

///// komentář k překladu / translation commentary /////

## **BOHROVO POJETÍ BIOLOGIE: K 50. VÝROČÍ ÚMRTÍ NIELSE BOHRA**

**FILIP GRYGAR**

Katedra filosofie, Univerzita Pardubice  
Stavařov 97, 532 10 Pardubice  
email / filio@centrum.cz

### **1. Několik úvodních poznámek**

18. listopadu 2012 uplyne padesát let od úmrtí Nielse Henrika Davida Bohra (1885–1962), který je v povědomí české veřejnosti zapsán díky školní výuce fyziky nebo chemie především jako strůjce modelu atomu z roku 1913, který již oproti klasické fyzice pracuje s kvantovou hypotézou. Nejnověji se o Bohrovi mohla česká veřejnost dozvědět prostřednictvím oceňované divadelní hry Michaela Frayna *Kodaň*, jež pojednává o nešťastné návštěvě Bohrova žáka a přítele Wernera Heisenbega v okupované Kodani v roce 1941. Už méně je u nás známa Bohrova svébytná filosofie vědy, kterou nejprve představil ve fyzice prostřednictvím ideje komplementarity. Ta jako nový filosofický a epistemologický rámec zastřešovala tehdejší situaci v kvantové teorii v rámci tzv. kodaňské interpretace, již Bohr prezentoval v roce 1927 na konferenci v Como.

U odborné veřejnosti je pak komplementarita známá především z hlediska jednoho svého rysu, jímž Bohr interpretoval v kvantové teorii specifické propojení dvou – z klasických předpokladů neslučitelných – obrazů přírody, tj. vlnového a částicového, které se odhalovaly v experimentech se zářením a hmotou. Tento původně klasicky nelogický a trpěný vln-ticový dualismus nebylo možné eliminovat. Na vlnovém pojetí přírody potom byla ve dvacátých letech 20. století založena vlnová mechanika a na korpuskulárním pojetí maticová mechanika. Strůjci obou mechanik se však nejprve domnívali, že jejich matematický formalismus dokáže kompletně popsat atomární

Článek vznikl za podpory grantového projektu GA ČR P401/12/P280.

dění či problematické duální chování elektronů a fotonů bez použití druhé mechaniky. Po těžkých diskusích – probíhajících zejména ve Fyzikálním institutu v Kodani od podzimu roku 1926 do jara roku 1927 – se nakonec díky Bohrovi ukázalo, že pro celkové a smysluplné porozumění atomárního dění jsou komplementárně nutné oba neslučitelné obrazy a mechaniky (včetně principu neurčitosti, pravděpodobnosti atd.), jejichž elegantní matematické formalismy jsou ekvivalentní.

Již méně známým faktem je, že se Bohr po roce 1927 snažil svůj rámec komplementarity aplikovat i mimo oblast fyziky, například do epistemologie, psychologie, antropologie, teologie a snad nejméně do biologie. Bohr o ideji komplementarity, která dokáže v určitých situacích propojovat kauzálně nepropojitelné nebo neslučitelné deskripce *téhož* jevu, prohlásil den před svým úmrtím v nahrávaném rozhovoru s Thomasem Kuhnem, že jde o jakýsi kopernikánský obrat v lidském myšlení a podobně, jako bylo několik staletí obtížné ve společnosti prosadit kopernikánský systém, zatímco dnes je již samozřejmostí, tomu bude jednou i s komplementaritou.<sup>1</sup>

Cílem předkládaného příspěvku není primárně filosofická a teoretická analýza Bohrových textů k biologickým otázkám, z nichž má český čtenář nyní v překladu k dispozici první stěžejní článek „Světlo a život“ z roku 1933 – původně přednesený 15. srpna 1932 v Kodani při zahájení mezinárodní konference o světelné terapii.<sup>2</sup> Naším záměrem je poukázat především na Bohrův vztah k biologii a zmapovat, v jakém rámci či s jakými motivacemi přistupoval k filosofickému či epistemologickému porozumění živé přírody. Bohr ve svých textech aplikoval komplementární rámec

<sup>1</sup> Niels BOHR, „Last Interview.“ In: *Five-Session Interview with Niels Bohr*. 1962. Niels Bohr Library & Archives [online]. Dostupné z: <[http://www.aip.org/history/ohilist/4517\\_5.html](http://www.aip.org/history/ohilist/4517_5.html)> [cit. 25. 8. 2012].

<sup>2</sup> Kromě článku „Light and Life“ (1933; česky „Světlo a život.“ *Teorie vědy*, roč. 34, 2012, č. 3, s. 381–390), jsou výhradně na biologii zaměřeny následující Bohrovy články: „Biology and Atomic Physic“ (1937), „Physical Science and the Problem of Life“ (1957), „Physical Models and Living Organisms“ (1961), „Light and Life Revisited“ (1962) – viz Niels BOHR, *Collected Works. Volume 10: Complementarity beyond Physics (1928–1962)*. Eds. Aaserud, F. – Favrholt, D. Amsterdam: Elsevier 1999. Velmi stručné představy k biologické problematice nastiňuje Bohr už v roce 1929 ve svém úvodu („Introductory Survey“) k souboru čtyř esejů k atomové fyzice a v dalším přetisku těchto esejů v roce 1931 ještě přidává několik poznámek v dodatku („Addendum“) k tomuto úvodu. Více viz Niels BOHR, *Atomic Theory and the Description of Nature. Four Essays with Introductory Survey by Niels Bohr*. Cambridge: Cambridge University Press 1961 [1934], s. 1–24; přetištěno in: Niels BOHR, *Collected Works. Volume 6: Foundations of Quantum Physics I (1926–1932)*. Eds. Rüdinger, E. – Kalckar, J. Amsterdam: Elsevier 1985, s. 277–302.

spolu s vylučností a neredukovatelností kvantové akce<sup>3</sup> v kvantové teorii na otázky o vylučnosti a neredukovatelnosti fenoménu živého v biologii. Bohrův přístup zásadně ovlivnil například budoucího nositele Nobelovy ceny za biologii Maxe Delbrücka. Ten byl natolik fascinován Bohrovou přednáškou, že se životní dráha tohoto nadějného fyzika začala od té chvíle ubírat k zásadním příspěvkům v bouřlivě se rozvíjející molekulární biologii (objev rezistence bakterií vůči bakteriofágům způsobené genetickými mutacemi). Delbrück o tomto momentu píše: „Z jeho kolegů jsem byl zřejmě asi jediný, kdo vzal Bohra tak vážně, že to určilo moji kariéru.“<sup>4</sup> Delbrück se stal nejvýznamnějším Bohrovým žákem mimo oblast fyziky a komplementarita se mu, jak zdůrazňuje, v jeho práci stala celoživotní motivací.<sup>5</sup> Bohr se tak podle Hoyningen-Hueneho spolupodílel, podobně jako Erwin Schrödinger svým bestsellerem *Co je život?* (založeným z velké části právě na Delbrückově koncepci povahy genů), na jednom z největších intelektuálních výkonů vědy – na objasnění stabilní chemické struktury dvouvláknové deoxyribonukleové kyseliny v roce 1953.<sup>6</sup> V padesátých letech pak Delbrück podporoval mladého postgraduálního studenta Jamese Watsona, aby mohl dále studovat v Cambridge a spolu s Francisem Crickem provádět výzkumy, ačkoliv dlouho jeho nadšení pro navrhování různých modelů DNA nesdílel.<sup>7</sup>

Než si v další části příspěvku shrneme Bohrův filosofický a epistemologický přístup k porozumění živé přírody či fenoménu živého (4), zmíníme se nejprve o vlivu rodinného a kulturního prostředí, které v mládí formovalo Bohrův zájem o filosofické otázky živé přírody. S těmito kontexty úzce souvisí i dějinný spor mezi mechanicismem a vitalismem (2). Současně se budeme muset obrátit k několika historickým událostem a objevům, díky nimž byl Bohr od třicátých let 20. století nucen nasměrovat další cíle a financování Fyzikálního institutu, který založil v roce 1920, zejména k experimentální biologii (3).

<sup>3</sup> Z hlediska klasické fyziky, jak o tom hovoří Bohr, je kvantová akce iracionální. I Planckovi se elementární kvantum akce či jeho univerzální konstanta zdála být velmi podivnou ve vztahu k novověkým předpokladům myšlení a vědy.

<sup>4</sup> Citováno dle Abraham PAIS, *Niels Bohr's Times in Physics, Philosophy and Polity*. Oxford: Clarendon Press 1993, s. 442.

<sup>5</sup> Citováno dle Ernst P. FISCHER, „Max Delbrück.“ *Genetics*, sv. 177, 2007, č. 2 (říjen), s. 674 (673–676).

<sup>6</sup> Paul HOYNINGEN-HUENE, „Niels Bohr's Argument for the Irreducibility of Biology to Physics.“ In: FAYE, J. – FOLSE, H. J. (eds.), *Niels Bohr and Contemporary Philosophy*. Boston Studies in the Philosophy of Science. Sv. 158. Dordrecht – Boston: Kluwer Academic Publishers 1994, s. 234 (231–255).

<sup>7</sup> Více viz James WATSON, *Tajemství DNA*. Praha: Academia 1995.

