

## JAZYK AKO NÁSTROJ EXAKTNÉHO MYSLENIA VO VEDE

LADISLAV KVASZ, Filosofický ústav Akademie vied České republiky, Praha, ČR; Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Katedra matematiky a didaktiky matematiky, Praha, ČR

KVASZ, L.: Language as a Tool of Exact Thinking in the Sciences  
FILOZOFIA, 77, 2022, No 10, pp. 770 – 790

In ordinary experience, we base knowledge on more or less subjective sensory perception, whereas scientific knowledge is based on objective data. In this paper we try to analyze the changes that have taken place in ordinary language so that it could become an effective tool for reasoning in the exact sciences. We will start, in the first part of the paper, from the assumption of realism and epistemic accessibility of reality (i.e. the assumption that there is a reality independent of us to which we have epistemic access). In the second part of the paper, we will try to describe the changes that have made possible the stabilization of the epistemic contact with reality. We will show that the notion of the pictorial form, introduced by Wittgenstein in the *Tractatus*, is capable of describing the stabilization of the epistemic contact. In the third part, we will describe the instrumental extension of the epistemic contact so that we can reach phenomena, objects and relations that are inaccessible to sense perception. We will use Wittgenstein's notion of a language game to analyze such instrumental extensions. Finally, in the fourth part, we offer an account of idealization, which results in quantitative data that form the basis of the scientific description of reality. Although several of these transformations (with the possible exception of the interpretation of idealization) have already been described in the literature, we see the contribution of our paper not so much in the individual details as in integrating them into a theory that makes it possible to link our everyday understanding of reality (also referred to as the life-world or the manifest image) with its scientific representation.

**Keywords:** Epistemic contact – Pictorial form – Language game – Idealization

Jazyk vstupuje do praxe vedy na štyroch rôznych úrovniach. Na tej najzákladnejšej úrovni je jazyk miestom, kde vznikajú propozície, ktoré môžu byť *pravdivé alebo nepravdivé*. Keďže veda sa usiluje o pravdivý obraz skutočnosti, je zrejmé, že veľká časť vedeckej praxe sa odohráva v jazyku. Na tejto úrovni veda *formuluje* svoje tvrdenia a v prípade potreby ich mení vo svetle novej skúsenosti. Okrem pravdivosti tvrdení sa veda usiluje aj o to, aby jej obraz zodpovedal skutočnosti. To dosahuje opäť prostredníctvom jazyka, lebo jazykové výrazy majú *schopnosť referovať ku*

*skutočnosti*.<sup>1</sup> Spôsob referencie sa časom mení a jedným z dôležitých druhov zmien vo vede je zmena spôsobu referencie jazykových výrazov. Napríklad významnou inováciou článku (Einstein 1905) bolo, že zmenil definíciu dĺžky, teda zmenil spôsob, akým termín „dĺžka telesa“ referuje k skutočnosti.<sup>2</sup> Treťou vlastnosťou, ktorou jazyk vstupuje do formulovania vedeckých teórií, je generatívna štruktúra, teda *schopnosť konštruovať zložené reprezentácie*. Bez číselných výrazov, teda bez možnosti počítat' (čo je *jazyková prax*) by sme ťažko odlišili 8425 cukríkov od 8426 cukríkov. Pri bežnej zmyslovej, teda nejazykovej inšpekcii dvoch kôp cukríkov s uvedenými počtami prvkov by sme iba ťažko zistili, na ktorej kope ich je viac.<sup>3</sup> Nakoniec štvrtou vlastnosťou, ktorou jazyk prispieva k rozvoju vedeckého myslenia, je *schopnosť syntézy*, schopnosť spojiť do jedinej reprezentácie aspekty skutočností, ktoré pri bežnom poznávaní spolu nesúvisia, respektíve, ktoré na úrovni vnímania nedokážeme prepojiť. Napríklad popis pohybu od čias Aristotela po Galilea, teda takmer dve tisícročia sa chápal pohyb jednotlivých telies *oddelene* – pohyb bol vnímaný ako „autistický“ pohyb, pri ktorom sa každé teleso pohybovalo bez ohľadu na ostatné. Opísať pohyb systému navzájom interagujúcich telies dokázal až Newton. A podarilo sa mu to preto, že vytvoril *jazykový rámec*, ktorý umožnil spojiť pohyby telies do jednotnej dynamiky.

Uvedené úrovne jazyka sú z pohľadu filozofie vedy zaujímavé aj tým, že do empirickej bázy poznania vstupujú rôznym spôsobom. *Propozicionálnej úrovni*, kde sa konštituuje pravdivosť tvrdení jazyka, vo vedeckej praxi zodpovedá *epistemický kontakt*. Epistemický kontakt má najčastejšie povahu zmyslovej evidencie. V bežnom živote sa môžeme o pravdivosti základných tvrdení presvedčiť zmyslovou evidenciou. Ale vo vede je vhodnejšie na miesto zmyslovej skúsenosti ako základnú formu epistemického kontaktu postaviť meranie. Jedným z problémov epistemického kontaktu je jeho nestabilita, ktorá sa ukazuje *na úrovni referencie*, kde často nevieme rozhodnúť, k čomu určité jazykové výrazy referujú. Vo vedeckej praxi tento problém vedie k vytvoreniu prostriedkov *stabilizácie epistemického kontaktu*. Patria sem rôzne

---

<sup>1</sup> Samozrejme, že nerefekujú výrazy jazyka, ale ľudia prostredníctvom jazykových výrazov. Keď v ďalšom texte použijem spojenie „výraz referuje k...“, budem ho chápať ako skratku pre opisnú frázu „*hovorca príslušného jazyka používa daný výraz na referovanie k...*“. Dúfam, že tým nevzniknú nedorozumenia.

<sup>2</sup> Pred Einsteinom bola dĺžka telesa považovaná za nezávislú od toho, či sa teleso pohybuje alebo nie. Uvažovaný výraz referoval k telesám určitej dĺžky nezávisle od toho, či sa pohybovali alebo nie. Einstein vo svojej novej definícii zohľadnil pohyb telesa, vďaka čomu sa stal empiricky prístupným jav *kontrakcie dĺžky*.

<sup>3</sup> Mohli by sme uberať po jednom cukríku súčasne z oboch kôp, ale to nič nemení na tom, že reprezentácia pomocou *jazyka aritmetiky* umožňuje poznávať vzťahy veľkých súborov oveľa efektívnejšie. To isté platí o jazyku geometrie, ktorý poskytuje oporu architektom a kartografom v komplikovaných situáciách.

mierky, etalóny či štandardy, ktoré majú za cieľ stabilizovať náš kontakt so skutočnosťou. Po prechode od zmyslového vnímania k meraniu sa otvárajú nevídané možnosti takejto stabilizácie. *Generatívnej úrovni*, teda schopnosti jazyka vytvárať zložité opisy skutočnosti, zodpovedá na úrovni vedeckej praxe *rozširovanie epistemického kontaktu* za hranice bežnej skúsenosti. Stačí uviesť teplomer, barometer, či spektroskop, aby sme si uvedomili, že veda predkladá zložitý a diferencovaný obraz sveta, ktorému na jazykovej úrovni zodpovedá tvorba stále zložitejších deskripcií. Ale ako je možné, že rýchle sa rozvíjajúca inštrumentálna prax vedy sa nerozpadne na súbor nesúmerateľných, nekompatibilných, nezrozumiteľných a protirečiacich si lokálnych inštrumentálnych praxí. Tu vstupuje na scénu štvrtá, *syntetická úroveň* jazyka. Zdá sa, že *jednota inštrumentálnej praxe vedy má jazykový pôvod*. Je prejavom schopnosti jazyka vytvoriť *relačnú, skladobnú a deduktívnu syntézu*. Po tom, ako spektroskop redukuje farbu na vlnovú dĺžku a teplomer prevedie pocit tepla na teplotu, nastupuje symbolický jazyk, ktorý umožní (napríklad pomocou Planckovho zákona žiarenia) vlnovú dĺžku dať do vzťahu so štvrtou mocninou teploty. Na úrovni zmyslovej skúsenosti nemožno farby kvantifikovať, rovnako ako si nemožno predstaviť štvrtú mocninu teploty tak, aby medzi číslami priradenými farbám a štvrtou mocninou čísel priradených teplotám existoval presný vzťah. Vzťahy ako Planckov zákon navzájom *prepájajú* inštrumentálnu prax jednej disciplíny (v našom prípade optiky) s inštrumentálnou praxou inej disciplíny (v našom prípade termodynamiky) do jednotného obrazu tepelného žiarenia.

Tieto štyri komponenty jazyka vedy si opíšeme podrobnejšie.

### 1. Epistemický kontakt

Každá zmysluplná filozofia vedy musí zakladať vedecké poznanie na empirickej skúsenosti, teda musí byť variantom empirizmu. Podľa empirizmu vedecké poznanie vychádza z bezprostrednej skúsenosti, z bezprostredného zmyslového kontaktu s poznávanou vecou. Empirizmus mal preto od začiatku *subjektívne zafarbenie*, lebo za zdroj poznania prijímal subjektívne zmyslové vnímanie. V sedemnástom storočí Newton v *Lectiones opticae* (Newton 1729), prednesených už roku 1669, keď nastúpil na Lucasovu katedru v Cambridge, a vo *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (Newton 1687), najmä však v slávnych *Regulae Philosophandi* zásadným spôsobom zmenil skúsenostnú bázu fyziky, keď zmyslové vnímanie *nahradil* experimentom a meraním. Filozofi ako Locke, Hume či Kant ignorovali Newtonovu premenu skúsenostnej bázy fyziky a naďalej vedecké poznanie zakladali na subjektívnych aktoch vnímania, ktoré doplnili o niektoré výsledky newtonovskej fyziky (bez toho, že by si uvedomili rozpor medzi newtonovskou fyzikou a subjektivisticky chápanou skúsenosťou). V nadväznosti na

Locka, Huma a Kanta sa subjektívne chápanie skúsenosti stalo súčasťou filozofickej tradície a tvorí jeden z pilierov epistemológie.

