

---

## Několik poznámek k roli jazyka ve vědě

---

### *Some Notes on the Role of Language in Science*

*Michal Černý*

*Kabinet informačních studií a knihovnictví, Filozofická fakulta, Masarykova univerzita v Brně*

#### **Recenzenti:**

*Mgr. Lukáš Richterek, Ph.D.*

*RNDr. Jindřiška Svobodová, Ph.D.*

#### **Abstrakt:**

*Jazyk hraje zcela klíčovou roli v tom, jakým způsobem člověk uvažuje, často aniž by si toho byl explicitně vědom. Článek ukazuje vybrané aspekty filosofie jazyka, které jsou promítány do oblasti speciálních věd. Snaží se přitom ukázat, jaký je význam adekvátnosti pojmů ke skutečnosti a vliv tohoto vztahu na budování celého vědeckého pohledu na svět. Presentuje jak klasické přístupy, tak také Chomského univerzální gramatiku a analyzuje její vztah k vědě a vědeckému poznání.*

**Klíčová slova:** *jazyk, věda, filosofie jazyka, Chomsky, částicová fyzika, astrofyzika, učení*

#### **Abstract:**

*Language is of absolutely crucial role in how a person thinks, often without knowing it was explicitly aware of. The paper shows some aspects of the philosophy of language, which are screened in the special sciences. It aims to show what is the meaning of the adequacy of concepts to reality and effect of this relationship to build up the whole scientific world view. Presents both classical approaches, as well as Chomsky's universal grammar and analyzes its relationship to science and scientific knowledge.*

**Keywords:** *science, philosophy of language, Chomsky, particle physics, astrophysics, learning*

## Úvodem

Asi každý člověk má zkušenost, že když opravuje nějakou nefunkční věc, tak s ní vede vnitřní dialog na základě slov ve svém přirozeném jazyce.

Zde bychom mohli věnovat prostor bilingvistům, kteří mají rodné jazyky dva a určité činnosti během přemýšlení realizují v jednom a jiné obvykle ve druhém. To, co se může mnohým zdát jako téměř zbytečná záležitost jazykovědců – přísná a obsáhlá gramatika, tak vlastně vytváří rámec našeho myšlení. Gramatiku tak můžete chápat jako základní strukturu jazyka, jako nástroj, který dává pojmům či slovům význam a smysl.<sup>1</sup>

Věda potřebuje mít k dispozici dostatečný pojmový aparát, ale také mechanismy, které jí umožní s jednotlivými slovy pracovat, vyhodnocovat je a také reflektovat jejich vztah ke světu. Můžeme hovořit o syntaktické, sémantické a pragmatické rovině jazyka.

Syntax popisuje vzhled a pořadí jednotlivých znaků a jejich skupin, tedy jednotlivých slov.<sup>2</sup> V lingvistice popisuje také větnou vazbu. Je zajímavé si všimnout toho, jaké jsou rozdíly mezi jazyky přirozenými (tedy těmi, kterými běžně hovoříme) a formálními (které používají počítače například během programování). Běžný jazyk není typicky jednoznačný – jedna věta může v návaznosti na kontext znamenat něco zcela jiného, může obsahovat nadsázku nebo ironii. To formální jazyky neumí.<sup>3</sup> Ty mají také zcela ostrou hranici mezi správnou syntaxí a chybnou větou, což v jazyce přirozeném (zvláště například v češtině) není vždy zajištěno. Přirozené jazyky se snaží kopírovat to, jak člověk myslí, a jsou proto většinou podstatně složitější.

Sémantika se věnuje vztahu symbolů a jejich významům.<sup>4</sup> To, že slovo „stůl“ není slepenina čtveřice znaků, ale odkazuje na nábytek, který má obvykle čtyři nohy a lidé okolo něj sedí nebo u něj pracují, je například pro počítače netriviální problém, pro člověka jako myslící bytost užívající jazyk však nikoli.

V neposlední řadě je zde rovina pragmatická, která popisuje vztah pojmů ke skutečným objektům světa. Lze si ji představit například jako pravdivostní funkci, která má na vstupu výrok a ten porovnává se světem, například: tento stůl je zelený, tato stránka je bílá, před námi jde malá holčička. To všechno jsou výroky, které můžeme porovnávat se světem skutečným.

V tomto ohledu je pro vědu jazyk mimořádně důležitý, protože pracuje podobně jako fyzikální modely. Popisuje vždy určitou část skutečnosti a tento popis může být více či méně přiléhavý, může být obecný, ale také velice konkrétní, ale nikdy nebude zcela pravdivý a přesný. Přitom hraje roli zcela zásadní – bez jazyka ani modelů bychom nebyli schopni o světě nic přiměřeným způsobem vypovídat.

## Analytická filosofie

Pokud bychom měli identifikovat dva nejvýznamnější filosofické směry dvacátého století, tak by volba zřejmě padla na fenomenologickou a analytickou filosofii. Tyto dva směry ale nejsou v globálním myšlenkovém proudu zcela dominantní a především v anglosaském světě se mimořádně prosazuje filosofie analytická.

