

# Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

---

Ivan Štoll

Na okraj článku I. Prigogina a I. Stengersové

*Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*, Vol. 29 (1984), No. 5, 252--257

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/137984>

## Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1984

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

- [22] KÖRNER, S. (vyd.): *Observation and Interpretation*. Butterworth's Scientific Publications, London 1957.
- [23] PETERSEN, A.: *Quantum Mechanics and the Philosophical Tradition*. MIT Press, 1968.
- [24] ROSENFELD, L.: *L'évidence de la complémentarité*. V LOUIS DE BROGLIE: *Physicien et Penseur*, Paris, A. Michel 1953;  
— *The Measuring Process in Quantum Mechanics*. V Supp. of the Progress of Theoretical Physics, 222, 1965.
- [25] TOULMIN, S. (vyd.): *Physical Reality, Philosophical Essays on 20th Century Physics*. Harper, New York 1970.
- Nevratnost a porušení symetrie
- [26] GEORGE, C., PRIGOGINE, I. a ROSENFELD L.: *The Macroscopic Level of Quantum Mechanics*. V Det Kong. Danske Vidensk. Selsk. Math. Phys. Medd. 38, 12, 1972.
- [27] PRIGOGINE, I.: *The Statistical Interpretation of Non-Equilibrium Entropy*. Acta Physica Austriaca, Supp., X., 401—450, 1973;  
— *Time, Irreversibility and Structure*. V *The Physicist's Conception of Nature*, Dordrecht, Reidel 1973.  
— *Measurement Process and the Macroscopic Level of Quantum Mechanics*. V *La naissance du temps*. Acad. Roy. Belg., Bull. Cl. Sci., 1973  
— *Irreversibility as a Symmetry-breaking Process*. V Nature 248, 67—71, 1973;  
— *Physique et Métaphysique*. Acad. Roy. Belg., Bulletin spécial du Bicentenaire 1974.
- [28] PRIGOGINE, I., GEORGE, C., HENIN F. a ROSENFELD, L.: *A Unified Formulation of Dynamics and Thermodynamics*. V Chemica Scripta, sv. 4, str. 5—32, 1973.

Přeložil Jan Sokol

## Na okraj článku I. Prigogina a I. Stengersové

Ivan Štoll, Praha

Publikovaný překlad stati I. Prigogina a I. Stengersové *Nová aliance* otevírá okruh otázek vztahujících se k základním koncepcím soudobého fyzikálního myšlení, především k problému syntézy dynamického a statistického popisu chování systémů a širšího pojetí tzv. synergetiky, a dále pak na historickém základě rozebírá postavení člověka v přírodě jako poznávacího subjektu, tedy problematiku gnozeologickou.\*) Práce dává mnoho podnětů k zamyšlení a názorně demonstruje,

\*) Ve shodě se zvyklostí západní filozofické literatury je ve stati používáno termínu „epistemologie“.

jak vývoj fyzikálního poznání vyvolává nutnost uplatnění dialektické metody. Závažnost stati je dána především tím, že první z autorů, Illya Prigogine, profesor bruselské univerzity a laureát Nobelovy ceny za chemii v r. 1977, je spoluvůrcem termodynamiky nevratných a silně nerovnovážných stavů.

Úvodem autoři uvádějí výňatek ze známého Diderotova filozofického traktátu *Rozhovor mezi d'Alembertem a Diderotem*, který je reakcí na mechanistické koncepcce klasického newtoniánského determinismu a zároveň bojovnou polemikou s náboženským tmářstvím a domýšlivostí subjektivního idealismu. Diderot zde vyslovuje přesvědčení, že schopnost samoorganizace, vznik složitějších struktur, života a schopnosti vnímání je všeobecnou vlastností hmoty. Poukazuje přitom na

úlohu tepla při vývoji zárodku z vajíčka, a tedy na nezbytnost interakce soustavy s okolím. Vědecké objasnění vzniku života a organizovaných struktur si od Diderotových dob vyžádalo dalších dvě stě let. Autorita druhé věty termodynamické a pravděpodobnostní výklad vratnosti fyzikálních dějů vedl k tomu, že procesy provázené poklesem entropie, tedy i zázrak života, byly považovány za neuvěřitelnou náhodu. Teprve v současné době hlubší studium chování systémů daleko od termodynamické rovnováhy umožnilo pochopit vznik a vývoj uspořádaných struktur jako běžný přírodní jev, všeobecnou vlastnost hmoty. Typickým pro toto nové pojetí je jednak syntéza dynamického a statistického popisu, která našla i odpovídající matematické vyjádření, jednak důraz na otevřenost systému a jeho *vzájemné* působení s okolím. K rozpracování těchto myšlenek, a tedy i naplnění Diderotova odkazu významně přispěl právě Prigogine.

