

MASARYKOVA UNIVERZITA V BRNĚ

FILOZOFICKÁ FAKULTA

Ústav české literatury a knihovnictví

Kabinet knihovnictví

Informační studia a knihovnictví

Šíření a uchování informace ve vesmíru

Bakalářská diplomová práce

Autor práce: Martin Lehký

Vedoucí práce: PhDr. Michal Lorenz

Brno 2006

Bibliografický záznam

LEHKÝ, Martin. *Šíření a uchování informace ve vesmíru*. Brno: Masarykova univerzita, Filozofická fakulta, Ústav české literatury a knihovnictví, 2006. 62 s.
Vedoucí diplomové práce PhDr. Michal Lorenz.

Anotace

Diplomová práce pojednává o možnostech šíření a uchování informace ve vesmíru. Dotýká se především nejdůležitějších a nejzajímavějších přirozených a antropogenních nosičů informací schopných překonávat nesmírné vzdálenosti. Text přináší detailní vzhled na elektromagnetické vlnění, poodhaluje roušku reliktního záření jako nosiče nejstarší známé informace ve vesmíru, nahlíží do hypotetického světa gravitačních vln, infonů a naznačuje také jakým způsobem dokázala naše civilizace infikovat své okolí antropogenní informací, a to jak prostřednictvím elektromagnetického vlnění, tak i prostřednictvím makroskopických nosičů. Nechybí ani úvahy o podstatě informace.

Annotation

This diploma thesis discusses problems of the broadcast of information and the information storage in the Universe. The thesis deals in particular with the most important and most interesting natural and anthropogenic carriers of information capable to transmit across vast distances. We describe in detail the electromagnetic radiation, the cosmic microwave background radiation (which carries the oldest known information in the Universe). We mention a hypothetic world of gravitational waves, infons and the capability of our civilisation to fill the surroundings by anthropogenic information (represented by electromagnetic radiation and by macroscopic carriers too). Last but not least, the thesis contains an essay about the fundamental of information.

Klíčová slova

Informace, informační fyzika, entropie, elektromagnetické vlnění, reliktní záření, gravitační vlny, infony, velký třesk, evoluce, horizont událostí, extropiánství.

Keywords

Information, information physics, entropy, electromagnetic waves, relict radiation, gravitational waves, infon, Big Bang, evolution, event horizont, extropy.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci zpracoval samostatně a použil jen uvedené prameny a literaturu. Současně dávám svolení k tomu, aby tato diplomová práce byla umístěna v Ústřední knihovně FF MU a používána ke studijním účelům.

Brně dne 24. dubna 2006

Martin Lehký

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu práce PhDr. Michalu Lorenzovi za cenné připomínky a rady k obsahu práce a za jistou shovívavost k mé osobě. Dále bych rád vyjádřil svůj vděk astronomu a skvělému člověku Mgr. Miroslavu Brožovi za přínosné kritické a konstruktivní poznámky k odborné stránce práce a přítelkyni Míše Kreuzové za pomocnou ruku při hledání gramatických nesrovnalostí a ...

011011100110010101111010011011010110010101110010011011100110010100100000011000110110
100101110100011011110111011001100101001000000111000001101111011001000111000001101111
011100100111100100101110001000000100001001100101011110100010000001101010011001010110
101001101001001000000110110001100001011100110110101101111001001000000110001001111001
01100011011010000010000001110100011011110010000001110100110001101100101011011000110
000100100000011101010111001001100011011010010111010001100101001000000110111001100101
0111101001110110011011000110000101100100011011000010110000100000001101110011001010110
001001101111011101000010000001101010011001010010000001110011011101100110010101110100
011011000110010101101101001000000110110101100101011010000110111100100000011110100110
100101110110011011110111010001100001001011000010000001101101011011110111010001101001
011101100110000101100011011010010010000001100001001000000111011001111001011010000110
110001101001011001000110101101101111011101010010000001101110011000010010000001110011
011101000110000101110011011101000110111001100101001000000111101001101001011101000111
001001101011011110010010111000100000010100000110111101100100011001010110101101101111
011101100110000101101110011010010010000001110011011000010110110101101111011110100111
001001100101011010100110110101100101001000000111000001100001011101000111001001101001
001000000110100100100000011011100110010101101010011011010110100101101100011001010110
101001110011011010010010000001110011011100000110111101101100011101010111101001100001
011000110110001101100101001000000100101001100001011011100110100101100011011000110110
010100100000010000010110001001101001011001110110010101101001011011000010000001000100
011011110110110001100101011110100110000101101100011011110111011001100101001011000010
000001000100011011110110001001110010011001010010000001100011011000010110101001101111
011101100110111001100101001011000010000001101101011011110110010001110010011001010110
110101110101001000000110100001110010011011100110100101100011011010110111010100100000
011000010010000001110110001000000110111001100101011100000110111101110011011011000110
010101100100011011100110100100100000011100100110000101100100011001010010000001101001
001000000110100001110110011001010111101001100100011011100110010101101101011101010010
000001101110011001010110001001101001001000000110111001100001011001000010000001101000
011011000110000101110110011011110111010100101110

Přeloženo pomocí aplikace:

Binary it's digitalicious [online]. [cit. 2006-04-15]. <<http://nickciske.com/tools/binary.php>>.

Obsah

| | |
|--|-----------|
| ÚVOD..... | 6 |
| 1.ŠÍŘENÍ A UCHOVÁNÍ INFORMACE VE VESMÍRU..... | 9 |
| 1.1ELEKTROMAGNETICKÉ VLNĚNÍ..... | 11 |
| 1.1.1Elektromagnetické vlnění jako nosič informace..... | 11 |
| 1.1.2Reliktní záření..... | 21 |
| 1.1.3Elektromagnetické vlnění jako nosič antropické informace..... | 26 |
| 1.2GRAVITAČNÍ VLNY..... | 33 |
| 1.3INFONY..... | 37 |
| 1.4MAKROSKOPICKÉ NOSIČE INFORMACE VE VESMÍRU..... | 40 |
| 1.4.1Makroskopické nosiče antropické informace ve vesmíru..... | 42 |
| 2.INFORMACE A EVOLUCE VESMÍRU..... | 44 |
| ZÁVĚR..... | 55 |
| POUŽITÁ LITERATURA..... | 56 |

Úvod

Jak napovídá téma diplomové práce budou následující stránky věnovány možnostem šíření a uchování informace ve vesmíru. Cílem není žádné převratné odhalení, ani výzkum, ale jedná se o shrnutí základních poznatků a uvedení do souvislostí, doplněné o vlastní názory a poznámky. Některé pasáže jsou detailně rozebrané, jiné jen stručně okomentované, z důvodu nesmírného rozsahu popisované problematiky a prostorového omezení. Místy se může zdát, že zabíhám příliš do detailů, ale podle mého názoru je to nezbytné pro pochopení souvislostí. Snažil jsem se na malý prostor vtěsnat maximum informací a vytvořit vyváženou přehledovou práci, která by byla schopna poskytnout co nejkomplexnější a nejužitečnější základ budoucím badatelům zabývajících se postavením informace ve vesmíru. Zda se mi to povedlo či nikoli ponechám na vašem posouzení.

Než se vrhneme do víru vesmíru připomeňme si co je to vlastně informace.

Informace je v současnosti velice frekventovaným pojmem, ale jen málokdo si uvědomuje jeho význam a podstatu. Používáme jej s obrovskou samozřejmostí. Žijeme v informační společnosti, kdy na nás útočí v nezměrné míře informace ze všech stran, informace se stala klíčem k úspěchu v životě, klíčem k poznání světa a v neposlední řadě se pomocí informací snažíme predikovat další vývoj vesmíru, jehož jsme nedělitelnou součástí.

Co je informace? Na snadnou otázku neexistuje snadná odpověď.

Za poměrně zdařilou definici pojmu informace lze považovat záznam v České terminologické databázi knihovnictví a informační vědy (TDKIV) od Zdeňka Jonáka: „*V nejobecnějším slova smyslu se informací chápe jako údaj o reálném prostředí, o jeho stavu a procesech v něm probíhajících. Informace snižuje nebo odstraňuje neurčitost systému (např. příjemce Informace); množství Informace je dáno rozdílem mezi stavem neurčitosti systému (entropie), kterou měl systém před přijetím a stavem neurčitosti, která se přijetím odstranila. V tomto smyslu může být Informace považována jak za*

vlastnost organizované hmoty vyjadřující její hloubkovou strukturu (varietu), tak za produkt poznání fixovaný ve znakové podobě v informačních nosičích. V informační vědě a knihovnictví se informací rozumí především sdělení, komunikovatelný poznatek, který má význam pro příjemce nebo údaj usnadňující volbu mezi alternativními rozhodovacími možnostmi. Významné pro informační vědu je také pojetí Informace jako psychofyziologického jevu a procesu, tedy jako součásti lidského vědomí (např. N. Wiener definuje informaci jako „obsah toho, co se vymění s vnějším světem, když se mu přizpůsobujeme a působíme na něj svým přizpůsobováním“). V exaktní vědě se např. za informaci považuje sdělení, které vyhovuje přísným kriteriím logiky či příslušné vědy. V ekonomické vědě se informací rozumí sdělení, jehož výsledkem může být zisk nebo užitek. V oblasti výpočetní techniky se za informaci považuje kvantitativní vyjádření obsahu zprávy. Za jednotku informace se ve výpočetní technice považuje rozhodnutí mezi dvěma alternativami (0, 1) a vyjadřuje se jednotkou nazvanou bit.“¹

Podle současné informační fyziky existuje informace sama o sobě, nepotřebuje být vnímána ani chápána a je tedy zcela nezávislá na člověku. Přesto se domnívám, že zde existuje velice úzký vztah. Vesmír je plný potencionálních informací, které se stávají skutečnými informacemi teprve v lidských smyslech. Pozorováním a ustavičným výzkumem svého okolí získáváme informace, střípky velké mozaiky poznání, které nám pomáhají rekonstruovat vlastnosti, stavy a děje vesmíru napříč jeho vývojem od Velkého třesku až k výhledům do vzdálené budoucnosti prostřednictvím kosmologických modelů. Zároveň informaci považuji za ryze abstraktní, informace nemůže existovat bez hmotného a energetického nosiče, hostitele. Její životnost tedy není neomezená, může definitivně a nenávratně zaniknout.

Vesmír je plný *potencionálních informací* čekajících na naše pochopení ...

¹ JONÁK, Zdeněk. KTD - Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV): Informace [online]. [cit. 2005-12-15]. <http://sigma.nkp.cz/F/SEPFR6532C1PHX3XVMLGR7LPTXM7EGXILYKFFH6VSY36CBP8X3-15142?func=full-set-set&set_number=020179&set_entry=000016&format=999>.

Obsahuje však i *antropickou informaci*, rozličné artefakty existence naší civilizace. Produkty kulturní evoluce fixované v hmotných a energetických nosičích. Produkty představující přidanou informační hodnotu a zvyšující organizovanost daného systému. S antropickou informací se logicky setkáváme převážně v kolébce civilizace, tedy na Zemi, ale relativně v nedávné době pronikla náhodně i záměrně do kosmického prostoru, a to prostřednictvím elektromagnetického vlnění a makroskopických nosičů.

1. Šíření a uchování informace ve vesmíru

Mezi informací a mírou uspořádanosti existuje úzká souvislost. Pokud do systému přidáme informaci, snížíme jeho entropii, a systém se stává organizovanějším. Pokud si uvědomíme tuto elementární skutečnost, je zřejmé, že jisté množství a druh informace je obsažen v každé známé části vesmíru, kvarky a leptony počínaje, přes atomy, sloučeniny, planety, hvězdy, galaxie a komplexní strukturou vesmíru konče. Informace je prostě všude kolem nás.