Ta stojí na třech základních pilířích. Prvním je východisko poznání – to bere ze zkušeností. Nejde o zavržení rozumu, jako spíše o uvědomění si toho, že jsou to právě naše zkušenosti, které nás určitým způsobem formují, utvářejí a umožňují nám rozvíjet se. Druhým pilířem, který je zřejmě zmiňován dnes nejčastěji, je důraz na logiku. Zkušenosti můžeme chápat jako termíny, se kterými je možné pracovat na základě logické analýzy.<sup>5</sup> Na základě těchto potřeb se

<sup>1</sup> ALAN PRINCE, Paul Smolensky. *Optimality Theory Constraint Interaction in Generative Grammar*. Str. 1.

<sup>2</sup> CHOMSKY, Noam. *Syntactic structures*. Str. 11.

<sup>3</sup> Podrobněji se rozdílu věnuje například KIMBALL, John. Seven principles of surface structure parsing in natural language. *Cognition*, Str. 15-47.

<sup>4</sup> LEHMANN, Winfred P. a Yakov MALKIEL. *Perspectives on historical linguistics*. Str. 277.

<sup>5</sup> PEREGRIN, Jaroslav. *Logika ve filosofii, filosofie v logice: (historický úvod do analytické filosofie)*. Str. 2-9.

začala velice rychle rozvíjet logika, a to nejen predikátová či výroková, ale také celá řada dalších zajímavých forem, jako je modální logika či fuzzy logika.

Poslední, třetí pilíř je z našeho pohledu asi nejdůležitější a týká se jazyka řeči. Pěkně to ilustruje Ludwig Wittgenstein, když říká, že hranice mého jazyka jsou hranice mého světa.<sup>6</sup> Právě obrat k jazyku je pro analytickou filosofii klíčový. Je to jazyk, který určuje rámce a možnosti našeho poznání, jež umožňuje tvorbu vědeckých prací a komunikaci. Řeč tak není jen projevem činnosti vyšších primátů, ale něčím zcela zásadním, novým a jedinečným.

Jestliže fenomenolog Edmund Husserl došel k názoru, že světu můžeme rozumět prostřednictvím analýzy intencionálních aktů našeho vědomí, na čemž pak staví svoji představu ontologie jakožto vědy, pak analytičtí filosofové (mezi nimi především první Frege) tvrdí, že svět je třeba analyzovat prostřednictvím analýzy aktů řečových a jejich významových korelátů.

Obecně lze říci, že se celá analytická filosofie točí okolo mantinelů, které jsou nám dány jazykem jako základní mezí našeho uvažování o světě. Jazyk je tím prvním, který určuje, co jsme schopni pochopit, ale také představuje matérii pro řeč, která umožňuje předávat naše poznání dále. Řeč je tedy fundamentem lidského intelektu, součástí analýzy. Z tohoto důvodu je celá řada analytiků velice skeptická k tomu, abychom tvořili nějakou ontologii či metafyziku. Jednotlivé pozice se pak liší v tom, zda její existenci vůbec připouštějí. Můžeme říci, že se řeč u tohoto autora stává součástí ontologie, což je obrat, který je zcela zásadní a znamená částečný návrat k Platonovi a jeho pohledu na logos.

Je přitom klíčové zdůraznit, že existuje významná spojitost mezi tím, jak jsou pojmy etymologicky tvořeny, a tím, jak o nich přemýšlíme. Každý jazyk má tak určité bohatství, ze kterého čerpá a které díky němu může aktivně rozvíjet. Například český pojem svět pochází od slova světlo, jak ukazuje Patočka.<sup>7</sup> Svět je tedy to, co je ozářeno světlem, můžeme jej poznávat, vnímat a přemýšlet o něm. Dává se tak všanc vědě, není něčím tajemným či nedostupným. Právě kvůli možnostem nových překvapivých pohledů na problematiku jsou důležité překlady významných vědeckých děl do národních jazyků, což byl například v Německu jeden z klíčových stimulů pro rozvoj tamní vědy. Polsko má silnou tradici v logice a zdá se, že tamní jazyk je této vědní disciplíně nakloněn. Podobně téměř všechna díla z analytické filosofie vznikají buď v anglicky, nebo německy mluvících zemích, což odkazuje na vztah gramatiky a logiky v těchto jazycích.

Pokud bychom se podívali na to, jak se analytická filosofie projevuje v etice, mohli bychom říci, že je zde patrný především obrat k řeči a jejím významovým korelátům. Stěžejní otázkou již nejsou kategorické imperativy či teleologické spory, ale otázka, jaký je význam slov – dobrý

či správný. Analytická etika se tak mění na metaetiku. Je třeba napřed zvážit, jaký je význam těchto pojmů, co obsahují, jaké mohou mít vztahy k jednotlivostem a jak s nimi nakládají běžní lidé v hovoru.

Existují různé směry analytické etiky, které zcela resignují na možnost o etice jako nauce o tom, jak jednat správně, hovořit. Jejich primární zájem se točí okolo toho, jak řeč může ovlivňovat druhé, jaká je hodnota jednotlivých pojmů a jak se mění s kontextem. A u těchto sporů také zůstanou. Osobně se domnívám, že v tomto může být jedna z největších slabín celé analytické myšlenkové pozice.