Zmíněný myšlenkový vývoj a charakteristika dosažených výsledků jsou zachyceny především ve druhé a čtvrté části stati (*Struktura a disipace, Nevratnost a kauzalita*). Hlubší zamyšlení nad těmito otázkami může přispět k překonání řady vžitých představ a navyklého způsobu myšlení, který často absolutizuje dynamické nebo statistické přístupy. Bývá zvykem humorným způsobem ilustrovat statisticky nepravděpodobné děje, na příklad takové, kdy těžký předmět, třeba cihla, se sama vznesla ke stropu místnosti pod vlivem nárazů molekul vzduchu, nebo kdy opice náhodným mačkáním klapek psacího stroje vytvoří text *Dona Quijota*. Zapomíná se však na to, že při silné interakci s okolím, na příklad při vniknutí uragánu do místnosti, vzlétne cihla ke stropu zcela zákonitě a že *Don Quijote* byl sku-

tečně napsán, a to v době podstatně kratší, než by potřebovala stochasticky pracující vytrvalá opice. Přitom zde v žádném případě nejde o statistický zázrak, ale zcela zákonitý výsledek vývoje hmoty k vyšší organizovanosti.

Ve třetí části stati (*Dvojitá pravda kvantové mechaniky*) se autoři zabývají otázkou měření, vztahu člověka-pozorovatele a zkoumaného mikroobjektu a dotýkají se tedy některých aspektů teorie poznání. Z fyzikálního hlediska poukazují na rozdíl mezi pohybem a procesem (změnou pohybu), vztahem mezi stacionárními stavy (kdy se „nic neděje“) a přechody mezi těmito stavy, kdy dochází k emisi, absorpci atd. a které jediné jsou dostupné přímému pozorování. Objekt se zde tedy projevuje svou aktivitou, změnou stavu, svými vztahy k jiným objektům a sám proces poznání se jeví jako aktivní činnost, zasahování do objektu, interakce s ním. Tato okolnost ovšem nijak nezabavuje zkoumaný předmět jeho objektivní existence, existence v pohybu a změně, nýbrž zdůrazňuje pouze, že podstata se projevuje ve vztazích k okolnímu světu a je do značné míry těmito vztahy podmíněna (fyzikálně řečeno tím více, čím je interakční energie větší ve srovnání s vlastní energií objektu). Sám fakt objektivní existence věcí nelze ovšem filozoficky ani fyzikálně dokázat („k hanbě lidského rozumu“ řečeno slovy Diderotovými) a vyplývá z přesvědčení daného historicko-spoolečenskou praxí.

Všimněme si nyní filozofické roviny komentované stati, v níž se autoři snaží najít východisko z historicky vzniklého rozporu mezi člověkem a přírodou, vědou a náboženstvím, optimismem a skepsí poznání, pomocí moderní vědy překonat kantovský agnosticismus „věci o sobě“ a najít „novou alianci“, která by umož-

nila člověku najít sebe sama a své místo ve světě. Je to jistě úkol velkého rozsahu a dosahu a řešení podávané autory je, jak to často bývá, silně poznamenáno jejich profesionálním zaměřením.

Úvodem autoři charakterizují situaci typickou pro racionalistické období 16. až 17. století, kdy se ze středověké tmy rodila evropská věda. Galileiho a Newtonova mechanika, práce Descartovy, Leibnizovy a dalších umožnily vytvořit nový obraz světa podobného obrovskému hodinovému stroji pohybujícím se neomylně podle zákonů dynamiky. Prvním prototypem tohoto stroje byla ovšem naše planetární soustava. Tato představa byla velkým triumfem lidského rozumu, umožnila zmocnit se přírodních zákonitostí matematicky a znamenala nezbytnou a fundamentální etapu historického vývoje vědy.