Jelikož vesmír není statický, není ani statické informace. Spolu s dynamikou světa je i informace v neustálém pohybu. Šíří se vesmírem jak prostorově, tak časově. Bez nadsázky lze parafrázovat známé přísloví: „Dvakrát do stejné informace nevstoupíš.“

Uchováním informace ve vesmíru rozumíme její šíření po časové ose, z minulosti do budoucnosti. Délka překonaného období je pak mírou odolnosti média (hmotného nosiče a energie) vůči narůstající entropii. Konkrétní informace může mít rozličnou životnost. Zlomky sekundy při problesknutí lidskou myslí, napsaná na pláži v písku několik sekund než jí smaže mořská vlna, pět let uložená na magnetickém kotoučku diskety, třicet let na vypáleném CDéčku, více než sto let na fotografické emulzi, mnoho staletí v papírové knize, tisíciletí v hieroglyfech vytesaných do kamene, desetitisíce let v jeskynních malbách, milióny let ve fosilních sedimentech a při dostatečném výkonu miliardy let v elektromagnetickém vlnění. Zaznamenání a uchování jedinečné konkrétní informace může být skutečně různorodé a uvedený výčet si v žádném případě nemůže ani v nejmenším činit nárok na úplnost.

Zvláštní pozornosti si při úvahách o možnostech dlouhodobého uchování informace ve vesmíru zasluhuje *černá díra*. Lokálně zhroucený prostoročas, povoláný k existenci gravitačním kolapsem velmi hmotné hvězdy na sklonku života, kdy smršťování pokračovalo pod *Schwarzschildův poloměr* a dospělo až do *singularity*. Zmíněný poloměr vymezuje sférickou oblast kolem hvězdného pozůstatku je v podstatě *horizontem událostí* černé díry. Důvodem je skutečnost, že úniková rychlost na této gravitační hranici je rovná rychlosti

světla. Znamená to tedy, že ani fotony elektromagnetického vlnění nemají po překročení horizontu událostí šanci uniknout a přinést vnějšímu pozorovateli jakoukoli informaci. Singularita je chráněna přísnou kosmickou cenzurou a zahalena rouškou tajemství. Ochrana osobních údajů však není zcela dokonalá. Existuje totiž možnost jak nahlédnout do jídelníčku obludné singularity – prostřednictvím otisků uchovaných v těsné blízkosti horizontu událostí. Otisků? Ano, když se do gravitačního područí černé díry dostane libovolné hmotné těleso je neúprosně přitahováno směrem k singularitě, překročí horizont událostí a za narůstající gravitací nad všechny meze je nakonec roztrháno slapovými silami na základní stavební kameny hmoty. Ovšem pro vnějšího pozorovatel vypadá celá událost odlišně. Uvidí jak se těleso přibližuje k černé díře, ale v blízkosti horizontu událostí se jeho pohyb zpomalí až nakonec zdánlivě zamrzne. Přibližování sice bude stále pokračovat a horizontu událostí dosáhne v konečném čase, ale ten bude delší než sama existence černé díry. Těleso, které prolétlo horizontem událostí a již dávno neexistuje zanechá jakousi fotonovou stopu, která bude nezávislým vnějším pozorovatelům zprostředkovávat informace o dějích minulých. Během věků se bude jen měnit vlnová délka fotonů, směrem k červené oblasti, z viditelného záření, přes infračervené až do rádiové oblasti, v přímé závislosti se stále se menšící vzdálenosti od horizontu událostí. Extrémně stará stopa, při dosažení horizontu, se bude projevovat fotony s vlnovou délkou protaženou do nekonečna, což prakticky znamená její zánik. Je tedy pravděpodobné, že přímo z horizontu nelze získat žádné informace. Pouze oblast v těsné blízkosti horizontu událostí se zdá být poměrně slušným dlouhodobým úložištěm informací s možností časového určení vložení informace – teoreticky bychom mohli černou díru pokládat za jistý specifický druh vesmírné mediatéky. Otázkou ovšem zůstává možnost přístupu k potencionálním informacím. Jsou fotonové stopy přístupné „veřejně“, pro kohokoli, nebo jen pro očitého svědka proběhlé události? Budou jednotlivé stopy od sebe odlišitelné? Nečeká na vnějšího pozorovatele jen nepřeborná směs rádiových fotonů? Osobně se domnívám, že by popsané dlouhodobé úložiště informací mohlo fungovat. Jedná se však zatím o pouhou spekulaci, myšlenku, kterou mohou potvrdit či vyvrátit budoucí výzkumy a vědecké úvahy.

Z obrovského množství dějů a stavů, které by se mohly stát předmětem této práce, se budeme zabírat především popisem a možnostmi nejdůležitějších a nejzajímavějších přirozených a antropogenních nosičů informací schopných překonávat nesmírné vzdálenosti. V následujících kapitolách si tak přiblížíme elektromagnetické vlnění, detailněji poodhalíme roušku reliktního záření jako nosiče dosud nejstarší známé informace ve vesmíru, nahlédneme do hypotetického světa gravitačních vln, infonů a během této pouti si ukážeme jakým způsobem dokázala naše civilizace infikovat své okolí antropogenní informací, jak prostřednictvím elektromagnetického vlnění, tak prostřednictvím makroskopických nosičů.

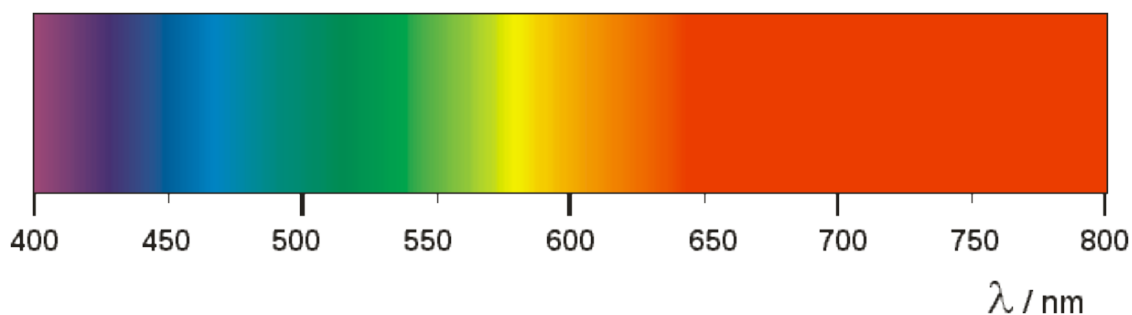
1.1 *Elektromagnetické vlnění*

1.1.1 Elektromagnetické vlnění jako nosič informace

Po staletí utvářený obraz světa, sestavený z mozaiky poznání nejbližšího okolí, planetárního systému a nesmírného hvězdného vesmíru, je bez nadsázky obrazem elektromagnetického světa. Naše znalosti a představy o vesmíru jsou totiž výhradně spjaté s jediným významným zdrojem informací – a tím je elektromagnetické vlnění. Kvanta záření nám zprostředkovávají pohled na fantastické objekty a děje v rozpínajícím se časoprostoru – organizované struktury, kterou nazýváme vesmírem. Pravda, existuje ještě několik odlišných možností k získání informací, ale ve srovnání s elektromagnetickým vlněním jsou zanedbatelné. Za všechny zde jmenujme neutrina (elementární částice, lepton – vzniká při jaderné fúzi ve hvězdách, při interakci kosmického záření s molekulami zemské atmosféry, atd.) a vysokoenergetické částice kosmického záření (elektrony, pozitrony, protony). Nesmíme však zapomínat ani na přímý výzkum prostřednictvím makroskopických nosičů informace. V součtu se však opravdu jedná o nepatrný příspěvek k našemu poznání a elektromagnetické vlnění stále dominuje v přísunu informací.

Fylogenezí byl člověku dán poměrně důmyslný detektor sloužící k orientaci a pozorování svého okolí. Oči, umožňující stereoskopické barevné vnímání,

schopné snést značný rozsah intenzity záření, zaznamenat záblesky trvající zlomky sekund, citlivé v poměrně úzkém spektrálním rozsahu, zhruba od 380 do 750 nm. Viditelné světlo od fialové, modré, zelené, žluté, oranžové až po červenou barvu. Proč právě tento rozsah? Elektromagnetické záření s menší vlnovou délkou, ultrafialové, rentgenové a gama záření má vysokou energii a je pro život smrtelně nebezpečné, naštěstí jej víceméně filtruje atmosféra (např. ultrafialové záření je zadržováno ozonovou vrstvou) a umožňuje tak existenci biosféry. Naopak vlny s větší vlnovou délkou, infračervené a mikrovlnné záření jsou pro nás tepelným zářením. Rádiové vlny vzhledem k našim rozměrům také nepřicházejí v úvahu. Evoluce tedy jednoznačně šla k dnešnímu výsledku.



Obr. 1. Spektrum viditelného světla.²

Po milióny let bylo naše poznání založeno pouze na viditelném záření. Obrovský zlom nastal až s rozvojem technologií a pozorovací techniky v 19. a 20. století, kdy se podařilo otevřít rádiové, infračervené (IR), ultrafialové (UV), rentgenové (X Ray) a gama (Gamma Ray) okno do vesmíru. Každá extenze lidských smyslů znamenala narušení kontinuity vědeckého poznávání a změnu paradigmatu – nového vidění světa a vztahů.

² *Laboratorní průvodce: Spektrum* [online]. [cit. 2006-02-25]. <<http://www.labo.cz/mft/img/spektrum.gif>>.

Významné milníky si nyní chronologicky přiblížíme:

IR

1856 – Charles Piazzi Smyth (3.1.1819 – 21.2.1900)³
zachycení infračerveného záření Měsíce⁴

Rádiové

1931 – Karl Guthe Jansky (22.10.1905 – 14.2.1950)⁵
identifikace rádiového záření středu Galaxie

UV a X Ray

50. až 60. léta – v souladu s vývojem pozorovacích přístrojů a metod pro
výzkum ve vysoké atmosféře a vývojem raketové techniky

Gamma Ray

1961 – družice Explorer 11 (1961-013A v₁) vypuštěná 27.4.1961 ve 14h 16m
UT (UT = Universal Time = světový čas) ze základny Easter Test
Range raketou Juno 2, nesla na palubě gama teleskop (pro vysoké
energie nad 50 MeV) – začátek éry gama astronomie⁶

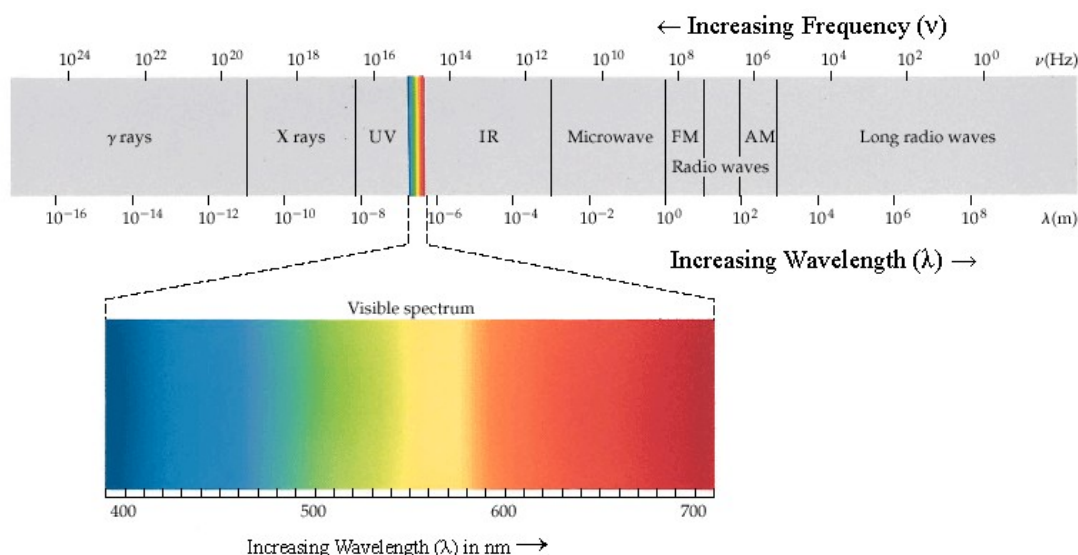
Každé otevření nového elektromagnetického okna znamenalo významný
pokrok a přísun nových dosud netušených poznatků. O jak významnou extenzi
se jednalo lze pochopit z následujícího obrázku a přehledné tabulky.

