

Zvítězí Verlinde nad temnotou?

Petr Kulhánek

Mezi lety 2009 až 2011 šokoval [Erik Verlinde](#), holandský teoretik působící tehdy v Princetonu, svět svým názorem, zajímalo by mě zda může/musí šokovat názor jen je-li podložen i matematikou ..anebo i ten, co je řečený bez matematiky. (?) že gravitace nepatří k základním interakcím, ale je způsobena statistickými projevy mikrosvěta a je tedy ve skutečnosti pouze maskovanou kvantovou interakcí. Kdyby to neměl Verlinde v matematice, určitě by ho nazvali šarlatánem, lidovým myslitelem a poslali do PL. Od té doby už uplynulo hodně vody. Verlinde svou první verzi teorie doplnil v roce 2016 o další postulát, jehož výsledkem je, že jeho teorie nedává stejné výsledky jako Newtonův gravitační zákon či [obecná relativita](#). V prostředí s vysokou hustotou látky, například ve Sluneční soustavě, splývají předpovědi s Keplerovými zákony nebo v extrémních situacích s obecnou relativitou. Při nízké hustotě látky, například u celé galaxie či u kupy galaxií, jsou ale předpovědi odlišné. A to už začíná být zajímavé. Pokud dvě teorie dávají různé výsledky, může jen experiment rozhodnout, a v Čechách může rozhodnout jen myslitel v anonymitě, tajný vědec Hacker... která z nich je v souladu s přírodními jevy, jež chceme popsat. Za poslední dva roky se objevila zhruba pětice prací, která se o to pokouší. Jak už to u nových teorií bývá, zatím jsou výsledky rozporuplné, některé práce teorii potvrzují, jiné vyvracejí. ..pokud se jich chopí korektní vědci Nejzajímavější ale je, že poslední varianta Verлиндovy teorie nepotřebuje k popisu rotačních křivek galaxií temnou hmotu, podobnou myšlenkovou úvahu jsem vedl v tom smyslu, že teoretici (s dodávkou pozorovacích faktů od astronomů) počítají tyto pohyby ramen na periferii galaxie stále pouze pomocí Newtona (protože rychlosti vééé jsou ještě stále malé a není zapotřebí započítávání zanedbatelných relativistických efektů) a tím pádem při použití $F(g) = G \cdot \Sigma M \cdot m / x_i^2$ dělají fyzikové chybu v tom smyslu, že užívají podle Newtona nejkratší spojnicí mezi dvěma tělesy (tedy n-těles s n-úsečkami a pak jejich zprůměrování) jako nezakřivenou úsečku, jenže....jenže to je ten omyl : pro velmi

vzdáleného pozorovatele už není prostor v galaxii euklidovsky plochý-lineární, ale relativisticky zakřivený a je **nutné dosazovat za „x“ mezi tělesy-hvězdami na periferii galaxie obloukovou úsečku**. Pokud by tak fyzikové udělal, zjistili by, že **žádná hmota (temná) jim nechybí**, (viz Verlinde v jiném svém úvahovém zjištění) že pozorovaná-observační fakta jsou v pořádku což by mohlo znamenat velký názorový posun při interpretaci stávajících měření. Pojdme se v dnešním bulletinu na tyto záležitosti podívat podrobněji.

Jak šel čas

Kořeny vztahu mezi termodynamikou, statistikou a gravitací sahají až do roku 1973. Tehdy izraelský teoretik Jacob Beckenstein (*1947) zjednodušeně analyzoval **myšlenkový experiment**, to šíleně nemá rád jeden český supervědec Hacker.: **vše co není podepřeno matematikou jsou podle něj „sračky“ ale sám nikdy nikde (za 16 let) neukázal jak ovládá matematiku...bohužel takové máme v české kotlině vědce...** při němž periodicky házel do **černé díry** fotony uvolňované z nějaké nádoby, která se opakovaně dostávala do blízkosti horizontu černé díry. Napadlo ho, že by takové zařízení v podstatě fungovalo jako klasický tepelný stroj. Ten ale může trvale a cyklicky fungovat jen s dvěma teplotami – teplotou kotle a teplotou chladiče. Za vyšší teplotu posloužila sama teplota fotonů. S chladičem ztotožnil Beckenstein povrch černé díry a z jednoduchých úvah odvodil, jaká by teplota povrchu černé díry jakožto chladiče měla být. Tato teplota je velmi malá, například pro černou díru o hmotnosti našeho Slunce vychází pouhých 10^{-7} K. O dva roky později provedl anglický teoretik **Stephen Hawking** (1942–2018) mnohem **preciznější výpočet** na základě kvantové teorie pole. Teplota povrchu černé díry mu vyšla stejná jako Beckensteinovi a navíc předpověděl mechanismus Hawkingova vypařování černé díry. Díky kvantovým procesům (ať už si je představíme jako tunelování z oblasti pod horizontem či jako **kreaci virtuálního páru** nad horizontem, při níž jedna částice skončí pod horizontem) mohou černou díru přece jen tu a tam některé částice opustit. Černá díra by měla proto zářit jako černé těleso o Beckensteinově teplotě. Tímto efektem by se černá díra o hmotnosti Slunce vypařila za neskutečných 10^{62} let (stáří vesmíru je 14 miliard let). **Není jasné, zda** je Hawkingův jev reálný fyzikální mechanismus a zda bude vypařování černých děr někdy detekováno. **To je přeci jedno, neé ? Hlavní je, že to matematicky vyšlo : to je krédo a dogma a doktrína dnešní fyziky : matematické podání Vesmíru a jen a jen matematické, bez ní je to**

