

<https://www.osel.cz/11231-co-skryva-gravitacni-sum-vesmiru.html>

Co skrývá gravitační šum vesmíru?

Vesmír je vyplněný šepotem mnoha milionů gravitačních signálů ze srážek černých děr a neutronových hvězd, které jsou natolik slabé, že je nedokážeme rozlišit jako jednotlivé události. Mohli bychom ale těžit data z tohoto šumu jako celku a získat tak cenné informace z mladého vesmíru.

Gravitační vlny prosakují vesmírem. Kredit: Carl Knox, OzGrav/Swinburne University of Technology.

V loňském roce 2019, kdy pandemie byly jen zašlou vzpomínkou, ulovila síť detektorů gravitačních vln Advanced LIGO-VIRGO celkem 35 událostí se splývajícími černými děrami a neutronovými hvězdami. To je samozřejmě cool. Jak ale trefně podotýká Rory Smith z výzkumného centra ARC Centre of Excellence in Gravitational Wave Discovery australské Monash University – otázkou je, kolik takových událostí jsme loni propásli.

Podle Smithe jich nebylo právě málo. Asi tak dva miliony. Odhaduje, že se ve vesmíru v našem širokém okolí srazí dvojice černých děr hvězdných velikostí v průměru každých 200 sekund a dvojice neutronových hvězd dokonce každých 15 sekund. To je všudypřítomný gravitační šepot, který vyplňuje celý vesmír. Smith s kolegy vyvinuli postup, s jehož pomocí je možné vytěžit z tohoto gravitačního šumu zajímavá data.

Jak uvádí Smith, díky této metodě, kterou momentálně testuje tým experimentu LIGO, můžeme „vidět“ gravitační signál z mnohem hlubšího vesmíru. Dohlédne o 8 miliard světelných let, nežli to dovedou současné postupy. To nám podle Smithe otevírá dveře do gravitačních událostí mladého vesmíru, kde se udála spousta zajímavých věcí.

Události, při nichž splývají černé díry, uvolní do okolního vesmíru nezměrné množství energie, v podobě gravitačních vln. Tyto vlny pak nesou informaci o časoprostoru a hmotě v nejvíce extrémních prostředích vesmíru. Když detekujeme jednotlivé gravitační vlny, tak z nich můžeme vyčíst úžasné věci.

Moře gravitačních signálů. Kredit: Carl Knox, OzGrav/Swinburne University of Technology.

Vše ale nasvědčuje tomu, že naprostá většina takových událostí vytváří tak **slabé v čem jsou slabé** gravitační vlny, že je se soudobými detektory nedokážeme zachytit jako jednotlivé signály. Tím nám utíká mezi prsty ohromné množství informace. Další problém je podle Smithe v tom, že v tuto chvíli detekujeme jen ty nejbližší a „nejhlasitější“ gravitační události. To nám nevyhnutelně zkresluje pohled na divoký svět srážek gravitačních monster.

Pokud se nám povede vytěžit data z moře gravitačních vln, tak bychom se mohli dozvědět pozoruhodné věci o prostředí, v němž se rodí, září a opět zanikají hvězdy. Bylo by to fantastické. Obzvláště zajímavé by měly být takové údaje z velice mladého vesmíru, kdy hvězdy a galaxie teprve vznikaly. Pokud se nová metoda analýzy gravitačního šumu v testech na systému Advanced LIGO-VIRGO osvědčí, tak by se za pár let mohl spustit celý nový program pozorování gravitačního vesmíru.

Literatura

[ARC Centre of Excellence for Gravitational Wave Discovery 18. 6. 2020.](#)

Autor: [Stanislav Mihulka](#)

Datum: 21.06.2020

Přidavky

Citace Ullmanna :

Binární systémy gravitačně vázaných černých děr. Srážky a splynutí černých děr a neutronových hvězd.