³ *Wikipedia: Charles Piazzi Smyth* [online]. [cit. 2006-02-25].
<http://en.wikipedia.org/wiki/Charles_Piazzi_Smyth>.

⁴ *EU SpaceRef: Space infrared astronomy comes of age* [online]. 16 Apr 2003 [cit. 2006-02-25].
<<http://eu.spaceref.com/news/viewpr.html?pid=11290>>.

⁵ *Karl Guthe Jansky* [online]. [cit. 2006-02-25]. <<http://www.converter.cz/fyzici/jansky.htm>>.

⁶ *1961-013A - Explorer 11* [online]. [cit. 2006-02-25]. <<http://www.lib.cas.cz/www/space.40/1961/013A.HTM>>.



Obr. 2. Elektromagnetické spektrum.⁷

| český název | frekvence | vlnová délka | anglické označení |
|-------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| extrémně dlouhé vlny | 0,3 - 3 kHz | $10^3 - 10^2$ km | Extremely Low Frequency (ELF) |
| velmi dlouhé vlny | 3 - 30 kHz | $10^2 - 10$ km | Very Low Frequency (VLF) |
| dlouhé vlny (DV) | 30 - 300 kHz | 10 - 1 km | Low Frequency (LF) |
| střední vlny (SV) | 0,3 - 3 MHz | 1 - 0,1 km | Medium Frequency (MF) |
| krátké vlny (KV) | 3 - 30 MHz | 100 - 10 m | High Frequency (HF) |
| velmi krátké vlny (VKV) | 30 - 300 MHz | 10 - 1 m | Very High Frequency (VHF) |
| ultra krátké vlny (UKV) | 0,3 - 3 GHz | 1 - 0,1 m | Ultra High Frequency (UHF) |
| mikrovlny | 3 - 30 GHz | 100 - 10 mm | Super High Frequency (SHF) |
| mikrovlny | 30 - 300 GHz | 10 - 1 mm | Extremely High Frequency (EHF) |
| infračervené záření | $10^{10} - 10^{14}$ Hz | 1 mm - 1 m | Infra Red (IR) |
| viditelné záření | 10^{14} Hz | 400 - 900 nm | Visible (VIS) |
| ultrafialové záření | $10^{14} - 10^{16}$ Hz | 400 - 10 nm | Ultra Violet (UV) |
| rentgenové záření | $10^{16} - 10^{19}$ Hz | 10 - 0,1 nm | X-Rays |
| gama záření | $10^{19} - 10^{24}$ Hz | $10^{-10} - 10^{-14}$ m | Gamma Rays |

Tab. 1. Elektromagnetické spektrum v číslech.⁸

⁷ *Elektromagnetické spektrum* [online]. [cit. 2006-02-26].
http://colossus.chem.umass.edu/genchem/whelan/class_images/Electromagnetic_Spectrum.gif.

⁸ *Laboratorní průvodce: Elektromagnetické spektrum* [online]. [cit. 2006-02-26].
http://www.labo.cz/mft/rad_pasma.htm.

Již pouhý pohled na oblohu okem dává představu o uspořádání a tvaru pozorovaných objektů. Můžeme zaznamenávat rozložení a zářivost hmoty v mlhovinách či galaxiích, pozorovat dvojhvězdy a vícenásobné systémy, kreslit povrchy planet, chvosty komet, sledovat změny na časové škále, studovat sluneční činnost prostřednictvím skvrn, ...

Elektromagnetické vlnění však s sebou přináší mnohem více důležitých informací. Jejich pestrost demonstrují následující základní oblasti výzkumu vesmíru: fotometrie, astrometrie a spektroskopie.

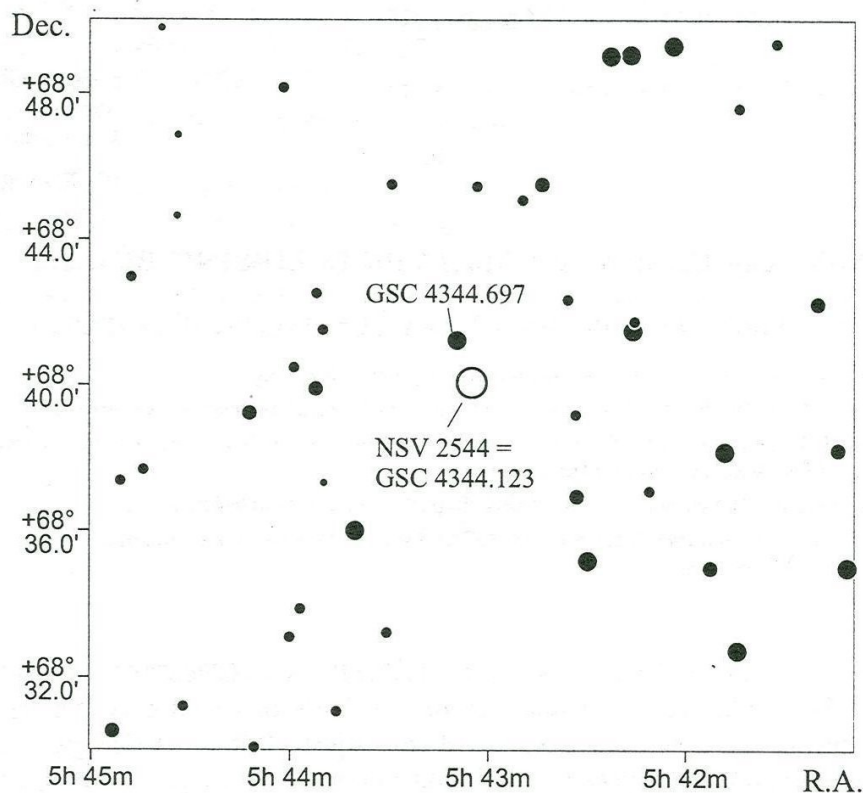
HVĚZDNÁ VELIKOST (fotometrie)

Fotometrií rozumíme zjištění hustoty světelného toku přicházejícího od zdroje elektromagnetického vlnění. Podrobnější definice by mohla znít následovně: pomocí fotometrie můžeme změřit množství energie vztažené na jednotku plochy za určitý čas a specifikované frekvenci. Jednotkou je lumen na čtverečný metr. Při studování vesmíru se však pro vyjádření jasnosti používají odvozené veličiny. Pro radiovou a infračervenou oblast spektra se používá jednotka hustoty toku *Jansky* (Jy), pro oblast viditelného světla a těsně přilehlé frekvence se používá známá odvozená logaritmická veličina – hvězdná velikost světelného zdroje *Magnituda* (m), a pro vyjádření intenzity vysokofrekvenčního záření se převážně používá energie (eV, MeV, GeV atd.).

Ve viditelné oblasti rozlišujeme podle použitého detektoru elektromagnetického vlnění fotometrii, vizuální (oko, m), fotografickou (fotografická emulze – chemický proces, m), fotoelektrickou (fotonásobič – převádějící zaznamenané záření na elektrický proud, který lze zesilovat) a CCD (Charge Coupled Device – chlazený čip má plochu rozčleněnou až na desetitisíce jednotlivých pixelů. Po dopadu záření na pixel je uvolněn elektron, náboj se kumuluje po dobu expozice, při vyčítání je převeden do digitální podoby, například do grafického formátu FITS, se kterým se následovně pracuje v rozličných redukčních programech). CCD prvek je v současnosti nejrozšířenějším detektorem. Velmi často se používá ve spojení se standardními filtry – barevná či spektrální

fotometrie. Filtry jsou v oborech UBVR⁹, s maximem citlivosti pro U (365 nm), B (440 nm), V (550 nm), R (700 nm) a I (900 nm). Podle vztahu dále fotometrii členíme na relativní fotometrii (porovnání o kolik je daný objekt slabší či jasnější vůči zvolené srovnávací hvězdě) a absolutní fotometrii (jasnost je navázána na standardní fotometrické pole, nejčastěji SA z Landoltova atlasu¹⁰).

Co vše se dá zjistit z relativní fotometrie si ukážeme na názorném příkladu. Na počátku roku 2001 jsem se zapojil do pozorovací kampaně týkající se poměrně málo prozkoumané zákrytové proměnné hvězdy NSV 2544 Cam. Spolu s dalšími pozorovateli jsem tak pomocí CCD fotometrie (ve filtru V) sledoval po několik nocí hvězdné okolí této neobyčejné hvězdy.

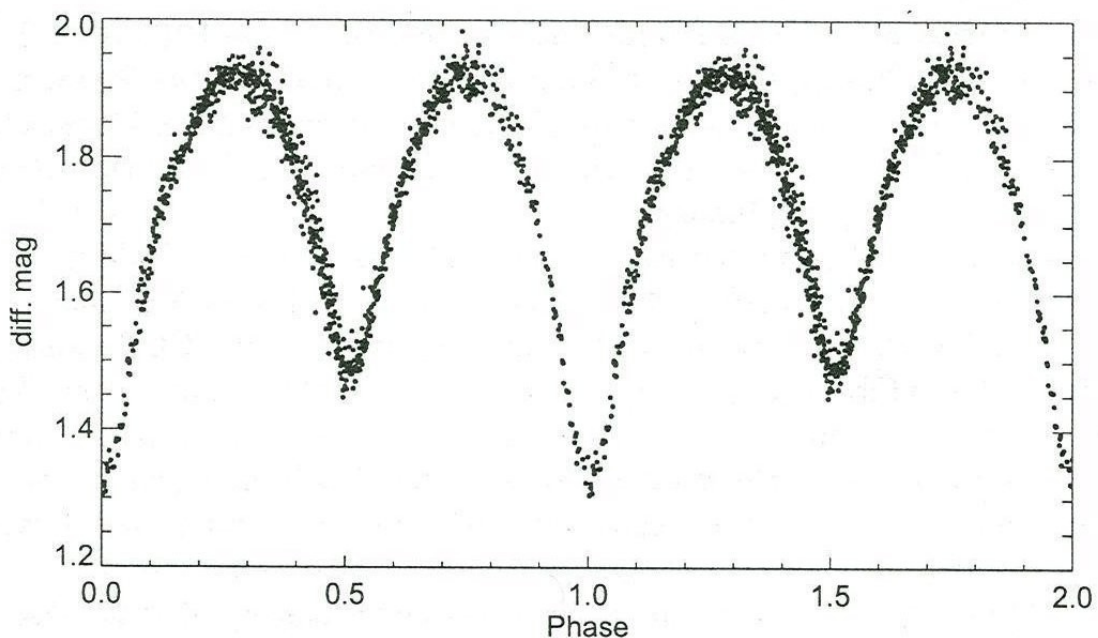


Obr. 3. Hvězdné okolí proměnné hvězdy NSV 2544 Cam (GCS 4344.00123) s vyznačenou srovnávací standardní hvězdou GSC 4344.00697.

⁹ *UBVRI Filter Curves* [online]. [cit. 2006-02-28]. <<http://www.sbig.com/sbwhtmls/ubvri.htm>>.

¹⁰ LANDOLT, A. U. UBVR photometric standard stars in the magnitude range 11.5-16.0 around the celestial equator. *Astronomical Journal*, July 1992, vol. 104, no. 1, p. 340-371, 436-491. ISSN 0004-6256. <http://adsbit.harvard.edu/cgi-bin/nph-iarticle_query?1992AJ%2E%2E%2E%2E104%2E%2E340L>.