šarlatánizmus. Beckenstein i Hawking přispěli k existenci nové vědní disciplíny: termodynamice černých děr. Pokud přiřadíme povrchu černé díry teplotu, můžeme mu přiřadit i entropii. Není právě v ní zakódována informace o látce uvnitř černé díry? Každá částice, která horizontem prošla, ať už dovnitř, či naopak kvantovými procesy ven, nepatrně přispěla ke **zvlnění horizontu** **co to je ????** : to se **zvlní-zkříví sám prostor**, či sám časoprostor, čili **samotné délkové a časové dimenze ????** Pak je **nutné uvažovat nad novou myšlenkou že „naš Vesmír“ se svým všudypřítomným zakřivením časoprostoru od Třesku až k nám potažmo až do nekonečna, je „vnořen“ do absolutně euklidovskyy plochého 3+3Dv časoprostoru jakožto „lokalita“ v tom nekonečném plochem předTřeskovém stavu 3+3D čp.** černé díry. Právě tyto **fluktuace** (plošná entropie) **čeho fluktuace ?? ha...** by mohly být zdrojem informací o vnitřku černé díry. Zakódování informace na méněrozměrné množině o vícerozměrném objektu se nazývá holografický princip a zdá se, že jde o důležitý princip fungující jak v makrosvětě, tak v mikrosvětě.

Informace by měla být zakódována na nějakém nosiči, v tomto smyslu je třeba s informacemi zacházet obdobně jako s energií či **hmotou**. Množství informace v dané objemové jednotce musí být konečné (tzv. *princip maxima entropie*), nemůže mít nekonečnou hodnotu podobně jako množství energie či hmoty soustředěné v konečné oblasti. Výsledkem principu maxima entropie je fakt, že elementární částice nemohou být dělitelné do nekonečna. Někde musí existovat hranice tvořená skutečně elementárními, dále nedělitelnými částicemi. Možná to jsou dnešní kvarky a leptony, možná bude existovat ještě nějaká další úroveň dělení. Pokud se bude taková částice navenek jevit jako struktura s určitým rozměrem (například bude strunou či něčím jiným), bude muset být veškerá informace o jejím vnitřku zapsaná na povrchu tohoto útvaru. Hovoříme o tzv. *projekční ploše*. I v mikrosvětě by tedy mohl v nějaké podobě fungovat holografický princip. S těmito myšlenkami oživil termodynamiku mikrosvěta nizozemský teoretik Gerardus t'Hoof (*1946) a americký teoretik Leonard Susskind (*1940) v roce 1994.

O pouhý rok později, v roce 1995, ukázal americký teoretik Ted Jacobson (*1954) z Marylandské univerzity, že z termodynamiky a entropie lokalizované na povrchu **lze odvodit** Einsteinovy rovnice obecné relativity [1]. Blízkost obou disciplín byla najednou ještě těsnější. Nešlo o novou teorii, **jen o zajímavé alternativní odvození**, které nevede k jiným výsledkům, než dává obecná relativita předložená dříve Einsteinem. O dalších 15 let později, v roce 2010, vstoupje na scénu holandský teoretik Erik Verlinde a Jacobsonův **koncept**