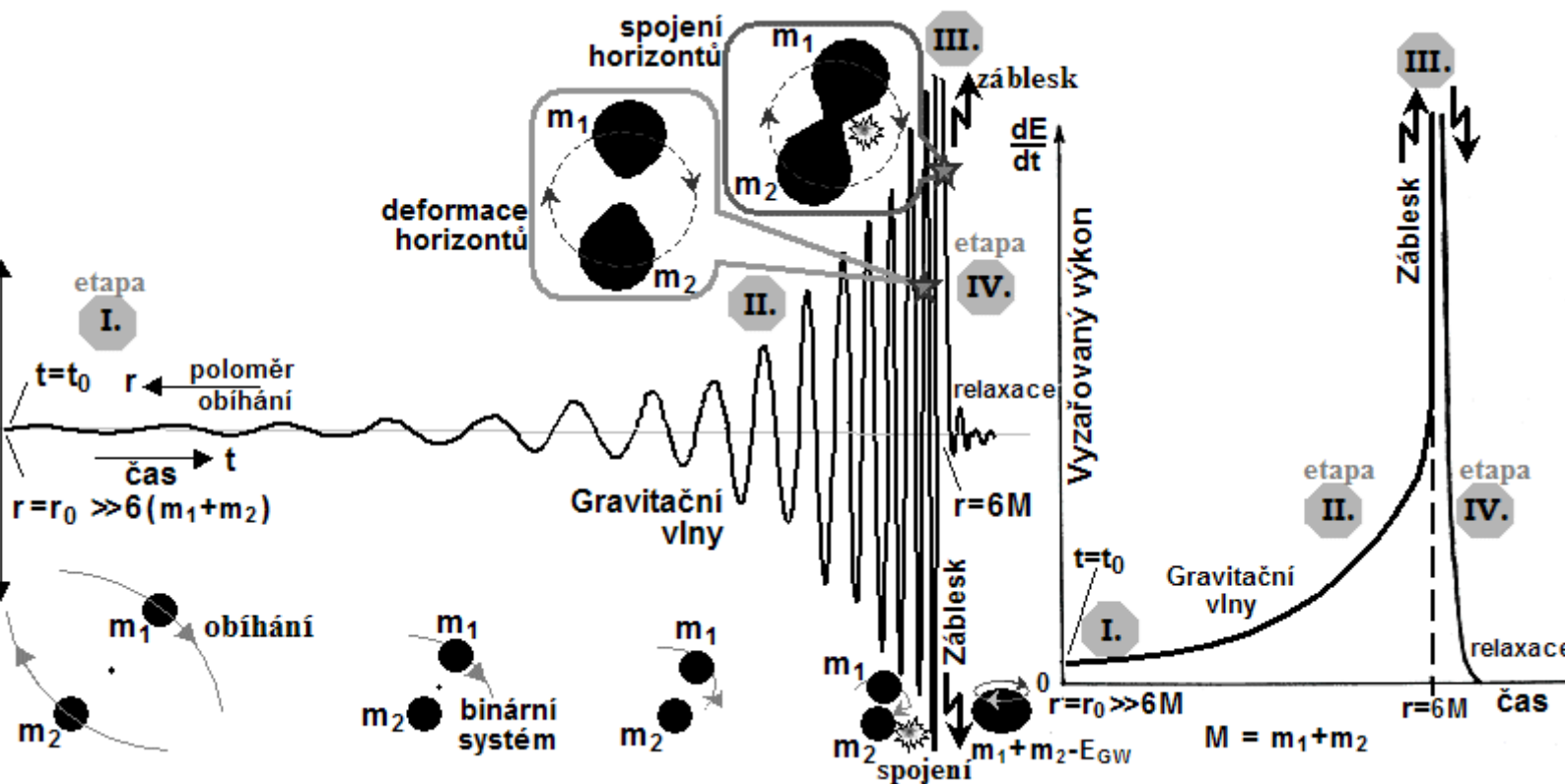
Z mechanického pohledu se černé díry v zásadě chovají jako velmi hmotná **silně gravitující tělesa** relativně velmi malých rozměrů, která se ve volném prostoru pohybují rovnoměrně přímočaře a v gravitačních polích jiných objektů se pohybují po zakřivených geodetických drahách. V rozlehlém kosmickém prostoru je naprosto nepatrná pravděpodobnost, že by se dvě **nezávislé** černé díry přímo ("čelně") srazily - asi k tomu nikde nedošlo za celou dobu existence vesmíru. Ani vzájemný gravitační záchyt dvou nezávislých prolétajících černých děr není příliš pravděpodobný (musely by se setkat s nízkou vzájemnou rychlostí a s velmi malým impaktním parametrem, viz však níže "supermasívní binární černé díry"). Jedinou reálnou