Za celé období se podařilo získat stovky CCD snímků pokrývajících značně dlouhý časový interval. Redukcí jednotlivých záběrů byla změřena relativní jasnost všech objektů v zorném poli. Následné porovnání jasností hvězd NSV 2544 Cam a GSC 4344.00697 přineslo odhalení předpokládané proměnnosti první z nich. Byla zjištěna periodická změna hustoty světelného toku přicházejícího od hvězdy NSV 2544 Cam. Složením fragmentů světelné křivky, pořizovaných během jednotlivých nocí, se podařilo sestavit fázovou světelnou křivku, obsahující primární minimum s hloubkou 0,63 mag. a sekundární minimum 0,44 mag.



Obr. 4. Fázová světelná křivka proměnné hvězdy NSV 2544 Cam.

Přesné okamžiky minim dovolily určit orbitální periodu, obě složky v čase pozorování obíhaly kolem sebe za $0,4341474 \pm 0,0000043$ dne. Následné modelování v programu Nightfall odhalilo, že soustava hvězd je skloněna pod úhlem $i = 74 \pm 0,2$ obloukového stupně, a že faktor vyplnění je $1,06 \pm 0,02$, což potvrzuje příslušnost k dotykové dvojhvězdě typu W UMa.¹¹

¹¹ PEJCHA, O., LEHKÝ, M., SOBOTKA, P., et al. NSV 2544 Cam: a W UMa Type Eclipsing Binary. *Information Bulletin on Variable Stars*, 3 July 2001, no. 5132. ISSN 1587-2440. <http://www.konkoly.hu/cgi-bin/IBVS?5132>.

POLOHA (astrometrie)

Astrometrie se zabývá určením přesné polohy zdroje elektromagnetického vlnění na nebeské sféře. Metody a systém nebeských souřadnic byl během staletí mnohokrát měněn a zpřesňován. V dnešní době se astrometrie opírá o referenční hvězdné katalogy jako *GSC*¹² nebo přesnější *USNO*¹³.

Poloha na obloze je nejčastěji definována dvojicí na sebe kolmých souřadnic. Rovnoběžně s rovníkem je *rektascenze* (α) – jednotka: hodina, minuta, sekunda (počátek 0^h souhlasí s jarním bodem) a rovnoběžně s poledníky je *deklinace* (δ) – jednotka: stupeň, oblouková minuta a vteřina (na rovníku je deklinace rovná nule, směrem na sever nabývá kladných a směrem na jih záporných hodnot). Souřadnice jsou vždy vztaženy k časovému období, v současnosti platí *ekvinokcium 2000.0* (minulé standardní bylo 1950.0).

Ukázka astrometrické činnosti, malých těles Sluneční soustavy, je k nahlédnutí na mé osobní stránce *Astrometry of comets and minor planets*¹⁴, kde je prezentována činnost MPC stanic 048 Hradec Králové a 616 Brno. CCD astrometrií komet se zabývám od roku 2002 a ač je celý výzkumný projekt založen čistě na amatérské bázi, daří se v této úzké oblasti prosperovat na předních místech mezi světovými observatořemi. Za uplynulé období byly sledovány desítky komet a tisíce přesných pozic se staly užitečným podkladem pro výpočty drah. Koordinátorem světové astrometrické sítě je MPC¹⁵ (Minor Planet Center) v Cambridge, USA, kam všechny aktivní stanice posílají získané informace o aktuální poloze objektů v čase (s přesností na desetiny obloukové vteřiny). Centrála se stará i o jejich následnou publikaci v cirkuláři.

SLOŽENÍ (spektroskopie)

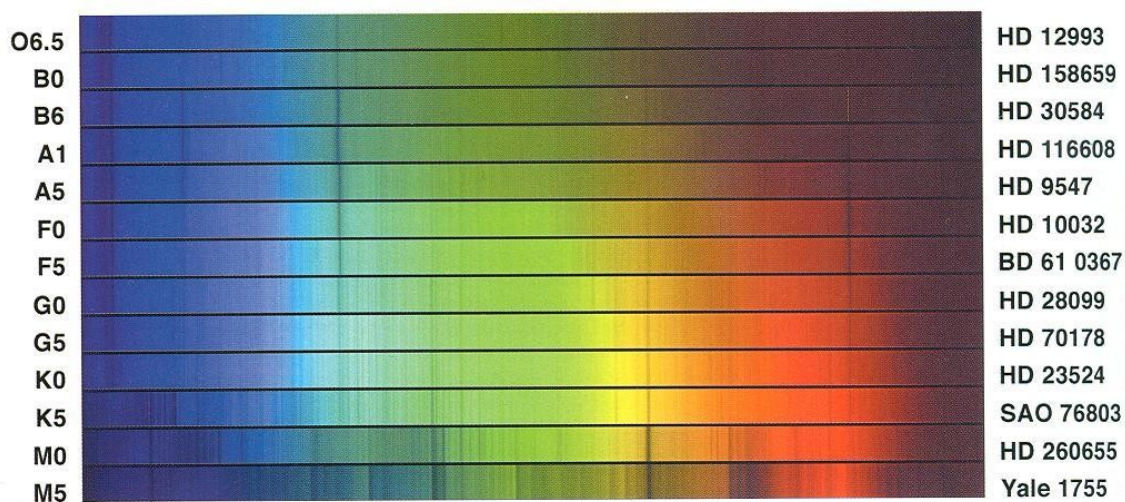
¹² *Guide Star Catalogue* [online]. [cit. 2006-02-28]. <<http://www-gsss.stsci.edu/gsc/GSHome.htm>>.

¹³ *USNO-SA 2.0 Astrometric Reference Catalog* [online]. [cit. 2006-02-28]. <<http://tdc-www.harvard.edu/catalogs/usnosa2.html>>.

¹⁴ LEHKÝ, M. *Astrometry of comets and minor planets* [online]. since 11th May 2003 [cit. 2006-03-04]. <<http://astro.sci.muni.cz/lehky/astrometry.html>>.

¹⁵ *IAU: Minor Planet Center* [online]. [cit. 2006-03-04]. <<http://cfa-www.harvard.edu/iau/mpc.html>>.

Spektroskopie rozložením světla a analýzou jednotlivých spektrálních čar přináší vhled do chemického složení sledovaného objektu. Každý chemický prvek nebo molekula pohlcuje a vyzařuje kvanta elektromagnetického vlnění na specifické vlnové délce, nebo soustavě vlnových délek. Spektrální čáry jsou otiskem prstu jejich přítomnosti. Z periodického posunu a proměnlivosti spektrálních čar můžeme soudit na přítomnost těsného hvězdného průvodce, v takovém případě mluvíme o tzv. spektroskopické dvojhvězdě. Pokud je posun stálý a všechny čáry jsou posunuty směrem do modré oblasti, znamená to, že se hvězda či soustava k nám přibližuje, naopak posun do červené oblasti spektra, tzv. rudý posuv, značí, že se od nás vzdaluje. Ze spektra se dá dále vyčíst rychlost rotace, hmotnost, přítomnost magnetického pole atd. Spektroskopie je jedním z nejdůležitějších zdrojů informací.



Obr. 5. Spektrální klasifikace hvězd – podle přítomnosti a intenzity čar.

Elektromagnetické vlnění překonává nesmírné vzdálenosti a na své pouti anizotropním, nehomogenním časoprostorem, může být ovlivněno mnoha faktory. Původní informační obsah vlnění je tak doplněn či modifikován informací o okolním prostředí.

Mezi nejzajímavější patří bezesporu pozoruhodný efekt *gravitační čočky*, odkrývající dosud nepoznané a současnými prostředky ani jinak nepoznatelné. Ohyb elektromagnetického vlnění při průchodu gravitačním polem předpověděl

již Albert Einstein v obecné teorii relativity. Tedy ve skutečnosti nejde o přímo ohyb, ale jen o zdánlivou deformaci. Vlnění se totiž šíří přímočaře a ohnutí je pouze důsledkem zakřivení časoprostoru v okolí hmotného tělesa. Míra ohybu vlnění je pak úměrná velikosti časoprostorového zakřivení. Pro lepší pochopení je možná na místě jedno zjednodušené přirovnání. Představme si časoprostor jako tenkou gumovou plochu, na kterou položíme například kilogramové závaží a vedle dvacetikilogramové závaží. Pružná plocha se pod vahou obou těles prohne a vytvoří důlky o různé hloubce v závislosti na hmotnosti. Pokud vyšleme svazek elektromagnetického vlnění těsně kolem závaží, bude kopírovat zakřivení plochy, vnoří se do důlku a posléze opět vynoří. Poletí tedy stále přímo, po delší, ale energeticky nenáročné dráze. Podle obecné teorie relativity je vlnění ovlivňováno v každém gravitačním poli, na míru měřitelnosti se však odchylka dostane až v blízkosti významně hmotného tělesa. Pro ověření předpovědi byl vybrán nejbližší masivní objekt, hvězda zvaná Slunce. Teoretická předpověď udávala, že by se světlo od vzdálených hvězd mělo v blízkosti slunečního kotouče odchylovat o úhel asi 1,75 obloukové vteřiny. Ale jak sledovat hvězdy ve dne? Jedinou možností té doby byla výprava za vzácným úkazem – úplným zatměním Slunce. V roce 1919 uspořádal Arthur Stanley Eddington (28.12.1882 – 22.11.1944)¹⁶ expedici do západní Afriky na ostrov Principe Island. Během krátkého úkazu se podařilo naexponovat šestnáct desek, ale vzhledem k nepřízní počasí (oblačnosti) byl použitelný jen zlomek. Nicméně se mu přesto podařilo zmíněnou odchylku napozorovat a vrátil se s výsledky podporujícími obecnou teorii relativity. Ovšem pozdější revize snímků ukázaly, že změřená odchylka je menší než chyby měření. Je tedy otázkou, zda při znalosti hledaného posunu hvězd nebylo přání otcem myšlenky. Důležité ovšem je, že následující experimenty na mnohonásobně přesnější úrovni přinesly souhlasné výsledky a ohyb elektromagnetického vlnění v gravitačním poli byl jednoznačně potvrzen. Další jevy a efekty popsal Albert Einstein v krátké práci „Lens-Like Action of a Star by the Deviation of Light in the Gravitational Field“ z roku 1936.¹⁷ První skutečná gravitační čočka

¹⁶ *Arthur Stanley Eddington* [online]. University of St Andrews, Scotland. JOC/EFR, October 2003 [cit. 2006-03-04]. <<http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Mathematicians/Eddington.html>>.

¹⁷ EINSTEIN, Albert. Lens-Like Action of a Star by the Deviation of Light in the Gravitational Field. *Science*, New Series, vol. 84, no. 2188 (Dec. 4, 1936), p. 506-507.

byla nalezena až o mnoho desetiletí později. V roce 1979 objevili astronomové Dennis Walsh (12.6.1933 – 1.6.2005)¹⁸, Bob Carswell¹⁹ a Ray Weymann²⁰ pomocí 2,1-m teleskopu na Kitt Peaku dvojitý kvasar, který dostal označení QSO 0957+561 A & B.²¹ Objekty vzdálené zdánlivě 5,7 obloukových vteřin, se stejným rudým posuvem $z = 1,41$ a téměř identickým spektrem jsou jen dvojicí obrazů jednoho objektu. Jako gravitační čočka zde zřejmě působí obří eliptická galaxie, nacházející se 0,8 obloukových vteřin od obrazu B, s rudým posuvem asi $z = 0,4$.²² Dalším významným milníkem byl objev tzv. Einsteinova prstence, vzácného projevu gravitační čočky, prstence, který vzniká za předpokladu, že je vzdálený objekt v přesném zákrytu za hmotným čočkujícím objektem. Možná existence prstence byla poprvé spojena s neobvyklým rádiovým zdrojem MG 1131+0456 v práci J. N. Hewitta a spol. publikované v roce 1988.²³

Hon na gravitační čočky neutuchá ani v dnešní době, spíše naopak, pokračuje v plném proudu. Jsou jedinečným zdrojem informací. Díky nim můžeme objevovat extrasolární planety, studovat rozložení temné hmoty a pozorovat velmi vzdálené a staré části vesmíru, kam bychom současnými prostředky ani nedohlédly (čočka se chová jako spojka, obraz zesiluje a slouží nám z jistého pohledu jako klasický dalekohled).