---

<sup>6</sup> WITTGENSTEIN, Ludwig. *Tractatus logico-philosophicus*. Věta 5.6.

<sup>7</sup> PATOČKA, Jan. *Komeniologické studie*. Str. 294.

## Hermeneutika a řeč

Je dobré si povšimnout určitého posunu, který můžeme ve vztahu hermeneutiky a řeči vidět od antiky po současnost. V antice se silně profiluje pozice platonistická, kdy se objevuje pojem logos. U toho je třeba se zastavit – nelze jej chápat prostě jako slovo, ale jde o spojení významu a pojmu.<sup>8</sup> Zatímco dnešní doba vnímá často samotné slovo a pojmy jako cosi vyprázdněného,<sup>9</sup> řecký člověk chápe jednotu slova a obsahu:

*Na počátku bylo Slovo, to Slovo bylo u Boha, to Slovo bylo Bůh.*

*To bylo na počátku u Boha.*

*Všechno povstalo skrze ně a bez něho nepovstalo nic, co jest.*

*V něm byl život a život byl světlo lidí.*

(Jan 1,1-4)

V tomto textu<sup>10</sup> je zřejmé, že Logos (přeloženo jako slovo) může být chápáno jako skutečný objekt, ale současně má význam aktu. Tato mnohavrstevnost pojmu Logos byla pro antiku, ale také středověk klíčová.<sup>11</sup> Jednotlivé spory se pak vedou o to, jaký je vztah mezi jsovcem a pojmem. Zde bychom se opět dostali oklikou k problému sporu o univerzálie.

S úpadkem antické vzdělanosti se stále více prosazuje křesťanský (a judaistický) přístup. V něm je řeč chápána spíše jako prostředek pro vyjadřování, než jako něco, co stojí samostatně.

To ostatně souvisí s tím, jak je chápána inspirace Duchem autorů náboženských textů. Nejde o diktování, ale o vnuknutí, které autor převádí vlastní řečí na text. Vkládá do něj tedy své vlastní jazykové prostředky, struktury myšlení, vlastní jazyk. Nelze tedy říci, že by biblický Hospodin hovořil hebrejsky, aramejsky či řecky.

Zlom přichází v podobě hermeneutické teorie Friedricha Schleiermachers. V ní dochází k rozšíření předmětu hermeneutiky na rozumění jako takové, které se zakládá na řeči.<sup>12</sup> Další milník je spojený s chápáním Martina Heideggera, který do své filosofie zavádí řeč zcela nově. Staví na ní ontologii, slovům dává nový význam. Sám staví řeč do takové pozice,

ve které je na textu i na jeho výkladu nezávislá, neboť ona sama je nositelem tajemství bytí a zároveň klíčem k jeho rozumění. Řeč sama mluví.

Zajímavou se stává také úvaha o řeči v teologii, především pak v dogmatice, kde se objevuje trojí krok, což si můžeme uvést na následujícím příkladu:

1. Bůh je spravedlivý (to je také gödelovská práce s pojmem Bůh).
2. Bůh není spravedlivý v tom slova smyslu, v jakém je spravedlivý člověk.
3. Bůh je spravedlnost sama (jsovcno dává nový smysl pojmu).

## Noam Chomsky a generativní gramatika

Noam Chomsky patří mezi nejvýraznější postavy lingvistiky dvacátého století, ale také mezi vůdčí postavy počítačové vědy. Je autorem dělení jazyků podle výrokové síly do několika kategorií a také velice zajímavého konceptu generativní gramatiky. Chomsky si klade otázku, jak je možné, že si děti osvojí jazyk mnohem lépe a rychleji, než když se – zkušenější,

<sup>8</sup> KONEČNÁ, Magdalena. *Řeč a rozumění: poznámky k filosofické a teologické hermeneutice H.-G. Gadamera, G. Ebelinga a E. Fuchse*. Str. 37.

<sup>9</sup> Analytická filosofie se snaží hledat význam slov a pojmů, postmoderna opustila původní významy a vyžaduje vždy nové definice atp.

<sup>10</sup> Pro evangelistu Jana je typická inspirace antickou filosofií, ale současně také snaha odmítnout gnosticismus. Text pochází zřejmě z období okolo přelomu prvního a druhého století. Samotný prolog, ze kterého pochází tato citace, je pak součástí nejmladší vrstvy celého textu, snad spolu s druhým závěrem.

<sup>11</sup> Uvědomme si, že pro křesťanství je Mesiáš (řecky Kristus) vtěleným Logem z prologu. To je pro Platona nepřijatelné, stejně jako pro postmoderní analytickou filosofii.

<sup>12</sup> KONEČNÁ, Magdalena. *Řeč a rozumění: poznámky k filosofické a teologické hermeneutice H.-G. Gadamera, G. Ebelinga a E. Fuchse*. Str. 73.

vzdělanější, intelektuálně silnější – dospělý člověk učí cizí jazyk.<sup>13</sup> Odpověď přitom nachází v myšlence, že všechny jazyky vycházejí ze společného základu, který je člověku dán (snad až geneticky).