Inštrumentálne chápanie skúsenosti zavedené Newtonom je tak síce základom praxe mnohých vedných disciplín, ale dodnes sa nachádza na okraji filozofického záujmu. Preto navrhujeme za základ poznania prijať nie *zmyslový vnem*, teda mentálnu udalosť vo vedomí, ale *meranie*, teda intersubjektívny akt ukotvený v inštrumentálnej praxi. Ak za základ vedeckého poznania zoberieme akt merania chápaný ako udalosť vo vonkajšom svete, a nie zmyslovú skúsenosť, čiže udalosť v mentálnom svete pozorovateľa, tak objektivita, exaktnosť a ďalšie črty vedeckého poznania sa stanú zrozumiteľnými.<sup>4</sup> Predkladaná stať nadväzuje na knihu (Kvasz 2015) o inštrumentálnom realizme a navrhuje zaviesť pojem *epistemického kontaktu* ako zastrešujúci pojem, ktorý zahŕňa ako bezprostrednú zmyslovú skúsenosť, tak aj skúsenosť sprostredkovanú vedeckými inštrumentmi. Súhlasíme s empirizmom, že zmyslová skúsenosť bola významným motorom vedeckého poznania, ale nad rámec empirizmu dodávame, že vo vede máme autentický epistemický kontakt aj s fenoménmi, ktoré nie sú predmetom zmyslovej skúsenosti.<sup>5</sup> Takže zmyslom zavedenia pojmu epistemického kontaktu je rozšíriť empirické chápanie vedy tak, aby bolo schopné pojať newtonovskú vedu, ktorej skúsenostná báza je do veľkej miery inštrumentálna.

## 2. Stabilizácia epistemického kontaktu

Aj keď sme pojem epistemického kontaktu zaviedli ako rozšírenie pojmu skúsenosť, faktom je, že najprirodzenejším a najrozšírenejším druhom epistemického kontaktu je a ešte dlho ostane zmyslové vnímanie. Oblúbenou filozofickou témou od čias antiky je nestálosť a nespolahlivosť zmyslového vnímania. Jedným zo spôsobov, ako možno nestálosti a nespolahlivosti zmyslového vnímania čeliť, je *stabilizácia epistemického kontaktu*. Spôsobov takejto stabilizácie je veľa. Tu spomenieme iba jeden z nich, ktorý možno ilustrovať známym obrázkom z Dürerovej knihy *Underweysung der messung mit dem zirckey und richtscheyt* z roku 1525 (pozri Kvasz 2020, 61). Dürer na obrázku znázornil maliara, ako na priehľadnú fóliu maľuje obraz vázy. Maliar zatĺkol do steny za sebou kliniec, k nemu priviazal motúz, na ktorého koniec pripevnil rúrku. Na predlohu sa pozerá cez túto rúrku, pričom motúz udržiava napnutý, takže každý lúč

---

<sup>4</sup> Samozrejme, uvedomujeme si, že nie sme prví, kto upozorňuje na intersubjektívny charakter vedeckých dát. Z mnohých autorov stačí spomenúť stať (Bogen a Woodward 1988) alebo knihu (Hacking 1983). Naším cieľom však nie je postaviť zmyslovú a inštrumentálnu skúsenosť do opozície, ako pokúsiť sa vysvetliť, akým spôsobom veda prešla od jedného pojatia (ktoré prevládalo ešte u Galilea a Descarta) k druhému (ktoré zastával Newton).

<sup>5</sup> Používať termín *fenomén* pre niečo, čo sa neukazuje v bežnej skúsenosti, sa môže javiť divné a pre čitateľa vychovaného vo fenomenologickej tradícii dokonca ako nezmyselné. Vychádzame však z Newtonovho spôsobu používania tohto termínu, ktoré objasníme o niekoľko strán nižšie.

pomocou ktorého prenáša obraz vázy na priehľadnú fóliu, prechádza bodom, kde sa nachádza klinec.

Dürer uverejnil svoj obrázok krátko predtým, ako vyšlo Kopernikovo dielo *Obehy nebeských sfér* (Kopernik 1543). Kopernik prináša spôsob stabilizácie epistemického kontaktu, ktorý je blízky Dürerovmu. Samozrejme, na Slnko nemôžeme zatĺcť klinec, ako to urobil Dürerov maliar, ale možno si to predstaviť. Kopernik svoju teóriu formuluje z pohľadu pozorovateľa, ktorý je nehybný voči Slnku, teda svoj pohľad fixuje podobne ako Dürerov maliar. Dürer na svojom obrázku *znázornil* maliara (teda v istom zmysle seba) *ako maľuje* vázu. Kopernik robí niečo podobné, keď píše, že pozorovateľ na rotujúcej Zemi obiehajúcej okolo nehybného Slnka by videl presne to, čo vidíme my. Aj Kopernik si *predstavuje* astronóma (teda seba), *ako pozoruje* oblohu stojac na rotujúcej Zemi. Obaja svoju epistemickú situáciu rozkladajú na vonkajší a vnútorný pohľad, pričom sa z vonkajšieho pohľadu pozerajú na „seba ako epistemické ja“, čím stabilizujú epistemický kontakt.

Aby nevznikol mylný dojem, že stabilizácia epistemického kontaktu sa obmedzuje na zaujatie stanoviska, z hľadiska ktorého budujeme teóriu, ako nasledujúci príklad zoberieme hamiltonovskú mechaniku. Keď sa na mechanický pohyb pozeráme z hľadiska bežného trojrozmerného priestoru, je zrejmé, že dráhy telies sa môžu pretínať. Určitým bodom môže prejsť jedno teleso a následne iné. Obraz planetárneho pohybu je preto neprehľadný. Hamilton prišiel s novým spôsobom stabilizácie epistemického kontaktu s pohybom. Zoberme sústavu dvoch telies, napríklad Zeme a Mesiaca, túto sústavu bežne vnímame ako dve telesá umiestnené do spoločného trojrozmerného priestoru. Hamilton namiesto toho, aby pohyb uvažovaných dvoch telies opisoval ako pohyb dvoch telies v spoločnom trojrozmernom priestore, pre každé teleso skonštruoval reprezentáciu jeho stavu v šesťrozmernom priestore a tieto dva šesťrozmerné priestory *dal vedľa seba* (teda vytvoril ich karteziánsky súčin). Tým vznikol dvanásťrozmerný priestor. V Hamiltonovom opise namiesto toho, aby sa v dvanásťrozmernom priestore pohybovali dve telesá, pohybuje sa v ňom iba jedno. Jeho prvých šesť súradníc udáva polohu a hybnosť Zeme a druhých šesť súradníc udáva polohu a hybnosť Mesiaca. Tým sa to, čo sa pohybuje, stalo jednoduchým – je to bod. Zaujímavou črtou Hamiltonovho opisu je, že každým bodom dvanásťrozmerného priestoru prechádza iba jedna trajektória.

Ale vráťme sa k Dürerovi. Dürerov obrázok je fascinujúci z viacerých hľadísk. My uvedieme tri: *otočenie epistemickej osi, spredmetnenie epistemického subjektu a na nárast empirického obsahu.*

## 2.1 Otočenie epistemickej osi

U Descarta a Kanta, rovnako ako v klasickej epistemológii je *poznávanie* opisované

ako proces, ktorý prebieha od vonkajšej reality cez zmyslové orgány dovnútra, do vedomia poznávajúceho subjektu. *Poznanie* je akt, ktorý sa odohráva vo vedomí pozorovateľa. Toto chápanie poznania pochádza od Descarta. Newton však toto chápanie procesu poznávania radikálne zmenil, keď jeho *epistemickú os otočil*. Namiesto toho, aby poznávací proces prebiehal pozdĺž *radiálnej osi* a smeroval z vonkajšieho sveta do vedomia, Newton urobil z aktu poznania *udalosť vo vonkajšom svete*. Ako príklad môžeme vziať Newtonove experimenty s rozkladom svetla. Proces, ktorého výsledkom je poznatok, tu beží zľava doprava, od dierky v zatemnení okna, ktorou do pracovne vnikne lúč slnečného svetla, cez dômyselne zostavenú sústavu hranolov až k tienidlu, na ktorom sa ukáže svetlo rozložené na dúhu.<sup>6</sup>