1.1.2 Reliktní záření

Reliktní záření je pozůstatkem ranného období vývoje našeho vesmíru. Není staršího elektromagnetického vlnění, není staršího nosiče informace. Představuje pro nás jedinečnou bránu do minulosti. Studiem reliktního záření

¹⁸ Wikipedia: Dennis Walsh [online]. [cit. 2006-03-04]. <http://en.wikipedia.org/wiki/Dennis_Walsh>.

¹⁹ Bob Carswell [online]. [cit. 2006-03-04]. <<http://www.ast.cam.ac.uk/~rfc/>>.

²⁰ Ray Weymann [online]. [cit. 2006-03-04]. <<http://www.ociw.edu/research/weymann.html>>.

²¹ MIRA: A Doubly-imaged Gravitational Lens: 0957+561 A & B [online]. Created July 2, 1997 [cit. 2006-03-04]. <http://www.mira.org/fts0/s_system/161/text/txt002z.htm>.

²² ULLMANN, Vojtěch. *Obecná teorie relativity: Černé díry: 4.3. Schwarzschildovy statické černé díry: Gravitační čočky. Optika černých děr* [online]. [cit. 2006-03-04]. <<http://astronuklfyzika.wz.cz/Gravitace4-3.htm>>.

²³ HEWITT, J. N., et al. Unusual radio source MG1131+0456 - A possible Einstein ring. *Nature*, July 9 1988, vol. 333, p. 537-540. ISSN 0028-0836. DOI [10.1038/333537a0](https://doi.org/10.1038/333537a0) <http://adsabs.harvard.edu/cgi-bin/bib_query?1988Natur.333..537H>.

můžeme totiž nahlédnout do období několika set tisíc let po Velkém třesku, do období, kdy se fotony přestaly srážet s volnými elektrony, do období, kdy vesmír ochladl na teplotu asi 3000 K a začaly se vytvářet stabilní atomy vodíku a hélia. Do období, kdy se hmota stala pro záření průhlednou a elektromagnetické vlnění se osvobodilo a vydalo na vlastní pout'. Od tohoto okamžiku jsou cesty hmoty a záření odlišné.

Existence reliktního záření byla předpovězena již v polovině minulého století. Otcové myšlenky, američtí fyzikové Ralph Asher Alpher (1921 –)²⁴ a Robert Herman (29. 8. 1914 – 13. 2. 1997)²⁵, zakomponovali do standardního modelu ranného vesmíru koncept nukleosyntézy. Současně teoreticky predikovali nutnost existence zbytkového mikrovlnného záření, se současnou teplotou v rozmezí 5 až 10 K. Nikdo však nebral jejich práci příliš vážně a s přibývajícím lety se na ní pozapomínalo.

Obrat nastal až v šedesátých letech. Nikoli však na poli teoretickém, ale na poli praktickém. Když nás k jednomu z nejvýznamnějších objevů v dějinách lidstva nepřivedla teoretická předpověď, pomohla šťastná náhoda. Tak už to někdy bývá, že převratné objevy přicházejí zcela nečekaně.

Když v roce 1964 američtí fyzikové, zaměstnanci Bell Telephone Laboratories, Arno Allan Penzias (26. 4. 1933 –)²⁶ a Robert Woodrow Wilson (10. 1. 1936 –)²⁷, testovali čerstvě dokončený zcela nový typ antény k detekci mikrovlnného záření, určené primárně pro rádiovou astronomii a komunikační experimenty se satelity na oběžné dráze a ve Sluneční soustavě, našli slabé záření, šum, přicházející z okolí. Původně se domnívali, že se jedná o technickou závadu na zařízení, ale když uspokojivé vysvětlení původu šumu nenalezli ani v atmosférických poruchách, museli přiznat jeho přirozenost. Snad si v těch

²⁴ *Wikipedia: Ralph Asher Alpher* [online]. [cit. 2006-01-02]. <http://en.wikipedia.org/wiki/Ralph_Asher_Alpher>.

²⁵ *INFORMS Online: Robert Herman Lifetime Achievement Award: Who was Robert Hermann?* [online]. INFORMS, 1997 – 2005, Last updated May 31, 2005 [cit. 2006-01-02]. <<http://www.informs.org/Prizes/whoisHerman.html>>.

²⁶ *Nobelprize.org: Arno Penzias* [online]. [cit. 2006-01-02]. <<http://nobelprize.org/physics/laureates/1978/penzias-autobio.html>>.

²⁷ *Nobelprize.org: Robert Woodrow Wilson* [online]. [cit. 2006-01-02]. <<http://nobelprize.org/physics/laureates/1978/wilson-autobio.html>>.

okamžicích ani neuvědomovali o jak zásadní objev se jedná. Nalezli první hmatatelný důkaz potvrzující teorii Velkého třesku. Mikrovlnné záření přicházející z vesmíru, ze všech směrů bez rozdílu. Jeho teplota odpovídá vyzařování černého tělesa o teplotě 2,725 K. Maximum záření je na frekvenci 160,4 GHz (1,9 mm vlnové délky).

Osmnáct let stará předpověď se tak vyplnila, Alpher a Herman se nemýlili. Nicméně vavříny nakonec připadly náhodným objevitelům. Penzias a Wilson v roce 1978 získali za první detekci reliktního záření Nobelovu cenu za fyziku.

Šťastná náhoda tedy spolu s anténou v Holmdel (New Jersey) otevřela okno do hluboké minulosti. Díky studiu reliktního záření můžeme získávat informace o tom, co se odehrávalo ve vesmíru asi před 13,7 miliardami let.

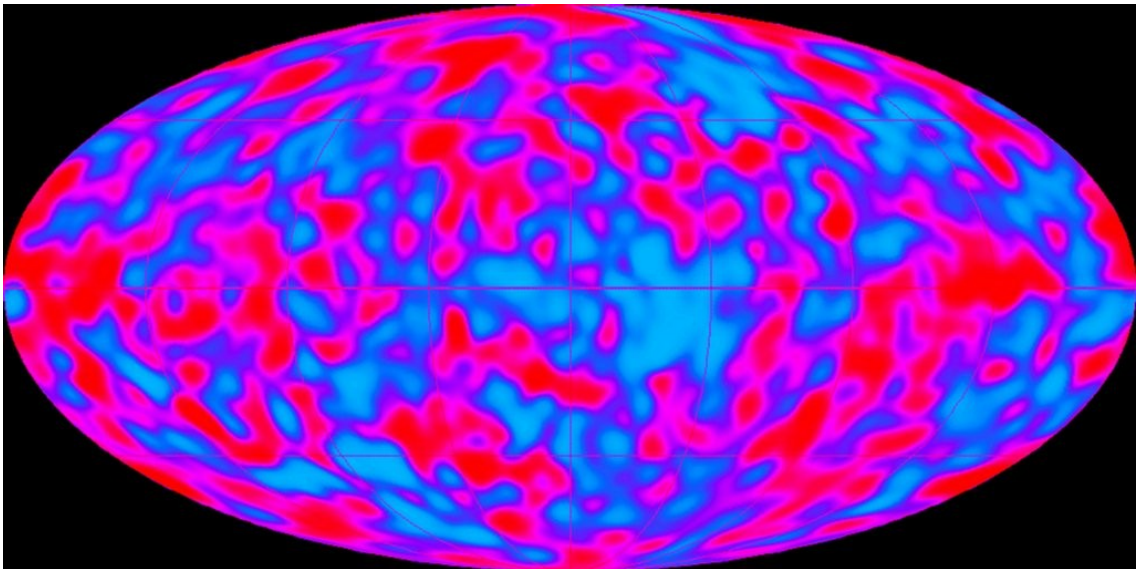
Vzhledem k mizivé rozlišovací schopnosti prvních antén se zdálo, že je reliktní záření zcela homogenní, že přichází ze všech směrů o stejné intenzitě. Což však bylo v rozporu s teoriemi.

Úspěšné vyřešení této záhady přinesla až sonda Cosmic Background Explorer (COBE), která se na geostacionární dráhu vydala pomocí nosné rakety Delta 5920, vypuštěné 18. listopadu 1989 ve 14h 34m UT ze základny Western Test Range. Na palubě nesla následující přístroje pro přesné mapování reliktního záření. Kryogenní dalekohled se spektrometrem FIRAS (Far Infra Red Absolute Spectrometer), detektor rozptýleného infračerveného záření DIRBE (Diffuse Infra Red Background Experiment) a diferenciální mikrovlnný radiometr DMR (Differential Microwave Radiometer). Úkolem bylo studovat spektrum záření o teplotě 3K mezi vlnovými délkami 100 μm – 10 mm, anizotropii reliktního záření mezi vlnovými délkami 3 – 10 mm, spektrum a prostorové rozložení difúzního infračerveného záření s vlnovou délkou v rozmezí 1 – 300 μm .²⁸

Výsledky měření družice COBE přinesly mimo jiné i toužebně očekávaný objev, nehomogenitu reliktního záření. Skutečně, mapa intenzity záření [obr. 6]

²⁸ 1989-089A - COBE [online]. [cit. 2006-01-05]. <<http://www.lib.cas.cz/www/space.40/1989/089A.HTM>>.

ukazuje zřetelné fluktuace, odchylky od průměrné hodnoty. Červeně označené oblasti jsou teplejší a modré chladnější. Nejedná se však o nějak významné rozdíly. Odchylky fluktuací od průměrné hodnoty jsou v řádech asi 1/100000, absolutně 18 μK . Je tedy zřejmé, že tak jemné difference nemohly být objeveny na počátku a muselo se počkat na rozvoj techniky a pozorovacích metod.



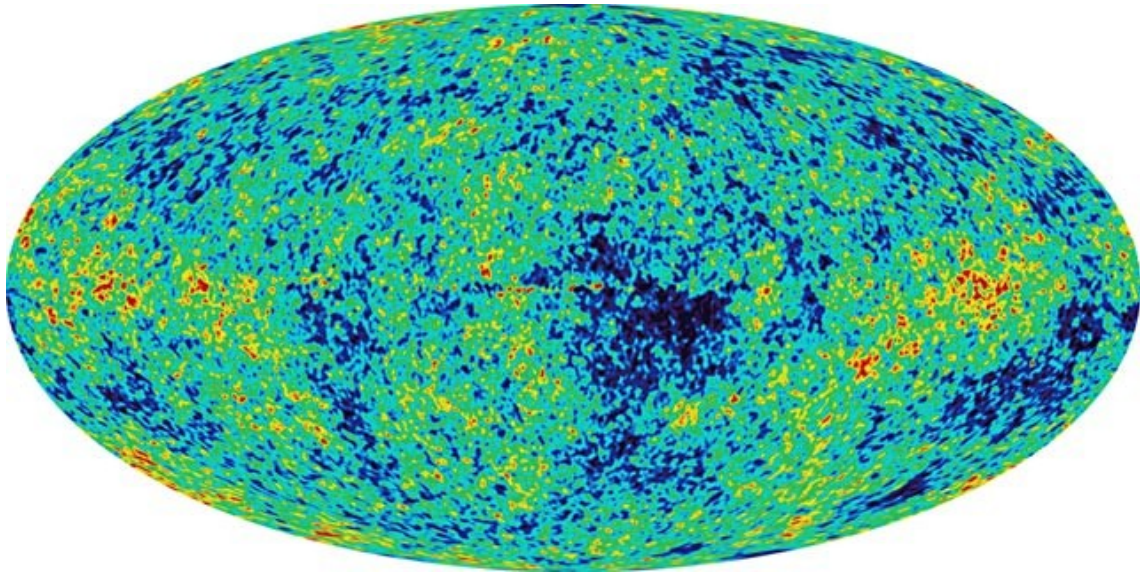
Obr. 6. Mapa intenzity reliktního záření (družice COBE).²⁹

Nalezené fluktuace jsou s největší pravděpodobností pozůstatkem, věrným otiskem původních fluktuací, které před miliardami let nasměrovaly genezi vesmíru do současné podoby.