Nejde přitom o klasický filologický či etnologický přístup, kdy se snaží vědci hledat podobnosti mezi základními slovy v jazyce (třeba označení pro matku, slunce, vodu atp.), ale hledá pravidla matematického charakteru. Každá gramatika je tvořena množinami neterminálních (představitelné jako „proměnné“) a terminálních symbolů (abeceda) a pravidly.<sup>14</sup> A právě tato formální pravidla se snaží Chomsky najít.

Odlišnosti jednotlivých jazyků přitom mohou být dány buď pravidly, která se do jazyka dostávají postupně učením (tedy množiny nejsou definitivní, ale rozrůstají se učením), nebo jen odlišnými terminálními symboly. Zřejmě největším důvodem kritiky takového programu je skutečnost, že se zatím nepodařilo nic jako generativní gramatiku objevit a popsat a ani neexistuje jasně daný způsob, jak k ní dospět. Jde v zásadě o podobný problém, jaký je s rozluštěním kódu v případě asymetrického šifrování.

Získání takové gramatiky by přitom mělo pro vědu mimořádný význam. Předně by mohly vznikat dokonalé jazykové překladače, takže by nebylo třeba učit se cizím jazykům z jiného důvodu než čistě kulturně intelektuálních. Efekty by ale mohly být mnohem větší – od strojů na odvozování nejrůznějších vět a tvorbu důkazů v matematice až třeba po generátory dokonalých románů.

Z hlediska vědeckého poznání by zde byl ještě jeden zajímavý efekt – existoval by jeden univerzální jazyk, pomocí kterého by bylo možné popsat přírodu. Bylo by možné vytvořit systém, ve kterém by bylo možné poznatky a zákony z jednotlivých věd čistě matematicky propojovat a vyvozovat z nich nové poznatky. Jde tak v zásadě o obnovení programu, který byl v matematice spojený s Davidem Hilbertem, nově v jazyce, což je oblast s podstatně větší vyjadřovací silou.

## Jazyk matematiky: od Fregeho a Hilberta po Gödela

Zcela zásadními změnami prochází na pomezí 19. a 20. století především matematická logika, které umožnila vznik dalších disciplín, jako je logická výstavba matematických teorií či teorie množin. V tomto pohledu jsou zřejmě tři základní oblasti zájmu matematiků – definovat základní pojmy (propracovat syntax), především pak, pokud jde o problém, co to je číslo, použít logiku jako sémantický nástroj a za užití těchto dvou nástrojů budovat matematiku jako úplnou bezrozpornou vědu.

Gottlob Frege je vnímán jako zakladatel matematické logiky či jako její druhý otec. První jeho významné dílo vychází roku 1879 a nese název *Pojmové písmo*.<sup>15</sup> Zde navrhuje první logické značky znázorněné pomocí grafických symbolů, které umožnily první přehledný symbolický zápis logických formulí (ač přesná notifikace doznala z praktických důvodů změn) a umožňuje takovou konstrukci důkazů matematických vět, o kterých nemůže být pochyb. Napříště není zápis důkazů na libovůli autora, ale řídí se jasnými a přesnými pravidly, kterým lze porozumět bez větší námahy. V této knize také můžeme nalézt všechny běžně používané axiomy predikátové logiky.<sup>16</sup>

Jeho kniha *Základní zákony aritmetiky* je pak důležitá hned v několika ohledech. Je výbornou ukázkou toho, jak má vypadat logické odvozování nastíněné v *Pojmovém písmu*, takže přesně reflektuje přesnou matematickou práci. Druhou důležitou oblastí je snaha objasnit povahu čísel, což dokazuje Frege pomocí teorie množin.<sup>17</sup> Číslo odpovídá počtu prvků prázdných množin v prázdné množině. Z hlediska matematiky zde zdaleka přitom nejde jen o základní práci z teorie množin, ale o první krok k „nové matematice“ která vyústí až

<sup>13</sup> CHOMSKY, Noam. *Language and problems of knowledge: the Managua lectures*. Str. 17.

<sup>14</sup> SIPSER, Michael. *Introduction to the Theory of Computation*. Str. 102.

<sup>15</sup> FREGE, Gottlob. *The Basic Laws of Arithmetic*. s. v.

<sup>16</sup> FREGE, Gottlob. *The Basic Laws of Arithmetic*. s. x.

<sup>17</sup> PEREGRIN, Jaroslav. *Fregův obrat k jazyku*. s. 3.

v Hilbertův program.<sup>18</sup> Frege se snaží objasnit samotné základy matematiky, přemýšlí o věcech do té doby často samozřejmých. A nebojí se přicházet s překvapivými koncepty.