prohlubuje [2]. Gravitaci začíná vnímat jako statistické projevy mikrosvěta. A zdalipak se mu „vytratí“ z jeho koncepcí G-gravitační konstanta, které fyzici uměle přiřadili veličiny-rozměry ?? Koncept entropie chápe nikoli termodynamicky, ale z hlediska statistiky a pravděpodobnosti. ?..četně G-konstanty ? (má-li konstanta „rozměry“ není to konstanta, ale fyzikální veličina) Přítomnost těles mění rozložení entropie a vzniká **entropická síla**, kterou ztotožňuje s gravitačním působením. A ? je tam také „zabudovaná“ G-konstanta=veličina co má „uměle dodané rozměry“ ? **Plošné zdroje entropie** opět vedou na správný gravitační zákon. A v rovnicích „plošné entropie“ už je či ještě není G-konstanta která ve Vesmíru neexistuje jako „subjekt-objekt“...? V roce 2016 přidává Erik Verlinde i **objemový zdroj entropie** související s fluktuacemi vakua, a co G-rozměrová konstanta ? které jsou při kvantových procesech nevyhnutelné [3]. Tím poprvé dostává teorii, která v některých případech **dává jiné výsledky než obecná relativita**, což je experimentálně ověřitelné. **Nutno počkat na ta ověření**

Entropie byla původně definována v termodynamice jako **poměr tepla dodaného do systému a absolutní teploty** ($dS = dQ/T$). Takto upravené teplo má vlastnosti úplného diferenciálu, což vede na příjemnou vlastnost: entropie mezi dvěma stavy systému nezávisí na způsobu, jak se systém z jednoho stavu do druhého dostal (o teple totéž říci nelze). Ve statistice má entropie význam logaritmické míry pravděpodobnosti realizace stavu a v kvantové teorii je logaritmickou mírou počtu kvantových stavů, kterými lze daný makroskopický stav realizovat. **Entropie tak souvisí s „množstvím chaosu“ v systému.** V informatice entropie popisuje množství informací. V uzavřeném systému může entropie jen růst, tomuto tvrzení říkáme druhá věta termodynamická. V termodynamické rovnováze dosáhne entropie svého maxima. Gradient (spád entropie) vede na vznik makroskopických sil. Typickým příkladem je „síla“ nutící vůni z rozbité lahvičky voňavky zaplnit celou místnost, v tomto případě hovoříme o difúzi. Obdobnou entropickou silou je osmóza (prosakování rozpouštědla skrz membránu) vedoucí na vznik osmotického tlaku. Ve změnách entropie má původ i obyčejná elasticita gumičky. Koneckonců i tlak plynu na stěnu má původ v chování velkého souboru systémů navenek. Jedna částice tlak nikdy nevytvoří, velký soubor částic ano. **Verlinde věří, že i gravitaci lze chápat jako entropickou sílu, s G-konstantou, anebo bez G-konstanty ?** tedy důsledek statistického působení mnoha mikroskopických kvantových systémů. **Gravitace jako „důsledek“ „působení“ „kvantových systémů“ a...a v tom „důsledku“ by měla ta nová gravitace také obsahovat onu G-konstantu s rozměry nééé ?? A jak ? To by nám mohl nějaký chytrý český vědec objasnit** **Entropická síla** způsobuje pohyb těles, s nímž souvisí mechanická **práce Fdx** . Ta by měla být rovna teplu odpovídajícímu změně entropie, tedy **$TdS = Fdx$** . Pro znalce diferenciálního počtu lze tuto jednoduchou rovnici přepsat jako **$F = T \text{ grad } S$** . Takže **$TdS = Fdx$ je podle víry Verlindeho „gravitace“ „...“, jenže každá gravitace „obsahuje“ G-konstantu, které už odnepaměti fyzikové dodávají-vsouvají-přirazují rozměry – uměle, jen a jen aby vycházela rozměrová rovnost.**

Verlinde **postavil svou teorii** na třech **principech**. První už jsme zmínili. **Gravitace je entropickou silou**. Takže toto je reál-fakt ? vyzozorovaný dalekohledy a experimentálně zjištěný ? anebo jen ad hock výkřik ? Další dva **principy** řeší, kde jsou **zdroje entropie**. Ty by měly být **dvojí**: jednak **plošné** (druhý princip, 2010) a jednak **objemové** (třetí princip, 2016). Plošné zdroje souvisí s holografickým principem. V okolí mikroskopického objektu by měla existovat **jakási** projekční plocha, na níž je veškerá informace o objektu. **Tou projekční plochou na planckových škálách je „řez časoprostorem“, který v tomto prostředí je strukturou : pěnlivé vakuum dimenzí.** A na této ploše je lokalizován jeden ze dvou zdrojů entropie. Druhý zdroj entropie respektuje Heisenbergovy relace neurčitosti. **A opět tento zdroj „entropie“**

