejo te ravni, kateri vzročni dejavniki so odgovorni za fazne prehode in splošno, kakšni funkcionalni odnosi vladajo med deli in celotami.

Zlasti pojem sinergije se zdi, da nam daje vzorec razlage, ki upošteva tako dele kot celoto, upošteva interakcije med deli na raznih ravneh kompleksnosti in vzročnosti. Pojav življenja je npr. sinergetski rezultat izjemno kompleksnih in številnih interakcij tako na molekularni, kot nato na celični, organizemski, medorganizemski, generični in celo na planetarni ravni. Pa tudi rezultat prav tako kompleksnih interakcij živih bitij z okoljem. Bistvena je ugotovitev »sinergetikov«, da kompleksnejše celote lahko vplivajo, delujejo na nižje ravni kompleksnosti in ne le obratno (Corning, 1983). Seveda pa pri tem ne kršijo temeljnih naravnih, npr. fizikalnih zakonitosti. Tako se npr. socialni organizmi na kompleksen način odzivajo na *socialno*, ne le na naravno okolje in oblikujejo ti. nadorganske ravni organizacije. Načela delovanja teh organizacij nikakor ne moremo prevesti ali zožiti na še tako zapleteno vsoto organizemskih ali celo podorganizemskih ravni kompleksnosti življenja. Sinergetska razlaga kompleksnih pojavov implicira torej večnivojsko razlago, ki upošteva tako holistične kot redukcionistične pristope. Vsebuje tako razlage, ki »potekajo« znotraj določene ravni kompleksnosti, razlage, ki povezujejo različne ravni kompleksnosti in razlago s stališča določene celote (Bechtel, 1986). Tak pristop naravnost idealno ustreza interdisciplinarnemu raziskovanju, kjer naj bi enakopravno sodelovalo več posebnih strok ali disciplin.

Vzemimo npr. raziskave voda. Kljub obsežnim raziskavam vode na raznih ravneh njene pojavnosti in njenega delovanja, še vedno mnogo reči ne razumemo. Ne vemo npr. niti to, kako natančno molekula vode deluje na druge molekule (vode in drugih snovi), kako se z njimi povezuje v različna molekularna omrežja, kako voda lahko vsrka in raztaplja tako veliko in tako različne snovi, ne razumemo še dobro vloge vode v atmosferskih pojavih, v vremenskih ciklih in klimatskih spremembah, v oceanih. Voda je izvrsten primer naravne bitnosti, ki obstaja in deluje na silno različnih ravneh kompleksnosti in deluje na izjemen spekter naravnih, pa tudi kulturnih sistemov. Raziskovanje voda je lahko zgolj ožje disciplinarno, vse pogosteje pa je izrecno interdisciplinarno in transdisciplinarno raziskovanje. Podoben kompleksen pojav je npr. svetloba, še konkretnješe, učinki sončne svetlobe na dogajanje na Zemlji. Povsod v teh in podobnih pojavih opazimo prepletanje učinkov od spodaj navzgor in od zgoraj navzdol, skratka sočasno in neločljivo soodvisnost mikro in makro-dejavnikov. Zato niti zgolj redukcionizem niti zgolj holizem ne moreta zapopadsti narave teh kompleksnih pojavov.

Corning je v svoji knjigi »Synergism Hypothesis« (1983) trdil, da so sinergetski učinki jedro razvoja interakcij med različnimi enotami in razvoja od manj k bolj kompleksnim sistemom. Menil je, da ta razvoj temelji na nekih skupnih funkcionalnih zakonitostih, torej je jedro njegove razlage neka verzija teleološko-funkcionalne razlage. Sodelovanje različnih interakcij v naravi, ki proizvaja kake sistemske učinke na določeni ravni kompleksnosti, lahko postane »enota« naravnega izbora, ki npr. povzročijo, da imajo organizmi z določeno mutacijo prednost pred drugimi organizmi iste vrste. S tega stališča lahko sklepamo, da je funkcionalna sinergija odločilni vzrok sodelovanja med organizmi in naraščanja kompleksnosti živih bitij.

Pomemben napredek koncepta sinergetike je izšel iz teorije kompleksnih sistemov, teorije kaosa in Hakenove sinergetike. Po Hakenu sinergetika raziskuje dinamične »kooperativne« pojave fizikalnega sveta, ki pa se jih da hitro posplošiti tudi na biološke, nevrološke in duševne pojave (Haken, 1977). Podobno je znani fizik Ilya Prigogine razvil pojem »disipativnih struktur«, ki predstavljajo celostne pojave višje kompleksnosti, ki nastajajo na podlagi kaotičnih temeljnih procesov (Prigogine, Stengers, 1984). Tudi raziskovalci z znanega Santa-Feyevskega inštituta o sistemski znanosti (Stuart Kauffman, John Casti, John Holland idr.) so veliko prispevali k razvoju »sinergetske paradigme«. Za te avtorje je zlasti življenje kolektivna lastnost sistema molekul, ki na videz »kaotično« interagirajo med seboj, a skupni učinek je neka urejenost.