## 2. Vliv rodinného prostředí na Bohrovo biologické myšlení

Niels Bohr vyrůstal s mladším bratrem Haraldem a starší sestrou Jenny ve vysoce intelektuálském prostředí. Zásadní vliv měly na Bohra a Haralda pravidelné filosoficko-přírodovědné diskuse, které u nich doma po večerech vedl jejich otec Christian, významný fyziolog a experimentátor, se svými přáteli, filosofem Haraldem Høffdingem, filologem Vilhelmem Thomsenem a fyzikem Christianem Christiansenem. Jak Niels Bohr vzpomíná, otec vedl diskuse o problémech vitalistických a mechanistických přístupů zejména s patologem Carlem Langem a anatomem Johanem Henrikem Chievitzem.<sup>8</sup>

Co se týče častých debat ohledně limitů ve zkoumání živé přírody a porozumění životu jako takovému, nepřistupoval Christian Bohr k tomuto tématu jen z perspektivy své specializace, nýbrž i z interdisciplinární či filosofické pozice. Výsledkem byl nakonec paradoxní přístup, který na straně jedné specializovanému vědci velí postupovat ve svých výzkumech přísně vědecky, a na straně druhé si je mimo svoji specializaci vědom, že se v experimentálním výzkumu nelze vyhnout problémům a mezím, které klade, oproti výzkumům anorganické přírody, živá příroda na komplexní chemicko-fyzikální vysvětlení živých organismů a života jako takového. Christian Bohr, znalec Wolfganga Goetha, byl ovlivněn goethovským pojetím, které vždy zacházelo s přírodou jako živoucí, a rovněž na něj podle Favrholtta zapůsobila Kantova koncepce, která pojímá živou přírodu z hlediska teleologické soudnosti, s níž byl Christian Bohr seznámen na univerzitě v základním kurzu filosofie (Filosofikum) profesorem Rasmusem Nielsenem.<sup>9</sup>

Neustále narážel na mechanistické, vitalistické a teleologické (finalistické) otázky ve své odborné práci i při diskusích s kolegy v laboratoři, když se zabýval respirační fyziologií. Zkoumal absorbci a disociaci respiračních plynů v různých médiích a procesech, například se zabýval krví nebo dýcháním zvířat. Domníval se tehdy, že regulační procesy v buňkách plic nelze vysvětlit pouze na základě chemicko-fyzikálních zákonů či difuzních procesů (rozptylování částic v prostoru u plynů, kapalin nebo pevných látek),

<sup>8</sup> K těmto diskusím a ranému vlivu na Bohrovo myšlení viz David FAVRHOLDT, *Niels Bohr's Philosophical Background*. Copenhagen: Munksgaard 1992, kap. 1 až 5; Niels BLAEDEL, *Harmony and Unity: The Life of Niels Bohr*. London – Berlin – New York: Springer 1985, kap. 2; a PAIS, *Niels Bohr's Times*, kap. 3 a 6.

<sup>9</sup> David FAVRHOLDT, „Introduction.“ In: Niels BOHR, *Collected Works. Volume 10: Complementarity beyond Physics (1928–1962)*. Eds. Aaserud, F. – Favrholt, D. Amsterdam: Elsevier 1999, s. 4 (3–26).

protože je živý organismus ovládán potřebami udržování organismu jakožto celku.<sup>10</sup> Byl přesvědčen, že vysvětlení života pouze pomocí kauzality či mechanické přírodovědy naráží na hranici, která je nepřekročitelná, proto je nutné ke kauzálně-mechanické pochopitelnosti života heuristicky doplnit účelové pojmy – jak by řekl Kant – teleologické soudnosti. Christian Bohr sice k tradičnímu sporu mezi vitalismem a mechanicismem nebo ke Kantově koncepci nic nenapsal, ovšem při zkoumání patologického rozpínání plic se v úvodu ke stejnojmennému článku (1910) o této problematice stručně zmínil. Tento úsek pak Niels Bohr cituje (a citoval opravdu jen výjimečně) v článku „Fyzikální věda a problém života“<sup>11</sup> (1957) a vychází z něj jako ze základu k interpretaci o neredukovatelnosti fenoménu života na pouhý mechanicismus.

Dále myšlení Nielse Bohra ovlivnily přednášky na Kodaňské univerzitě (1903–1909, doktorát 1909–1911). V rámci svého oboru – fyziky – chodil na přednášky Christiansena a u Høffdinga absolvoval pro všechny studenty povinný dvousemestrální kurz filosofie (*filosofikum*) jako propedeutiku pro obecné uvedení do vědeckých studií. Bohr se s bratrem také intenzivně účastnil studentského diskusního klubu Ekliptika, který založil kolem roku 1905 Edgar Rubin.<sup>12</sup> S tímto budoucím významným psychologem a filosofem se Bohr zapléтал i do debat o problémech vizuální percepce, které měly na jeho komplementární myšlení rovněž hluboký dopad.<sup>13</sup>

<sup>10</sup> K tomu viz FAVRHOLDT, „Introduction,“ s. 5; FAVRHOLDT, *Niels Bohr's Philosophical Background*, s. 12 a Finn AASERUD, *Redirecting Science: Niels Bohr, Philanthropy and the Rise of Nuclear Physics*. Cambridge: Cambridge University Press 2002 [1990], s. 72–75.

<sup>11</sup> Více viz Niels BOHR, „Physical Science and the Problem of Life.“ *Collected Works. Volume 10: Complementarity beyond Physics (1928–1962)*. Eds. Aaserud, F. – Favrholt, D. Amsterdam: Elsevier 1999, s. 118 (116–123). Bohrovy články budeme v textu uvádět česky a v poznámce uvedeme anglický název.

<sup>12</sup> K tomu viz FAVRHOLDT, *Niels Bohr's Philosophical Background*, s. 16–22; a BLAEDEL, *Harmony and Unity*, s. 19–20.

<sup>13</sup> Tzv. Rubinova váza je schůdným a názorným příkladem pro uvedení do komplementarity. Obrázek nám ukazuje dvě možnosti: buď vidíme jen dva obličje z profilu, anebo pouze vázu – a nikdy přesně současně. Celkový popis obrázku si však od nás vyžaduje rovnocenné doplnění obou neslučitelných vnímání, třebaže víme, tak jako tomu je u neslučitelnosti vlnového a částicového obrazu přírody, že z vázy nikdy neodvodíme obličje a z obličejů vázu. Pokud se právě na obrázek nedíváme, váza a profily obličje jsou v superpozici stavů, platí obojí současně. Jakmile se podíváme, superpozice zkolabuje do jednoho ze dvou nekompatibilních stavů podobně jako u experimentů měřících buď vlnové, anebo korpuskulární chování částic.

### 3. Přesměrování Fyzikálního institutu k experimentální biologii

Než se obrátíme k Bohrově filosofickému či epistemologickému pojetí biologie, měli bychom ještě v krátkosti vyzdvihnout praktický příspěvek, jímž se Bohr zapsal do dějin biologie. Nejenže svým teoreticko-filosofickým myšlením, které se projevovalo ve fascinující atmosféře Fyzikálního institutu v tzv. kodaňském duchu, ovlivnil řadu vědců včetně biologů, ale také ve třicátých letech nasměroval Fyzikální institut vedle rodící se nukleární fyziky k experimentální biologii.

Na rychlý rozvoj fyziky, chemie, biologie či medicíny mělo důležitý vliv objevení neutronu v roce 1932 a objevení indukované či umělé radioaktivity v roce 1934. Tyto události způsobily ve třicátých letech 20. století zlomový přechod od atomové fyziky k nukleární fyzice, v níž se samozřejmě řada vědců s většími či menšími výsledky angažovala už několik let. Ovšem teprve s využitím neutronů, které jsou bez elektrického náboje a mají ke zkoumání vlastností jader atomových prvků mnohem lepší předpoklady než kladně nabitě alfa částice, měli vědci možnost proniknout do struktur jader atomů různých chemických prvků a jejich proměn. Do mozaiky objevů posledních let před druhou světovou válkou je nutné doplnit objev jaderného štěpení v roce 1938. Nové poznatky vedly, kromě rozvoje například světelných terapií, nukleární medicíny a proniknutí do buněčných struktur, také ke zrodu částicové fyziky, k objasnění radioaktivity, jaderných reakcí, k sestrojení prvních uranových bomb a jaderných reaktorů, které kromě čisté energie produkují i štěpný materiál pro sestrojení plutoniové bomby.<sup>14</sup>

Bohr samozřejmě vnímal závažnost objevů v nukleární fyzice, a tak nasměroval dosavadní výzkum atomické spektroskopie ve Fyzikálním institutu ke zkoumání nukleárních procesů a sám přispěl důležitými příspěvky.<sup>15</sup>

<sup>14</sup> K těmto objevům a následnému vývoji viz například Per F. DAHL, *From Nuclear Transmutation to Nuclear Fission 1932–1939*. Bristol – Philadelphia: Institute of Physics Publishing 2002; Richard RHODOS, *The Making of the Atomic Bomb*. New York – London: Simon and Schuster 1986 a Marjorie C. MALLEY, *Radioactivity: A History of a Mysterious Science*. New York – Oxford: Oxford University Press 2011. V souvislosti s těmito událostmi a současně k přesměrování Fyzikálního institutu k nukleární fyzice a biologii viz AASERUD, *Redirecting Science* a PAIS, *Niels Bohr's Times*, kap. 15 až 20.