Prigogine a Stengersová se zabývají dvěma aspekty tohoto období. Předně zdůrazňují, že Newtonova mechanika zbavuje přírodu spontánní tvůrčí aktivity, vývoje a samoorganizace, že představuje pravdu, která „nedovoluje pochopit, jak k ní samé mohlo dojít.“ Poukazují přitom na „objektivní spoluvinu“ spiritualistického náboženství na tomto pojetí přírody, neboť hodinový stroj světa musel bezpochyby zkonstruovat a natáhnout božský primus movens a racionalita přírodních zákonů, kterou fyzika v matematické formě odhaluje, musela být jakoby vnesena do přírody zvně. Toto antropologizující pojetí „světového ducha“ je zcela pochopitelné na rozhraní středověku a novověku a potýkali se s ním mnozí filozofové formátu Leibnizova. Omezenost Newtonova pojetí přírody je skutečně historicky podmíněna a ve zdogmatizované podobě, která v jistém smyslu přežívá dodnes, se stává brzdou dalšího pokroku vědy. Na druhé straně musíme ovšem vidět, že racionalisti-

cké pojetí světa vymezilo božskému principu v přírodě úlohu konstruktéra, který se do chodu světa nadále nevměšuje, připravilo půdu k přechodu od theismu k deismu a umožnilo nakonec Laplaceovi označit existenci boha za nepotřebnou hypotézu.

V souvislosti s tím se autoři stati zabývají otázkou přírodního zákona jako takového a pohoršují se nad opovržlivostí člověka, který si v pocitu své nadřazenosti pozorovatele stojícího mimo přírodu dovoluje požadovat, aby se příroda řídila racionálními principy a zákony, a to dokonce jednoduchými. Zde se dotýkáme velmi závažné filozofické otázky povahy přírodního zákona umožňujícího vědeckou predikci, otázky možnosti existence samotné vědy a racionálního poznání, které dosahuje svého nejvyššího formálního vyjádření v abstraktně matematické podobě. Je možno dodat, že nejde jen o samotné poznání, nýbrž i o využívání přírodních zákonů a možnost ovládnutí přírody člověkem, pojetí člověka jako „pána přírody“, které v této simplifikované podobě proniká do širšího povědomí. Ostatně již na úsvitu dějin lidstva, v panteistickém období antiky hrdě prohlašuje Sofoklés ve své *Antigoně*: „Mnoho je na světě mocného, nic však mocnější člověka.“

Představa o tom, že příroda se řídí určitým počtem jednoduchých principů, staví ovšem tuto přírodu do pozice subordinovaného subjektu, který Galilei podrobuje „útrpnému výslechu“, a zároveň předpokládá existenci zákonodárce. Jde samozřejmě o iluzi, kterou vyvrací například Engels ve svém *Anti-Dühringu* – na určitém stupni vývoje se zákony abstrahované ze skutečného světa od skutečného světa odlučují, stavějí se vůči němu jako cosi samostatného, jako zákony pocházející zvenčí, podle nichž se řídí svět.

Autoři správně poukazují na to, že formulace jednoduchých přírodních zákonů je možná díky idealizaci, abstrakci, zjednodušení nebo – chcete-li – „mrzačení“ přírody. Mohli bychom proto očekávat, že budeme-li se oprošťovat od této idealizace, zahrnovat stále další a další faktory, i faktory méně podstatné, a prohlubovat tak naše poznání přírody, měli bychom postupně dospívat od zákonitosti k chaosu, situace by se měla stávat nepřehlednou a možnost poznání přírody i existence vědy samotné postupně nemožnou. Nejpodivuhodnější na věci je to, že nic takového se neděje, že věda neztrácí a naopak posiluje své poznávací možnosti a upřesňuje svou predikční potenci a stává se účinnou silou přetvářející svět.

Autoři stati stojí v oprávněném údivu před touto skutečností, ovšem vyvozují odtud kantovský rozpor mezi nepopíratelnou a pragmaticky pojímanou účinností vědy samotné a nemožností porozumět existenci člověka jako poznávacího subjektu, který stojí nad přírodou nebo mimo ni, vnáší do ní tuto svou subjektivitu, své omezené možnosti a pohybuje se ve světě fenoménů, aniž by se mohl ztotožnit s podstatou „věci o sobě“. Odtud pramení, jak autoři dovozují, rozpad „staré aliance“, kdy člověk stvořen k obrazu božímu stál vůči přírodě v pozici nadřazeného soudce s převahou ducha nad hmotou, necítil svou přináležitost k ní a opíral své životní jistoty o náboženské, morální a spiritualistické povědomí. Další prohlubování tohoto rozporu, provázené na jedné straně rozvojem moderní vědy a jejího vlivu na život společnosti a na druhé straně ideologickou a morální krizí třídní společnosti, přivedlo nakonec k určitému odcizení vědy, která se stává hrozbou, moderním golemem nebo novým nepochopitelným náboženstvím s liturgickým jazykem mate-

matiky. Osamocení člověka v této situaci je dokládána citáty známého francouzského biochemika a mikrobiologa J. L. Monoda, který dospívá k bezvýhodné a tragické představě člověka stojícího jako bezmocný psanec na okraji lhostejného a chladného vesmíru zbařeného oduševnělého boha, s nímž mohl člověk komunikovat a postěžovat si mu, vesmíru, jehož zákony sice moderní věda může odhalovat, ale nemůže dát přitom člověku útechy.