možností těsné vzájemné interakce ("srážky" či splnutí) černých děr je jejich **společný původ** v binárním či vícenásobném hvězdném systému.

Binární systémy gravitačně vázaných černých děr (dvou či několika) jsou ve vesmíru nepochybně velmi **časté**, protože běžně vznikají při evoluci hvězd, které jsou součástí dvojhvězdných soustav: když v takovém binárním (či vícenásobném) systému masivních hvězd (o hmotnostech větších než asi šestinásobek Slunce) na konci jejich evoluce dojde ke **gravitačnímu kolapsu** za vzniku kompaktních objektů. Vzájemná gravitační **vazba o oběh zůstane zachována**, takže z původního dvojhvězdného systému se stává binární systém gravitačně vázaných kompaktních objektů, i nadále obíhající kolem společného těžiště (nás zde zajímá především případ, kdy gravitačním kolapsem vznikly černé díry). **Podle zákonitostí obecné teorie relativity tělesa v binárním systému při svém vzájemném obíhání vyzařují gravitační vlny**, odnášející část kinetické energie oběhu - viz §2.7, část "**Zdroje gravitačních vln**".

Ve většině případů takto vzniklé černé díry obíhají kolem sebe ve velkých vzdálenostech. U běžných dvojhvězdných systémů činí oběžná vzdálenost minimálně 10^6 km (těsné "spektrometrické" dvojhvězdy), což je více než 100 000 gravitačních poloměrů; v těchto vzdálenostech se efekty OTR prakticky neuplatňují. Při svém oběhu vyzařují jen velmi slabé gravitační vlny (cca 10^{25} W) - počáteční část grafu na obr.4.13. Do stádia těsného oběhu by gravitačním vyzařováním nedospěly ani za celou dobu existence vesmíru! Existuje však mechanismus, který je v dohledném časovém horizontu může podstatně "sblížit": je to **tření** ve velkém a **hustém oblaku plynu**, který po kolapsu často obklopuje binární systém. Pokud se takto obě černé díry k sobě přiblíží na vzdálenost několika desítek gravitačních (Schwarzschildových) poloměrů, podstatně **zesílí** intenzita vyzařování gravitačních vln.

Za této situace odnášení energie oběžného pohybu intenzívními gravitačními vlnami vede ke vzájemnému **přiblížování** obíhajících těles, zkracování oběžné periody, zvyšování rychlosti oběhu a **zvyšování frekvence a intenzity gravitačních vln**. Zachycuje to obr.4.13-GW :



GW. Časový průběh amplitudy, frekvence a intenzity gravitačního záření binárního systému dvou kompaktních černých děr obíhajících kolem společného těžiště.

začnou v čase $t=t_0$ své obíhání na nějakém velkém poloměru r_0 , velmi pomalu klesají po spirále a kontinuálně vyzařují gravitační vlny (etapa I). I u těsných binárních systémů to bývá proces trvající statisíce i miliony let. S přibližováním stále roste intenzita vyzařování. Po dosažení vzdálenosti oběhu několika desítek gravitačních poloměrů dochází k lavinovitému růstu intenzity a frekvence vln (etapa II). Po dosažení mezní stabilní orbity tělesa rychle splynou, přičemž se vyše krátký intenzivní záblesk gravitačního záření (etapa III). V horní části obrázku jsou symbolicky nakresleny zvětšené výřezy z několika posledních oběhů, během nichž dochází k deformaci horizontů a nakonec k jejich spojení do deformovaného horizontu výsledné černé díry. Výsledná černá díra m_1+m_2 je rotující a vyzařuje gravitační vlny. Tlumených gravitačních vln rychle relaxuje na stacionární axiálně symetrickou konfiguraci Kerrovy černé díry (etapa IV). Tento obrázek je analogický obr.4.13 v §4.3 pasáž ["Vyzařování gravitačních vln při pohybu v poli černé díry"](#), vztahujícímu se sice k oběhu tělesa v poli černé díry, avšak kvalitativní charakter závislosti je stejný.

