

prof. Petr Hořava, Ph.D.

Laureát Ceny Neuron za přínos světové vědě 2015



Teoretická fyzika stojí na prahu úžasných objevů a nevíme dne ani hodiny, kdy k nim dojde, říká Petr Hořava, zabývající se teorií strun. Za svojí dosavadní činnost převzal Cenu Neuron za přínos světové vědě v oboru fyzika.

Vznikne nová teorie o vesmíru?

Teorie superstrun předpokládá, že celý vesmír je sestaven z jednoho základního stavebního prvku, tzv. superstrun. A „z čeho“ ty struny jsou, to mi ani tento fyzik neřekl (jako kdysi řekl a napsal mi Luboš Motl : struny jsou z ničeho) Ty vibrují v různých frekvencích a intenzita vibrací určuje formu a vlastnosti hmoty. Pokud by byly >struny< z dimenzí veličin „Délka“ a „Čas“ , pak by tato teorie byla jen krůček od mé HDV, v podstatě stejnou teorií jako HDV jen v jiném jazyce řečenou Je to podobné, jako když na houslích různé silné struny vydávají různé tóny různé vibrace, superstruny odpovídají různým elementárním částicím. Před vznikem teorie superstrun fyzika nejprve předpokládala, že nejmenší částicí hmoty je atom. Později se prokázalo, že jádro atomu obsahuje protony a neutrony, které sestávají z elementárních částic hmoty – kvarků a leptonů, podřízených zákonům kvantové mechaniky. Druhou tvář moderní fyziky je Einsteinova obecná teorie relativity a gravitace, popisující chování vesmírných těles, planet, hvězd a galaxií. Ovšem tato teorie gravitace se zdá neslučitelná s kvantovou mechanikou, která vysvětluje chování kvarků a leptonů.

Zabýváte se především teorií superstrun. Čím vás zaujala?

V 80. letech, tedy v době, kdy mě začala zajímat, byla považována za revoluční. Teorie strun alespoň matematicky vysvětlovala sjednocení gravitace a kvantové mechaniky. Poprvé v historii fyziky 21. století nastala možnost dobrat se odpovědi na základní otázku: jak gravitace zapadá do kvantového vesmíru.

Vy jste teorii strun obohatil v roce 1989 objevem tzv. D-bran. Takže né Motl (?) Přitom je tento objev obvykle připisován Američanovi Josephu Polchinskému. Jak k tomu došlo?

Matematicky jsem existenci D-bran **prokázal ??** jako postdoktorand na Fyzikálním ústavu Akademie věd. V únoru 1989 jsem o této konstrukci publikoval článek v časopisu Nuclear Physics. V červnu téhož roku vyšel o stejném jevu v jiném časopisu článek Josepha Polchinského a jeho studentů z University of Texas v Austinu. Ten byl alespoň zpočátku mnohem více citován než můj text.

Co termín D-brána znamená?

Jsou to plochy v prostoročasu, kde mohou struny končit. **Aha, a už se blížíme k vlnobalíčku, útvaru z dimenzí veličin** To je téměř přesná matematická definice. Existuje určitý typ hraničních podmínek na konci struny, které jsou pojmenovány po francouzském matematikovi Dirichetovi. Teoretický fyzik Polchinski dal tomuto místu název D-brane a termín se ujal. Do určité míry lze říct, že D-brána hrála klíčovou roli **v objevu nových symetrií, to není v rozporu s HDV** které změnily náš pohled na teorii strun a v roce 1995 vedly k objevu M-teorie.

Na jakém principu stojí M-teorie?

Je zajímavá tím, že sjednocuje všechna řešení teorie strun a zároveň je to teorie něčeho jiného, záhadného, možná teorie membrán, proto M-teorie. Nepředpokládá existenci strun, ale dvoj- a pětirozměrných membrán. Spolupracoval jsem s americkým teoretickým fyzikem Edwardem Wittnem na přípravě dvou základních článků, kde se poprvé píše o M-teorii. V období roku 1995 **se ukázalo, filozoficky a ta přinutila matematiky tuto vizi „zmatematikovat“** že všechny doposud zdánlivě odlišné teorie strun se sjednocují pomocí M-teorie a proto se o našich poznatcích mluví jako o druhé superstrunové revoluci.