<sup>15</sup> K nukleárnímu výzkumu ve Fyzikálním institutu viz AASERUD, *Redirecting Science*, 2. kap. Bohrovův zájem o radioaktivitu a další nukleární jevy se datuje až do jeho postgraduálních studií nejprve v Cambridge a posléze v Manchesteru před první světovou válkou; kromě známého modelu atomu se také pokoušel objasnit beta rozpad z hlediska nukleárních procesů. K nukleární fyzice ve třicátých letech přispěl Bohr například novou teorií nukleárních reakcí, známé jsou z této doby úvahy o složeném jádře (*compound nucleus*) nebo společně s Fritzem Kalckarem vytvořená analogie jádra ke kapce vody (tzv. kapkový model jádra – *liquid drop model of*

Počátkem třicátých let se také začalo vědcům a inženýrům, zejména těm americkým, dařit konstruovat výkonné urychlovače elektricky nabitých částic pro výzkum elementárních částic či nukleárních procesů při mimořádně vysokých energiích a intenzitách částic (výsledky a produkty srážek urychlených svazků částic zaznamenávají detektory), které převyšovaly možnosti alfa-částic produkovaných radioaktivními látkami.<sup>16</sup> Kromě několika cyklotronů (cyklický vysokofrekvenční urychlovač) v USA, byly bezprostředně před druhou světovou válkou postaveny cyklotrony už jen v Kodani, Cambridge, Paříži, Leningradu a Tokiu.<sup>17</sup>

V těchto letech ovšem došlo ještě ke dvěma historickým událostem, jež zásadně ovlivnily chod Fyzikálního institutu v Kodani. Rockefellerova nadace s nástupem nového vedení v roce 1932 změnila svoji dotační politiku v sekci přírodních věd ve prospěch biologie a nacistické Německo začalo v roce 1933 produkovat vlny emigrujících vědců z různých oborů, pro něž potřeboval filantrop Bohr získat v Institutu nebo jinde v cizině zaměstnání a peníze. V důsledku toho dosavadní Bohrovo liberální filosoficko-teoretické myšlení a ruku v ruce s tím jeho vedení Institutu, vstoupily od třicátých let, lze-li to tak říci, do pragmatičtější fáze svého vývoje. Bohr proto přizpůsobil politiku Fyzikálního institutu požadavkům Rockefellerovy nadace,<sup>18</sup> třebaže jeho odborné znalosti z biologie nepřekračovaly rámec základní orientace a filosofické spekulace. Svou prestiží a strategickým uvažováním však dokázal vypracovat takový výzkumný projekt, který Fyzikálnímu institutu vedle jeho transformace na experimentální biologii zajistil i výzkum nukleární fyziky a rovněž získání prostředků na záchranu vědců z nacisty a fašisty uchvácených zemí.<sup>19</sup> Biologický projekt byl ve Fyzikálním institutu postaven zejména na radiochemikovi Georgeovi de Hevesym, který pocházel z Maďarska a Nobelovu cenu získal v roce 1943 především za práci v Kodani. Zde totiž jako první zavedl metodu používání uměle vyprodukovaných

*a nucleus*) a před úsvitem druhé světové války s Johnem Archibaldem Wheelerem publikovaný stěžejní text k mechanismu jaderného štěpení a jeho důsledkům. Článek byl jedním z posledních teoretických příspěvků celosvětově zveřejněných – pak došlo k pochopitelnému zatajování informací o jaderném výzkumu v nepřátelských zemích. Bohrova teorie nukleárních reakcí rovněž pomáhala vědcům v Los Alamos při sestrojení atomových zbraní k vysvětlení řady predikcí (k tomu více viz PAIS, *Niels Bohr's Times*, kap. 7. až 10., 15. a 20).

<sup>16</sup> Podrobně viz PAIS, *Niels Bohr's Times*, 17. kap.

<sup>17</sup> AASERUD, *Redirecting Science*, s. 242 a PAIS, *Niels Bohr's Times*, s. 401.

<sup>18</sup> K tomu podrobně viz AASERUD, *Redirecting Science*, 3. a 4. kap. a PAIS, *Niels Bohr's Times*, 17. kap.

<sup>19</sup> Více viz PAIS, *Niels Bohr's Times*, 17. kap.; AASERUD, *Redirecting Science*, 3. kap. a BLAEDEL, *Harmony and Unity*, 26. kap.

radioizotopů jako tzv. značkovačů (*tracerů*, původně používal pojem indikátor) v biologii (po válce v nukleární medicíně), když zkoumal chemické procesy, metabolismus nebo rakovinou napadená místa u rostlin, ryb, krysy, koček, tkání, jater, mozku a u všeho, s čím přišel Hevesy do styku, například u zubů ve škole zubního lékařství. Fyzikální institut se zaplnil rozmanitými živočichy. Hevesyho spolupracovnice Hilde Leviová vzpomíná: „Měli jsme krysy, měli jsme kočky [jedna radioaktivní jim vyskočila oknem – pozn. FG] a všechny druhy podivných věcí, které vůbec nepatřily do Bohrova Institutu.“<sup>20</sup> Umělé radioaktivní izotopy se v té době produkovaly v cyklotronech, proto i z tohoto důvodu Bohr naléhal na jeho sestrojení. Rostoucí finanční prostředky získával ještě díky Carlsbergově nadaci a dalším soukromým nebo dánským státním fondům.<sup>21</sup>

Kombinace čistě experimentálních výsledků v experimentální biologii a nukleární fyzice, jichž bylo v Kodani dosaženo, s Bohrovými filosofickými reflexemi v rámci diskusí v Institutu, na pravidelných konferencích v ústní nebo písemné podobě potom plodně přímo či nepřímo přispěla k bouřlivému rozvoji jak v nukleární fyzice, tak v biologických disciplínách.

#### **4. Bohrovo porozumění živému organismu či uchopení života jako takového**

Je nepochybné, že Bohr navázal na to, s čím se potýkal už jeho otec, a že si s sebou nesl z mládí stejný epistemologický problém, který lze vyjádřit takto: čím striktněji vědecky zkoumáme a vysvětlujeme živou přírodu po vzoru přírody anorganické, tj. mechanisticky, tím více nám uniká obecné porozumění tomu, co je na živé přírodě právě to živoucí. A naopak, čím více prosazujeme ve zkoumání živé přírody porozumění tomu živoucímu, tím více nám uniká oborové vysvětlení a nutný specializovaný experimentální výzkum živé přírody, jemuž by neměly být kladeny žádné překážky. Podle Folse „není pochyb, že Bohr zvažoval svůj pokus rozřešit tuto disputaci, aby nějakým způsobem splatil intelektuální dluh, který svému otci dlužil.“<sup>22</sup>

<sup>20</sup> Hilde LEVI in: PAIS, *Niels Bohr's Times*, s. 393. Podrobně k Hevesyho práci, jeho spolupráci s významným dánským fyziologem Augustem Kroghem a získávání finančních prostředků viz PAIS, *Niels Bohr's Times*, 17. kap.; AASERUD, *Redirecting Science*, 3. a 4. kap. a BLAEDEL, *Harmony and Unity*, 27. kap.

<sup>21</sup> Více viz AASERUD, *Redirecting Science*, 3. a 4. kap. a PAIS, *Niels Bohr's Times*, 17. kap.

<sup>22</sup> Henry J., FOLSE, *The Philosophy of Niels Bohr: The Framework of Complementarity*. Amsterdam – Oxford – New York – Tokyo: North-Holland Physics Publishing – Elsevier 1985, s. 183.



Bohr se po uvedení kodaňské interpretace v roce 1927 až do konce svého života pokoušel aplikovat ideu komplementarity mimo jiné také do biologie, aby nastiňeným problémům vytvořil epistemologický rámec, v němž by se mohlo biologické myšlení pohybovat tak, aby nemuselo končit v paradoxech, podobně jako končily i diskuse mezi Christianem Bohrem a jeho kolegy. Vedle historických událostí, které nasměrovaly Bohrovy aktivity a Fyzikální institut k biologii, byl Bohrův přístup k biologickým otázkám formován také intenzivními diskusemi s Albertem Einsteinem probíhajícími zejména od konce roku 1927. Tyto převážně filosofické disputace se týkaly přehodnocení karteziánského subjekt-objektového paradigmatu, klasické fyziky, tradiční logiky a možností observace.

Zásadní problém spočíval už v samotných procesech měření a interpretacích jejich výsledků. Například: Lze zkoumat vlastnosti (skryté parametry) přírody nebo reality (částice, zkoumaného systému, atomárního dění, živého organismu) nezávisle na nás, naší teorii a měřících přístrojích, které s měřeným interagují a to měřené narušují či ovlivňují? Existují vůbec takové vlastnosti i bez nás? Nevznikají specificky měřené objekty (jevy) a jejich vlastnosti až díky nám či aktu měření, což by znamenalo, že měřící přístroje nemají ani co narušovat?<sup>23</sup> Řešení těchto otázek přesahuje téma našeho příspěvku, nicméně můžeme s Ilyou Prigoginem a Isabellou Stengersovou alespoň upozornit na to, že potenciál kvantových operátorů naznačuje, že „realita zkoumaná fyzikou není pouze dána, ale je i duševním výtvořem.“<sup>24</sup> Kvantová teorie nám ukázala, že mezi zkoumaným či měřeným na straně jedné, a zkoumáním či měřením na straně druhé nelze vést striktní dělicí čáru a přesně stanovit, co patří na stranu člověka, potažmo měřících přístrojů, a co na stranu přírody či atomárního dění. Vždy jde o interaktivní systémy. Bohr v roce 1929 napsal, že to je právě Planckovo objevení kvantové akce, jež nám odhaluje

nejen vlastní limitaci klasické fyziky, ale díky vržení nového světla na staré filosofické problémy ohledně objektivní existence fenoménů nezávisle na našich observacích nás rovněž konfrontuje se situací, která je dosud v přírodních vědách neznámá. [...] Každé pozorování způsobuje interferenci s průběhem

<sup>23</sup> Více viz například Niels BOHR, „Discussion with Einstein on Epistemological Problems.“ In: SCHILPP P. A. (ed.), *Albert Einstein, Philosopher – Scientist*. Evanston 1949, s. 237–238 (199–241).