## 2.2 Spredmetnenie epistemického subjektu

Dürerov obrázok vrhá svetlo na spôsob, ako dochádza k stabilizácii epistemického kontaktu. Klinec zatlčený do steny hrá úlohu hľadiska v tom zmysle, že obraz je konštruovaný tak, ako by sa javil divákovi, ktorý (alebo presnejšie, ktorého oko) sa nachádza v mieste, kde je klinec. Takže klinec reprezentuje hľadisko. Dochádza tak k spredmetneniu určitého aspektu subjektivity (polohy jej lokalizácie). Ide teda o premenu určitého aspektu subjektivity (v tomto prípade hľadiska) na predmet (bod, v ktorom je zatlčený klinec). Samozrejme, epistemický kontakt, teda zmyslové vnímanie sa aj naďalej týka maliara, ale priestor svojho obrazu konštruuje tak, ako by sa javil divákovi, ktorý na predlohu hľadá z bodu, v ktorom sa nachádza klinec. Pomocou klinca Dürer dosahuje to, že celý obraz je konštruovaný z jediného nehybného hľadiska. To znamená, že aj keď *druh epistemického kontaktu* so skutočnosťou je v prípade Dürerovho maliara rovnaký ako u maliarov predchádzajúcich období (je to bezprostredný vizuálny vnem), v prípade Dürerovho maliara je tento *kontakt stabilizovaný*. Všetky prvky obrazu sú zobrazené z toho istého, *spredmetneného* hľadiska.<sup>7</sup>

Podobne v prípade Newtonových experimentov na obrázok na tienidle sa musí niekto pozrieť. Ale to je *triviálny akt*, ktorý môže urobiť aj farbosllepý asistent. Nemusí to byť plnohodnotný epistemický subjekt. Na tienidlo môžeme nakresliť škálu a na jej dieliky napísať názvy jednotlivých farieb. Keď sa farboslpeho asistenta spýtam, akú farbu má môj sveter, umiestni ho na začiatok sústavy, nechá naň dopadnúť svetlo, to rozloží hranolom a nechá ho dopadnúť na tienidlo. Na škále odčíta, že zelenú, aj keď nevie, čo to znamená. Akt identifikácie farby svetra tak nie je

<sup>6</sup> Prvý príklad otočenia epistemickej osi možno nájsť už u Keplera v jeho *Dioptrike* (Kepler 1611).

<sup>7</sup> Je zaujímavé si uvedomiť, že aj naďalej je *miestom* epistemického kontaktu oko maliara, ktoré hľadá do rúrky. Ale *hľadisko*, z ktorého je konštituovaný priestor obrazu, sa nachádza v bode, kde je zatlčený klinec. Hľadisko predstavuje spredmetnený subjekt (alebo presnejšie, jeden aspekt epistemického subjektu – jeho priestorovej lokalizácie). Maliar sa díva tak, že svoje oko rôzne premiestňuje, ale maľuje tak, ako keby bolo nehybné.

plnohodnotným *aktom subjektívneho zážitku* farby, ako si poznanie predstavujú filozofi, ale *udalosťou vo vonkajšom svete*. Proces poznávania nesmeruje *zvonka* (od dopadu svetla na sveter) *dnu* (k vnemu farby), ale *zľava* (od svetelného zdroja) cez optickú aparatúru (zloženú zo sústavy hranolov) *doprava* k tienidlu, (z ktorého asistent odčítal farbu svetra). Došlo tak k spredmetneniu ďalšieho aspektu subjektivity – jej farebnej citlivosti.<sup>8</sup> Po otočení epistemickej osi tak nasledovala premena aktu poznania na *udalosť vo vonkajšom svete*, čo je asi najdôležitejší dôsledok stabilizácie epistemickeho kontaktu.

### 2.3 Empirický fakt ako *udalosť vo vonkajšom svete*

V *klasickom empirizme* (napríklad u Locka) je empirický fakt, na ktorom je založená vedecká metóda, chápaný ako zmyslový vnem, teda ako *subjektívna mentálna udalosť*. Táto *udalosť* je prístupná iba subjektu, teda vedcovi, v ktorého mentálnom svete sa odohrala. Základným problémom, s ktorým je empirizmus prakticky od začiatku svojej existencie konfrontovaný, je preto problém premostenia priepasti oddeľujúcej subjektívnu povahu empirickej skúsenosti a objektívny charakter vedeckého poznania. V *inštrumentálnom realizme* je empirický fakt pochopený ako súčasť inštrumentálnej praxe vedy, teda ako výsledok experimentu alebo procesu merania. Výklad pojmu experimentu a merania z pohľadu inštrumentálneho realizmu možno nájsť v knihe (Kvasz 2013, 46 – 55). Experiment rovnako ako meranie (alebo aspoň ich netriviálna zložka) sú *udalosti vo fyzickom svete*. Experimentálna aparatúra rovnako ako merací prístroj sú fyzické predmety. Sú to artefakty skonštruované človekom. Preto sú akty merania *udalosti* a ako také sú *opakovateľné, intersubjektívne a verejne prístupné*.<sup>9</sup>

Keď tvrdíme, že empirickú bázu prírodných vied netvorí subjektívne mentálne *udalosti*, ale *udalosti vo fyzickom svete*, tým nechceme povedať, že tieto *udalosti* sú automaticky objektívne a dané. Nijako nespochybnujeme, že vedecké fakty

---

<sup>8</sup> Tá *škála s názvami farieb*, pripevnená na tienidlo, je analógia *klinca* z Dürerovej rytiny. Tiež delí akt vnímania na dve zložky, na *vnútornú* (určenú miestom dopadu svetelného lúča), ktorá je spredmetnená do podoby *udalosti vo vonkajšom svete*, a na *vonkajšiu*, ktorá je triviálna (a môže ju vykonať aj farboslepý asistent, teda nevyžaduje subjektívny výkon plnohodnotného aktu vnímania (polohy či farby)). Preto hovoríme, že Newton premenil akt poznania (respektíve jeho netriviálnu časť) v *udalosť vo vonkajšom svete*. Spredmetnenie určovania polohy či vnímania farieb musí samozrejme urobiť niekto, kto je lokalizovaný, respektíve kto je citlivý na farby. Naša téza je, že po tomto spredmetnení už jazyková hra prebieha objektívne, teda tak, že pravidlá jazykovej hry už nevyžadujú výkon týchto aspektov našej subjektivity, respektíve sa oň neopierajú, takže sa v nich „nemôžno vážne myliť“. Všetky chyby sú už len triviálne a ich korekcia tiež.

<sup>9</sup> Posun od vedeckého faktu chápaného ako mentálna *udalosť* k vedeckému faktu chápanému ako *udalosť vo fyzickom svete* do istej miery pripomína *Fregeho posun* v chápaní matematického dôkazu od dôkazu ako aktu intuitívneho nahliadnutia správnosti k dôkazu ako postupnosti aplikácií pravidiel v symbolickom kalkule.

predstavujú prvky inštitucionálnej sociálnej praxe. Fixovanie faktov (či ich spevnenie, ako to sociológovia zvyčajne volajú) prostriedkami vedeckej metódy sa opiera o celý rad sociálnych praktík. Naším cieľom nie je spochybniť sociálnu konštitúciu vedec-kých faktov, ale výlučne zmeniť chápanie toho, čo je takto sociálne konštituované – či je to subjektívny vnem, alebo intersubjektívna udalosť. Podľa nás sociálne konštituované nie sú mentálne udalosti v subjektívnom svete vedca, ale fyzické udalosti v intersubjektívnom svete inštrumentálnej praxe vedy. Inštrumentálna prax merania má normatívny rozmer – prístroj možno používať v zhode s normami a štandardmi, ktoré určujú spoľahlivosť jeho fungovania, alebo v rozpore s nimi. Tieto normy a jazyk, v ktorom sú formulované, obsahujú celý rad kontingentných rozhodnutí, ktoré majú sociálny rozmer. Skúmanie zavádzania, sankcionovania a menenia noriem riadiacich inštrumentálnu prax určitej vednej disciplíny je lepšie prístupné metódam sociológie ako mentálne udalosti v subjektívnom svete vedca, teda jeho zmyslové *vnemy*, ich *interpretácia* a rôzne *presvedčenia*, ktoré vedec so zmyslovým vnemom a jeho interpretáciou spája.

#### 2.4 Nárast empirického obsahu

Stabilizácia epistemického kontaktu má za následok, že renesančný obraz nesie oveľa viac informácie o vzájomnej polohe objektov, ako aj o ich rozmeroch a vzdialenosti, ako bežný gotický obraz. Vo všeobecnosti *stabilizácia epistemického kontaktu má za následok nárast empirického obsahu*. To je dôvod, prečo sa rôzne spôsoby stabilizácie epistemického kontaktu používajú vo vede.

U Kopernika sú dokladom nárastu empirického obsahu výslednej reprezentácie v dôsledku stabilizácie epistemického kontaktu Keplerove zákony. Elipsovité tvar trajektórie či konštantnú sektoriálnu rýchlosť možno odhaliť iba tak, že pohyb sa vzťahne k Slnku. V Ptolemaiovej sústave pozorovateľ opisuje nebeské javy zo svojho (pohyblivého) pozemského stanoviska a v dôsledku toho sa žiadna elipsa neukáže. Až keď Kepler systematicky od každej pozorovanej polohy Marsu odčítal zodpovedajúci pohyb Zeme, ukázal sa elipsovité tvar trajektórie a konštantnosť sektoriálnej rýchlosti. Podobne ako renesančný obraz aj kopernikovská sústava je informačne bohatšia ako ich predchodcovia. A práve nárast empirického obsahu, teda schopnosť zachytiť fakty, ktoré sa predošlému spôsobu registrácie strácali, bol v Newtonových očiach najsilnejším argumentom v prospech správnosti Kopernikovej sústavy. Newton nepotreboval pre potvrdenie správnosti Kopernikovej sústavy žiadny rozhodujúci experiment, stačili mu Keplerove zákony.