Prigogine a Stengersová se nechtějí smířit s tímto Monodovým pesimismem charakteristickým pro část soudobé buržoazní filozofie. Hledají východisko ve své vlastní vědní oblasti a snaží se začlenit člověka do širšího systému vesmíru, najít tam pro něho místo, domovské právo. Vycházejí přitom z analýzy procesu měření v kvantové mechanice, kdy znovu vyvstává otázka úlohy pozorovatele jako spolutvůrce pozorované skutečnosti a principiální nemožnosti postihnout stacionární stav kvantové soustavy „o sobě“. Tato okolnost ovšem neimplikuje ztrátu objektivní existence nebo principiální nepoznatelnosti zkoumaného objektu, nýbrž poukazuje na to, že proces poznání je složitější, než jsme do té doby předpokládali, ztrácí prostý nazírací charakter a jednostrannost a nabývá charakteru aktivní činnosti, vzájemné dialektické interakce subjektu a objektu. Prigogine a Stengersová odmítají jak tento nazírací popis z vnějšího hlediska, „iluzi čistého intelektu“ nahlížejícího na systém „takový, jaký je“, tak i „nihilistická pokušení“ kvantové mechaniky. Varují přitom před „ztotožněním klasické dynamiky s fyzikálním popisem vůbec, mezi klasické dynamiky s podstatnými mezemi fyziky a snad i racionálního myšlení vůbec“.

A tak se dostáváme k nejproblematič-

tější části práce, k řešení, které autoři nabízejí jako východisko z gnozeologické situace současné vědy i jako lék proti pocitu osamocení člověka v netečném vesmíru. Na jedné straně – a to je hlavním přínosem práce – autoři požadují vymánit se z omezení ryze dynamického popisu, ale i z ryze pravděpodobnostní interpretace, jinak řečeno zdůrazňují dialektickou jednotu nutnosti a nahodilosti a nabízejí, alespoň v prvním přiblížení, i odpovídající matematické formulace. Zdůrazňují, že „je třeba myslet změnu, uznat neoddělitelnost vznikání a stálosti, a vzdát se tedy představy, že co je stálé, je už tím samým legitimní a musí mít nutně přednost přede vším ostatním v uklidněném světě“. Tato myšlenka mimochodem téměř doslovně koresponduje s Engelsovou kritikou Hegela v *Ludvíku Feuerbachovi a vyústění klasické německé filozofie*: „Všechno, co existuje, je hodno zániku.“

Jako pozitivní přínos můžeme kvitovat i myšlenku o tom, že úloha vědce není v tom, aby z nadhledu „ryzího ducha“ pozoroval a vyslyšel přírodu a hledal v ní předem zformulované matematické zákonitosti, nýbrž v tvůrčí interakci s přírodou, která ovšem předpokládá vzájemné ovlivňování. Kritériem opodstatněnosti, pravdivosti, adekvátnosti vědy ovšem zůstává její „účinnost“, historickospolečenská praxe. Tomuto „pragmatickému“ závěru se nevyhneme a v jeho světle zůstává zpochybňování objektivní existence věcí, dnes jako za dob Diderotových, chorobnou představou domyšlivého lidského rozumu, na niž není léku.

Člověk tedy patří k přírodě, je produktem dlouhodobého historického vývoje, procesu samoorganizace, mutací a výběru, intenzivních interakcí soustav s okolím, jak je pomáhá pochopit i termodynamika nerovnovážných procesů, ovšem ve spolu-

práci s metodami dalších vědních oborů, chemie, biologie a společenských věd, především historického materialismu. „A tak si na každém kroku uvědomujeme,“ říká Engels ve své stati *Podíl práce na polidštění opice*, „že naprosto neovládáme přírodu, jako dobyvatel ovládá cizí národ, jako někdo, kdo stojí mimo přírodu – nýbrž že jí tělem, krví i mozkem náležíme a tkvíme v ní a že celé naše panství záleží v tom, že dovedeme lépe než všichni ostatní tvorové poznávat její zákony a správně jich užívat. . . . Čím dále tím více bude člověk nejen cítit, nýbrž i poznávat svou jednotu s přírodou, a tím nemožnější se stane ona protismyslná a nepřírozená představa o rozporu mezi duchem a hmotou, člověkem a přírodou, duší a tělem, která ovládla Evropu po pádu klasického starověku a v křesťanství došla svého největšího rozvoje“.