*Principia Mathematica* je společným dílem Alfreda N. Whiteheada a Bertranda Russella, které vycházelo v letech 1910-1913. Dílo bylo silně inspirováno Fregem, ale usilovalo o vybudování bezrozporné teorie. Rychle se totiž ukázalo, že klasická logika vede ve spojení s teorií množin k paradoxům (známý je Russellův paradox), což bylo v oblasti matematiky mimořádně problematické.<sup>19</sup> Autoři se jim pokusili vyhnout tím, že zavedli typy matematických objektů, které jsou uspořádány v hierarchii. Množiny mohou obsahovat pouze objekty nižšího typu, čímž se definatoricky odstraní paradox ve tvaru  $S = \{X | X \notin X\}$ . Mimo čistě logické axiomy pracuje také s dalšími třemi: axiomem nekonečna, axiomem výběru a axiomem reducibility.<sup>20</sup> Pozdější Gödelova práce pak ukázala, že takto postavený axiomatický systém nemůže být úplný a bezrozporný. To, co se jevílo jako téměř přebytečné a zbytečně zdouhavé počítání, posléze se ukázalo býti principiálně zcela nestandardně se chovající.

V oblasti matematiky je tak přechod mezi devatenáctým a dvacátým stoletím dobou určitého paradoxu. Na jedné straně stojí mimořádně úspěšný a nadějný program spojený s logikou a jejími možnostmi pro matematiku, na straně druhé se rýsují první problémy a paradoxy, které se ale naplno odkryjí až v třicátých letech.

Také prostějovský rodák Edmund Husserl zásadním způsobem ovlivnil myšlení, logiku a matematiku. Jeho *Filosofie aritmetiky* (vydaná 1891) se věnovala (mimo jiné) problematice existence čísel a matematických objektů vůbec. Ty chápe jen jako pouhé myšlenkové, člověkem vytvořené objekty a přichází tak s představou tzv. psychologismu.<sup>21</sup>

Charles Peirce byl výborným logikem, který si povšimnul toho, že booleovské operátory nemusí být jedinými, které lze v logice s úspěchem používat, čímž umožnil vznik jednoduchých technických součástek, jež tvoří logické elektronické obvody (přišel s operátorem NOR a myšlenkou, že existuje souvislost mezi logickými operátory a elektrickými součástkami, čehož pak využila informatika). Jeho dílem jsou také pravdivostní tabulky či diagramy, které umožnily rychlejší a jednodušší logické úvahy a postupy. Logika v jeho podání již není jen matematickým nástrojem, ale něčím, co lze použít pro detailní popis světa kolem nás.

Všechny tyto události, které byly spojené s novým budováním matematiky za pomoci logiky, vyústily ve slavný Hilbertův program. David Hilbert, německý matematik, ve dvacátých letech vyhlásil cíl vybudovat matematiku na několika málo základních axiomech, ze kterých by bylo možné odvodit vše další.<sup>22</sup> Například matematická analýza, ale také další – v té době již dosti složité oblasti matematiky – by se redukovaly na relativně jednoduchou algebru. Byl přitom přesvědčen, že představení matematiky jako úplného bezrozporného axiomatického systému je již velice blízko a že stačí vypořádat se s několika málo úkoly či problémy.

Kurt Gödel ale již v roce 1931 publikoval své slavné práce, ve kterých ukazuje věty o neúplnosti.<sup>23</sup> To, co se jevílo Hilberovi jako technický problém a co se zdálo zbytečně pracné Whiteheadovi s Russelem, se ukázalo být fundamentální povahy. Matematika – má-li být konzistentní vědou, se brání úplnému popisu, což má za následek například to, že ji obecně není možné plně algoritmizovat. Neexistují žádné axiomy, ze kterých by bylo možné vyvodit všechny matematické věty. Podobně jako jazyk také matematika se brání formálnímu popisu. A to i přesto, že přibližné či neúplné matematické popisy přinášejí (tak jako v jazyce) nesporné výhody a benefity.

Na tomto místě je možné učinit ještě jednu drobnou poznámku či odbočku. Jednotlivé matematické přístupy je možné mezi sebou převádět. Tak geometrie a algebra nejsou dva oddělené a neprůchodné systémy, ale díky analytické geometrii, kterou představil roku 1637 René Descartes, je možné plynule mezi oběma všechny výpočty či konstrukce převádět.

<sup>18</sup> ZACH, Richard. Hilbert's program.

<sup>19</sup> WHITEHEAD, Alfred North; RUSSELL, Bertrand. *Principia Mathematica*. s. vii.

<sup>20</sup> WHITEHEAD, Alfred North; RUSSELL, Bertrand. *Principia Mathematica*. s. 161-167.

<sup>21</sup> PEREGRIN, Jaroslav. Fregův obrat k jazyku. s. 3.

<sup>22</sup> SIEG, Wilfried. Hilbert's programs: 1917-1922. Str. 3

<sup>23</sup> DOKULIL, Miloš, NOVOTNÝ, Jan, KLANICOVÁ, Nikola a ŠVANDOVÁ, Blažena. O Kurtu Gödelovi... z Brna. Str. 63-72.

Zatímco pro člověka je často intuitivnější geometrická představa, počítače využívají (téměř výhradně) analytického vyjádření objektů a nad nimi provádějí klasické algebraické výpočty.

## Jazyk fyziky

Jazyk fyziky je možné vnímat ve dvou základních rovinách. Předně je to matematika, která umožnila z fyziky (jako z vědy popisné) učinit vědu přesnou, schopnou jednoznačných předpokladů a analýz. Druhou významnou složkou jazyka fyziky je pak práce s pojmy a jejich konstrukce. Zatímco základní pojmy, jako je rychlost, síla či hmotnost, vycházejí z intuitivní představy člověka a jsou pak jen formalizovány a zpřesňovány, existuje stále více pojmů, jako je spin, barevný náboj či vlně částice, které nemají žádný přirozeně empirický podklad, a přesto jsou pro fyziku nezbytné.