A tu sa dostávame k Newtonovmu používaniu termínu fenomén. *Newton nazýval Keplerove zákony fenoménmi*. Pritom Keplerove zákony sú bezprostrednému pozorovaniu neprístupné, lebo na Zemi môžeme iba ťažko zaujať nehybnú polohu voči



Slnku. Teda vlastne žiadnemu pozorovateľovi sa tieto fenomény neukážu, tieto fenomény nemožno nahliadnuť. Vyžadujú stabilizáciu epistemického kontaktu, teda odčítanie od každého jedného pozorovania, posun zodpovedajúci pohybu Zeme. Až po tomto obrovskom množstve výpočtov sa ukáže eliptický tvar trajektórie planét. To znamená, že podľa Newtona (ktorého sme si zvolili za sprievodcu v otázkach filozofie vedy) fenomén je jav, *ukazujúci sa v rámci stabilizovaného epistemického kontaktu*. Pritom nemusí byť súčasťou žitého sveta ani možnej zmyslovej skúsenosti. Stačí, aby bol výsledkom stabilizovaného epistemického kontaktu.

Podobne ako Kopernikova stabilizácia epistemického kontaktu umožnila objaviť Keplerove zákony, Hamiltonova stabilizácia epistemického kontaktu umožnila objaviť *deterministický chaos*. Aj chaotické správanie dynamických systémov je fenomén (v newtonovskom význame tohto slova), ktorý sa vynára až po stabilizácii epistemického kontaktu. Vynára sa tak otázka, či sú Keplerove zákony a deterministický chaos empirické fakty? Podľa inštrumentálneho realizmu sú. Klasická epistemológia posúva Keplerove zákony z roviny fenoménov (kam ich umiestnil Newton) na úroveň zákonov. Ale v prípade chaosu tento trik nefunguje. Chaosu chýba akákoľvek zákonitosť – chaos je jav, nič viac. Bol objav chaosu empirickým objavom? Z hľadiska inštrumentálneho realizmu adekvátna reakcia na túto situáciu je prijať aj javy, ktoré sa ukazujú ako empirické javy až po stabilizácii epistemického kontaktu.

V prípade Keplerových zákonov je naše stanovisko pozorovateľa natoľko *roztrásené* (ako pri jazde po hrbolatom teréne) a v prípade deterministického chaosu je zase náš výhľad taký *zúžený* (ako pri pohľade cez úzku štrbinu v hrubej stene – namiesto dvanástich dimenzií, v ktorých sa pohyb reálne odohráva, vnímame iba tri telesné rozmery), že tieto javy nedokážeme pozorovať. Ale keď pomocou vhodného symbolického jazyka Kepler chvenie nášho stanoviska odstráni a Hamilton rozšíri náš pohľad na celý fázový priestor, uvedené javy pred nami vyniknú v plnej jasnosti.

## **2.5 Stabilizácia epistemického kontaktu a forma zobrazenia**

Stabilizáciu epistemického kontaktu možno priliehavo charakterizovať prostredníctvom pojmu formy zobrazenia, ktorý Wittgenstein zaviedol v *Logicko-filozofickom Traktáte* (Wittgenstein 1921). Tam ju charakterizoval slovami: „Ale obraz nemôže zobraziť svoju formu zobrazenia; obraz ju ukazuje“ (TLP 2.172) a „Subjekt nepatrí k svetu, ale je hranicou sveta“ (TLP 5.632). V práci *History of Geometry and the Development of the Form of its Language* (Kvasz 1998) sme navrhli použiť Wittgensteinovu obrazovú teóriu významu pri analýze obrázkov obsiahnutých v dielach matematikov ako Desargues, Lobačevskij, Beltrami alebo Klein. To znamená, že *geometrické obrázky* pokladáme za určitý druh *jazykovej reprezentácie*, ktorej sémantiku navrhujeme analyzovať prostriedkami obrazovej teórie významu. V knihe *Prostor*

mezi geometrií a maliřstvím (Kvasz 2020, 43 – 46) sme následne navrhli odlišit niekoľko prvkov formy zobrazenia jazyka geometrie.<sup>10</sup>

**1. Hľadisko** – hľadiskom rozumieme bod, z ktorého sa konštruuje korešpondencia medzi svetom a obrazom. Používanie jedného nehybného bodu pri konštrukcii perspektívy zaviedol Brunelleschi. Tento bod je prvkom formy zobrazenia, lebo na obraze nie je zobrazený, ale sa *ukazuje*.

**2. Horizont** – vo svete horizontu nič nezodpovedá, nie je obrazom žiadnej veci. Horizont zodpovedá výške očí diváka. Nezobrazuje žiadny skutočný predmet, ale *ukazuje* polohu hľadiska. Horizont ukazuje hranicu sveta zobrazeného obrazom. K horizontu sa viaže pravidlo, podľa ktorého sa *rovnobežky* znázorňujú pomocou zbíhajúcich sa (teda *nie rovnobežných*) čiar, pretínajúcich sa na horizonte. Na obraze sú tak *nakreslené* zbíhajúce sa čiary, na ktorých sa *ukazuje* jav rovnobežnosti.

**3. Relácia identity** – reláciou identity rozumieme pravidlá umožňujúce rozpoznať rôzne reprezentácie toho istého objektu. V renesančnom maliarstve má tento aspekt formy zobrazenia podobu *pravidiel, ktorými sa riadia zmeny veľkosti pri vzdáľovaní objektov*. Maliari objavovali tieto pravidlá na príklade zmenšovania najjednoduchšieho objektu – štvorca – tvoriaceho súčasť pravidelnej štvorcovej dlažby, nazývanej *pavimento*. Pravidlá zmenšovania dlaždíc pavimenta, zakladajúce reláciu identity, sú aspektom formy zobrazenia, lebo závisia od polohy hľadiska. Keď priblížime hľadisko, zmení sa aj spôsob zmenšovania dlaždíc pavimenta. Keďže hľadisko je aspektom formy zobrazenia, aj pravidlá zmenšovania dlaždíc pavimenta patria k tejto forme. V skutočnosti týmto pravidlám nič nezodpovedá, dlaždice sa so vzdialenosťou nezmenšujú.

**4. Vzťah synonymity** – vzťahom synonymity rozumieme vlastnosti a vzťahy, ktoré sú síce z principiálneho hľadiska rozdielne, ale v rámci danej formy zobrazenia im zodpovedajú tie isté indivíduá, takže v univerze jazyka nie sme schopní príslušný rozdiel predviesť. Takto chápaná synonymita je aspektom formy zobrazenia, lebo pri zmene formy zobrazenia sa charakter synonymity mení. Výrazy, ktoré boli v rámci jednej formy zobrazenia synonymné, pri prechode k novej forme prestávajú byť synonymnými. Prechodom k čoraz komplexnejším formám zobrazenia jazyka sa vzťah identity postupne rozširuje – stále širšie triedy objektov, ktoré sme predtým vnímali

<sup>10</sup> Pre niekoho, kto neštudoval geometriu sa takýto prístup môže javiť ako nezvyčajný. Ale texty z histórie geometrie obsahujú veľké množstvo obrázkov, pričom obrázky zásadným spôsobom prispievajú k *obsahu* matematického textu a vystupovali v jednotlivých krokoch *dôkazu*. Preto je opodstatnené pokladať ich za súčasť jazyka geometrie a v istom zmysle za jej ústrednú súčasť, lebo okolitý text získava často zmysel až vtedy, keď jeho výrazy vzťahujeme k danému obrázku. Preto reprezentatívne nástroje (ako sú obrázky, vzorce, formuly) používané v exaktných disciplínach, navrhujeme považovať za jazykové výrazy, za súčasť ich (formálneho) jazyka. Keď Wittgenstein môže v *Traktáte* jazyk chápať ako obraz skutočnosti, je podľa nás rovnako oprávnené pokladať obraz (alebo rôzne obrazy vytvorené v jednotlivých disciplínach) za jazyk.

ako rozdielne, jazyk reprezentuje ako rôzne varianty toho istého objektu. Naproti tomu prechodom k čoraz komplexnejším formám zobrazenia jazyka sa vzťah synonymie zužuje – vlastnosti, ktoré jazyk predtým nevedel jasne rozlíšiť, sa stávajú jasne rozlíšiteľné. Celkovo možno povedať, že prechodom ku komplexnejšej forme zobrazenia jazyk získava schopnosť vyjadriť bohatšie súvislosti a jemnejšie rozdiely.

**5. Pozadie** – pozadím v geometrii rozumieme priestor. Priestor je tým, na pozadí čoho rozpoznávame identitu objektov. Geometrický objekt zachováva svoju identitu pri premiestňovaní v priestore. Pri zmene formy zobrazenia sa mení i charakter priestoru. Priestor je aspektom formy zobrazenia, lebo na obraze nie je explicitne *vyjadrený*, ale sa iba *ukazuje*. Na obraze sú *namalované* dve zbiehajúce sa čiary, ktoré sa na horizonte pretínajú. Osvojiť si perspektivistickú formu zobrazenia znamená naučiť sa v uvedených priamkach vidieť rovnobežky ubiehajúce do hĺbky *priestoru*. Na otázku, *čo vidíme na obraze*, musíme odpovedať nie podľa toho, na čo sa pozeráme (čo je na obraze *namalované*), ale podľa toho, čo na obraze prítomné nie je (čo sa iba ukazuje).