souvisí s Heisenbergem proto, že „pěna“ se projevuje jakoby byl čp kvantován ...pěna tu hraje matematickou roli „linearity“ U mikroskopického objektu nelze nikdy současně změřit polohu a hybnost. Obdobné relace platí i pro všechna pole. Ve vakuu nemůže být současně nulová hodnota pole a nulová hybnost pole. Přesně tak vypadá řez pěnou (křivý časoprostor) kde se střídají v této síti 3+3D dimenzí „zhuštěniny se zředěninami“, „jedničky s nulami“, „mezery s nemezerami“, „lokality prázdné s lokalitami plnými“ atd.atd. To vede k nenulovým fluktuacím všech polí, které jsou zdrojem objemové složky entropie.

Podle Verlinových analýz je plošná entropie (S_A) zdrojem běžné gravitační síly, tedy ubývající s druhou mocninou vzdálenosti od objektu. Parabola - http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_037.jpg , málo zakřivený časoprostor se předvádí v nelineárních kuželosečkách, hodně křivý čp se předvádí v symetrické pěně Objemová složka entropie (S_V) ale přináší jinou závislost připomínající poněkud snahy zastánců modifikování gravitace (MOND). V každém případě vede objemová složka na zrychlenou expanzi ? (nevím, ale mám pocit na špatné vyhodnocování spektrálních čar) s nenulovou kosmologickou konstantou v Einsteinových rovnicích obecné relativity. Velmi důležitý je fakt, že samotná přítomnost látky snižuje objemovou složku entropie látka jsou „husté lokality, hustých křivých dimenzí čp“ rozložené s sítí méně hustého stavu 3+3D časoprostoru...jeden stav „plave“ v druhém stavu a navíc vede k jejímu přerozdělení. Poměr S_V/S_A tedy závisí na průměrné hustotě okolního prostředí. V hustých oblastech, například ve Sluneční soustavě, je tento poměr velmi malý a vede na předpovědi ve shodě s obecnou relativitou. V limitě $S_V/S_A \rightarrow 0$ dává Verlinova teorie přesně obecnou relativitu. V oblastech s nízkou hustotou energie, například pro galaxii jako celek, už je ale objemovou složku entropie třeba započíst, což vede na ploché rotační křivky, podobné těm, které se měří v periferních oblastech spirálních galaxií a které jsou chápány jako důsledek existence galaktického haló z temné hmoty. Verlinovo pojetí tak považuje temnou energii a temnou hmotu za pouhý rub a líc jediné mince – za projevy objemové složky entropie. Veškeré výpočty jsou bohužel zatím prováděny jen pro sféricky symetrické rozložení hmoty, a tak má tato nezvyklá hypotéza ještě vůči svým předchůdcům co dohánět. Sympatické je, že se v posledních dvou letech objevila řada měření, viz například [4–8], jejichž autoři se snaží předpovídané odchylky od obecné relativity ověřit experimentálně. Sady dat jsou ale zatím malé, a proto autoři studií nedocházejí k jednoznačným závěrům – zkrátka jedni Verlinovu hypotézu potvrzují a druzí vyvracejí.zdalipak je ve Verlindeho $S_V/S_A \rightarrow 0$ také gravitační konstanta G s dokonce s „rozměry“ ? Na osud gravitace, která se vynoří v makrosvětě jako posel z mikrosvěta (anglicky *Emergent Gravity*, česky vynořivší se gravitace), si tedy budeme muset nějakou dobu ještě počkat. Mikrosvět – pěna (ve které panuje také princip střídání symetrií s asymetriemi) se mění směrem do makrosvěta tak, že ubývá křivosti dimenzí a.. a než nastane „hladký plochý stav 3+3D“ tak projde křivost těmi kuželosečkami, jedna z nich – parabola je gravitace Jen budoucnost ukáže, zda je gravitace skutečnou silou, nebo pouhou iluzí.