Obě složky se nejdříve pomalu, ale se stále zvyšující rychlostí, po spirále blíží k sobě a stále intenzivněji gravitačně vyzařují (prostřední část grafu na obr.4.13). Na konci této lavinovité "spirály smrti", po těsném vzájemném přiblížení, **při několika posledních obězích a následném splnutí obou černých děr, se vyžáří mohutný záblesk gravitačních vln.** Gravitační vlny přitom odnesou cca 5% celkové hmotnosti obou slévajících se kompaktních objektů! ...říká Vojtěch Ullmann ;

Podle zákonitostí obecné teorie relativity tělesa v binárním systému při svém vzájemném obíhání **vyzařují gravitační vlny**, odnášející část kinetické energie oběhu - viz §2.7, část ["Zdroje gravitačních vln"](#).

<https://www.stoplusjednicka.cz/myty-kolem-gravitacnich-vln-co-jejich-existence-znamena-pro-podstatu-vesmiru>

Gravitační vlny jsou vlněním časoprostoru: Jedná se o hřebeny v „mříží“ časoprostoru, jímž se pohybuje hmotné těleso. Naproti tomu osamocené, symetrické a nepohybující se objekty gravitační vlny nevyzařují. Šířící se gravitační vlny těleso smršťují a natahují, byť na mikroskopických škálách. Odborníci proto v minulosti zkoušeli „vyčíst“ průchod gravitačních vln ze změny vzhledu objektů.

.....
Gravitační vlny jsou [fluktuační zakřivení časoprostoru](#), které se šíří jako [vlna rychlostí světla](#). Jde tedy o vlny [křivosti časoprostoru](#).

Gravitační vlny vznikají při vzájemném [pohybu těles](#) v [gravitačním poli](#), jejich významnými zdroji jsou však především těsné binární systémy kompaktních [hvězd](#) v konečném stádiu jejich vývoje

.....
Gravitační vlny jsou jemné záhyby v předivu časoprostoru, které mohou být generovány mnoha způsoby...říká Petr Kulhánek..zdroj :

https://www.aldebaran.cz/bulletin/2016_06_gra.php

.....
Gravitační vlny ale vznikají jinak: vytváří je pohyb velkých množství energie. Nejsilněji je produkuje ta energie, která se podílí na zakřivení časoprostoru. Jejich ideálními zdroji jsou proto objekty tvořené silným zakřivením časoprostoru, nikoliv hmotou – například černé díry. Povaha černých děr i gravitačních vln je ostatně totožná; zakřivením časoprostoru jsou tvořeny i gravitační vlny samé. (...) Světlo nebo rentgenové záření lze proto dobře pozorovat konvenčními teleskopy skládajícími se z obyčejné hmoty, elektronů, protonů a podobně. Týmž druhem hmoty jsou totiž tvořeny i objekty ve vesmíru, které teleskopy zkoumají. Pomocí gravitačních vln lze naopak studovat tu část vesmíru, která je v elektromagnetickém spektru neviditelná – objekty vytvořené zakřivením časoprostoru. Rozdíl je tedy obrovský. ...říká Kip Thorne .., zdroj : <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2019/cislo-7/kip-thorne-gravitacni-vlny.html>

.....
Nejde přitom jenom o samotná pozorování éterického vlnění časoprostoru procházejícími gravitačními vlnami