*Hľadisko, horizont, identita, synonymita a pozadie* spoločne tvoria formu zobrazenia jazyka geometrie. Tieto aspekty nie sú faktické, v realite im nič nezodpovedá. Slúžia na stabilizáciu epistemického kontaktu so zobrazovanou skutočnosťou.

### 3. Inštrumentálne rozšírenie epistemického kontaktu

Ďalšiu veľkú zmenu epistemického kontaktu so skutočnosťou prináša *inštrumentalizácia pozorovania*. Jej pionierom bol Galileo a paradigmatickou ilustráciou je teleskop. Teleskop priniesol premenu epistemického kontaktu so skutočnosťou, keď radikálne posunul hranice rozlíšiteľnosti a obohatil tak epistemický kontakt o nové javy. Podľa slov Noela Swerdlowa za jediný rok 1610 sa toho v astronómii udialo viac ako za celé predošlé storočie – Galileo objavil množstvo nových hviezd, Jupiterove mesačiky, fázy Venuše a pohoria na Mesiaci (Swerdlow 1998). Galileo o svojich astronomických objavoch napísal spis *Siderius nuncius (Hviezdny posol; Galileo 1610)*. Okrem posunutia hraníc rozlíšiteľnosti inštrumentalizácia pozorovania vnáša do poznania celý rad zásadných zmien. Aby sme im porozumeli, stačí stručné porovnanie so zmyslovou skúsenosťou.

Zmyslová skúsenosť, na ktorej sa klasický empirizmus snaží založiť vedeckú metódu, je holistická. Určitý jav, ktorý je predmetom vedeckého výskumu, je v nej spravidla zmiešaný s množstvom iných efektov. Ľudská pozornosť je intencionálna, vieme ju zamerať na jav, ktorý nás zaujíma. Ale zameraním pozornosti na určitý efekt ostatné efekty neprestanú pôsobiť. Naproti tomu vo vede je na skúmanie javov, ktoré nás zaujímajú, možné vytvoriť špeciálne inštrumenty, ktoré zásadným spôsobom menia prístup k týmto javom. Vedecké inštrumenty umožňujú skúmaný jav *izolovať od*

*blízkych javov*, s ktorými je premiešaný, *eliminovať rušivé vplyvy*, ktorým podlieha, a v mnohých prípadoch až inštrumenty umožňujú *jav vôbec odhaliť* a sprístupniť skúmaniu. Práve inštrumentálne izolovanie javu od kontextu, v ktorom je jav zasadený, a eliminovanie rušivých vplyvov sú momenty, ktoré vedeckú metódu odlišujú od bežnej skúsenosti.

Tieto aspekty, ktoré do empirickej bázy vedy prinášajú inštrumenty, možno ilustrovať na príklade ďalekohľadu. Ďalekohľad umožnil objaviť mesačiky Jupitera, ktoré sú pri bežnom pozorovaní pod prahom citlivosti. V prípade Venuše už dlhší čas bolo známe kolísanie jej jasnosti, ale až pohľad cez ďalekohľad umožnil Galileovi odhaliť fázy Venuše, a tým odlišiť kolísanie jasnosti tejto planéty, spôsobené zmenou jej vzdialenosti od Zeme, od kolísania jej jasnosti spôsobeného tým, že sa pozeráme na jej rôzne fázy (teda jej rôzne veľké osvetlené časti).

### 3.1 Kvantifikácia epistemického kontaktu

Zmyslová skúsenosť, ktorú empirizmus pokladá za základ vedeckého poznania, má *kvalitatívny charakter*. Či už ide o zrakový vnem určitej farby, taktilný vnem určitej teploty alebo akustický vnem určitého tónu, tieto vnemy sú *jedinečné*. Je ťažké porovnať vnemy dvoch farieb, dvoch pocitov tepla alebo dvoch tónov. A to ako u jedného pozorovateľa, tak u dvoch rôznych pozorovateľov.

Meranie, na ktorom zakladá výklad vedeckej metódy inštrumentálny realizmus, má naproti tomu *kvantitatívny charakter*. Javy, ktoré sú predmetom vedeckého skúmania, pripúšťajú rad variácií: farebný odtieň môže mať rôznu jasnosť a intenzitu, teplota môže stúpať alebo klesať, tón môže meniť svoju výšku a zafarbenie. Merací prístroj je zariadenie, ktoré regulárnym, štandardným a reprodukovateľným spôsobom prevádza zmeny určitého javu na zmeny dĺžky. Stačí vziať teplomer, barometer alebo spektroskop. Tieto prístroje majú k sebe pripevnenú škálu, pomocou ktorej zmeny teploty, tlaku alebo farby prevádzajú na zmeny dĺžky. Tak dochádza ku *kvantifikácii daného javu*, k vzniku regulárnej a reprodukovateľnej korelácie medzi *aspektmi* daného javu a *číslami*.

### 3.2 Jazyková reprezentovanosť javov

Zmyslové orgány sú výsledkom biologickej evolúcie nášho druhu a ako také nemajú jednoznačný vzťah k vedeckým teóriám, ktoré podľa empirizmu overujeme pomocou zmyslovej skúsenosti.

*Merací prístroj* je na rozdiel od zmyslových orgánov artefakt zhotovený vedcami na základe určitých fyzikálnych zákonov. Meria tú veličinu, na meranie ktorej bol zhotovený. Hodnoty, ktoré pomocou prístroja nameriame, majú kontrolovateľnú súvislosť s teoretickým rámcom fyziky. Výsledky merania sa vzťahujú k nulovému

bod, nachádzajú sa na presnom mieste príslušnej škály a sú vyjadrené v jasne definovaných jednotkách. Nulový bod, škála a jednotka, ktoré vedci pri kvantifikácii javu zaviedli, sú aspekty *formy zobrazenia* jazyka príslušnej fyzikálnej teórie a ako také fixujú epistemický subjekt vo vzťahu k meranej skutočnosti. Takto je proces merania od začiatku zasadený do interpretačného rámca, ktorý umožňuje faktom získaným v procese merania rozumieť.

Forma zobrazenia je štruktúra, ktorá prepája *epistemický subjekt* jazyka príslušnej disciplíny (teda bod vzhľadom na ktorý sa konštruuje reprezentácia skutočnosti) s *jazykovým univerzom* tejto disciplíny (teda so všetkými aspektami sveta, ku ktorým jazyk referuje). *Hľadisko* je reprezentáciou epistemického subjektu v univerze jazyka. Okrem toho forma zobrazenia zavádza orientáciu univerza jazyka voči epistemickému subjektu. Tak v geometrii *horizont* zadával vodorovný smer; smer na obraze kolmý k horizontu zadáva zvislý smer a smer spájajúci hľadisko s bodom, ktorý je k nemu na horizonte najbližšie, zadáva *smer ubiehania do hĺbky priestoru*. Podobne *relácia identity* vnáša do univerza jazyka teórie opornú štruktúru, ktorá umožňuje rozpoznať dve reprezentácie ako znázornenie rôznych umiestnení toho istého objektu. Samozrejme, vedci sú omylní a teória, na základe ktorej je vytvorený merací prístroj, môže byť chybná. No keď sa podarí merací prístroj kalibrovať a proces merania štandardizovať, možno teóriu, na ktorej je založený merací prístroj, testovať a opraviť. Jeden zo základných metodologických princípov Newtona bolo to, že merací prístroj je fyzický predmet, preto môžeme proces merania skúmať rovnako, ako skúmame ľubovoľný iný fyzikálny proces. Pravdepodobne prvou teóriou, ktorá bola vypracovaná s cieľom teoreticky porozumieť vedeckému inštrumentu, bola Keplerova *Dioptrika* (Kepler 1611), ktorá umožnila porozumieť fungovaniu Galileovho ďalekohľadu.

### 3.3 Pluralita metód merania

Každý aspekt nášho okolia, prístupný našim zmyslom, vnímame spravidla za pomoci jedného jediného zmyslového orgánu. Farbu vnímame zrakom, teplotu hmatom, výšku tónu sluchom. Za normálnych okolností sa nedá farbu nahmatať, výšku tónu vidieť či teplotu počuť. Nie sme schopní údaje získané jedným zmyslovým orgánom kontrolovať prostredníctvom iného orgánu.

Naproti tomu merať určitú fyzikálnu veličinu je spravidla možné pomocou rozličných prístrojov, ktoré využívajú celý rad odlišných fyzikálnych princípov. Tak teplotu môžeme merať na základe tepelnej rozťažnosti kvapalín, ako sú alkohol či ortuť, ale rovnako ju môžeme merať na základe spektrálnej analýzy tepelného žiarenia, alebo na základe ľubovoľnej inej fyzikálnej veličiny, ktorá je s teplotou zviazaná pomocou známeho fyzikálneho zákona. To umožňuje výsledky zistené jedným spôsobom merania kontrolovať výsledkami získanými pomocou iného spôsobu. Keď sú

princípy, na ktorých sú založené jednotlivé metódy merania, od seba nezávislé (teda neexistuje fyzikálny zákon, ktorý by ich dával do súvisu – ako napríklad tepelná rozťažnosť kvapalín nezávisí od spektrálneho rozdelenia tepelného žiarenia) a napriek tomu výsledky dosiahnuté prostredníctvom týchto metód sú v dobrej zhode, tak výsledok merania môžeme s dostatočnou mierou istoty považovať za objektívnu črtu skutočnosti.