Neméně zajímavé pak také je to, že některé intuitivně chápané veličiny mají zcela jiný význam v běžné mluvě a ve vědě. Příkladem může být tvrzení, že je „pod peřinou teplo“ nebo že je nějaká bunda „teplá“. Pod peřinou je většinou vyšší teplota, než je teplota okolí, protože pod ní leží člověk, který vyzařuje teplo díky funkčnímu metabolismu a peřina funguje jako tepelný izolant. Bunda je pak jen vyrobena z materiálu s vhodným součinitelem teplotní vodivosti. S teplem jako takovým ani jedno tvrzení nesouvisí – místo kelvinů by muselo být převedené do joulů.

Podobně když někdo vyzařuje pozitivní energii, nebudeme očekávat, že jde o fyzikální veličinu měřenou ve wattech na metr čtvereční s nějakou mimořádnou vlnovou délkou, ale jde spíše o psychologický aspekt lidského kontaktu s danou osobou, a to bez možné fyzikální kvantifikace.

Problematika definice přesných fyzikálních pojmů je mimořádně složitá, a to i tehdy, pokud jde o pojmy, které mají charakter více méně empirický (myšleno smyslový). Zenon z Eleje svou aporii o letícím šípu ukazuje na to, že nerozumí základnímu fyzikálnímu konceptu pohybu a času. Ještě lépe je to vidět na sporu Hooka a Newtona o tíhu či hmotnost.<sup>24</sup> Ač Newtonovi velice záleželo na tom, aby byla jeho definice této fyzikální veličiny přijata, definuje ji pomocí hustoty, tedy kruhem. Vypořádání se se základními pojmy tak není nic snadného.

Zpřesňování jednotlivých pojmů se začíná intenzivněji objevovat až v devatenáctém a na počátku dvacátého století. Joule definuje teplo pomocí práce, Mach zavádí základní mechanické veličiny, jako je hmotnost či síla.<sup>25</sup> Stejně jako můžeme vidět vrchol klasické matematiky v budování pojmů a pravidel, tak také klasická fyzika vrcholí podobnou snahou. Její problémy začínají nikoli větami o neúplnosti, ale Einsteinovými pracemi z roku 1905 o prostoru, času a energii a Bohrovým modelem atomu z 1907, který kombinoval klasický a kvantový přístup, který se opíral o práci Maxe Plancka. Vzniká kvantová mechanika a teorie relativity, kde řada jistot klasické mechaniky ani běžně uváděné pojmy nebudou mít nadále takový význam, jaký měly doposud.

Velice rychle se ukázalo, že zatímco speciální relativita – pokud přijmeme logický požadavek na konstantní rychlost světla ve všech vztažných soustavách – je více méně logickým rozvinutím klasické fyziky, tak kvantování, princip neurčitosti nebo třeba spin, které se objevují v kvantové fyzice, nemají v makrosvětě žádný viditelný protějšek.

Místo fyzikálních veličin je třeba pracovat s operátory, místo hodnot veličin zjišťujeme vlastní hodnotu příslušnou vlastní funkci příslušného operátoru,<sup>26</sup> měřicí přístroje zasahují do výsledků měření atp. Intuitivní představy o tom, jak vypadá svět, se transformují, s čímž má problémy právě jazyk. Slova jsou většinou zobecněním něčeho, s čím má člověk zkušenost.

<sup>24</sup> Jde hned o první definici v *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*.

<sup>25</sup> Tyto pojmy byly definovány již dříve nebo se s nimi intuitivně pracovalo. Machovou zásluhou je především nastavení přístupu, jak tyto pojmy definovat nikoli prostě axiomatically, ale na základě experimentů.

<sup>26</sup> S provázaností kvantových stavů, které vedly k problémům s nelokálností nesouhlasil například Albert Einstein, který se proti ní vymezil EPR paradoxem. Později ale uznal, že vůbec kvantovou teorii nevyvrací. Viz EINSTEIN, Albert; PODOLSKY, Boris; ROSEN, Nathan. Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete?.

Jak ale označit něco zcela nového? Podle čeho volit slova, aby jim bylo rozumět? Kde hledat přiměřenost pojmů?

Je třeba říci, že vhodnost pojmů je důležitá z hlediska myšlení. Člověk myslí v pojmech, které mu mají analýzu jevu či problému usnadnit a pomoci mu. Gell-Mann si od Jamese Joyce půjčil slovo kvark (to pochází ze hry Plačky nad Finneganem),<sup>27</sup> když potřeboval pojmově zachytit (tehdy ještě teoretický koncept) fundamentálních částic hadronové hmoty. Tato poetická tradice se zachovala s pojmy, jako je vůně či barevný náboj, které jednoznačně odkazují na vlastnosti částic, ale nemají se skutečnou částicí nic společného.