Přesnější výsledky měření anizotropie a fluktuací reliktního záření přinesla v nedávné době sonda nové generace, Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP), která se na heliocentrickou dráhu vydala pomocí nosné rakety Delta 7425, vypuštěné 30. června 2001 v 19h 46m 46,183 UT ze základny Western

²⁹ COBE [online]. [cit. 2006-01-07]. <<http://aether.lbl.gov/www/projects/cobe/>>.

Test Range.³⁰ Přístroj na palubě pracoval s vysokou přesností, zvláště rozlišovací schopnost dosahovala úctyhodných hodnot. Například na frekvenci 90 GHz (3,3 mm) byla lepší než 0,23 obloukového stupně.³¹



Obr. 7. Mapa intenzity reliktního záření (družice WMAP).³²

Získaná měření odhalila mnoho zajímavostí.³³ Například, že hvězdy se v ranném vesmíru začaly formovat o poznání dříve, v období asi 200 miliónů let po velkém třesku. Podařilo se také s poměrně vysokou přesností určit stáří vesmíru, bez ohledu na nepřilíš jistou hodnotu Hubbleovy konstanty rozpínání vesmíru. Výsledky napovídají, že od počátku současného vesmíru uplynulo zhruba 13,7 miliardy let (s chybou blízkou 1%). Zpětné určení Hubbleovy konstanty vychází na $H_0 = 71$ (km/sec)/Mpc.

Poodhalili jsme také složení vesmíru. Atomy, svět, který důvěrně známe, galaxie, hvězdy, planety, živé organizmy, tvoří pouhé 4% vesmíru! Velmi nepatrnou část. 23% představuje temná chladná hmota a téměř tři čtvrtiny

³⁰ 2001-027A - WMAP [online]. [cit. 2006-01-07]. <<http://www.lib.cas.cz/www/space.40/2001/027A.HTM>>.

³¹ WMAP: WMAP Mission Specification [online]. [cit. 2006-01-07]. <http://map.gsfc.nasa.gov/m_mm/ob_techsummary.html#PageTop>.

³² WMAP: The First Detailed Full Sky Picture of the Oldest Light in the Universe [online]. [cit. 2006-01-07]. <http://map.gsfc.nasa.gov/m_mm.html>.

³³ WMAP: Some Theories Win, Some Lose. [online]. [cit. 2006-01-07]. <http://map.gsfc.nasa.gov/m_mm/mr_limits.html>.

vesmíru, přesně 73% tvoří tajemná temná energie. Na základě výše uvedeného vychází geometrie plochého vesmíru. V souladu s inflační teorií a teorií velkého třesku je hustota vesmíru blízká kritické hustotě produkující vesmír plochý jako psací stůl na kterém právě leží můj notebook. Zdá se, že rozpínání vesmíru bude probíhat do nekonečna a neodvratně jej čeká tepelná smrt – rozepne se na tak, že hustota látky klesne k nule.

Je až neuvěřitelné kolik důležitých informací jsme dosud získali studiem reliktního záření. Nejstaršího nosiče informace ve známém vesmíru.

1.1.3 Elektromagnetické vlnění jako nosič antropické informace

Ve vesmíru se stále něco děje. Není statického okamžiku. Rodí se hvězdy, chemické továrny na výrobu složitějších prvků, poslušně kroužící kolem středu galaxie, občas do sebe naráží, splývají, vzájemně si kradou hmotu, explodují, hrouťí se a to samé mohou provádět i samotné galaxie, hvězdné ostrovy s miliardami hvězd a neskutečným množstvím mezihvězdné hmoty. Nad tím vším pak kralují bizarní objekty jako aktivní galaktická jádra, nejzářivější objekty ve vesmíru chrlící do mezigalaktického prostoru nezměrné množství energie na všech vlnových délkách, od rádiových vln až po záření gama, či samotné černé díry s tajemnou singularitou zahalenou rouškou tajemství pod horizontem událostí. Odpuštěme tedy nezúčastněnému divákovi, když v tom nepřeborném množství fantastických dějů přehlédne jednu na první pohled zcela bezvýznamnou skutečnost.

Kdesi ve vesmíru mezi miliardami miliard hvězdných ostrovů se nachází jedna docela pěkná spirální galaxie. Patří mezi větší zástupkyně svého druhu, plochý disk má průměr 80 až 100 tisíc světelných let a tvoří jej asi 200 miliard hvězd. Mezi mnohými zářivými skvosty se pak na okraji spirálního ramene, ve vzdálenosti asi 27 tisíc světelných let od jádra galaxie, krčí naprosto bezvýznamná žlutá hvězdička hlavní posloupnosti. Spořádaně obíhá kolem centra, při rychlosti 217 km/s to zvládne za 226 milionů let, a má vlastní planetární systém. Celá soustava nikdy neprojevovala navenek žádných zvláštností, až do jistého okamžiku. Z vesmírného hlediska před zlomkem času

došlo v blízkosti zmíněné hvězdy k vzplanutí slabého rádiového zdroje. Na první pohled běžný jev, k takovým událostem prostě dochází. Ovšem tentokrát byla příčina zrození rádiového zdroje mnohem fantastičtější. Pravděpodobnost, že k něčemu takovému dojde, je rovna téměř nule. Podrobnější analýzou rádiového záření totiž dospějeme k nezvratnému přesvědčení, že je umělého původu! – Civilizace obývající třetí planetu vstoupila prostřednictvím elektromagnetického vlnění do vesmírného prostoru a začala upozorňovat na svojí existenci.

Elektromagnetické vlnění obsahující antropickou informaci, které naše civilizace vysílá do vesmíru, je nutno rozlišovat na neúmyslné a záměrné.

NEÚMYSLNÉ VYZAŘOVÁNÍ ELEKTROMAGNETICKÉHO VLNĚNÍ

Antropická civilizace vstoupila do vesmíru již na sklonku devatenáctého století, kdy začala meziplanetární a široké mezihvězdné okolí neúmyslně „zamořovat“ elektromagnetickým vlněním. Na počátku této éry stálo mnoho vědců, kteří svými pokusy přispěli k objevu přenosu informace prostřednictvím amplitudově a frekvenčně modulovaného elektromagnetického vlnění. Zlatý věk bezdrátové komunikace odstartoval italský fyzik, nositel nobelovy ceny (1909), Guglielmo Marchese Marconi (25. 4. 1874 – 20. 7. 1937). Již během studií se zabýval výsledky svých předchůdců a svoji snahu korunoval sestavením aparatury, kterou si nechal 2. června 1896 patentovat jako bezdrátový telegraf. V červenci 1897 založil The Wireless Telegraph & Signal Company Limited (od roku 1900 přejmenovanou na Marconi's Wireless Telegraph Company Limited) a jeho technika byla schopna přenést informaci na vzdálenost 12 mil (19 km). O dva roky později uskutečnil rádiové spojení přes kanál La Manche mezi Anglií a Francií a 12. prosince 1901 se podařil transatlantický přenos informace mezi stanicí Poldhu, Cornwall a St. John's, Newfoundland, při kterém signál překonal vzdálenost 2 100 mil (3 379 km). Svými činy Marconi významně přispěl počátku procesu světové globalizace. Díky elektromagnetickému vlnění byly smazány hranice a informace se začaly šířit rychlostí světla.³⁴

³⁴ *Nobelprize.org: Guglielmo Marconi* [online]. [cit. 2006-01-17].
<<http://nobelprize.org/physics/laureates/1909/marconi-bio.html>>.

Bezdrátový přenos by se mohl bez větší nadsázky přirovnat k vynálezu knihtisku. Když roku 1444 německý rodák Johannes Gensfleisch (1397-1468), kterého v dnešní době známe spíše pod jménem Guttenberg, objevil knihtisk, znamenalo to obrovský zlom v šíření a uchovávání informací. Sám si to samozřejmě ani neuvědomoval, ale stál na počátku „první informační revoluce“. Analogií by tedy mohl být vynález bezdrátového přenosu, který dokázal globalizovat informaci a zpřístupnit ji v reálném čase široké mase lidí bez ohledu na aktuální lokaci na Zemi. Bezdrátový přenos stál na počátku dnešních vyspělých technologií zahrnujících rádio, televizi, mobilní telefony a globální informační síť – internet.

Nyní se ale vraťme k podtitulu kapitoly, který v sobě skrývá významnou skutečnost, velmi významnou, ale málokdo si ji v běžném životě dostatečně uvědomuje. Zlomek námi vyslaných elektromagnetických vln plní svůj účel, je zachycena a dekodována přijímači, drtivá většina vln je však pohlcena nebo uniká rychlostí světla do vesmíru. Země se tak pro vnějšího pozorovatele chová jako rádiový a mikrovlnný zdroj. Jeho zářivý výkon v přímé úměře s rozvojem komunikačních technologií významně vzrůstá.

S odcházejícím zářením odchází i zakódovaná antropická informace. Otázkou zůstává jaká je šance na její potencionální využití či zneužití mimozemskými příjemci. Ve hře jsou tři důležité faktory. Kvalita (čitelnost) signálu, rozluštění kódování obsažené informace a pochopení antropického obsahu, vytvořeného a cíleně strukturovaného pro antropickou kulturu.

Kvalita (čitelnost) signálu závisí na mnoha okolnostech. Zkreslení a poškození signálu může mít různé příčiny.

Jedním z důležitých faktorů je *útlum*. Pokles intenzity signálu v závislosti na překonané vzdálenosti. Pokud jde signál přes pevné médium, je útlum vyjadřován konstantou, která představuje úbytek decibelů signálu na jednotku vzdálenosti. Decibel je přitom definován jako logaritmická míra charakterizující poměr přijímané a vysílané energie. Při šíření plynným prostředím závisí útlum

na překonané vzdálenosti a složení plynu. Na vyšších frekvencích je útlum větší.

Neméně důležitým faktorem způsobujícím zkreslení a poškození signálu je *šum*. Cizorodý signál, který se přidruží k původnímu signálu během cesty mezi vysílačem a přijímačem, nebo v přístrojích samotných.

◆ Tepelný šum (Johnson – Nyquistův jev)

Tepelný šum má na svědomí tepelný (chaotický) pohyb atomů a přímo úměrně závisí na teplotě. Setkáváme se s ním všude kolem nás a je samozřejmě obsažen ve všech elektronických zařízeních, vysílače a přijímače nevyjímaje, a v prostředí přes které putuje signál. Vzhledem ke skutečnosti, že tepelný šum nelze ze systému odstranit, stanovuje maximální výkonnost komunikace.

◆ Intermodulační šum

Vlivem nelineárních charakteristik aktivních součástek vysílače, přijímače a přenosového prostředí, může být signál ovlivněn jiným signálem. Díky interferenci vznikají kombinace složené z původních frekvencí signálů, například f_1 a f_2 bude mít na konci přenosu varianty f_1 , f_2 , f_1+f_2 , f_1-f_2 , $2f_1+f_2$, $2f_1+2f_2$ apod.

◆ Přeslech

Vzájemné ovlivňování toků signálů. Vzniká jak ve vícežilových kabelech, tak i při bezdrátové komunikaci. Výjimku netvoří ani signál vyslaný prostřednictvím směrové mikrovlnné antény. Svazek je sice na počátku velice úzký, ale se vzdáleností jeho šíře narůstá, a proto za jistých okolností existuje možnost přeslechu.