### 3.4 Úplnosť merania<sup>11</sup>

Vnímanie každého zmyslového orgánu má obmedzený charakter. Naším zmyslom je dostupný iba *obmedzený výsek* škály teplôt, tlakov, farieb či tónov. Široké oblasti na škále premenlivosti týchto javov nie sme schopní zmyslami vnímať. Okrem toho v našom systéme zmyslov sú *početné diery*. Zmysly nám ponúkajú selektívny výber aspektov skutočnosti. Nemáme zmyslový orgán na vnímanie atmosferického tlaku či elektrického náboja, lebo v evolúcii nášho druhu vnímanie takýchto parametrov okolia nebolo dôležité. Naopak, vieme presne rozlišovať rôzne odtiene farieb a sme citliví na širokú škálu zvukov, lebo informácie získané týmito zmyslami boli z hľadiska nášho prežitia dôležité. Evolučný význam určitých aspektov skutočnosti, ktorý hral dôležitú úlohu pri formovaní našich zmyslových orgánov, je však irelevantný pri konštrukcii fyzikálneho obrazu sveta.

Meranie vďaka pluralite metód otvára prístup k prakticky *neobmedzenej škále* variácií príslušného fenoménu. Teploty dokážeme merať prakticky od absolútnej nuly až po miliardy Kelvinov. To isté platí aj o tlakoch, vlnových dĺžkach elektromagnetického žiarenia alebo o frekvenciách kmitania vzduchu. Meracie prístroje sú navyše dostatočne rôznorodé, aby poskytli *úplný zoznam veličín*, umožňujúci definovať stav fyzikálneho systému, ktorý tvorí východisko fyzikálneho obrazu skutočnosti. Tak napríklad rozvoj elektrodynamiky bol možný, až keď boli vytvorené metódy merania fyzikálnych veličín, ktoré spolu tvoria opis stavu elektrodynamického systému. Až keď fyzici zvládli úlohu merať všetky tieto veličiny, mohli prejsť k rozpracovaniu teórie elektromagnetického poľa.

### 3.5 Inštrumentálny epistemický kontakt a forma zobrazenia

Meranie umožňuje do variability daného javu (do zmien farby, tlaku či tónu) zaviesť nulovú hodnotu, škálu a jednotku. To umožňuje dať zmenám skúmaného javu ostrom, jednoznačnosť a presnosť, ktoré pri kvalitatívnej registrácii pomocou zmyslov nie sú mysliteľné. *Nulová hodnota* meranej veličiny je referenčný bod, vzhľadom na

---

<sup>11</sup> Úplnosť chápeme v dvojakom zmysle. *Extenzívne*, že určitá veličina je prístupná meraniu na celej škále, a *deskriptívne*, že meraniu sú prístupné všetky veličiny potrebné na úplný opis určitého výseku skutočnosti.

ktorý uskutočňujeme meranie. Preto možno povedať, že nulový bod reprezentuje v jazyku danej fyzikálnej disciplíny to, čo v jazyku geometrie predstavuje *hl'adisko*, bod, ku ktorému vzťahujeme reprezentáciu skutočnosti. Nulová hodnota je aspektom formy zobrazenia. Podobne *škála*, ktorú do variácie javu podrobeného meraniu zavádza merací prístroj tým, že na variácie javu premietne stupnicu, vnáša do javu akési ubiehanie smerom k nekonečnu. Podobné ubiehanie sme v geometrii označili termínom *horizont* a vyhlásili za aspekt formy zobrazenia. Ďalším aspektom formy zobrazenia je *jednotka*, ktorá je asi najdôležitejším prvkom vnášaným do skúmaného javu meracím prístrojom.<sup>12</sup> Interakcia meracieho prístroja s javom podlieha fyzikálnym zákonom, ktorých znalosť umožňuje porovnať variabilitu javu *na rôznych úsekoch škály*. Napríklad v prípade teploty umožňuje teplomer zaviesť zmeny teploty medzi 2° a 3° Celzia a medzi 124° a 125° Celzia ako rovnaké zmeny teploty, teda ako tú istú zmenu. V jazyku geometrie sme analogickú štruktúru nazvali *reláciou identity*, ktorá identifikuje dva rôzne obrazce ako *rôzne polohy toho istého objektu*.

Inštrumentálna prax merania určitej veličiny má tak *automaticky* stabilizovaný epistemický kontakt so skutočnosťou. Stabilizácia je súčasťou merania. Takže pojem formy zobrazenia, ktorý Wittgenstein zaviedol v kontexte prirodzeného jazyka, má uplatnenie aj pri analýze inštrumentálnej praxe vedy. Keď vedci kalibrujú určitý merací prístroj, vlastne fixujú jeho formu zobrazenia.<sup>13</sup>

#### 4. Zjednotenie inštrumentov do jednotnej inštrumentálnej praxe

Tak, ako sme jednotlivé inštrumenty opísali v predchádzajúcej časti, každý súbor inštrumentov určených na meranie určitej veličiny umožňuje zaviesť svoju lokálnu inštrumentálnu prax s vlastným jazykom a formou zobrazenia. Hrozí, že sa nám tak veda rozpadne na súbor nezávislých, nesúvisiacich a nesúmerateľných vedeckých praktík, z ktorých každá opisuje svet z vlastného pohľadu. Tomu, aby niečo také nastalo, môže zabrániť *idealizácia*. Ako to funguje, si najprv ukážeme na geometrii.

Keď sa geometra spýtame, čo je priesečníkom dvoch priamok, povie, že to je bezrozmerný bod. Keď sa však cez lupu pozrieme na priesečník čiar na papieri, uvidíme útvar, ktorý má jasne rozpoznateľné rozmery a tvar, takže bezrozmerný bod nepripomína. Na prvý pohľad by sa mohlo zdať, že to je ďalší aspekt formy zobrazenia. V analógii s tým, ako sme sa naučili v dvoch priamkach, ktoré sa pretínajú na horizonte, vidieť dve nepretínajúce sa rovnobežky, sa môže zdať, že sa musíme naučiť v škrvne tvoriacej priesečník dvoch priamok vidieť bezrozmerný bod. Ale tento prvý

<sup>12</sup> Prítom nesmieme zabúdať, že jednotka je vždy jednotkou na určitej škále.

<sup>13</sup> Za aspekt formy jazyka možno vziať aj *konštanty*, pomocou ktorých formulujeme *empirické zákony*. *Empirický zákon* považujeme za fakt o svete, kým *konštantu*, ktorá v takomto zákone vystupuje, považujeme za aspekt formy zobrazenia. Konštantu sa na empirickom zákone *ukazuje*, ale nemá faktický obsah.

nápad je mylný. Konvencia, ktorá z priesečníka čiar robí bezrozmerný bod, nie je súčasťou formy zobrazenia. Priamky, či už sme ich chápali ako rovnobežné (teda také, ktoré sa nepretínajú), alebo ako také, čo sa pretínajú, boli súčasťou obrazu. Boli to ideálne geometrické priamky. Forma zobrazenia má za úlohu fixovať polohu pozorovateľa vo vzťahu ku skutočnosti zobrazenej na obraze. Konvencia fixujúca priesečník ako bod nič také nerobí. Je to zásadnejšia konvencia, ktorá konštituuje sám jazyk geometrie (a nielen to, čo určitá konfigurácia tohto jazyka vyjadruje či ukazuje). Rovnako ako na papieri nemáme bezrozmerný bod, nemáme tam ani rovné priamky – pri pohľade cez lupu vidíme rôzne nerovnosti „tela“ úsečky.

Konvencie, o ktorých píšeme teraz, teda konvencie, podľa ktorých priamka je dokonale rovná, bod je bezrozmerný a všetky body kružnice sú od stredu rovnako vzdialené (čo pre čiaru na papieri tiež nie je pravda, už len vzhľadom na hrúbku čiary tvoriacej kružnicu) zavádzame preto, aby inštrumentálna prax geometrických konštrukcií mohla fungovať. Priesečníkom dvoch priamok musíme rozumieť bezrozmerný bod, aby sme ho mohli jednoznačne zvoliť ako stred kružnice. Keby mal rozmery, nevedeli by sme, do ktorej jeho časti máme zapichnúť kružidlo. Keď si konštrukciu kružníc a úsečiek predstavíme ako dve nezávislé inštrumentálne praxe, tak zmyslom idealizácie je ich výstupy upraviť tak, aby na ne mohli nadviazať ďalšie kroky. Nazdávame sa, že k niečomu podobnému dochádza aj vo fyzike. Predpoklad idealizácie, podľa ktorého všetky vlastnosti skúmaných telies a všetky veličiny, ktoré ich reprezentujú, sú ostré a jednoznačné, má zmysel v tom, aby jednotlivé výstupy rôznych inštrumentálnych praxí (meraní teploty, trenia, náboja, rýchlosti) do seba zapadli a vytvorili obraz, v ktorom zo vzorca, do ktorého vstupujú tieto rôzne hodnoty veličín, vieme vypočítať parametre ďalšieho merania či experimentu. Teda našou hypotézou je, že veda používa *idealizácie* ako prostriedok na zjednotenie čiastkových inštrumentálnych praxí (a teórií, ktoré sa k nim viažu).