Jde o zřejmě více zdařilý příklad pojmenování, než který je spojen se spinem, který velká část lidí stále chápe jako směr otáčení kuličky, označované jako elektron, dvěma privilegovanými směry. Vůně a barva – na rozdíl od vlastního momentu hybnosti – jazykově tolik nemate.

Ještě poetičtější jsou pak astrofyzikové. To, že existují bílí nebo červení trpaslíci, červení obří nebo černé díry, působí jako vypravování pohádky. Jde přitom o tak zjevně alegorické označení, že si nikdo nemůže myslit, že nějaký trpaslík mající dvě ruce a dvě nohy někde na obloze skutečně je. Samo označení pak nese ještě další informace o teplotě či velikosti, což ukazuje na velice dobře zvolené názvosloví.

Základním problémem jazyka fyziky je tedy dnes vhodně pojmenovávat fundamentální vlastnosti hmoty a vypořádat se s rostoucím napětím mezi smyslovou zkušeností a tím, co o světě říkají data z přístrojů.

Klíčovou roli hraje v jazyce fyziky také matematika. Až do díla Descartese nebylo jasné, do jaké míry spolu matematika a geometrie souvisí. Geometrie byla všeobecně vnímaná jako garant řádu a dokonalosti a také v ní byla většina evropské inteligence vzdělána podstatně více než v „běžné matematice“. Proto také většina vědeckých děl rodící se moderní fyziky právě na geometrii staví také tam, kde bychom běžně použili matematiku. Čist díla Keplera nebo Newtona není složité kvůli matematice či stylu, ale právě pro důslednost geometrických konstrukcí a neustálého hledání podobných trojúhelníků a dalších objektů, které jazyk celého díla značně komplikují.

Jestliže se říká, že to byl Newton, kdo do fyziky přinesl matematizaci, tak je to pravda jen z části. V obou klíčových dílech je matematika sice přítomná, ale roli jakéhosi garanta pravdivosti hraje stále do velké míry geometrie. Až pozdější vývoj spojený s Descartesem ukázal, že díky komplementaritě matematiky a geometrie se lze na oba přístupy spolehnout stejně, a fyzika se stala plně matematizovanou vědou, která mohla definitivně těžit z jednoduchých výpočtů a vzorců.

Matematika hraje ve fyzice roli jazyka hned v několika rovinách. Předně má funkci komunikační – výpočtům lze většinou snadno porozumět bez ohledu na znalost jazyka či kulturní kontext. A lze v nich také hledat chyby a slabá místa, jak si přál Frege, relativně rychle a snadno. Umožňuje kvantifikovat a vytvářet modely, které budou mít jasně ověřitelné výsledky. V neposlední řadě je možné z jednotlivých, logicky propojených formulí vyvozovat nová zjištění, podobně jako v logice z jednotlivých vět a termů.

Signifikantní je, že tak jako matematika nevytváří úplný logický systém, nemá jej ani fyzika. Ta nejen že není úplná a logicky uzavřená, ale během výpočtů neustále počítá s fyzikálními poznatky a zákony. Rozhodnutí, kdy lze použít ten který zákon zachování či sáhnout po analogii a symetrii, je otázka nikoli logická či matematická, ale bytostně fyzikální. Také proto je jazyk vědy tak významný a bohatý.

## Závěrem

Řeč a jazyk představují fenomény, který člověka nepřestává zajímat. Od stavby Babylonské věže, která se (mimo jiné) snaží odpovědět na otázku, proč existuje tolik různých jazyků, přes Boží hlas v náboženských knihách různých náboženství až po moderní pojetí Martina Heideggera, který řeč chápe jako tajemství, součást kontextu či exaktní analytickou filosofii, je vidět údiv nad ní. Řeč je antropologický fenomén, který člověka paradoxně transcenduje.

<sup>27</sup> TREFIL, James S. *From atoms to quarks*. Str. 138.



Představuje základní nástroj našeho myšlení, umožňuje nám budovat vědu, kulturu, rozvíjet se ve společnosti, socializovat se. Je základním nástrojem filosofů, ale i básníků (jak by Heidegger zdůraznil). Proto si jistě zaslouží, abychom o ni pečovali a přemýšleli nad ní, snad s větší pečlivostí a hloubkou než doposud.

Pro přírodní vědy je pak základní součástí vyjadřování či chceme-li jazyka matematický aparát, který umožňuje rychlý a přehledný zápis myšlenek, popis systémů a formalizaci celé vědy. Rozvoj termodynamiky byl jistě spojen s osobností Sadiho Carnota, ale až matematizace idejí Emilem Clapeyronem umožnila rychlý rozvoj této disciplíny jak v oblasti vědy, tak také techniky.<sup>28</sup> Také Newton není Novým Mojžíšem nazýván proto, že by objevil a slovně popsal pohybové zákony, neboť ty už byly částečně známy, ale díky tomu, že zmatematizoval fyziku, ze které se stala „mocná věda“ schopná měnit a ovlivňovat přírodu.<sup>29</sup> Zatímco ve většině běžných příruček se klade důraz jen na to, co je označováno jako odborný styl, majíce na mysli užívání odborné terminologie, jasné vyjadřování a práci s prameny, je třeba říci, že jazyk vědy je mnohem důležitější a pestřejší oblastí. Díky těsnému spojení myšlení a jazyka dochází k tomu, že dobře nastavené jazykové prvky mohou zásadním způsobem stimulovat rozvoj vědy. Známé v tomto ohledu bylo české chemické názvosloví, které díky jednoznačnosti, jednoduchosti a přehlednosti umožňovalo základní chemikálie jednoznačně identifikovat a zásluhou toho se zde rozvinula mimořádně kvalitní škola.