„Nová aliance“, jak ji nabízejí Prigogine a Stengersová, usiluje právě o překonání tohoto nepřírozeného rozporu, ovšem v rovině čistě gnozeologické, respektive etické. Navrhuje v podstatě zahrnout člověka do otevřené termodynamické soustavy přírody jako její integrální součásti, obnovit „jednotu přirozeného světa: procesu přírodní produkce a procesu pojmové práce“. Charakteristickým v této souvislosti je odkaz na G. Deleuze a jeho tvrzení, že člověk se utváří svými vztahy k okolnímu světu a vědec je vlastně produktem své vlastní činnosti, když již v zárodečném stavu absolvoval ty „strašné pohyby“, jaké představuje lidské myšlení.

I když je do značné míry pravda, že člověk je produktem (i dědičně převzatých) vztahů k přírodě i společnosti, můžeme absolutizaci tohoto tvrzení dojít k opačnému extrému, kdy necháme člověka v přírodě zcela rozplynout, zaretušujeme rozdíl mezi subjektem a objektem

(tím zároveň „odstraníme“ otázku objektivní existence hmoty) a nakonec zbavíme i gnozeologii jejího vlastního významu. Člověk sice přestane být tulákem na okraji vesmíru, zařadí se mezi ostatní živočichy, ztratí sice někdejší pocit nadřazenosti, ale zároveň i poslední špetku lidské hrdosti. Netvrdím, že autoři komentované stati mínili jít takto daleko, ale v každém případě jsou nabízené závěry této krajnosti poplatné.

Závažným momentem je zde i ta okolnost, že autoři mlčky přecházejí právě společenský, resp. společenskohistorický aspekt lidského poznání a lidské sounáležitosti. Člověk je bytost jak přírodní, tak společenská, a je-li součástí obecnějšího fenoménu života, který ve vesmíru a jeho minulých a budoucích dějinách jistě není výjimkou, je člověk především součástí lidské společnosti a vztahy k ní je jako *člověk* formován. Odtud zvláštní postavení společenských věd a společenských zákonitostí, které přes některé rysy připomínající chování fyzikálních soustav nebo biologických společenstev nelze na tyto nižší zákonitosti redukovat. Stojí-li člověk na pokraji vesmíru a cítí se osamocen,

měl by se vrátit mezi ostatní lidi a společně s nimi hledat smysl svého života a lepší uspořádání společnosti. Ani přírodověda není přitom záležitostí mezi vědcem a přírodou, nýbrž společenskou činností zásadního významu.

Stať Prigogina a Stengersové nastoluje tedy zásadní otázky a poskytuje čtenáři mnoho podnětů k zamyšlení, popř. k dalšímu studiu, ať fyzikálnímu či filozofickému. Stať obsahuje celou řadu formulací, s nimiž nelze bez výhrad souhlasit (hodnocení úlohy vitalismu, směšování subjektivního a objektivního, popírání možnosti poznání „preexistentní pravdy“ nezávislé na pozorovateli, zavedení „nového typu srozumitelnosti, který už není založen na ideálu „objektivity“ jakožto nezávislosti na tom, kdo popisuje“ apod. – namátkou vzato), a při tom někdy nelze dobře odlišit, co je vlastním názorem autorů a co parafrází jiných stanovisek. Přesto však se domnívám, že základní, především fyzikální linie stati je dobrou školou živelného dialektického myšlení, otevírá nové pohledy a vede k zamyšlení nad vývojem a perspektivami moderní fyziky a přírodovědy.

## Moderní perspektivy klasické teorie funkcí

*Lawrence Zalcman, Maryland, USA*

Před nedávnem se mi dostal do rukou článek slavného francouzského matematika, jednoho z nejpřednějších exponentů matematické školy Bourbakistů, jehož cílem bylo

---

Text vyžádaného, referátu předneseného na podzimním shromáždění Americké matematické společnosti v Charlestonu, Jižní Carolina, 4. listopadu 1978.

Uveřejněno v *Rocky Mountains Journal of Mathematics*, svazek 12, č. 1, 1982.

© Rocky Mountain Mathematics Consortium 1982