<sup>24</sup> Ilya PRIGOGINE – Isabelle STENGERSOVÁ, *Řád z chaosu*. Praha: Mladá fronta 2001, s. 210.

fenoménů, což nabývá takové povahy, že nás to zbavuje opodstatnění, které leží v základu kauzálního způsobu deskripce.<sup>25</sup>

Bohr samozřejmě i ve svých textech k biologii neustále naráží na limity klasické představy o nezaujatém zkoumání, které zanedbává vlivy měření, zkoumá jevy jako kauzálně propojené části vesmírného mechanismu a propojuje a odvozuje data o zkoumaných jevech z jednoho či více měření do budoucnosti i minulosti. Bohr tento postoj novověké vědy zmiňuje v článku „Fyzikální věda a problém života“:

Začnu připomenutím extrémního postoje, který byl, díky účinku obrovského úspěchu klasické mechaniky, vyjádřen v Laplaceho proslulé koncepci světového mechanismu. Veškeré interakce mezi součástmi tohoto stroje byly ovládané zákony mechaniky, a proto mohl rozum znající v daný okamžik relativní polohy a rychlosti těchto částí předvídat všechny následující události ve světě, včetně chování živočichů a člověka.<sup>26</sup>

Bohr byl přesvědčen, že klasický mechanistický způsob vidění světa nedostačuje nejen k vysvětlení a zkoumání atomárního dění, ale především živé přírody, neboť k výše uvedeným limitům klasických observací uvádí, že každé chemicko-fyzikální zkoumání a deskripce živé přírody už život předpokládá. V příspěvku „Biologie a atomová fyzika“ říká, že nás uvedené otázky přivádí i do oblasti psychologie, neboť v ní byly limity zkoumání, observace a deskripce jevů rozpoznány už dlouho předtím, než se na tyto ožehavé otázky narazilo v přírodních vědách. Bohr píše:

Nemožnost rozlišovat u psychické zkušenosti mezi jevy samými a jejich vědomým vnímáním či chápáním jasně vyžaduje zřeknutí se prosté kauzální deskripce dle modelu klasické fyziky, a sám způsob, v rámci něhož jsou používána slova jako „myšlenky“ a „pocity“ k popisu takovéto zkušenosti, připomíná nejsuggestivněji komplementaritu, s níž se setkáváme v atomové fyzice. [...] Je to právě tato nemožnost ostrého rozlišování mezi subjektem a objektem v introspekci, která poskytuje nevyhnutelně prostor pro projev vůle.<sup>27</sup>

<sup>25</sup> Niels BOHR, „The Atomic Theory and the Fundamental Principles Underlying the Description of Nature.“ In: BOHR, *Atomic Theory and the Description of Nature*, s. 115 (102–119). Přetištěno in: *Collected Works. Volume 6: Foundations of Quantum Physics I (1926–1932)*, s. 249 (236–253).

<sup>26</sup> BOHR, „Physical Science and the Problem of Life,“ s. 119.

<sup>27</sup> BOHR, „Biology and Atomic Physics,“ s. 62.

Bohr však ihned upozorňuje, že jeho stanovisko neznamená, že by chtěl jakkoli propojovat například otázku svobodné vůle s výzkumem atomárního dění, jen poukazuje na limity introspekce v psychologii, observace v přírodních vědách a omezení vysvětlení takto získaných dat o zkoumaných objektech nebo jevech. To platí samozřejmě i o zkoumání živých organismů. Favrholtz výstižně shrnuje: „Veškeré poznání předpokládá subjekt, který nemůže být vyčerpávajícím způsobem charakterizován, neboť je sám nejzazším předpokladem pro jakoukoli analýzu.“<sup>28</sup> Bohr zdůrazňuje, že ve výzkumu samozřejmě musíme uplatňovat rozlišení mezi subjektem a objektem, nicméně v článku „Fyzikální věda a problém života“ upozorňuje, že

distinkce mezi subjektem a objektem, nutná pro jednoznačnou deskripci, je podřezána tím způsobem, že v každé komunikaci obsahující odkaz na nás, zavádíme tak říkajíc nový subjekt, který se neobjevuje jako část obsahu sdělení. Není ani zapotřebí zdůrazňovat, že je to právě tato volnost výběru subjekt-objektové distinkce, která poskytuje prostor pro rozmanitost fenoménů vědomí a bohatost lidského života.<sup>29</sup>

V příspěvku „Světlo a život“ Bohr dále píše, že pokud chceme vysvětlit co je vůbec vysvětlení, jež je základem jakéhokoliv vysvětlení redukcující komplexnější fenomény na jednodušší, musíme si uvědomit, že „každá analýza samotného konceptu vysvětlení by přirozeně začínala a končila zřeknutím se vysvětlení naší vlastní vědomé aktivity.“<sup>30</sup> Proto i revize, již učinila kvantová teorie ve vztahu k předchozí tradici novověkého stylu vědy a která sahá „až k nejzazší otázce po tom, co vůbec může být míněno fyzikálním vysvětlením, není zásadní pouze pro objasnění situace v atomové teorii, nýbrž také vytvořila nové pozadí pro diskusi o vztahu fyziky k problémům biologie.“<sup>31</sup>

Bohr v různých obměnách – například v textu „Fyzikální věda a problém života“ – opakovaně připomíná všeobecnou lekci, prastaré „ponaučení, které zvažuje naši pozici pozorovatelů takové přírody, jíž jsme sami součástí. Toho bylo dosaženo prostřednictvím zkoumání atomového světa, který nám zůstal tak dlouho uzavřen.“<sup>32</sup> Uvědomoval si totiž, že se v biologii oproti fyzice a chemii pokoušíme zkoumat něco živého, přičemž na tom živém

<sup>28</sup> FAVRHOLDT, „Introduction,“ s. 7.

<sup>29</sup> BOHR, „Physical Science and the Problem of Life,“ s. 123.

<sup>30</sup> BOHR, „Světlo a život,“ s. 389.

<sup>31</sup> *Ibid.*, s. 33. K otázce pojmu fyzikálního a chemického vysvětlení u Bohra více viz HOYNINGEN-HUENE, „Niels Bohr's Argument for the Irreducibility of Biology to Physics.“

<sup>32</sup> BOHR, „Physical Science and the Problem of Life,“ s. 116.

sami bytostně participujeme. Živé si nelze postavit na distanc a podrobit jej zkoumání tak jako nějaký anorganický materiál nebo stroj. Toto uvědomění sehrálo důležitou roli v jeho filosofickém či epistemologickém pohledu na biologii.

S těmito otázkami souvisí Bohrova reakce na karteziánské rozštěpení duše (subjekt, imateriální vědomí a jeho obsahy) a těla (naše tělo a všechny živé organismy nemající duši a považované za mechanismy),<sup>33</sup> a současně jejich problematické propojení. Vynecháme-li extrémní pozice materialismu, lze podle Favrholtta toto rozštěpení, od dob Descartových (i přes kritiku například už ze strany Leibnize) až po Høffdinga (a jeho učebnici psychologie, již musel během studií studovat i Bohr), popsat tak, že existují v podstatě tři formy *existence*: 1) neživá hmota, 2) živý organismus a 3) subjekt či vědomí s jeho mentálními jevy. Dělicí čára byla nastavena tak, že vědomí (3) nelze redukovat ani na hmotu ani na živý organismus (1, 2). To, zda lze redukovat živý organismus na hmotu či nikoliv, byla otázka empirického výzkumu. Pro Høffdinga hmota a živý organismus pochází ze stejného základu, a proto také podléhají stejným zákonům, například zákonům kauzality nebo zachování energie. Bohr ovšem přichází s jiným dělením: vědomí a veškeré duševní jevy jsou pro něj integrálně spjaté s živým organismem (3, 2) a za dělicí čarou se tak nalézá až bezduchá hmota (1).<sup>34</sup>

V nevydaném rukopisu přednášky „Kauzalita a komplementarita“ se Bohr vymezuje vůči Descartově pojetí mechanicismu, zkombinovanému s čistým spiritualismem z hlediska myslící složky, jež má nezávislou formu existence, a pojetí interakce této složky s tělem.<sup>35</sup> V textu „Světlo a život“ se pak vymezuje vůči představám, které by chtěly – kvůli nově odhaleným limitům ve zkoumání mikrosvěta – zavádět do vědy nějaký spirituální prvek, například svobodnou vůli, která by ovlivňovala matérii či atomové procesy v organismech. Ve vztahu k takovému psycho-fyzickému paralelismu pak Bohr zastává následující pozici:

<sup>33</sup> René Descartes zavádí metodické rozdělení duše a těla, a nikoli reálné. Je proto nutné rozlišovat mezi Descartem a karteziánismem následující tradice. Totéž platí u tzv. objektivní reality (*realitas obiectiva*), kterou Descartes nepojímá jako něco čistě na nás nezávislé, nýbrž jako předmětnou věcnost idejí v našem vědomí. S objektivní realitou existující mimo nás potom přišla karteziánská tradice a tuto představu dědí i Einstein.

<sup>34</sup> FAVRHOLDT, „Introduction,“ s. 7.

<sup>35</sup> Niels BOHR, „Causality and Complementarity. Summary of the Gifford Lecture, Talk prepared for the British Broadcasting Corporation – Unpublished Manuscript – 1950.“ In: *Collected Works. Volume 10: Complementarity beyond Physics (1928–1962)*. Amsterdam – New York – Oxford – Tokyo: Elsevier 1999, s. 175 (174–181).