◆ Impulzní šum

Impulzní šum charakterizují náhodné nepravidelné pulsy a šumové špičky s vysokou amplitudou trvající krátkou dobu. Příčinou může být porucha elektromagnetického pole (např. v období zvýšené sluneční činnosti, kdy Zemi

postihují tzv. geomagnetické bouře, často doprovázené polárními zářemi nebo atmosféricky, elektromagnetické záblesky vyvolané výboji v atmosféře – blesky).

Míru šumu vyjadřuje SNR (Signal to Noise Ratio) nebo S/N (Signal/Noise), poměr intenzity signálu a intenzity šumu. Z pohledu informačních studií se jedná o poměr mezi užitečnou informací a neužitečnou informací.

ZÁMĚRNÉ VYZAŘOVÁNÍ ELEKTROMAGNETICKÉHO VLNĚNÍ

Mezi antropogenním elektromagnetickým vlněním, jež opouští Zemi, můžeme nalézt zlomek signálů, které jsou vysílány zcela úmyslně, vysokoenergetické signály mající přesně stanovený cíl a účel. Mezi nejčastější zástupce této úzké skupiny patří signály přenášející komerční datové pakety přes translační družice na nízkých či geostacionárních drahách kolem Země, a dále přenos vědeckých dat z družic a meziplanetárních sond brázdících chladný meziplanetární prostor a přenos telemetrických údajů zajišťujících manévry a základní životní funkce všech aktivních těles vypuštěných do kosmu. Při letném pohledu se může zdát, že výše uvedený výčet postihl všechny druhy záměrně vysílaných signálů do vesmíru, ale nenechme se zmýlit. Existuje ještě malá skupinka případů, které jsou z hlediska civilizace velice zajímavé. Pravda, nepřinášejí zisky, nezvyšují životní úroveň, mnozí je dokonce považují za zcela zbytečné, ale z globálního pohledu jde o logický počín civilizace inteligentních bytostí – pokus o navázání komunikace, poslání elektronické pohlednice do mezihvězdného prostoru.

První rádiové poselství mimozemským civilizacím bylo vysláno 16. listopadu 1974 (dnes se tedy nachází ve vzdálenosti více než 35 světelných let). Tento počín se podařilo uskutečnit pomocí největšího radioteleskopu světa. Gigantem se může chlubit slavná Arecibo Observatory, Puerto Rico, součást National Astronomy and Ionosphere Center (NAIC), ovládaného Cornell University ve spolupráci s National Science Foundation (NSF). Radioteleskop je pevný a vyplňuje přirozenou kruhovou proláklinu – způsobenou propadem jeskynního stropu. Celkem 40 000 hliníkových perforovaných plátů (rozměr každého z nich činí asi 1 x 2 m) pokrývá dno a s vysokou přesností tvarují odraznou sférickou

(nikoli parabolickou) plochu radioteleskopu. Průměr sběrné plochy činí 305 m (hloubka 51 m). Na třech mohutných sloupových nosnících je ve výšce asi 137 m nad ohniskem zavěšená přístrojová platforma vážící 900 tun.³⁵

Radioteleskop je skutečným obrem, výjimečná byla i síla signálu, který se podařil odeslat. Nemám aktuálních informací, ale domnívám se, že to byl dosud nejsilnější signál jaký kdy lidstvo vyslalo. Přenos poselství na frekvenci 2,38 GHz trval 169 sekund a vyzářený výkon dosahoval hodnoty 3 TW (terawatty). Svazek byl přesně směřován ke známé kulové hvězdokupě M 13, nacházející se v souhvězdí Herkula. Soustavy statisíců hvězd, vzdálené asi 25 100 světelných let. Důvod proč byla vybrána kulová hvězdokupa je prostý, při tak velké koncentraci hvězd na malém prostoru, je zvýšena pravděpodobnost, že některá z nich bude domovem jiné vyspělé civilizace. Ovšem na případnou odpověď bychom si museli, i přes relativní blízkost soustavy, počkat více jak 50 tisíc let. Dost nepohodlná komunikace.

Obsah zprávy je komponován v matematickém jazyce, stejně jako na Zemi matematika spojuje rozdílné národy a kultury, předpokládáme, že i případní mimozemští příjemci zprávy jej budou ovládat. Je to sice antropický způsob uvažování, ale nemáme na výběr. Matematiku jako nejuniverzálnější jazyk naší civilizace jsme povýšili na univerzální jazyk vesmíru.

Strukturu radiové zprávy navrhl Frank Drake, profesor astronomie na Cornell University, v současnosti profesor Division of Natural Sciences na University of California v Santa Cruz. Na obsahu se dále podíleli Richard Isaacman, Linda May, James C.G. Walker a přispěl i Carl Sagan a David Duncan.^{36 37}

Necelých 25 let po vyslání zprávy z Areciba se do vesmíru vydalo další poselství – vysílací aparaturou byl tentokrát ukrajinský radioteleskop Evpatoria

³⁵ *The 305 meter Radio Telescope* [online]. [cit. 2006-02-05]. <http://www.naic.edu/public/the_telescope.htm>.

³⁶ *It's the 25th anniversary of Earth's first (and only) attempt to phone E.T.* [online]. [cit. 2006-02-07]. <<http://www.news.cornell.edu/releases/Nov99/Arecibo.message.ws.html>>.

³⁷ WALKER, John. *The Arecibo Message Decoded* [online]. [cit. 2006-02-07]. <http://www.fourmilab.ch/goldberg/arecibo_decoded.html>.

Deep Space Center (EDSC). Plně pohyblivá parabolická anténa s průměrem 70-m (účinná apertura 2500 m²), střední frekvencí 5010,024 MHz a souvislým výkonem 150 kW.

Na rozdíl od předchozího projektu byl cílový objekt vybrán s velkou pečlivostí, vlastně se nejednalo o jeden objekt, ale o pětici různých hvězd, které prošly sítím kritérií. Všechny se nacházejí relativně blízko a mají podobnou spektrální třídu jako naše Slunce, což znamená, že pokud vlastní planetární systém, mohly by být podmínky potřebné pro vznik života celkem přijatelné.

Cílem vysílání z EDSC jsou následující hvězdy: HD 178428 (vzdálenost 68,3 světelných let, spektrální třída G5V, jasnost 6,08 mag.); HD 186408 (70,5 světelných let, G2V, 5,99 mag.); HD 190067 (63,0 světelných let, G8V, 7,15 mag.); HD 190360 (51,8 světelných let, G6IV+, 5,73 mag.) a HD 190406 (57,6 světelných let, G1V, 5,08 mag.).

První přenos se uskutečnil 24. května 1999 ke hvězdě HD 186408, další tři přenosy následovaly v noci ze 30. června na 01. července 1999, ke hvězdám HD 178428, HD 190406 a HD 190360. Od té doby se vysílání ve více či méně pravidelných intervalech opakuje. Budoucnost přenosů je však nejistá. Existence projektu Encounter 2001 je odvislá od získaných peněz z grantů, dotací a darů. Značnou část nákladů tvoří výroba nových a regenerace použitých klystronů (elektronka pracující v rozsahu 500 MHz až 50 GHz, používaná jako oscilátor nebo zesilovač).

Vysílané poselství se skládá ze dvou základních částí. První, vědecky zaměřená část, obsahuje Dutil Message, Braastad Message, Arecibo Message a Encounter 2001 Staff Message. Přenosová rychlost činí 100 bitů za sekundu a sada čtyř zpráv je vysílána třikrát za sebou. Teprve po uzavření cyklu následuje druhá část poselství, veřejné zprávy, pozdravy obyčejných lidí. Tato část je přenášena pouze jednou, rychlostí 2000 bitů za sekundu.³⁸

³⁸ ZAITSEV, Alexander L., IGNATOV, Sergey P. *Broadcast for Extra-Terrestrial Intelligence from Evpatoria Deep Space Center: Report on Cosmic Call 1999* [online]. [cit. 2006-02-09]. <<http://www.cplire.ru/html/ra&sr/irm/report-1999.html>>.

Projekt Encounter 2001 je zajímavý z mnoha hledisek. Obsah poselství tvoří rozšířená verze původní zprávy Arecibo. Relace probíhají sice nepravidelně, ale poměrně často a navíc během jednoho přenosu jsou hlavní zprávy třikrát zopakovány, což má za následek významnou eliminaci rušivých vlivů, které by mohly mít negativní dopad na strukturu a obsah přenášené zprávy. Značné pozornosti se také těší otevřený prostor pro veřejnost. Cílem je zřejmě přilákání pozornosti a samozřejmě získání podpory, která je životně důležitá pro další existenci projektu.

Otevřený prostor v současnosti umožňuje posílání textových vzkazů, ale do budoucna se uvažuje o rozšíření nabídky a tak se třeba dočkáme možnosti odvíjet různé obrázky, včetně svých podobenek nebo kód vlastního DNA. Pokud se však prozatím spokojíte s textem, v rozsahu 360 znaků, můžete navštívit například webovou stránku Wysli Wiadomosc.³⁹ Stačí vyplnit obsah, přezdívku, stát odkud pocházíte a mail na který přijde žádost o autorizaci zprávy. Vyzkoušel jsem funkčnost a text napsaný 9. února 2006 byl vyslán radioteleskopem EDSC 22. února 2006.

1.2 Gravitační vlny

Existenci gravitačních vln předpověděl již v roce 1915 Albert Einstein ve své obecné teorii relativity. Rozkmitání časoprostoru může být důsledkem nerovnoměrné, náhlé a významné změny rozložení hmoty a jejího pohybu.

Současné zdroje gravitačních vln lze rozdělit na periodické a neperiodické.

◆ Periodické

Rotující tělesa (rotační osa není osou axiální symetrie), dvojhvězdné a vícenásobné systémy – pravidelné a časově dlouhodobé emitování gravitačních vln.

³⁹ *Wisli Wiadomosc* [online]. [cit. 2006-02-09]. <<http://www.wyslijwiadomosc.pl/flash1/index.html>>.

◆ Neperiodické

Výbuchy supernov, nov, kataklyzmických hvězd, srážky hmotných těles (hvězdy, neutronové hvězdy, černé díry, ...) – impulsní zdroje gravitačních vln o velké intenzitě.

Teoretikové navíc uvažují o existenci kosmologických gravitačních vln, které mohly vzniknout v ranné fázi vývoje vesmíru. Přímo při velkém třesku nebo během inflace, generované nehomogenitami a turbulencemi superhusté hmoty. Pokud skutečně existují a podaří se jejich detekce, otevře se nám okno do neskutečně hluboké minulosti, do období kdy byl vesmír velmi žhavý a neprůhledný. Pomocí elektromagnetického vlnění, reliktního záření, můžeme studovat vesmír 380 000 let po velkém třesku, ale s pomocí gravitačních vln bychom mohli nahlédnout do času 10^{-43} s po velkém třesku. Byl by to obrovský posun a zajisté by přinesl mnoho odpovědí na otázky vzniku vesmíru a jeho dalšího vývoje, včetně postavení informace jako základní strukturní části.