O idealizácii existuje bohatá literatúra, napríklad (Batterman 2009; Brzezinski et al. (eds.) 2007; Haase 1995; Jones – Cartwright (eds.) 2005; Kuipers 2007; McMullin 1985; Norton 2012; Potochnik 2017; Portides 2018; Suárez (ed.) 2009; Weisberg 2007; Wheeler 2018). V tradícii analytickej filozofie sa presadila definícia idealizácie, ktorú zaviedol Ernan McMullin roku 1985, podľa ktorej idealizácia je „zámerné zjednodušenie niečoho zložitého, aby sme to mohli aspoň čiastočne pochopiť. Idealizácia môže obsahovať skreslenie pôvodnej situácie alebo pojmu, alebo môže znamenať jednoducho vynechanie určitej zložky komplexnej situácie alebo pojmu, aby sme sa mohli lepšie sústrediť na zvyšok“.<sup>14</sup> Teda analytická tradícia chápe idealizáciu vo

---

<sup>14</sup> V orig.: „[...] the deliberate simplification of something complex in order to understand it at least in part. Idealization may contain a distortion of the original situation or concept or may simply mean



vzťahu k teoretickému opisu a porozumeniu skutočnosti. Nijako nechceme spochybňovať význam idealizácie pre budovanie teórie, chceme iba upozorniť na dodatočný aspekt idealizácie, a to jej zásadnú úlohu pri udržiavaní jednoty empirickej bázy vedy. Domnievame sa, že náš prístup umožňuje vysvetliť podivuhodný aspekt idealizácie, na ktorý upozornila Angela Potochnik vo svojej monografii, že vo vede je idealizácia „všadeprítomná“ (*ubiquitous and rampant*). Zasahuje nielen do interpretácie komplexných situácií, ako by to zodpovedalo McMullinovej definícii, ale vstupuje do opisu aj tých najjednoduchších systémov (ako je harmonický oscilátor či Keplerova úloha). Z nášho hľadiska to je prirodzené, lebo nezávisle od toho, ako komplexný systém opisujeme, empirická báza je konštituovaná pomocou idealizácie, a teda opis systému musí obsahovať idealizáciu.

V snahe o porozumenie tomuto zjednoteniu inštrumentálnych praxí je užitočné vedeckú teóriu a k nej prislúchajúcu inštrumentálnu prax chápať ako druh jazykovej hry v zmysle, ako je tento pojem zavedený u Wittgensteina (1953).<sup>15</sup> Takéto zjednotenie podľa nás nastáva na troch úrovniach, ktoré sme pomenovali *relačná, kompozičná* a *deduktívna syntéza*.<sup>16</sup>

---

the omission of certain components of the complex situation or concept in order to better focus on what remains“.

<sup>15</sup> Naším cieľom v tomto článku nie je exegéza Wittgensteinovej filozofie ani výklad jeho pojmu jazykovej hry. Pojem jazykovej hry chceme použiť pri analýze inštrumentálnej praxe vedy, pretože tento pojem zjednocuje tri aspekty – praktické manipulovanie s materiálmi predmetmi, jazykové prehovory a sociálne konštituované normy. Inštrumenty vo vede majú presne tieto aspekty. Sú to materiálne predmety, s ktorými vedci manipulujú. Túto manipuláciu dopĺňajú jazykovými prejavmi ako je riešenie diferenciálnych rovníc, konštrukcia formálnych modelov a na ich základe odvodzovanie predpovedí. A tieto predpovede, rovnako ako materiálne manipulácie, podliehajú sociálne konštituovaným normám. Určité meranie môže byť správne alebo nie, určitý výpočet môže byť chybný alebo nie a určitá predpoveď môže byť v súlade s nameranou hodnotou alebo nie – pričom to, či sú určité meranie, výpočet či predpoveď správne alebo nie, je výsledok sociálne konštituovaných pravidiel. Teda Wittgensteinovo poňatie jazyka z *Filozofických skúmaní* je (na rozdiel, napríklad, od poňatia jazyka v *Traktáte*) dostatočne bohaté, aby zachytilo jednotlivé aspekty inštrumentálnej praxe – materiálny, jazykový a sociálny. Ale na zachytenie jednoty inštrumentálnej praxe potrebujeme ešte ďalší teoretický rámec, a to idealizáciu. Teda pojem jazykovej hry tu používame ako pozadie, voči ktorému vynikne to, čo nám ešte chýba. Tým, čo chýba, je syntetická funkcia jazyka, teda jeho schopnosť spojiť rôzne lokálne jazykové hry do jedného celku, ktorý sa často označuje ako exaktné disciplíny. Niežeby sa syntetická funkcia jazyka nedala zladit' s teóriou jazykových hier. Koniec koncov, prax vedy je dôkazom možnosti ich zladenia. Ide len o to, že relačnú, skladobnú a deduktívnu syntézu nemožno motivovať z vnútra jednotlivých jazykových hier, ale rámec jazykových hier presahujú.

<sup>16</sup> Téma syntézy je kantovská téma. Kant syntézu viazal na *nazeranie* a jeho nositeľom bol um. My sa snažíme syntézu, na ktorej je založená veda, uchopiť *inštrumentálne*, a za jej nositeľa považujeme jazyk. Podľa nás to nie je v rozpore s Kantovým prístupom, ale ide o pokus o jeho vymanenie zo subjektivismu. Nepopierame, že v myslení syntéza funguje tak, ako tvrdí Kant. Ale vo vede od čias, keď Galileo priniesol inštrumentalizáciu pozorovania a Newton uskutočnil otočenie epistemickej osi, má syntéza odlišný charakter. Namiesto kopernikovského obratu sa pokúšame položiť obrat newtonovský. Podľa klasifikácie vedeckých revolúcií sa Kant vzniku novovekej vedy usiloval

#### 4.1 Relačná syntéza

Prvým druhom syntézy, ktorým je charakterizovaná moderná veda, je *relačná syntéza*, teda schopnosť nájsť vzťahy medzi rôznymi aspektmi určitého javu. Ilustráciou relačnej syntézy je Galileov zákon voľného pádu vyjadrený vzorcom

$$s = \frac{1}{2} g.t^2.$$

Na tomto zákone nie je dôležité, že je vyjadrený pomocou jazyka algebry, ale skutočnosť, že dráha  $s$  je daná do súvislosti s *druhou mocninou času*  $t$ . V bežnej skúsenosti ani v prirodzenom jazyku sa druhá mocnina času nevyskytuje. Nepoužívame sekundy štvorcové (oproti metru štvorcovému). Je to „pridaná hodnota“ jazyka matematiky, jeho schopnosť vyjadriť vzťahy, pre ktoré nemáme predstavy ani pojmy. Ak určitý jav kvantifikujeme, jazyk matematiky automaticky vedľa každej nameranej veličiny postaví jej druhú, tretiu, štvrtú, piatu... mocninu a odmocninu. Paleta prvkov, medzi ktorými môžeme nájsť vzťahy, je tak nepomerne bohatšia. Jazyk matematiky umožňuje dávať do súvislostí rôzne mocniny parametrov vyjadrujúcich jednotlivé aspekty skúmaného javu, čím do obrazu skutočnosti vnáša nové možnosti relačnej syntézy.

Galileov zákon voľného pádu môžeme vyjadriť aj slovne. Matematika nie je potrebná na *vyjadrenie* Galileovho zákona, ale na to, aby sme dráhu mohli dať do súvislosti s *druhou mocninou času*, potrebujeme matematiku. Lebo čo je to druhá mocnina času? Čo je to desať sekúnd štvorcových či dvadsať stupňov Celzia kubických. Keď určitú veličinu získanú fyzikálnym meraním vložíme do matematického kalkulu, ten umožňuje vyjadriť vzťahy medzi týmito veličinami, ktoré v bežnom jazyku nemáme k dispozícii. To mal na mysli Galileo, keď tvrdil, že kniha prírody je napísaná jazykom matematiky. Tu nejde o stručnosť či presnosť vyjadrovania, ale o relačnú syntézu, o to, že jazyk matematiky umožňuje v prírode opísať oveľa viac vzťahov ako bežný jazyk.

#### 4.2 Kompozicionálna syntéza<sup>17</sup>

Ďalším druhom syntézy je *kompozicionálna syntéza*. Keď chceme pochopiť kompozicionálnu syntézu, je vhodné vrátiť sa ku galileovskej fyzike. Tá vždy opisuje pohyb

---

porozumieť ako *objektácii* (ako kopernikovskému obratu, pri ktorom sa mení hľadisko, z ktorého je opisovaná príroda), kým podľa nás je vznik novovekej vedy *idealizáciou*, teda zmenou o dva rády väčšou (na škále od najmenších k najväčším: teda od reformulácií, objektácií, a reprezentácií k idealizáciám).