Z našeho hlediska musí být [...] pocit svobodné vůle uvažován jako charakteristický rys vlastní vědomému životu, jako materiální paralela, která musí být hledána v organických funkcích a která nepřipouští nějakou kauzální mechanickou deskripci ani fyzikální zkoumání, které by bylo dostatečně důkladné pro přesně stanovené použití statistických zákonů atomové mechaniky.<sup>36</sup>

Vůči mechanistické tradici se Bohr vymezuje tím, že samotný mechanismus nepovažuje za dostatečný k vysvětlení mimořádného a svébytného uspořádání živého organismu, poněvadž u živé přírody nejde podle něj jen o chemicko-fyzikální popis reprodukce, metabolismu nebo adaptace, ale rovněž o vysvětlení přirozeně se rozvíjející jednoty a jedinečnosti živých bytostí nebo o vysvětlení lidských bytostí s jejich schopnostmi uvažování, pamatování, rozhodování atd. Mechanicismus nedokáže popsat vědomý živý organismus, protože, jak jsme již uvedli, každá deskripce už vědomí a život předpokládá, předpokládá vždy již žijící a poznávající subjekt. Favrholdt dává příklad s kreslením: není možné, aby kreslení zahrnovalo v kreslení i samo toto kreslení nebo slova používaná pro fyzikální popis duševních stavů nemohou být nikdy součástí této deskripce.<sup>37</sup> Podobně s Husserlem můžeme konstatovat, že „kdekoli se vypovídá, tam se liší to, co je tématem, o čem se vypovídá (jeho smysl) od výpovědi, jež ani při vypovídání samém nikdy není ani nemůže být tématem.“<sup>38</sup> Heidegger, který se zabýval fenoménem živého, by k tomu v souladu s Bohrovým myšlením dodal, že pokus o určení bytostných rysů živého tak, jak to provádí biologie, nelze založit pouze na něčem z mimolidské sféry, ale především si musíme uvědomit, že biologie je výkonem lidské existence. Jakékoliv zkoumání nebo artikulace způsobů bytí živého je a vždy bude artikulace lidská – říkáme, co je a co není život, protože životu jako takovému již implicitně a před jakýmkoli myšlením, zkoumáním či explicitní výpovědí nějak rozumíme.<sup>39</sup>

V roce 1929, když se Bohrovy úvahy začaly odpoutávat od čistě fyzikálních otázek k interdisciplinárním, nastiňuje v závěru článku „Atomová teorie a fundamentální principy tvořící východiska deskripce přírody“, že oproti fyzice je to právě biologie, v níž se střetáváme s mnohem závažnějšími problémy. Nejenže je vědomí „neoddělitelně spojeno s životem“, ale ve výzkumu živé přírody se také „zabýváme volností a schopností adaptace

<sup>36</sup> BOHR, „Světlo a život,“ s. 389.

<sup>37</sup> FAVRHOLDT, „Introduction,“ s. 8.

<sup>38</sup> Edmund HUSSERL, *Krise evropských věd a transcendentální fenomenologie. Úvod do fenomenologické filosofie*. Praha: Academia 1996, s. 388.

<sup>39</sup> Martin HEIDEGGER, *Bytí a čas*. Praha: OIKOYMENH 2002, § 10.

organismu v jeho reakci na vnější stimuly<sup>40</sup>. Ke slovu tedy ještě přichází spjatost živého organismu s jeho okolím. U biologických jevů se podle Bohra ukazuje mnohem více než v kvantové fyzice, že v této oblasti zkoumání dochází k omezení klasické kauzality a objektivitu, a z uvedeného důvodu si musíme opět po několika staletích uvědomit, že „nová situace ve fyzice nám tak působivě připomněla onu starou pravdu, že jsme jak diváci, tak herci ve velkém dramatu existence.“<sup>41</sup>

Díky specifickým rysům, s nimiž se oproti anorganické přírodě setkáváme u živých organismů, bylo pro Bohra zásadní, abychom si také uvědomili rozdílnost mezi fyzikální a biologickou deskripcí. Bohr v příspěvku „Biologie a atomová fyzika“ říká, že je důležité pro „usmíření zákonů fyziky s pojmy vhodnými pro deskripci fenoménů života prozkoumat bytostný rozdíl v podmínkách observace fyzikálních a biologických fenoménů“.<sup>42</sup> Také Bohrův otec si podobně jako Kant uvědomoval, že oproti fyzice a chemii nebo mechanickým termínům zavedeným pro zkoumání neživé přírody je nutné v biologické deskripci uvažovat i pomocí teleologických pojmů, ačkoliv jak už ukázal Kant, není teleologický jazyk slučitelný s jazykem mechanické přírodovědy. Rozumem nahlížíme, že živé organismy jednají na základě účelných aktivit v rámci svého prostředí a s jinými organismy, a teleologické termíny platí též pro výkony jejich vnitřních orgánů, jako jsou ledviny nebo plíce. Pojmy vědomí a život také podle Bohra striktní fyzikální nebo chemická deskripce nepoužívá, jelikož se týkají hlavně teleologického popisu lidského chování. V posledním nedokončeném textu z roku 1962 „Světlo a život – revidované“ dodává: „Kromě toho, slova jako ‚myšlení‘ a ‚cítění‘ odkazují ke vzájemně vylučným zkušenostem, tudíž byla už od vzniku lidského jazyka užívána typicky komplementárním způsobem.“<sup>43</sup>

<sup>40</sup> Niels BOHR, „The Atomic Theory and the Fundamental Principles Underlying the Description of Nature.“ In: *Atomic Theory and the Description of Nature*, s. 118 (102–119) nebo in: *Collected Works. Volume 6*, s. 252 (236–253).

<sup>41</sup> *Ibid.*, s. 119, resp. 253.

<sup>42</sup> BOHR, „Biology and Atomic Physics,“ s. 61. Folse tyto termíny upřesňuje: „[termín] ‚biologické fenomény‘ znamená fenomény, v rámci nichž jsou manifestovány procesy života, nikoli jednoduše biochemické reakce mezi organickými molekulárními strukturami, a fráze ‚podmínky observace [...] biologických fenoménů‘ poukazuje k faktu, že organismus musí, aby zůstal živý, interagovat s jinými fyzikálními systémy v jeho prostředí. Termín ‚fyzikální fenomény‘ tady odkazuje k deskripci organických procesů prostřednictvím čistě mechanických rysů.“ FOLSE, *The Philosophy of Niels Bohr*, s. 189.

<sup>43</sup> BOHR, „Light and Life Revisited,“ s. 168. Pro Bohra jsou problémy, jež vyvstaly v deskripcích kvantové teorie a jsou dlouho známy například i v psychologii, propojeny bytostně s otázkou jazyka. Bohr říká: „Je zřejmé, že v jednom způsobu mluvy se zabýváme pouze tím, co je v naší

Například bezprostřední zakoušení hudby současně vylučuje vědomou či myšlenkovou analýzu, a naopak. Avšak pro komplexní popis takového jevu, jakým je hudba, jsou potřebné obě neslučitelné zkušenosti.<sup>44</sup> Podobně komplementárně tak můžeme přistupovat i k porozumění přírody jako takové. Teleologický jazyk, který každodenně používáme, funguje nezávisle na tom, co se děje na chemicko-fyzikální úrovni v organickém dění a na jeho tzv. exaktním či mechanickém vysvětlení. Avšak pro komplexní vysvětlení přírody jsou potřebné obě neslučitelné deskripce. Bohrova zásadní pozice přichází také s tím, že život je z fyzikálně-chemického hlediska iracionální, podobně jako je iracionální kvantová akce z hlediska klasické fyziky. Bohr v článku „Světlo a život“ uvádí, že musí být

existence života pokládána za elementární fakt, který nemůže být vysvětlen, ale musí být považován za východisko biologie, podobně jako kvantová akce, která se z pohledu klasické mechanické fyziky jeví jako iracionální prvek a dohromady s existencí elementárních částic tvoří základ atomové fyziky. Deklarovaná nemožnost fyzikálního nebo chemického vysvětlení svěbytného výkonu života je v tomto smyslu analogická k nedostatečnosti mechanické analýzy pro porozumění stability atomů.<sup>45</sup>

Pomocí reduktivních termínů z klasické fyziky nebo chemie jsme podle Bohra samozřejmě schopni popsat velmi detailně řadu životních funkcí, ty jsou však propleteny s atomární úrovní, již jsme zase schopni popisovat pouze z hlediska termínů kvantové teorie. Víme tak například, jak píše ve svém úvodním přehledu ke čtyřem esejům z roku 1929, že pro vyvolání zrakového dojmu je potřeba jen několik světelných kvant. Bohr zde však ihned poukazuje na to, že kvantová teorie má ve výzkumu živých organismů limity:<sup>46</sup> neumí například vysvětlit, jak se dokáže určitý uspořádaný

mysli (a dokonce v naší osobní mysli ve smyslu berkeleyánské filosofie), ale na druhé straně je jasné, že jestliže uchopíme takovéto pohledy v jejich extrémech, evidentně nebudeme schopni definovat samotné slovo ‚mysl‘, a striktně řečeno ani jakékoli slovo.“ Citováno dle David FAVRHOLDT, „General Introduction.“ In: BOHR, *Collected Works. Volume 10*, s. xlviii (v-xlix); Favrholt cituje z Bohrovy verze článku „Unity of Knowledge“ (1954), která se zachovala na mikrofilmu.

<sup>44</sup> K tomu více viz FAVRHOLDT, „General Introduction,“ s. xlvii. Srov. HEIDEGGER, *Bytí a čas*, s. 196.

<sup>45</sup> BOHR, „Světlo a život,“ s. 387. Toto podobně opakuje i v dalších textech: ve vydaném textu „Kauzalita a komplementarita“ z roku 1937 (BOHR, „Causality and Complementarity,“ s. 46), dále v biologických textech „Biologie a atomová fyzika“ (BOHR, „Biology and Atomic Physics,“ s. 61) nebo „Světlo a život – revidované“ (BOHR, „Light and Life Revisited,“ s. 166).