1. [Ted Jacobson: Thermodynamics of Spacetime: The Einstein Equation of State; Physical Review Letters 75 \(1995\) 1260-1263, ArXiv](#)
2. [Erik Verlinde: On the origin of gravity and the laws of Newton; Journal of High Energy Physics 04 \(2011\) 029](#)
3. [Erik Verlinde: Emergent Gravity and the Dark Universe; SciPost Phys. 2, 016 \(2017\); arXiv:1611.02269v2 \[hep-th\] 8 Nov 2016](#)

4. [Margot M. Brouwer et al.:](#) *First test of Verlinde's theory of Emergent Gravity using weak gravitational lensing measurements*; [Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 466, Issue 3, April 2017, Pages 2547–2559](#); [ArXiv](#)
5. [Federico Lelli, Stacy S. McGaugh, James M. Schombert:](#) *Testing Verlinde's Emergent Gravity with the Radial Acceleration Relation*; [Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters, Volume 468, Issue 1, June 2017, Pages L68–L71](#); [ArXiv](#)
6. [Aurélien Hees, Benoit Famaey, Gianfranco Bertone:](#) *Emergent gravity in galaxies and in the Solar System*; [arXiv:1702.04358v2 \[astro-ph.GA\] 24 Feb 2017](#); [Phys.Rev. D95 \(2017\) No. 6, 064019](#); [ArXiv](#)
7. [S. Ettori et al.:](#) *Dark matter distribution in X-ray luminous galaxy clusters with Emergent Gravity*; [Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 470, L29–L33 \(2017\)](#)
8. [Alberto Diez-Tejedor, Alma X. Gonzalez-Morales, Gustavo Niz:](#) *Verlinde's emergent gravity versus MOND and the case of dwarf spheroidals*; [Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 477, Issue 1, June 2018, Pages 1285–1295](#); [arXiv:1612.06282 \[astro-ph.CO\] 16 Apr 2018](#)
9. [Sabine Hossenfelder:](#) *Recent Claims Invalid: Emergent Gravity Might Deliver A Universe Without Dark Matter*; [Forbes, 28 Feb 2017](#)
10. [Petr Kulhánek:](#) *Co nového ve Verlindeho gravitaci?*; [AB 22/2018](#)
11. [Petr Kulhánek:](#) *Gravitace II – holografický princip*; [AB 45/2011](#)
12. [Petr Kulhánek:](#) *Gravitace III – Verlindeovo pojetí gravitace*; [AB 46/2011](#)

Ted Jacobson: Thermodynamics of Spacetime: Einsteinská státní rovnice; [Physical Review Letters 75 \(1995\) 1260-1263](#), [ArXiv <https://arxiv.org/pdf/gr-qc/9504004.pdf>](#)

Erik Verlinde: O původu gravitace a zákonech Newtona; [Journal of High Energy Physics 04 \(2011\) 029](#)

Erik Verlinde: Emergency Gravity and Dark Universe;

[SciPost Phys. 2, 016 \(2017\)](#); [arXiv: 1611.02269v2 \[hep-th\] 8. listopadu 2016](#)

Margot M. Brouwer a kol. : První test Verlindeovy teorie Emergency Gravity pomocí slabých gravitačních čoček; Měsíční oznámení Královské astronomické společnosti, svazek 466, 3. vydání, duben 2017, stránky 2547–2559; [ArXiv](#)

Federico Lelli, Stacy S. McGaugh, James M. Schombert: Testování Verlindeovy mimořádné gravitace s relací radiální akcelerace; Měsíční oznámení Královské astronomické společnosti: Dopisy, svazek 468, 1. vydání, červen 2017, stránky L68 – L71; [ArXiv](#)

Aurélien Hees, Benoit Famaey, Gianfranco Bertone: Naléhavá gravitace v galaxiích a ve Sluneční soustavě; [arXiv: 1702.04358v2 \[astro-ph.GA\] 24. února 2017](#); [Phys.Rev. D95 \(2017\) č. 6, 064019](#); [ArXiv](#)

S. Ettori et al. : Distribuce temné hmoty v rentgenových světelných galaxiích s Emergent Gravity; Měsíční oznámení Královské astronomické společnosti, svazek 470, L29 – L33 (2017)

Alberto Diez-Tejedor, Alma X. Gonzalez-Morales, Gustavo Niz: Verlindeova vznikající gravitace versus MOND a případ trpasličích sféroidů; Měsíční oznámení Královské astronomické společnosti, svazek 477, 1. vydání, červen 2018, stránky 1285–1295; [arXiv: 1612.06282 \[astro-ph.CO\] 16. dubna 2018](#)

Sabine Hossenfelder: Poslední nároky jsou neplatné: Emergency Gravity Might může přinést vesmír bez temné hmoty; [Forbes, 28. února 2017](#)

Petr Kulhánek: Co nový ve Verlindeho gravitaci ?; [AB 22/2018](#)

Petr Kulhánek: Gravitace II - holografický princip; AB 45/2011

Petr Kulhánek: Gravitace III - Verlindovo pojetí gravitace; AB 46/2011