Arthur Koestler je v svoji znani knjigi *Beyond Reductionism: New Perspectives in the Life Sciences* (ki jo je izdal skupno s J. R. Smythom) (1969) ugotavljal, da v razlagah življenja potrebujemo enakopravno sodelovanje redukcionalizma in holizma. Sinergetski učinki so tipični primeri pojavov, kjer moramo uvesti takšne razlagovalne strategije. Mikroprocesi so vsekakor ontološka osnova vseh višjih kompleksnosti, a ko se te enkrat razvijejo in utrdijo v evoluciji, razvije tudi sebi ustrezne oblike vzročnosti, kjer »celota« povratno deluje na svoje dele. Tako kot je mitološki Janus imel dva (oz. več) obraza, ki ju je po potrebi nastavljal svojim opazovalcem, tako nam tudi narava včasih zastavlja tiste strani, ki jih lahko razložimo po »redukcionalistični« poti, drugič pa one, ki jih lahko razložimo le holistično. A niti en niti drug vidik ni prava celota, dejanska skrivnost se skriva v medsebojnih povezavah »mikro« in »makro«-ravni. Prav tu je tudi glavni izziv in uganka interdisciplinarnih razlag in raziskav.

## **Literatura:**

Anderson, P. W. (1972): 'More is Different: Broken Symmetry and the Nature of the Hierarchical Structure of Science. *Science*, 177, 393-96.

Bechtel, W. (ur) (1986): *Science and Philosophy: Integrating Scientific Disciplines*. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht.

Collingwood, R. (1974): *Three senses of the word 'Cause': V: T. L. Beauchamp (ur.), Philosophical Problems of Causation*. Dickenson Publ. Comp., Belmont.

Corning, P. A. (1983): *The Synergism Hypothesis: A Theory of Progressive Evolution*. New York: McGraw-Hill. (nova izdaja:  
<http://www.complexsystems.org/publications/synhypo.html>)

Dubin, R. (1969): *Theory Building*. The Free Press, New York.

- Feyerabend, P. (1998): *Proti metodi*. Studia Humanitatis, Ljubljana.
- Friedman, M. (1988): *Erklärung und wissenschaftliches Verständnis*. V: G. Schurz (ur.), *Erklären und Verstehen in der Wissenschaft*. Oldenberg Verl., München.
- Gadamer, H. G. (2001): *Resnica in metoda*. Literatura, Ljubljana.
- Haken, H. (1977): *Synergetics*. Springer, Berlin.
- Heckhausen, H. (1987): »Interdisziplinaritäre Forschung« zwischen Intra, Multi- und Chimären-Disziplinarität. V: J. Kocka (ur.): *Interdisziplinarität. Praxis-Herausforderung-Ideologie* Suhrkamp, Frankfurt/M.
- Kitcher, P. (1988): *Erklärung durch Vereinheitlichung*. V: G. Schurz (ur.), *Erklären und Verstehen in der Wissenschaft*. Oldenberg Verl., München.
- Koestler, A., Smythies, J. R. (ur)(1969): *Beyond Reductionism: New Perspectives in the Life Sciences*, Hutchinson, London.
- Klein, J. T. (1990): *Interdiziplinarität: History, Theory, and Practice*. Wayne State Univ., Detroit.
- Kuhn, T. S. (1998): *Struktura znanstvenih revolucij*. Krtina, Ljubljana.
- Moran, J. (2001): *Interdisciplinarity*. Routledge, London.
- Nagel, E. (1974): *Struktura nauke*. Nolit, Beograd.
- Polanyi, M. (1968): *Life's Irreducible Structure*. *Science*, 160, 1308-1312.
- Popper, K. (1998): *Logika znanstvenega odkritja*. Studia Humanitatis, Ljubljana.
- Prigogone, I., Stengers, I. (1984): *Order out of Chaos*. William Heinemann, London.
- Stegmüller, W. (1969): *Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie*. 1-2, Springer, Berlin, New York.
- Ule, A. (2006): *Znanje, družba, vrednote*. Aristej, Maribor.
- v. Henting, H. (1987): *Polyphem oder Argos. Disziplinarität in der nichtdisziplinären Wirklichkeit*. V: J. Kocka (ur.): *Interdisziplinarität. Praxis-Herausforderung-Ideologie* Suhrkamp, Frankfurt/M.
- v. Wright, G. H. (1971): *Explanation and Understanding*. Cornell Univ. Press, New York.