<sup>46</sup> BOHR, „Introductory Survey,“ s. 299.

celek atomů adaptovat na své okolí, podobně jako jsou toho schopny živé organismy;<sup>47</sup> kvantová teorie nemůže být ani schopna vysvětlit svobodnou vůli, mimořádnou uspořádanost a schopnost svěbytné rovnováhy živých organismů, neboť navzdory nedostatečnosti jazyka klasické fyziky, kvantová teorie tento jazyk stále používá. Takový jazyk je použitelný na neživé a mechanické přírodní dění, ale je nedostatečný pro popis mimořádných fenoménů živých organismů ve spjatosti s jejich prostředím, a proto jak Bohr píše v dodatku z roku 1931 ke zmíněnému úvodu, lze přesné využití pojmů tohoto jazyka pro deskripci neživé přírody uvažovat „ve vztahu exkluze ke zvážení zákonů fenoménů života“.<sup>48</sup> Mimořádnost fenoménů života je tak „neoddělitelně spojená s fundamentální nemožností detailní analýzy fyzikálních podmínek, v rámci nichž se odehrává život“, a tudíž je pro oblast biologického zkoumání a celkového porozumění živým organismům nepostradatelný i teleologický jazyk.<sup>49</sup>

Navzdory veškerým limitům chemicko-fyzikálního zkoumání živé přírody byl Bohr – stejně jako jeho otec Christian nebo Kant – zastáncem přísného zkoumání a odchovancem newtonovské vědeckosti vědy. Bohr proto nebyl zastáncem vitalismu, ačkoli tak býval označován.<sup>50</sup> Dokonce byl, jak tvrdí Ernst Mayr, před Schrödingerem a dalšími „zjevně první, kdo navrhl, že speciální zákony, jež nenacházíme v neživé přírodě, mohou fungovat v organismech.“<sup>51</sup> Podle Mayra Bohr „uvažoval o těchto zákonech jako o analogických k zákonům fyziky, které však budou aplikovatelné na organismy.“<sup>52</sup> Jak říká již sám Bohr, člověk se má na základě dosažených chemicko-fyzikálních zákonů a metod pokoušet neustále pronikat hlouběji do neprobádaných oblastí živé přírody a nemá do tohoto výzkumu zavádět nějaké nevědecké vitalistické představy. Podle něj mají být veškeré výsledky biologických deskripcí založeny na jednoznačně objektivní chemicko-fyzikální terminologii a pojem *život*, jak to výstižně v souladu s Bohrem

<sup>47</sup> Více než ve stručném úvodu o tom píše v jiných textech, konkrétně například v článku „Fyzikální věda a problém života“ (BOHR, „Physical Science and the Problem of Life“, s. 122).

<sup>48</sup> BOHR, „Addendum“, s. 301.

<sup>49</sup> *Ibid.*

<sup>50</sup> K této diskusi a reflexi Bohrových idejí ze strany kolegů viz FAVRHOLDT, „Introduction“, s. 14–26; AASERUD, *Redirecting Science*, 2. kap.; PAIS, *Niels Bohr's Times*, s. 441–447; FOLSE, *The Philosophy of Niels Bohr*, kap. 6.3; Paul McEVOY, *Niels Bohr: Reflections on Subject and Object. (The Theory of Interacting Systems. Volume 1)*. San Francisco: Microanalytix 2001, kapitola 11.4, 12.4 a FAVRHOLDT, *Niels Bohr's Philosophical Background*, 14. kap.

<sup>51</sup> Ernst W. MAYR, *This Is Biology: The Science of the Living World*. Cambridge, MA: Harvard University Press 2001, s. 15.

<sup>52</sup> *Ibid.*



vyjadřuje Favrholt, „nemá být zakotven na nějaké speciální ontologické úrovni jako určitý druh substance, odlišné od fyzické matérie.“<sup>53</sup> Bohr k výše řečenému v příspěvku „Světlo a život“ dodává:

Na straně jedné, úžasné vlastnosti, které jsou neustále odhalovány ve fyziologických výzkumech a jež se tak nápadně odlišují od toho, co je známé o anorganické hmotě, vedlo mnoho biologů k pochybnostem o tom, že je skutečné porozumění bytostné povahy života možné na čistě fyzikálním základě. Na straně druhé, tento názor, často známý jako vitalismus, sotva nalezne své skutečné vyjádření ve starodávném předpokladu o tom, že nějaká zvláštní vitální síla, zcela neznámá fyzice, vládne veškerému organickému životu. Myslím, že všichni souhlasíme s Newtonem v tom, že skutečným základem vědy je přesvědčení, že příroda bude vždy za stejných podmínek vykazovat tytéž pravidelnosti či zákonitosti. Kdybychom tedy byli schopni posunout analýzu mechanismu živých organismů tak daleko jako u atomových jevů, sotva bychom mohli očekávat, že nalezneme nějaké rysy odlišné od vlastností anorganické hmoty.<sup>54</sup>

Z uvedeného důvodu se není čemu divit, když byl Bohr, podobně jako jiní v padesátých letech 20. století, plný entuziasmu z objevu podivuhodně stabilní chemické struktury deoxyribonukleové kyseliny (DNA),<sup>55</sup> v níž je v sekvenci nukleotidů *zapsána* dědičná informace o vlastnostech druhu a stavbě našeho těla, a která je navíc pomocí tzv. genetického kódu mechanicky předávána z generace na generaci.<sup>56</sup> Uvedené dilema však pro Bohra navzdory tomuto zásadnímu příspěvku ve prospěch mechanistického výkladu veškeré přírody přetrvává.

Před objevem modelu DNA Bohr ještě argumentoval dosti odvážným tvrzením, totiž že pro komplexní observaci a popis živého organismu z chemicko-fyzikálního hlediska by bylo nutné vzít v úvahu i roli, kterou sehrávají jednotlivé atomy při reprodukci a sebezachování v metabolismu organismů, čili i atomy, jež jsou do organismu přijímány z okolí a z organi-

<sup>53</sup> FAVRHOLDT, „Introduction,“ s. 11.

<sup>54</sup> BOHR, „Světlo a život,“ s. 387.

<sup>55</sup> Srov. Niels BOHR, „Letter to Max Delbrück, November 19, 1959.“ *Collected Works. Volume 10*, s. 486. Nebo viz „Světlo a život – revidované“ (BOHR, „Light and Life Revisited,“ s. 164–169).

<sup>56</sup> Více viz WATSON, *Tajemství DNA* nebo Kevin DAVIES, *Rozluštěný genom: příběh největšího vědeckého objevu naší doby*. Praha: Paseka 2003. Z odborného hlediska více viz například Bruce ALBERTS *et al.*, *Základy buněčné biologie: úvod do molekulární biologie buňky*. Ústí nad Labem: Espero Publishing 1998.

smu vylučovány.<sup>57</sup> To se však podle Bohra chemicko-fyzikálnímu výzkumu nemůže podařit, neboť během zkoumání musí vědci tento výměnný proces u živé bytosti přerušit. Bohr navazuje na závěr předchozí citace a dochází k tomuto stanovisku:

I když stojí před námi takovéto dilema, musíme mít na paměti, že podmínky platící pro biologické a fyzikální výzkumy nejsou přímo srovnatelné, neboť nutnost udržovat objekt zkoumání živý si v biologickém výzkumu vynucuje jisté omezení, což nenachází analogii ve výzkumu fyzikálním. Pokud bychom se pokoušeli uskutečnit výzkum orgánů zvířete až do takového rozsahu, abychom byli schopni popsat roli, již hrají jednotlivé atomy ve vitálních funkcích, nepochybně bychom toto zvíře usmrtili. V každém experimentu na živých organismech musí být zachována nějaká neurčitost, co se týče fyzikálních podmínek, jimž jsou vystaveny. Tato představa naznačuje, že minimální volnost či svobodu, kterou musíme v tomto smyslu organismu ponechat, je dostatečně velká právě natolik, abychom mu dovolili před námi takřkajíc skrýt svá nejzazší tajemství.<sup>58</sup>

Bohr v tomto vystupňovaném argumentu dochází (lze-li to tak z ontologického a epistemologického hlediska říci) k mezní pozici, která u nároku na komplexní vysvětlení života hovoří i o prozkoumání role jednotlivých atomů v organismu. To by však skončilo smrtí zkoumaného organismu, což by zase znamenalo, že už nepracujeme s organismem v jeho živoucnosti. Aníž bychom nutně zacházeli do takto vyhraněné pozice, představuje zde Bohr komplementaritu mezi mechanistickou analýzou živého organismu a nedosažitelnými charakteristickými biologickými fenomény, jež jsou vlastní pouze životu, neboť mechanistický přístup je neslučitelný s ponecháním živého organismu v jeho nenarušené volnosti, sebezachování, kontinuální výměně atomů a energie s jeho okolím. Nacházíme se tak v situaci, kdy na straně jedné při popisu živého organismu na základě holistického hlediska a teleologických či finalistických charakteristik nedokážeme vést striktní dělicí čáru pro stanovení toho, co patří na stranu živého organismu (co patří i na stranu nás jako pozorovatelů, kteří do výzkumu vnašíme naše

<sup>57</sup> V článku „Světlo a život“ k tomu uvádí například toto: „Pro biologické výzkumy je však typické, že vnější podmínky, jimiž je podmíněn každý samostatný atom, nemohou být kontrolovány stejným způsobem, jako tomu je v základních experimentech atomové fyziky. Ve skutečnosti nemůžeme ani říci, které atomy opravdu náleží k živému organismu, neboť každá vitální funkce je doprovázená výměnou materiálu, pomocí níž jsou atomy neustále nabírány a vylučovány z tohoto uspořádání, jež ustavuje živou bytost.“ BOHR, „Světlo a život“, s. 388.

<sup>58</sup> *Ibid.*

porozumění živému) a co náleží na stranu jeho okolí (nelze tedy ani zjistit nebo sledovat, jaké atomy v procesu metabolismu aktuálně patří k organismu a jaké nikoliv), a na straně druhé tu máme požadovaný specializovaný výzkum založený čistě jen na chemicko-fyzikálních zákonitostech, který je nutně reduktivní a manipulativní, neboť musí živý organismus nebo jeho část izolovat od svého přirozeného okolí (a v krajním případě organismus usmrtit).<sup>59</sup> Tímto druhým přístupem se ovšem podle Bohra dostáváme do nové situace, tj. k objektivnímu pozorování a zkoumání živého organismu už jako pouhého izolovaného objektu (v extrémní pozici mrtvého objektu), a tím vytváříme v biologii komplementární situaci, která je už neslučitelná s původní situací, v níž nedochází k přerušení metabolických a dalších funkcí organismu v jeho plné živoucnosti a kde se stírá subjekt-objektové rozlišení.

