

Michal Černý

## Erwin Schrödinger: Co je život?

*Recenze knihy*

*SCHRÖDINGER, Erwin. Co je život?: Duch a hmota ; K mému životu. Vyd. 1. V Brně: VUTIUM, 2004, 254 s. ISBN 802143175x.*

Jméno Erwina Schrödingera bude vždy spojováno především s jeho slavnou vlnovou rovnicí, která je dokonalým příkladem toho, jakou moc má matematika ve spojení s dokonalým lidským úsudkem při popisu světa kolem nás. Zřejmě není třeba zdůrazňovat její význam pro praktické výpočty v mikrosvětě či pro jeho pochopení oproti mnohem těžkopádnější *maticové kvantové formulované* Wernerem Heisenbergem roku 1925. Přesto nelze tomuto fyzikovi a matematikovi upřít jeho význam také pro biologii a interdisciplinární spolupráci vědců, která je dnes mimořádně důležitá.

Na tomto místě je třeba dvou poznámek, které nám pomohou lépe pochopit koncept významu celého díla. Především je třeba říci, že spolupráce fyziky a biologie byla spíše v plenkách. Rok 1943 je v tomto ohledu zásadní. Nejen že bylo publikováno poprvé dílo *Co je život?*, ale současně byla použita rentgenová difrakce k popisu struktury DNA. Šlo o jeden z prvních pokusů využít fyzikálně dobře etablované a fungující metody k pochopení toho, jak příroda funguje na úrovni biologie. Zatímco dnešní přírodovědec má biologii spojenou s pokročilými chemickými a fyzikálními měřeními, situace v první třetině dvacátého století byla značně odlišná. Biologie měla stále blíže k popisu jednotlivých objektů a struktur než ke skutečné experimentální vědě v moderním slova smyslu.

Druhou poznámkou, která je neméně významná, je zasazení publikace do kontextu hledání struktury DNA. Již roku 1869 Miescher poprvé izoloval DNA, ale její obsah či struktura byla zcela záhadná. Pokrok nastal až roku 1944, kdy Avery ukázal, že genetická informace je uložena v molekule DNA a nikoli v proteinech. 1953 pak Watson a Crick potvrzují model dvoušroubovice DNA, který byl skvěle předpovězen Schrödingerem již deset let před tím. Další potvrzení obecných úvah rakouského fyzika přichází v roce 1962, kdy je potvrzeno štěpení DNA na fragmenty v přesných místech, nikoli nahodile v libovolném místě celé struktury.

Dílo *Co je to život?* (od r. 1944 vydáno nejméně ve dvaceti vydáních, nepočítaje četné překlady do rozličných jazyků – české pochází z roku 2004) představuje bezesporu jeden z nejdůležitějších prvků, které formovaly celou moderní biologii, jako experimentálně teoretickou disciplínu, zásadním způsobem ovlivnila řadu biologů, kteří se zabývali hledáním DNA struktury, a také ovlivnila silně metodologii přírodních věd, které užším způsobem přimknula k sobě.

Čtenář by měl celou knihou projít optimálně na jeden zátah, aby dobře pochopil jednotlivé souvislosti a viděl celý příběh fyzikálního pátrání po tom, jak lze biologicky uložit informaci jako celek. Pro praktické účely je ale dělena do kratších kapitol, které budou pro většinu čtenářů lépe pochopitelné. Jde původně o popularizační přednášky, které ale svoji kvalitou stojí vysoko nad

běžným průměrem. Autor se nebojí hledat biologické struktury na základě fundamentálních fyzikálních úvah, a ač je vzorců či vztahů v knize poskromnu, nedá se o ní říci, že by byla zcela nenáročná.

Rozhodně by měla být – jak ostatně navrhuje profesor Černohorský – povinnou literaturou pro studenty všech oborů. Ať již pro jazyk či strukturu výkladu fenoménů nebo schopnost novým tvůrčím způsobem pracovat s fakty ve světle vlastní vědecké erudice ve prospěch růstu poznání jako takového. Podrobněji bychom se rádi podívali na tři důležité momenty z knihy, které – dle našeho soudu – stojí za mimořádnou pozornost.

### **Od obecných fyzikálních úvah k DNA**

Autor v celé knize vystupuje jako prostý fyzik, který požívá nová biologická fakta a snaží se je fyzikálně interpretovat. To je pro dílo signifikantní a zcela zásadní. Schrödinger postupuje promyšleně a systematicky. Ptá se, jak je možné, že daný fyzikální objekt má právě takové vlastnosti a jak zajistit, aby byl stabilní atp. Metodologicky pracuje zcela přesně – vždy vezme fenomén a snaží se jej popsat přesně takovými fyzikálními principy, které jej dovolují. A tento postup přináší nová a překvapivá zjištění.