<sup>17</sup> Spojenie „kompozicionálna syntéza“ môže na prvý pohľad pôsobiť redundantne. Zdá sa, že termíny syntéza a kompozícia označujú to isté. Ale nie je to tak. Od slova kompozícia máme *komponenty*, teda kompozícia je zložením komponent, ktoré sú schopné samostatnej existencie a majú rovnaký status ako celok. Slovo syntéza nič také neobsahuje, pretože syntetizovať môžeme aj prvky, ktoré samostatnej existencie schopné nie sú. Preto používame pojem *syntéza* ako nadradený pojem, zahrňujúci ako relačnú, tak aj kompozicionálnu a deduktívnu syntézu. Kompozicionálnou syntézou

jedného jediného telesa. Či už je to voľný pád, šikmý vrh, pohyb kyvadla alebo pohyb telesa po naklonenej rovine – čo sú hlavné systémy skúmané Galileom – vo všetkých týchto príkladoch ide o pohyb jediného telesa. Galileovej fyzike chýba schopnosť spojiť pohyb niekoľkých telies do jednotného dynamického systému. V Newtonovej fyzike tvorí slnečná sústava takýto systém, v ktorom sa jednotlivé telesá pri pohybe navzájom ovplyvňujú. Naproti tomu, keď Galileo opisuje pohyb telies slnečnej sústavy, pohyb každého telesa opisuje nezávisle od pohybu ostatných. Nanajvýš opisuje meniace sa konfigurácie, ktoré telesá zaujímajú na oblohe, ale pri skúmaní ich pohybu opisuje pohyb každého telesa oddelene. Zákony, ktoré v newtonovskej fyzike spájajú planéty do jednotného dynamického systému – gravitačný zákon a zákon akcie a reakcie – Galileova fyzika nepozná. Prostriedkom umožňujúcim telesá spojiť do jednotného dynamického systému je jazyk matematiky – špeciálne jazyk funkcií. Jazyk matematiky je tak vo fyzike nástrojom *skladobnej syntézy*. Teda nejde len o *písmená*, ktorými je napísaná kniha prírody (ako sú  $t^2$ ), ale aj o *pravidlá syntaxe*, ktoré umožňujú zaviesť *stav fyzikálneho systému*, a tak zjednotiť opis pohybu jeho jednotlivých prvkov.

#### 4.3 Deduktívna syntéza

Tretím druhom syntézy je *deduktívna syntéza*. Je to schéma, ktorá umožňuje zo znalosti stavu telesa v danom okamihu a zo znalosti síl, ktoré na teleso pôsobia, určiť jeho stav v blízkom okamihu. Je to druh *syntézy*, lebo zabezpečuje spojenie stavov telesa v rôznych okamihoch, a je *deduktívnou syntézou*, lebo umožňuje zo znalosti predchádzajúceho stavu systému deduktívne odvodiť jeho budúci stav. Galileovská fyzika nemá opis pôsobenia, a tak nedisponuje ani deduktívnou syntézou. Neumožňuje určiť, ako sa bude teleso správať v dôsledku pôsobenia ostatných telies. Je to *matematický jazyk*, ktorý umožňuje vnieť do opisu pohybu deduktívnu syntézu.

#### 5. Záver

Dostali sme sa na koniec náčrtu prvkov, z ktorých možno vytvoriť *epistemologický* opis fungovania jazyka vedy. Prešli sme od epistemického kontaktu, jeho stabilizácie a inštrumentálneho rozšírenia až po zjednotenie inštrumentálnych praxí v procese idealizácie. *Forma zobrazenia*, ktorá tvorí os historického výkladu *objektácií* v geometrii (Kvasz 1998) je v knihe *Prostor mezi geometrií a malířstvím* (Kvasz 2020) daná do súvislosti s jej epistemologickou funkciou, ktorou je *stabilizácia epistemického*

---

(na rozdiel od relačnej) rozumieme vo fyzike schopnosť jazyka spájať do jednotného dynamického systému jednotlivé pohybujúce sa telesá (každé z nich je schopné pohybovať sa aj bez prítomnosti ostatných). V geometrii je kompozicionálna syntéza daná euklidovskou konštrukciou, ktorá spája do zložitej geometrickej konfigurácie jednotlivé priamky a kružnice (ktoré opäť existujú aj samy osebe).

kontaktu. Podobne pri idealizáciách, ktoré sú ešte v diele *Zrod vedy ako lingvistická udalosť. Galileo, Descartes a Newton ako tvorcovia jazyka fyziky* (Kvasz 2013) vykladané prostriedkami Husserlovej fenomenológie, je fenomenologický rámec v práci *Descartes Nikétés* (Kvasz 2021) opustený a na epistemologický opis idealizácií je zavedený pojem *relačnej, kompozicionalnej a deduktívnej syntézy lokálnych inštrumentálnych praxí*.

## Literatúra

- BATTERMAN, R. W. (2009): Idealization and modeling. *Synthese* 169 (3), 427 – 446.
- BOGEN, J., WOODWARD, J. (1988): Saving the Phenomena. *The Philosophical Review* XCVII (3), 303 – 352.
- BRZEZINSKI, J. – KLAWITER, A. – KUIPERS, T. – LASTOWSKI, K. – PAPRZICKA, K. – PRZYBYSZ P. (eds.) (2007): *The Courage of Doing Philosophy: Essays Dedicated to Leszek Nowak*. Amsterdam: Rodopi.
- EINSTEIN, A. (1905): Zur Elektrodynamik bewegter Körper. *Annalen der Physik*, 322 (10), 891 – 921.
- GALILEI, G. (1610): *Siderius Nuncius*. Český preklad A. Hadravovej a P. Hadravu In: Galilei, G.: *Hvězdný posel a Kepler, J.: Rozprava s hvězdným poslem*. Příbram: Pistorius a Olšanský 2016.
- HACKING, I. (1983): *Representing and Intervening*. Cambridge: Cambridge University Press.
- HAASE, M. (1995): *Galileische Idealisierung, ein pragmatisches Konzept*. Berlin: Walter de Gruyter.
- JONES, M. – CARTWRIGHT, N. (eds.) (2005): *Idealization XII: Correcting the Model. Idealization and Abstraction in the Sciences*. Amsterdam: Rodopi.
- KEPLER, J. (1611): *Dioptrice*. Augsburg. Český preklad M. Petráň: *Dioptrika*. Olomouc: Nakladatelství Chlup (2011).
- KOPERNIK, M. (1543): *De revolutionibus orbium coelestium*. Norinberg. Slovenský preklad Z. Horský, M. Kušík, J. Sopko, D. Vaculíková a A. Valentovič: *Obehy nebeských sfér*. Bratislava: Veda 1974.
- KUIPERS, T. (2007): On two types of idealization and concretization: the case of truth approximation. In: Brzezinski et al. (eds.): *The Courage of Doing Philosophy: Essays Dedicated to Leszek Nowak*, 75 – 101. Amsterdam: Rodopi.
- KVASZ, L. (1998): History of Geometry and the Development of the Form of its Language. *Synthese*, 116, 141 – 186.
- KVASZ, L. (2013): *Zrod vedy ako lingvistická udalosť. Galileo, Descartes a Newton ako tvorcovia jazyka fyziky*. Praha, Filosofia.
- KVASZ, L. (2015): *Inštrumentálny realizmus*. Červený Kostelec: Pavel Mervart.
- KVASZ, L. (2020): *Prostor mezi geometrií a malířstvím*. Praha: Slovart.
- KVASZ, L. (2021): *Descartes Nikétés*. Praha: Filosofia.
- McMULLIN, E. (1985): Galilean idealization. *Studies in the History and Philosophy of Science*, 16, 247 – 273.
- NEWTON, I. (1687): *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*. Londýn. Slovenský preklad J. Šebesta: *Matematické princípy prírodnej filozofie*. Bratislava: Slovenská technická univerzita 2021.
- NEWTON, I. (1729): *Lectiones opticae*. Londýn. Ruský preklad S. I. Vavilova: *Lekcii po optike*. Leningrad: Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR 1946.
- NORTON, J. D. (2012): Approximation and Idealization: Why the Difference Matters. *Philosophy of Science*, 79 (2), 207 – 232.
- POTOCHNIK, A. (2017): *Idealization and the Aim of Science*. Chicago: Chicago University Press.

- PORTIDES, D. (2018): Idealization and abstraction in scientific modeling. *Synthese*, 198 (1), 5873 – 5895. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11229-018-01919-7>
- SUÁREZ, M. (ed.) (2009): *Fictions in Science: Philosophical Essays on Modeling and Idealization*. London: Routledge.
- SWERDLOW, N. (1998): Galileo's discoveries with the telescope and their evidence for the Copernican theory. In: Machamer, P. (ed.): *The Cambridge Companion to Galileo*. New York: Cambridge University Press, 244 – 270.
- WEISBERG, M. (2007): Three Kinds of Idealization. *The Journal of Philosophy*, 104 (12), 639 – 659.
- WHEELER, B. (2018): *Idealization and the Laws of Nature*. Cham: Springer Nature.
- WITTGENSTEIN, L. (1921): Logisch-philosophische Abhandlung. *Annalen der Naturphilosophie* 14. Slovenský preklad P. Balko a R. Maco: *Tractatus Logico-philosophicus*. Bratislava: Kalligram 2003.
- WITTGENSTEIN, L. (1953): *Philosophische Untersuchungen*. Oxford: Blackwell. Slovenský preklad F. Novosad: *Filozofické skúmania*. Bratislava: Pravda 1979.

---

Článok je súčasťou projektu *Formálna epistemológia - budúca syntéza*, podporeného v rámci programu *Praemium Academicum* Akadémie vied Českej republiky.

---

Ladislav Kvasz  
Filosofický ústav Akadémie vied ČR, v. v. i.  
Oddělení analytické filozofie  
Jilská 361/1  
110 00 Praha  
Česká republika  
e-mail: [kvasz@flu.cas.cz](mailto:kvasz@flu.cas.cz)

Univerzita Karlova  
Pedagogická fakulta  
M. D. Rettingové 4  
116 39 Praha 1  
Česká republika  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3384-0076>