Pokud se teorie strun potvrdí, dokázali bychom popsat podstatu vesmíru od elementárních částic atomů až po galaxie, černé díry a další vesmírné objekty. Už byla teorie strun přijata většinou teoretických fyziků?

M-teorie a teorie strun, které vzešly z druhé superstrunové revoluce, v současnosti reprezentuje dominantní **paradigmatický pohled bez potřebu ověření autorů v Horních Beřkovicích...** na moderní fyziku. Je to jediný známý pohled, který obsahuje kvantovou mechaniku, gravitaci a ostatní interakce - matematický jazyk, ve kterém lze všechny paradoxy kvantové mechaniky a gravitace alespoň atakovat, pokud ne přímo najít definitivní odpovědi. **Bez poznání vícedimenzionálního času to nepůjde...** Například v předchozích přístupech ke gravitaci vzniklo spousta zajímavých paradoxů ohledně chování černých děr a obzvláště v přítomnosti kvantových efektů, třeba Hawkingovo vyzařování černých děr. Teorie strun dává konzistentní matematický jazyk, **anebo naopak ?** v jehož rámci můžeme tyto paradoxy konkrétně formulovat a snažit se najít matematicky a fyzikálně dobře odůvodněné odpovědi.

Vesmír ukrývá ještě mnoho záhad, co konkrétně zajímá vás?

Základní otázky v souvislosti s gravitací. **Například, proč žijeme v tak velkém a pomalu se vyvíjejícím vesmíru? Vždyť všechny základní koncepce kvantové mechaniky naznačují, že vesmír by měl trvat nepatrně krátký zlomek vteřiny, nebo by musel být velice zakřivený a natolik malý, že by znemožňoval existenci života. Jak fungují černé díry? Ovšem zde pan profesor zaspal. To, jak fungují černé díry, to naprosto přesně vědí na té SU Opava. To je jejich specialita. Tisíce publikací, titulů, článků, studií, referátů, teorií a experimentů..., prostě neuvěřitelné. Víte vůbec, a ví to vůbec někdo, kolik oni na to už vybrali grantů, fin. podpor, dotací, a peněz ze všech možných zdrojů české společnosti ??? Jednak je to nespočítatelné a jednak i nedohledatelné. – Víte kolik už museli vyprodukovat za 15 let unikátních poznatků, **za ty prachy** – by řekl Vojta Hála – v té Slezské universitě ? A další otázky.**

Už se blížíte k odpovědím na některé z těchto otázek?

Do začátku 21. století teoretičtí fyzici vygenerovali spoustu fascinujících nových myšlenek, ale experimentálně nemohli ověřit, jestli odpovídají realitě. Pokrok na částicových urychlovačích (jako například LHC v CERN) vyžadoval desítky let příprav. Rovněž astrofyzikům chyběla data, jestli dochází k subtilním změnám v chování vesmíru, jak to predikuje obecná teorie relativity v korelaci s kvantovou mechanikou. Momentálně prožíváme fascinující situaci, protože experimentální fyzika nám konečně dává údaje o elementárních částicích hmoty a rovněž o chování vesmíru a můžeme svoje teorie konfrontovat s výsledky pokusů. Dokonce se podařilo objevit Higgsov boson, poslední dílek do mozaiky standardního modelu částicové fyziky. To vedlo k novému paradoxu našeho teoretického pochopení vesmíru.

V čem paradox spočívá?