.....
Pozorování oznámené ve čtvrtek 11. února 2016 na [tiskové konferenci NSF](#) popisuje záznam instrumentu LIGO z 14. září 2015. Bylo zaznamenáno zčeření časoprostoru kolizí dvou černých děr,

Einstein popsal v obecné teorii relativity situaci dvou, vzájemně se obíhajících černých děr. Předpovídá, že černé díry budou ztrácet energii vyzařováním gravitačních vln. V důsledku toho se budou po miliardy let pomalu přibližovat až se přiblíží natolik, že v okamžiku dojde k ohromnému zrychlení oběhové rychlosti, a nakonec jejich sloučení. Jejich maximální rychlost by měla dosáhnout až poloviny rychlosti světla. Při jejich sloučení je část jejich hmoty přeměněna v energii, která je uvolněna jako poslední silný poryv gravitačních vln. Tento poslední poryv byl právě to, co napozorovaly instrumenty LIGO. ...říká zdroj <https://www.astro.cz/clanky/vzdaleny-vesmir/gravitacni-vlny-potvrzeny.html>

.....
Gravitační vlny jsou poruchy v zakřivení (tkaniny) ze [časoprostoru](#) , generované urychlenými hmot, které [se šíří jako vlny](#) směrem ven z jejich zdroje na [rychlost světla](#) . Byly

navržené [Henri Poincaré](#) v roce 1905 a následně se [předpokládá v roce 1916](#) tím, [Albert Einstein](#) na základě jeho [obecné teorie relativity](#) . Gravitační vlny přeprava energie jako **gravitační záření** , forma [energie záření](#) podobné [elektromagnetického záření](#)

Když mluvíme o pohybech časoprostoru, znamená to, že i Země se během průletu gravitační vlny roztáhla a smrštla?

Ano, to všechno jsou důsledky průletu gravitační vlny. Musíme si ale uvědomit, že tyto změny časoprostoru jsou jen nesmírně malé. Mluvíme o deset na minus osmnáctou metru, tedy velikosti menší než je elementární částice. Odlišit tyto změny od okolního šumu je možné jen s přístroji, které mají vysokou přesnost. Jeden detektor by nestačil, ale když dvě měřicí zařízení tisíce kilometrů od sebe zaznamenají úplně stejné odchylky, lze z toho vyvodit, že jde o gravitační vlnu. .. říká [Kip Thorne](#).. https://www.denik.cz/z_domova/pri-pruletu-gravitacni-vlny-se-pohnula-i-planeta-zeme-20160213.html

Dosud jsme se mohli spoléhat zejména na fotony (kvantum elektromagnetické energie – pozn. red.). Nyní budeme moci využít i pozorování prostřednictvím **poruch časoprostoru** ve formě gravitačních vln.

Gravitační vlny jsou nerovnosti v časoprostoru způsobené interakcí extrémně hmotných těles
<http://www.livingfuture.cz/clanek.php?articleID=12245>

Analýza elektromagnetických vln dnes představuje takřka výhradní zdroj informací o kosmických objektech a procesech. Jiné metody (přímý průzkum pomocí meziplanetárních sond, detekce částic kosmického záření, slunečního větru, neutrin atd.) stále poskytují v podstatě jen doplňující údaje... <https://utf.mff.cuni.cz/~podolsky/GraVlny/GraVlny.htm>

Opis : Vlnění obecně představuje kmitavý stav jistého prostředí. V případě mořských vln je oním kmitajícím prostředím vodní hladina, v případě zvuku vzduch, v případě elektromagnetických vln elektromagnetické pole. V případě vln gravitačních **kmitá sám prostor a čas**. ... říká Jiří Podolský, ... a dál : **Vlnění obecně představuje kmitavý stav jistého prostředí**. V případě mořských vln je oním kmitajícím prostředím vodní hladina, v případě zvuku vzduch, v případě elektromagnetických vln elektromagnetické pole. V případě vln gravitačních kmitá sám prostor a čas. ... říká Jiří Podolský ..