Tato proměna fyziky z vědy o přírodě neživé v tu, která má co říci k živé přírodě, je zcela zásadní. Nejde přitom o nadřazený redukcionismus, který můžeme spatřovat u některých vědců dnes, ale o poctivou snahu pomoci v lepším pochopení toho, jak je možné, že je život předáván dále a jak funguje dědičnost. Čtenář velice rychle získá pocit, že daná fakta jsou jasná a že to ani jinak být nemůže. To je v kontextu výše uvedených dat objevů skutečných vlastnosti DNA mimořádně fascinující. Jestliže fyzika byla v době Newtona mocnou vědou a prošla si na přelomu století krizí, ilustrovanou uzavřením pruského patentního úřadu, tak je to Schrödingera kniha, která je vrací ono výsostné postavení z doby vrcholného novověku.

Knih samotná může být dobrou inspirací proto, jak fyziku dnes učit na všech typech škol. Používat základní zákony fyziky, aplikovat je na exaktní naměřená fakta a ptát se, jak je možné, že se příroda chová tak, jak se chová. Výsledky jsou často překvapující netušené. Autor přitom velice dobře rozlišuje mezi zákony pro „velký svět“ a ten, ve kterém hrají prim atomy či molekuly, což je také velice důležité.<sup>1</sup>

Na základě těchto úvah dospívá k přesvědčení, že DNA je tvořena určitou sekvencí molekul, kterých není velké množství co do druhu, ale rozhodující je jejich uspořádání. Každá jejich skupina nese nějaký jiný druh informace. Dále ukazuje, že pro celý genofond není nutné, aby taková struktura byla extrémně dlouhá, rozebírá podmínky pro její stabilitu z hlediska tepelných srážek, ale i žádoucích a nežádoucích mutací. Jako jedinou stabilní strukturu je možné vidět dvoušroubovici, která má vlastnosti aperiodického krystalu. Jestliže dochází k mutaci či kombinování genetické informace, nemění se jednotlivé molekuly, ale celé skupiny definující danou vlastnost.

Všechny tyto předpovědi, vycházející z prosté znalosti fyziky a několika málo obecných biologických faktů se skvěle ukázala v souladu s experimentem v dalších desetiletích. Příroda se tak chovala přesně tak, jak na základě fyzikálních představ musela.

---

<sup>1</sup> Zajímavou analogii lze nalézt v živé přírodě také v případě letu. Zatímco letadla či ptáci využívají zákon zachování hybnosti a tlačí masu vzduchu pod sebe, v případě hmyzu je tento efekt zcela nedostatečný. Ten musí volit jinou strategii letu, která využívá Magnusův jev.

### **Energie a entropie**

Druhou hojně citovanou částí knihy (po té věnované přímo DNA) jsou úvahy nad energií a entropií v živých organismech. Základní otázkou je, jak je možné, že se hmota organizuje do větších celků, pokud platí druhý termodynamický zákon. Pro fyzika je odpověď nasnadě – entropie roste v termodynamickém systému přirozeně, ale pokud dodáváme energii, můžeme tento růst překonat. Hmota tedy drží pohromadě právě tím, že získává energii.

Zajímavý je přitom rozdíl mezi živým a mrtvým organismem. Stačí, aby jen několik málo hodin nefungoval metabolický systém (tedy distribuce energie) a dochází k nárůstu entropie – tlení a rozkladu. Živé organismy přitom nejdí jen pro získání energie, ale také proto, že tím dávají možnost rozuspořádat jinou hmotu než vlastní tělo. Zatímco potrava do nás vstupuje jako uspořádaná, v našem těle z ní získáme energii a předáme ji svoji entropii.

### **Širší kontext**

Editoři českého vydání publikace se snaží ukázat, že Schrödingerovy úvahy mají širší kontext a význam. Stojí totiž vedle dalšího díla, které nese název Duch a hmota a spolu s ním se snaží najít nejvlastnější odpověď na otázku, kým vlastně je člověk a jakou roli v jeho bytí hrají přírodní zákony. Vše je pak zakončeno spisem K mému životu, který jako by vše aplikoval na život samotného autora. Širší kontext knize také propůjčuje doslov Václava Pačese, který ukazuje perspektivy moderní genetiky především ve světle Schrödingerových úvah. Svůj význam má také předmluva, která se věnuje problematice překladu díla do češtiny.

Můžeme jen souhlasit s Rogerem Penrousem, že spis Co je život? je jednou z nevlivnějších a nejdůležitějších vědeckých spisů minulého století a stojí za to se k ní vracet, a to i opakovaně. Ukazuje možnosti vědecké a intelektuální práce, které by nikomu neměly být cizí.