Jazyk vědy má vliv nejen na samotnou práci vědců a jejich objevy, ale sehrává kruciální roli také ve výuce a formování mladé generace. Jazyk, který stimuluje k přemýšlení, vytváří dobré první představy a nevede k miskoncepcím, může mladé lidi přivádět k bádání, které pro ně bude přirozené, zajímavé, a třebaže náročné, tak také pochopitelné.<sup>30</sup>

---

<sup>28</sup> Podrobněji viz. LACINA, Aleš. Sadi Carnot a jeho přínos k rozvoji termodynamiky.

<sup>29</sup> PRIGOGINE, Ilia. Řád z Chaosu. Str.45.

<sup>30</sup> Můžeme-li se pokusit o definici zásad, která by měl mít pedagogicky vhodný jazyk, pak lze zmínit názornost a hravost. Osobně preferuji cestu, kterou se vydala astrofyzika s pojmy jako je černá díra, bílý trpaslík nebo červený obr. Jak adjektivum, tak substantivum nese zcela jasné poselství o tom, jak daný objekt vypadá a na rozdíl od barevného náboje či vůně nemá nikdo představu o tom, že na obloze pobíhají tisíce pohádkových bytostí. Důležitou vlastností je také jednoznačnost, která ale nemusí být absolutní, ale kontextuální, což ukazuje příklad s obry a trpaslíky.

## Literatura

ALAN PRINCE, Paul Smolensky. *Optimality Theory Constraint Interaction in Generative Grammar*. Chichester: John Wiley, 2007. ISBN 978-047-0759-394.

DOKULIL, Miloš, NOVOTNÝ, Jan, KLANICOVÁ, Nikola a ŠVANDOVÁ, Blažena. O Kurtu Gödelovi... z Brna. Společnost Kurta Gödela, Brno 2010.

EINSTEIN, Albert; PODOLSKY, Boris; ROSEN, Nathan. Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete?. *Physical review*, 1935, 47.10: 777.

FREGE, Gottlob. *The basic laws of arithmetic*. University of California Pr, 1964.

CHOMSKY, Noam. *Language and problems of knowledge: the Managua lectures*. Cambridge, Mass.: MIT Press, c1988, x, 205 p. ISBN 02-620-3133-7.

CHOMSKY, Noam. *Syntactic structures*. 2nd ed. /. New York: Mouton de Gruyter, 2002, xviii, 117 p. ISBN 31-101-7279-8.

KIMBALL, John. Seven principles of surface structure parsing in natural language. *Cognition*, 1973, 2.1: 15-47.

KONEČNÁ, Magdalena. *Řeč a rozumění: poznámky k filosofické a teologické hermeneutice H.-G. Gadamera, G. Ebelinga a E. Fuchse*. 1. vyd. Brno: Marek Konečný, 2007, 118 s. ISBN 978-809-0351-691.

LACINA, Aleš. Sadi Carnot a jeho přínos k rozvoji termodynamiky. *Československý časopis pro fyziku*, Praha: Fyzikální ústav AV ČR, 1997, roč. 47, č. 2, s. 113-117. ISSN 0009-0700.

LEHMANN, Winfred P a Yakov MALKIEL. *Perspectives on historical linguistics*. Philadelphia: J. Benjamins, 1982, xii, 379 p. ISBN 90-272-3516-3.

PATOČKA, Jan. *Komeniologické studie 1*. Praha: OIKOYMENH, 1997. ISBN 80-86005-52  
PEREGRIN, Jaroslav. *Logika ve filosofii, filosofie v logice: (historický úvod do analytické filosofie)*. Praha: Herrmann a synové, 1992, 124 s.

PRIGOGINE, Ilya; TOFFLER, Alvin. *Řád z chaosu : nový dialog člověka s přírodou*. Vyd. 1. Praha : Mladá fronta, 2001. 316 s. ISBN 8020409106.

SIEG, Wilfried. Hilbert's programs: 1917-1922. *Bulletin of Symbolic Logic*, 1999, 1-44.

SIPSER, Michael. *Introduction to the Theory of Computation*. Boston: Thomson Course Technology, 2006.

TREFIL, James S. *From atoms to quarks*. Athlone Press, 1980.

WHITEHEAD, Alfred North; RUSSELL, Bertrand. *Principia Mathematica*. Cambridge University Press, 1962.

WITTGENSTEIN, Ludwig. *Tractatus logico-philosophicus*. 1. vyd. Překlad Jiří Fiala. Praha: Institut pro středoevropskou kulturu a politiku, 1993, 229 s. Oikúmené. ISBN 80-852-4130-7.

ZACH, Richard. Hilbert's program. *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, 2003.