<https://utf.mff.cuni.cz/~podolsky/GraVlny/GraVlny.htm>

Komentář : Vlnění obecně představuje kmitavý stav anebo jakkoliv křivý stav jistého prostředí.. –Podolský, O.K. a toto je nutně (roz)vlněním dimenzí čp, ovšem...ovšem i tento stav „prostředí“ plave (je vnořen) v jiném křivém stavu čp, a ten zase plave (je vnořen) v dalším jiném stavu křivého čp, až se dostaneme na základní plochý euklidovský časoprostor, ve kterém plavou ony křivé stavy dimenzí když každá lokální křivost (re)presentuje cokoli hmotového, tj. jednou elementární částice, pak atomy, (konglomeráty jejich budou pak hvězdy a strukturovanější konglomeráty jsou galaxie), pak molekuly, a sloučeniny až k DNA...; a samozřejmě i pole jsou stavy křivosti v nichž „plavou“ elektromagnetické vlny, gravitace= křivý čp kolem hmotných hvězd a černých děr, opět křivý stav čp. Pak zdravý rozum pochopí, že zvukové vlny „plavou“ ve vodě (prostředí je pro ně hmota), elektromagnetické vlny „plavou“ v prostředí pole a gravitační vlny jsou přímo vlnami prostředí jakéhokoliv (!) časoprostoru, tedy jsou samy křivosti dimenzí čp (nesou energii) a tedy také „plavou“ v základní mřížce-rastru-předivu-síti-tkanivu (výrazy tyto užívají kosmologové jako je B.Greene, S.Hawking, A.Riess aj.) ze základních dimenzí p l o c h ý c h , tj.v euklidovsky plochém 3+3D. (existoval před Třeskem ...; existuje i dnes, ale

v našem stavu plavou v něm „křivé stavy dimenzí“ - hmota je sestrojena také křivých dimenzí (čp) Gravitační vlny jsou také stavem hmoty, protože jsou stavem „křivosti dimenzí čp“, čp který „plave = je vnořen“ do základního totálně plochého nekonečného-nekřivého euklidovského čp .

Každé křivení čp je hmototvorné, je základem stavby i polí i složité hmoty. Kmitá-li sám prostor a čas (jak píše Podolský), pak je to stav „odnesené energie“, říká, no energie je to stav „křivého čp“ → prohlašují všichni vědci...ovšem...až 40 let po mě. Moje HDV je právě tou vizí, že hmota je realizována vesmírem „principem křivení dimenzí 3+3D čp“. A stejně jsou vědci slepí. (hlavně ti, co nadávají mi do mašfblů s vizemi, které nepatří do fyziky, protože nemají matematiku, jsou to tudíž bláboly, prohlásil P.Brož. Pouze vize s matematikou jsou fyzika. Na světě jsou stovky fyziků, kteří přednáší (i na OSU) vize-nápady-náměty a nemají k nim (zatím) postavenou matematiku, půjčují si-obrňují se OTR a pouze réeéétoricky praví, k libovolným nápadům, že ona OTR pasuje na jejich „nesmysly“ = vize. Tím pádem je každá vize správná, a je fyzikou, když se o každém výkřiku prohlásí, že pasují do OTR. Dogma Brože.

Opis Podolského : „Kromě gravitačních vln generovaných různými astrofyzikálními objekty a procesy předpokládají teoretikové též existenci **kosmologických gravitačních vln** . Takové vlny mohly vzniknout v raném vesmíru.“ Komentuji : Jsou to podle Brože bláboly nehodné posouzení, protože nemají matematiku a co nemá matematiku není fyzika. Bude-li mít Peklo Jana Drdy matematiku, bude to fyzika. Např. já napsal Brožovi http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_239.jpg a ten vyhlásil, že toto už kdysi jednou četl, (ač já to vyrobil až letos), že má doma složku-skříň pro sběr blábolů...; Hubbleův zákon $v = H \cdot d$...je věda-fyzika, ((Hubble to rozpínání podal vědecky-matematicky... $v = H \cdot d$ a tím pádem je to věda-fyzika))). Můj návrh, že Hubbleovo rozpínání neplatí, $v \neq H \cdot d$ už věda není, protože moje neobsahuje tu matematiku, prohlásil Brož, když se mu to dal k posouzení především http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_239.jpg