Favrholdt v této souvislosti hovoří o Bohrově *metabolickém argumentu* a s Josephem Needhamem ještě dodává *thanatologický princip* (*thanatos* – z řec. smrt). Souhrnně řečeno: „Fyzikální zkoumání všech stavů organismu na atomové úrovni je neslučitelné s udržováním organismu při životě. Zde opět zkoumání způsobuje přerušení metabolismu, tudíž vede ke smrti organismu.“<sup>60</sup> Favrholt upozorňuje, že thanatologický princip byl v Bohrově koncepci kritizován a Bohr svoji pozici sice plně nezamítnul, nicméně ji zejména ve svém posledním textu „Světlo a život – revidované“ spolu s metabolickým argumentem modifikoval či zmírnil (onen mezní stav smrti), což ovšem nijak podstatně nenarušilo celkovou koncepci výše uvedených argumentů.<sup>61</sup> Bohrovi totiž nešlo o limity v možnostech praktického výzkumu, nýbrž o limity epistemologické či ontologické,<sup>62</sup> proto některé texty po roce 1933 pokračují v thanatologickém argumentu a jiné jej modifikují nebo rozvíjejí další Bohrovy úvahy.<sup>63</sup>

<sup>59</sup> Srov. BOHR, „Addendum,“ s. 299–302.

<sup>60</sup> FAVRHOLDT, „Introduction,“ s. 11.

<sup>61</sup> *Ibid.*, s. 12.

<sup>62</sup> K problému epistemologického, ontologického a metodologického redukcionismu ve vztahu k Bohrově anti-redukcionistické pozici viz HOYNINGEN-HUENE, „Niels Bohr's Argument for the Irreducibility of Biology to Physics.“

<sup>63</sup> Nejvýrazněji thanatologický argument uvádí Bohr dále v příspěvku, který byl vysloven při zahájení Sedmého mezinárodního kongresu radiologie v Kodani 19. až 24. července roku 1953: „Ačkoliv neexistují žádné dohledné hranice pro poznání, kterého můžeme postupně dosáhnout z hlediska fyzikálních a chemických procesů zodpovědných za organické funkce, musíme mít po celou dobu na paměti, že podmínky pro získání takového poznání mohou být neslučitelné s udržováním života organismu.“ Niels BOHR, „Address at the Opening Ceremony.“ In: BOHR, *Collected Works. Volume 10*, s. 77.

Bohr byl však nucen některé argumenty v padesátých letech přizpůsobit. Tehdy se, jak již bylo řečeno, začalo hlouběji pronikat do struktury dvoušroubovice DNA, vysvětlení genetického kódu a molekulárního fungování organismů; k objevu modelu DNA a ke stanovení dogmatu od DNA k proteinům<sup>64</sup> totiž došlo mimo jiné i díky izolaci samotné DNA jako části chromozomů – například replikace DNA, při níž se z matrice DNA vytváří molekulární replika přenášející genetickou informaci, funguje sice komplikovaně, nicméně mechanicky a bez znalostí detailní atomární úrovně v organismech nebo výměny atomů mezi organismem a jeho okolím. K tomuto zjištění nebyly potřeba ani žádné nové zákonitosti – postačily zákony fyziky a chemie. Ještě hlouběji se do těchto procesů fungování buněk či celého organismu pronikalo po Bohrově smrti v roce 1962 a k údajně kompletnímu vysvětlení fungování života z hlediska centrálního dogmatu od DNA k proteinům, došlo od konce devadesátých let 20. století díky rozluštění celého lidského genomu či tzv. knihy života (přibližně třech miliard párů nukleotidů).<sup>65</sup>

Vraťme se nyní ještě jednou k Bohrově otázce, zda po proniknutí do molekulárního fungování mechanismu živých organismů jen na základě chemicko-fyzikálních zákonitostí můžeme říci, že lze redukovat vysvětlení a popis živého organismu či života vůbec na mechanistický výklad a že v tomto smyslu již nenalzáme nějaké odlišné rysy od vlastností anorganické hmoty. Je nasnadě konstatovat, že s obrovským pokrokem v molekulární biologii, biochemii, genetice a spřízněných disciplínách došlo k naplnění novověké představy matematizace přírody, mechanistického vysvětlování celku z částí a subjekt-objektového přístupu k přírodě, což se ukazuje například v disciplíně zvané sociobiologie.

Uvedeme si jen dva známé představitele, kteří souhlasí s redukcionistickou vírou, již dokázali mistrně představit i ve svých populárních a čtivých knihách. Richard Dawkins například uvádí, že „každý z nás je stroj, jenže mnohem komplikovanější než letadlo.“<sup>66</sup> Člověk je „nejkomplikovanější

<sup>64</sup> Crickův termín *od DNA k proteinům* hovoří o tom, že buňky předávají nebo mechanicky přepisují (transkripce) svoji genetickou informaci z DNA (z molekulárního hlediska jsou geny částí nukleotidové sekvence DNA) do RNA / mRNA (do nukleotidové sekvence ribonukleové kyseliny / informační či messengerové RNA) a na ribozomech ji mechanicky překládají (translace) podle genetického kódu na mRNA do primární struktury bílkovin či proteinů. Takto mechanicky se staví naše buňky, tkáně, orgány a tělo; viz ALBERTS *et al.*, *Základy buněčné biologie*, 7. kap.

<sup>65</sup> K tomuto tématu populárně viz DAVIES, *Rozluštěný genom*.

<sup>66</sup> Richard DAWKINS, *Slepy hodinař*. Praha: Paseka 2002, s. 17.

a nejdokonalejší stroj v poznaném vesmíru“<sup>67</sup> a pokud tedy chceme zjistit, co je tělo čili stroj, musíme „fyzikální zákony aplikovat na jeho části, nikoli na celek. Chování těla jako celku pak vzniká jako důsledek interakce mezi jeho částmi.“<sup>68</sup> Podle odborné učebnice je život molekulární proces, který je regulován genotypem či genetickou informací, a jsou to v podstatě právě chemické reakce, které „umožňují život a dovolují nám hýbat se, myslet, mluvit a vnímat svět kolem nás.“<sup>69</sup> Jestliže se pak na to podíváme s Dawkinsem z molekulárně-evolučního hlediska, jsme jen „nástroji přežití – robotickými vehikly slepě naprogramovanými k uchování sobeckých molekul známých jako geny“.<sup>70</sup> Edward Wilson zase poukazuje na to, že „cíl žádného biologického druhu, náš nevyjímaje, nesáhá za imperativy vytvořené jeho genetickou historií“ a dále věří následujícímu:

Lidská mysl je zkonstruována způsobem, který ji uzavírá do tohoto základního omezení a nutí ji volit na základě čistě biologického mechanismu. Jestliže se mozek vyvíjel na základě přírodního výběru, musely i schopnosti zvláštního estetického úsudku a náboženské víry vzniknout stejným mechanickým procesem. [...] Podstata argumentů tkví v tom, že mozek existuje, protože podporuje přežití a násobení genů, které jej řídí. Lidská mysl je nástrojem přežití a reprodukce a rozum je jen jednou z jejich různých technik.“<sup>71</sup>

Naproti tomu Bohr byl až do své smrti v roce 1962 přesvědčen, že mechanistický redukcionismus je jen polovičatým řešením k objasnění fenoménu života. V příspěvku „Spojení mezi vědami“ z roku 1960 Bohr poukazuje na nesprávné srovnávání živého organismu a stroje, neboť u stroje nebo přístroje můžeme ve vztahu k vysvětlení interakcí jeho částí, fungování, kontroly atd. zanedbat atomovou strukturu hmoty, protože nám stačí, když se omezíme pouze na mechanické a elektrické vlastnosti materiálů, z nichž je nějaký mechanismus postaven – a k tomu nám stačí použít běžné fyzikální zákony. Naproti tomu u živého organismu, v jeho mimořádné uspořádanosti, neustálé spjatosti s okolím a s jeho minulostí či budoucností, to udělat nelze. Bohr říká, že „celá historie organického vývoje nám představuje výsledky z vlastní podstaty odzkoušených a nesmírných

<sup>67</sup> Richard DAWKINS, *Sobecký gen*. Praha: MF 1998, s. 5–6.

<sup>68</sup> DAWKINS, *Slepý hodinář*, s. 25.

<sup>69</sup> ALBERTS *et al.*, *Základy buněčné biologie*, předmluva.

<sup>70</sup> DAWKINS, *Sobecký gen*, s. 5–6.

<sup>71</sup> Edward O. WILSON, *O lidské přirozenosti: Máme svobodnou vůli, nebo je naše chování řízeno genetickým kódem?* Praha: LN 1993, s. 13.

možností atomových interakcí“<sup>72</sup> a mimo jiné z uvedeného důvodu „organický život odhaluje takovou konstituci a přirozené prostředky, jež sahají daleko za zdroje použité ke konstrukci strojů.“<sup>73</sup> V článku „Fyzikální modely a živé organismy“ z roku 1961 podobně píše, že je navzdory obrovskému objevu a experimentálnímu pokroku molekulární biologie v nedávných letech zřejmé, že oproti námi navrhovaným strojům a zjednodušeným experimentálním podmínkám, v nichž zkoumáme živé organismy, nejsou jejich bytostné rysy s ničím srovnatelné, neboť jsou „výsledkem celé historie organické evoluce, odhalují potenciality nesmírně komplikovaných materiálních systémů, jež nemají paralelu s poměrně jednoduchými problémy, které studujeme v rámci opakovatelných experimentálních podmínek.“<sup>74</sup> Co se týče duchovních stránek života, v rukopise „Jednota poznání“ z roku 1954 Bohr uvádí, že

nemáme možnost prostřednictvím fyzikální observace zjistit, co v mozkových procesech odpovídá vědomé zkušenosti. Podobné je to i se vztahem mezi informacemi, které můžeme získat o struktuře buněk, a účinky této struktury na to, jak se projevuje sám život.<sup>75</sup>

Pokud vezmeme v úvahu většinu Bohrových epistemologických či filosofických stanovisek a zdůrazníme, že v nich jde především o propojení holistické představy a komplementarity, kdy obojí vychází z výsledků kvantové teorie a dále z náhledu, že jsme spjati se světem a přírodou jako diváci i herci (nikoli ve smyslu pouhé lokalizace objektů v prostoro-čase, nýbrž jako okamžitého zakoušení a implicitního rozumění) a že se náš výklad nezabývá tím, co je příroda nebo život jako na nás nezávislá objektivní realita, nýbrž tím, co o přírodě či životě z různých úhlů pohledu vypovídáme (rovněž podmínkami, které nám toto vypovídání umožňují), domnívám se, že by Bohr nezměnil názor ani dnes.