Energie Higgsova bosonu je o mnoho řádů menší než energie kvantové gravitace. Podle dosavadních teorií by ale měly být díky kvantovým efektům přirozeně zhruba stejně velké. http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/b/b_082.doc Ovšem vesmír se tak nechová a **my absolutně netušíme proč**. Podle pokusů na urychlovačích v CERN to vypadá, že **v teorii vedoucí k popisu vesmíru pořád něco základního chybí**. Nyní se snažím, podobně jako mnozí moji kolegové, soustředit na pochopení tohoto základního paradoxu vesmíru. **Snažíte se, je to chválihodné, ale za 35 let jste se nesnažili ani 5 minut se zamyslet na HDV.**

Vznikne tedy úplně nová teorie?

Jestli pomůže odpovědět M-teorie, nebo zda bude nutné vytvořit **zcela novou teorii**, která vysvětlí paradox z úplně jiného úhlu pohledu, to je **jedna z fascinujících otázek** pro teoretické fyziky. Zatím ani nevíme, **kde** chybějící ingredience vesmíru **hledat**, či jestli jsou již součástí našich existujících teorií a my jen nevíme, jak je správně pochopit.

Jak vás motivuje možnost objevit novou teorii?

Teoretická fyzika stojí na prahu úžasných objevů a nevíme dne ani hodiny, kdy k nějakému dramatickému pokroku skutečně dojde. **HDV, pane profesore, se nabízí jako myšlenka už 35 let !** Objasnění paradoxů je proto velmi stimulující. **Mnoho generací teoretických fyziků žádný podobně fundamentální paradox nemělo příležitost řešit.**

Text: Josef Matyáš

Zdůvodnění ocenění

prof. [Jiří Chýla](#), CSc., garant oboru fyzika vědecké rady Nadačního fondu Neuron „Od doby doktorského studia se Petr Hořava věnuje teorii strun jako hlavního kandidáta na fundamentální teorii mikrosvěta zahrnující všechny síly včetně gravitace. **A přitom dvouveličinový vesmír, stavba elementů hmoty z dimenzí dvou veličin, principem „křivení“ těch dimenzí, je tak blízko té strunové teorii. Postačilo by si položit tu otázku : „z čehože ty struny jsou“.** V tomto oboru dosáhl v mimořádně konkurenčním prostředí nejlepších amerických univerzit výsledků, které ho řadí mezi **absolutní světovou špičku v oboru teorie strun jo, jo, a přitom za 35 let ani nezavdal o HDV, to špičkovému vědci nesluší.** a kvantové gravitace, o čemž svědčí mimo jiné i jeho současná pozice ředitele Centra teoretické fyziky na Kalifornské univerzitě v Berkeley. Se jménem Petra Hořavy jsou spojeny dva dnes již obecně používané pojmy: Teorie Hořavy a Wittena (Horava-Witten Theory) a Gravitace Hořavy a Lischitze (Horava-Lifschitz Gravity). Dvě práce s Edwardem Wittenem v polovině 90. let

*zásadním způsobem ovlivnily další rozvoj teorie strun a každá z nich má více než 2000 citací. Hezké, pro jednoho vědce, no a nyní si představíme, že těch vědců, co se zabývají strunami, je na světě cca 2000, a každý napsal nějakou práci na 100 stran, to už je >materiálu< ...zatím bez sebemenšího náznaku reálné reality. V roce 2009 Petr Hořava sám (jméno Lifschitz je v názvu proto, že v práci je použit matematický pojem zavedený do fyziky tímto ruským teoretikem) formuloval nový přístup ke kvantování gravitace, jenž velmi originálním způsobem řešil základní problém jiných přístupů, okamžitě se stal předmětem mimořádného zájmu teoretických fyziků a nastartoval **nový směr při snaze bezkonfliktně** spojit kvantovou teorii s klasickou Einsteinovou teorií gravitace. Tato práce má již více než 1 000 citací. Petr Hořava po celou dobu jeho pobytu v zahraničí zůstal v kontaktu se svým školitelem prof. Niederlem i dřívějším pracovištěm.“*

Napsali o něm:

- [Český fyzik dostal cenu za vědu. Petr Hořava zkoumá v Kalifornii původ vesmíru](#) (iHNed.cz, 1. 12. 2015)

Smutek mě přetéká z hloubi duše
30.01.2016