Předivo vesmíru, potopené v šumu, spíš naopak, že

Josef Řeřicha, 2020-06-21 11:08:44

Opis : Vlnění obecně představuje kmitavý stav jistého prostředí. V případě mořských vln je oním kmitajícím prostředím vodní hladina, v případě zvuku vzduch, v případě elektromagnetických vln elektromagnetické pole. V případě vln gravitačních kmitá sám prostor a čas. ...říká Jiří Podolský, ...a dál : Vlnění obecně představuje kmitavý stav jistého prostředí. V případě mořských vln je oním kmitajícím prostředím vodní hladina, v případě zvuku vzduch, v případě elektromagnetických vln elektromagnetické pole. V případě vln gravitačních kmitá sám prostor a čas. ...říká Jiří Podolský .. <https://utf.mff.cuni.cz/~podolsky/GraVlny/GraVlny.htm>

Komentář : Vlnění obecně představuje kmitavý stav anebo jakkoliv křivý stav jistého prostředí.. –Podolský, O.K. a toto je nutně (roz)vlněním dimenzí čp, ovšem...ovšem i tento stav „prostředí“ plave (je vnořen) v jiném křivém stavu čp, a ten zase plave (je vnořen) v dalším jiném stavu křivého čp, až se dostaneme na základní plochý euklidovský časoprostor, ve kterém plavou ony křivé stavy dimenzí když každá lokální křivost (re)presentuje cokoli hmotového, tj. jednou elementární částice, pak atomy, (konglomeráty jejich budou pak hvězdy a strukturovanější konglomeráty jsou galaxie)..., pak molekuly, a sloučeniny až k DNA...; a samozřejmě i pole jsou stavy křivosti v nichž „plavou“ elektromagnetické vlny, gravitace= křivý čp kolem hmotných hvězd a černých děr, opět křivý stav čp. Pak zdravý rozum pochopí, že zvukové vlny „plavou“ ve vodě (prostředí je pro ně hmota), elektromagnetické vlny „plavou“ v prostředí pole a gravitační vlny jsou přímo vlnami prostředí jakéhokoliv (!) časoprostoru, tedy jsou samy křivosti dimenzí čp (nesou energii) a tedy také „plavou“ v základní mřížce-rastru-předivu-síti-tkanivu (výrazy tyto užívají kosmologové jako je B.Green, S.Hawking, A.Riess aj.) ze základních dimenzí p l o c h ý c h , tj.v euklidovsky plochém 3+3D. (existoval před Třeskem ...; existuje i dnes, ale v našem stavu plavou v něm „křivé stavy dimenzí“ - hmota je sestrojena také křivých dimenzí čp) Gravitační vlny jsou také stavem hmoty, protože jsou stavem „křivosti dimenzí čp“, čp který „plave = je vnořen“ do základního totálně plochého nekonečného-nekřivého euklidovského čp .

Každé křivení čp je hmototvorné, je základem stavby i polí i složité hmoty. Kmitá-li sám prostor a čas (jak píše Podolský), pak je to stav „odnesené energie“, říká, no energie je to stav „křivého čp“ ř prohlašují všichni vědci...ovšem...až 40 let po mě. Moje HDV je právě tou vizí, že hmota je realizována vesmírem „principem křivení dimenzí 3+3D čp“. A stejně jsou vědci slepí. (hlavně ti, co nadávají mi do mašibů s vizemi, které nepatří do fyziky, protože nemají matematiku, jsou to tudíž bláboly, prohlásil P.Brož. Pouze vize s matematikou jsou fyzika. Na světě jsou stovky fyziků, kteří přednáší (i na OSLU) vize-nápady-náměty a nemají k