<sup>72</sup> Niels BOHR, „The Connection between Sciences: Address Delivered by Professor Niels Bohr at the International Congress of Pharmaceutical Science of the Fédération Internationale Pharmaceutique, Copenhagen August 29, 1960.“ In: *Collected Works. Volume 10*, s. 151 (148–153).

<sup>73</sup> *Ibid.*

<sup>74</sup> BOHR, „Physical Models and Living Organisms,“ s. 137; srov. „Kvantová fyzika a biologie“ nebo „Spojení mezi vědami“. V textu „Světlo a život“ ještě uvádí, že „analogie z chemické praxe, stejně jako starověké přirovnání života k ohni, nebudou samozřejmě poskytovat nějaké lepší vysvětlení živých organismů, než je tomu u často zmiňované podobnosti mezi živými organismy a čistě mechanickými zařízeními, jako jsou hodinové strojky.“ BOHR, „Světlo a život,“ s. 386.

<sup>75</sup> BOHR, „Unity of Knowledge,“ s. xlvii.

Aage Petersen (Bohrův asistent v letech 1952–1962) uvádí, že podobně jako podle Bohra „neexistuje kvantový svět“, poněvadž „existuje pouze abstraktní kvantové fyzikální deskripce“, tak „je nesprávné se domnívat, že úkolem fyziky je zjistit, jaká příroda *jest*. Fyzika se zabývá tím, co dokážeme říci o přírodě.“<sup>76</sup> Totéž platí pro vztah jakékoli disciplíny a předmětu jejího zkoumání. Podobně Bohr hovoří v dodatku ke čtyřem esejům (1931) nikoli o tom, co jsou živé organismy, nýbrž „o pozici *živých organismů* v našem obraze světa.“<sup>77</sup> Bohr to podle Petersena upřesňoval tím, že „závisíme na našich slovech“, jsme doslova „zachyceni v jazyce“. Proto se Bohr ani nezabýval problémem vztahu nezávislé reality, která by předcházela jazyku, neboť říká, že „slovo ‚realita‘ je také slovo, slovo, které se musíme učit správně používat.“<sup>78</sup> Otázka objektivit se potom týká možností sdělitelnosti a komunikace probíhajících jak uvnitř disciplín, tak také napříč jimi.

Bohr by souhlasil s autory moderní učebnice buněčné biologie, kteří tvrdí, že „buňky jsou [...] základními jednotkami života“, ale už by nesohlasil s pokračováním této citace, jež uvádí, že „je to právě buněčná biologie, ke které se musíme obrátit pro odpověď na otázku, co je život a jak funguje.“<sup>79</sup> Bohr navzdory obdivu k nejmodernějším biologickým výzkumům zastával k názoru na to, co je organický život, komplexnější přístup. Wolfgangu Paulimu píše v dopise v roce 1953: „Nesmíme zapomínat, že v živém organismu nikdy nezacházíme jen se samotnými chromozomy, ale že nejmenší jednotky, jež lze zvažovat v jemných molekulárních procesech, jsou buňky za podpory nutných enzymů a živin.“<sup>80</sup> V další korespondenci (1954) mezi Bohrem, Paulim a Delbrückem je zřejmé, že byl Bohr přesvědčen, že s vysvětlením molekulárního mechanismu v živém organismu nejsme na konci cesty a že redukcionistická fascinace modelem DNA musí brát také v úvahu buňku celkově s jejím prostředím, a její funkčnost nelze vysvětlovat či redukovat jen na genotyp, neboť buněčné procesy se týkají organismu jako celku a jeho potřeb, a jsou tudíž regulovány i organickými informacemi. Stálost genotypu je pouze aproximací ve vztahu k celkové

<sup>76</sup> Citováno in PETERSEN, Aage, „The Philosophy of Niels Bohr.“ *Bulletin of the Atomic Scientists*, roč. 19, 1963, č. 7, s. 12 (8–14).

<sup>77</sup> BOHR, „Addendum,“ s. 300.

<sup>78</sup> Citováno in PETERSEN, „The Philosophy of Niels Bohr,“ s. 10–11.

<sup>79</sup> ALBERTS *et al.*, *Základy buněčné biologie*, s. 1.

<sup>80</sup> Niels BOHR, „Bohr to Pauli, December 31, 1953.“ In: *Collected Works. Volume 10*, s. 548.

stabilitě a jedinečnosti živého organismu.<sup>81</sup> Ocitáme se takříkajíc v hermeneutickém kruhu, kde není něco dříve nebo později, tj. nejprve genotyp a potom fenotyp, anebo naopak.<sup>82</sup>

Ať pomocí sebelepších přístrojů prohloubíme mechanistické představy, nedokáží podle Bohra popsat mimořádnou uspořádanost živého organismu či bytostné rysy života,<sup>83</sup> jehož se účastníme. Proto se Bohr pokusil pro často neslučitelné deskripce – participující neustále na každodenním jazyce a zakoušeném světě či životě – vytvořit epistemologický rámec pro možnost komplexní interpretace fenoménu živého. S Mazzocchim to můžeme vyjádřit takto:

Z hlediska teoretického rámce komplementarity, reformuloval Bohr ideu, dříve podporovanou německým filosofem Immanuellem Kantem, [...] o nemožnosti redukovat veškeré aspekty života na mechanické příčiny. Pro získání celkového porozumění živých systémů, jsou rovnocenně nutné dva vzájemně se vylučující způsoby popisů: mechanistické a finalistické deskripce, jež jsou navzájem komplementární.<sup>84</sup>

<sup>81</sup> K těmto dopisům více viz *ibid.*, s. 551–561. Heisenberg k tomu říká, že se dá „předpokládat – jak navrhl Bohr – že naše vědění o tom, že buňka žije, je patrně komplementární k úplné znalosti její molekulární struktury.“ Werner HEISEBERG, *Fyzika a filosofie*. Praha: Aurora 2000, s. 70. Může se totiž v biologii „ukázat jako významné, že otázky klade druh ‚člověk‘, který sám opět patří k živým organismům – jinými slovy, že již víme, co je život, dokonce dříve, než jsme jej vědecky definovali.“ *Ibid.*, s. 72.

<sup>82</sup> V populární i odborné literatuře se hojně vyskytují výroky, které nejen že výsadní postavení přisuzují DNA, ale rovněž ji popisují jako aktivního činitele. Podle Francise Cricka je DNA už několik miliard let *stále aktivní* (Francis CRICK in: DAVIES, *Rozluštěný genom*, motto). Podobně hovoří, jak píše Davies, McCarthy: „Máme-li pravdu, pak to znamená, že nukleové kyseliny jsou nejen strukturně důležité, ale i funkčně aktivní, určující biochemickou aktivitu a specifické charakteristiky buněk.“ *Ibid.*, s. 29. Nebo podle odborné publikace DNA „neřídí syntézu bílkovin sama jako taková, ale spíše se podobá manažerovi, který rozděljuje různé úkoly týmu pracovníků.“ ALBERTS *et al.*, *Základy buněčné biologie*, 7. kapitola, citace s. 211. Všimněme si, že je zde přepisována aktivita molekulárnímu fenotypu čili miniaturnímu kousku hmoty, což je stejně podivné, jako když řekneme, že návod na svíčkovou napsaný na kousku papíru, je aktivní a že něco určuje. Bezduchému návodu musí nejprve někdo rozumět, s ním pracovat, jej upravovat nebo přepisovat.

<sup>83</sup> K otázce Bohrova pojetí mimořádných funkcí náležející životu více viz HOYNINGEN-HUENE, „Niels Bohr’s Argument for the Irreducibility of Biology to Physics.“

<sup>84</sup> Fulvio MAZZOCCHI, „Complementarity in Biology: A Reassessment in Relation to Molecular-Reductionist and Systemic Approaches.“ *EMBO Reports* [online], roč. 11, 2010, č. 5, s. 339–344, dostupné z: <<http://www.nature.com/embor/journal/v11/n5/full/embor201056.html>> [cit. 18. 5. 2012].



Mechanistický popis slouží například pro rozmanité biochemické fenomény, jež se manifestují na subbuněčné úrovni, a teleologický popis se vztahuje na úrovně organismu jako celku interagujícího v rámci dalších systémů bytostně nutných pro udržování života. Každý výklad zpřístupňuje ze svých hledisek a kontextů něco, na co druhý jazyk jen odkazuje. V článku „Kvantová fyzika a biologie“ dodává, že komplementární rámec aplikovaný do biologie je „vyžadován prakticky nevyčerpitelnými možnostmi živých organismů, jež jsou způsobovány nesmírnou komplexitou jejich struktur a funkcí.“<sup>85</sup> To podle Folse u živého organismu znamená nemožnost „definovat jeho stav odděleně od jeho životního prostředí.“<sup>86</sup>

<sup>85</sup> BOHR, „Quantum Physics and Biology,“ s. 131. Srov. „Physical Science and Problem of Life,“ s. 122 a „The Connection Between the Sciences,“ s. 152.

<sup>86</sup> FOLSE, *The Philosophy of Niels Bohr*, s. 191.