Detekce gravitačních vln je velice obtížná, především díky malé intenzitě. Na otevření gravitačního okna do vesmíru tak čeká lidstvo již několik desetiletí, za nemalých finančních prostředků staví stále dokonalejší a přesnější detektory, nicméně snaha zatím zůstává bez odezvy. Zdá se však, že v brzké době by se mohla přímá detekce gravitačních vln podařit. Postupně jsou uváděny do provozu velice citlivé detektory, které by měly být schopné zaznamenat gravitační vlny impulsního původu. Principem této metody je sledování velice jemných změn vzdáleností mezi testovacími tělesy pomocí laserové interferometrie. Současně vyslaný svazek elektromagnetického záření putuje dvojicí na sebe kolmých ramen (vakuovou trubicí) k volně zavěšeným masivním testovacím tělesům od kterých se odráží a míří zpět k fotoelektrickému detektoru. Vzájemným porovnáním obou příchozích svazků se pozná, zda nebyla testovací tělesa mechanicky ovlivněna průchodem gravitační vlny, což by se projevilo fázovým posunem a změnou intenzity laserového paprsku. Na první pohled jednoduché, ale ve skutečnosti se jedná o velice složité zařízení, nepředstavitelně náročné na vybudování, seřízení

a provozování. Například laserový paprsek musí mít přesně danou vlnovou délku, nesmí docházet k fluktuacím intenzity, musí být přesně směřován na kilometry vzdálené testovací tělesa, tělesa, která pomocí důmyslné spleti lanek visí volně zavěšené v prostoru a musí být maximálně rezistentní vůči přirozeným a antropickým rušivým vlivům. Samozřejmě je nelze zcela odstranit, ale snahou je především jejich maximální eliminace. Měření pohybu, vibrací a pohupování testovacích těles probíhá s přesností zlomků průměru atomu, což na geologicky aktivní Zemi není zcela jednoduché, když se navíc k přirozeným otřesům přidá neklid způsobený biosférou a lidskou činností, je to problém o několik řádů složitější. Využitím nejnovějších poznatků a technologií z oblasti kvantové optiky, techniky vysokého vakua a dalších souvisejících oborů, se však daří dosahovat téměř magické hranice citlivosti 10^{-21} a přímá detekce gravitačních vln se zdá být jen otázkou času.⁴⁰

Mezi nejvýznamnější projekty současnosti patří detektor LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory)⁴¹, tedy abychom byli přesní jedná se o dvojici identických detektorů. Za podpory National Science Foundation vznikl LIGO Hanford Observatory⁴² (pod správou California Institute of Technology) a LIGO Livingston Observatory⁴³ (pod správou Massachusetts Institute of Technology). Interferometry s délkou ramen 4 km dosahují citlivosti 10^{-21} a do výzkumu se zapojily v roce 2002. Odpověď na otázku proč bylo provedeno zdvojení detektoru můžete nalézt na sklonku minulého odstavce. Důvodem byla maximální eliminace rušivých vlivů. Detektory byly vybudovány ve státech Louisiana a Washington, vzdáleny asi 3000 km od sebe. Dost daleko na to, aby signály byly narušeny shodně místní anomálií. Výsledky měření podléhají koincidenční analýze, která změny zaznamenané pouze na jedné stanici jednoznačně odsunuje mimo kategorii událostí způsobených gravitačním vlněním.

⁴⁰ ULLMANN, Vojtěch. *Obecná teorie relativity: Fyzika gravitace: 2.7. Gravitační vlny* [online]. [cit. 2006-02-18]. <<http://astronuklfyzika.cz/Gravitace2-7.htm>>.

⁴¹ *Laser Interferometer Gravitational Wave Observatory* [online]. [cit. 2006-02-19]. <<http://www.ligo.caltech.edu>>.

⁴² *LIGO Hanford Observatory* [online]. [cit. 2006-02-19]. <<http://www.ligo-wa.caltech.edu>>.

⁴³ *LIGO Livingston* [online]. [cit. 2006-02-19]. <<http://www.ligo-la.caltech.edu>>.

Další zdokonalení posuzování původu zaznamenaných anomálií přináší stále se rozvíjející široká mezinárodní spolupráce. Propojením detektorů LIGO, GEO600⁴⁴ (British-German Laser Interferometric Gravitational Wave Detector – Německo, Schäferberg poblíž Hannoveru, délka ramen 600 m), VIRGO⁴⁵ (Italian-French Laser Interferometric Gravitational Wave Detector – Itálie, jihovýchodně od města Pisa, délka ramen 3 km) a TAMA300⁴⁶ (Japanese Laser Interferometric Gravitational Wave Project – Japonsko, délka ramen 300 m) se rodí globální síť, která by měla odfiltrovat náhodné anomálie a navíc v případě úspěšného zachycení skutečné gravitační vlny by měla být schopna určit směr odkud k nám přišla, s přesností jednoho stupně – z časového rozdílu detekce vlny na jednotlivých interferometrech.

Analýza obrovského množství dat proudících z detektorů je velice náročná a vzhledem k omezeným možnostem využívají vědci infrastrukturu BOINC, vzešlou z projektu SETI. Tisíce domácích počítačů zapojených do projektu Einstein@home⁴⁷ tak pomáhá při hledání toužebně očekávaných gravitačních vln.

Jaká je šance na úspěch a budoucnost? Z dnešního pohledu se zdá, že jsme již opravdu blízko, ale s naprostou jistotou to nemůžeme tvrdit. Dřívější teoretické předpovědi poukazovaly, že na detekci gravitačních vln budou stačit detektory s citlivostí 10^{-15} až 10^{-18} , tedy rezonanční detektory, experimenty a nejnovější teoretický výzkum nás však přesvědčuje, že hranice citlivosti je o poznání níže, kolem 10^{-20} . Může se však stát, že ani tato hodnota není konečná. Budoucí projekty se tak zřejmě budou muset vypořádat s mnoha úskalími. Modernizace a stále zdokonalování stávajících pozemních detektorů přinese zvýšení citlivosti až k 10^{-23} , ale již nyní je jisté, že pro přesnější měření

⁴⁴ *GEO 600 Home Page (Hannover)* [online]. [cit. 2006-02-19]. <<http://www.geo600.uni-hannover.de>>.

⁴⁵ *VIRGO* [online]. [cit. 2006-02-19]. <<http://www.cascina.virgo.infn.it>>.

⁴⁶ *TAMA 300* [online]. [cit. 2006-02-19]. <<http://tamago.mtk.nao.ac.jp>>.

⁴⁷ *EINSTEIN@home* [online]. [cit. 2006-02-19]. <<http://einstein.phys.uwm.edu>>.

je nezbytný útěk z geologicky a civilizačně neklidné Země do meziplanetárního systému.

První mimozemskou observatoří bude LISA⁴⁸ (Laser Interferometer Space Antenna), která vzniká ve spolupráci vesmírných organizací ESA a NASA. Vypuštění je plánované na rok 2015 (pomocí rakety Delta IV) a pokud se vše podaří bude trojice satelitů umístěna na heliocentrickou dráhu ve vzdálenosti 1 AU od Slunce (1 AU = střední vzdálenost Země od Slunce = zhruba 150 milionů km), asi 20 stupňů za Zemí, což by mělo stačit na eliminaci gravitačního vlivu planety. Formace tří těles, základna pro vysílání a příjem laserového paprsku a dvojice těles s odraznými zrcátky, bude na oběžné dráze udržována v naprosto přesném rozestupu. Ačkoli délka ramene interferometru bude asi 5 milionů km, použitá technologie dovolí korekci polohy s přesností na 10 nm! Nezbyvá než doufat, že se podaří projekt dovést do zdárného konce a těšit se na výsledky, které nám mohou otevřít cestu do hluboké historie vesmíru.

1.3 Infony

Nyní se z reálného světa přesuneme na chvílku do světa nevšedních teorií, abychom si přiblížili hypotetickou částici, *infon*. Jak sám název velice chytlavě napovídá, jedná se o částí informace. Podrobná úvaha o její možné existenci je uvedena v knize Toma Stoniera „Informace a vnitřní struktura vesmíru“.⁴⁹ Text doplněný hromadou vzorců budí sice dojem důvěryhodnosti, ale již při letmém pohledu se zdá, že je něco v nepořádku.

Autor se domnívá, že infony nemají hmotu, ani energii a projevují se pouze změnou organizace systému. To vidí jako hlavní důvod proč nemohou být zachyceny a objeveny současnými fyzikálními experimenty.

⁴⁸ LISA: Laser Interferometer Space Antenna [online]. [cit. 2006-02-19]. <<http://lisa.jpl.nasa.gov>>.

⁴⁹ STONIER, Tom. *Informace a vnitřní struktura vesmíru*. 1. vydání. Praha: Technická literatura Ben, 2002. 160 s. ISBN 80-7300-050-4.

V pojednání si hraje se středoškolskou matematikou a snaží se jí podložit své myšlenky. Je ohromen dětskými rovnicemi a spekuluje co by se stalo kdyby ...

Úvahu začíná možností vzájemné převoditelnosti mezi energií a informací

$$E = m_0 c^2 / \sqrt{1 - v^2 / c^2}.$$

Vzorec obsahuje velice známý Einsteinův relativistický vztah, říkájící, že energie je rovná hmotnosti vynásobené čtvercem rychlosti světla. V dalších odvozených vztazích se jednoduše snaží vysvětlit co se stane za předpokladu, že je hmotnost $m_0 = 0$. Logicky dochází k nulové hodnotě energie. Ovšem při představě částic pohybujících se rychlostí světla je $v^2 = c^2$, dostane energie statut neurčitého výrazu. Což znamená, že může mít nějakou hodnotu, ale podle uvedeného vztahu nemůžeme zjistit jakou. Podobné argumenty uvádí i pro relativistickou hybnost

$$p = m_0 v / \sqrt{1 - v^2 / c^2}.$$

Pokud by se částice s nulovou hmotností pohybovala rychlostí jinou než je rychlost světla, připouští její teoretickou existenci. Byla by to částice podobná fotonu, ovšem bez energie, hybnosti a zbytkové hmotnosti. Měla by pouze rychlost a směr. Stonier si tuto hypotetickou částici představuje jako čistou informaci, infon. Dále rozvádí své úvahy do oblasti vlastností této částice, a pomocí vztahů odvozených od lineární hybnosti fotonu a vztahu mezi frekvencí a vlnovou délkou, dochází k zajímavým postulátům. 1) *infon je foton, jehož vlnová délka se prodloužila do nekonečna a naopak* 2) *foton je infon pohybující se rychlostí světla.*

Infon je tedy foton, jehož kmitání se zdánlivě zastavilo – při rychlosti jiné než je rychlost světla se jeho vlnová délka prodlouží do nekonečna. Nemá žádnou frekvenci, ani energii. Dvě zásadní vlastnosti, které Stonier vidí jako hlavní důvod proč nebyly infony dosud objeveny. Vesmír je sice plný těchto

hypotetických částic, ale pro naše přístroje zůstávají neviditelné. Neumíme je detekovat a jejich přítomnost nám stále uniká.⁵⁰

Ovšem osobně se domnívám, že pravý důvod se skrývá jinde. Racionálně uvažující člověk musí po přečtení výše uvedené úvahy zákonitě polemizovat o její nepravděpodobnosti a následně jí zavrhnout. Fyzikové, respektive astrofyzikové, se po letném přelétnutí pousmějí a prohlásí úvahu za nesmysl. Není divu. Stonier zpomaluje a urychluje fotony jak na běžícím pásu a obchází základní poznatky podložené platnými a empiricky ověřenými teoriemi.

Na podložení svého tvrzení si dovolím uvést několik krátkých, ale zásadních poznámek, jako varování před lákavou myšlenkou extrakce čisté informace do částicové podoby.

V první řadě je potřeba si ujasnit terminologii. Stonier často používá ve svém textu pojem nehmotná částice, což není příliš korektní. Foton má hmotnost, avšak při zpomalení ve vakuu nabývá nulové hodnoty a kvantum elektromagnetického záření zaniká. Aby tedy nedocházelo k nedorozuměním, je potřeba striktně dodržovat označení částice s nulovou klidovou hmotností.

Dále, úvahy o tom, že by se částice s nulovou klidovou hmotností mohly pohybovat ve vakuu rychlostí nižší než c ($299\,792\,458\text{ m s}^{-1}$), jsou naprosto liché. Jakékoli zbrždění takové částice nebo kvanta elektromagnetického vlnění způsobí její zánik, neboť automaticky bude její hmotnost a energie nulová. Argument, že takové částici zůstane alespoň směr a rychlost opravdu vyvolává lehký úsměv. Napadá mě jednoduchá analogie. Představme si foton jako husu letící nad rybníkem. Má jistou hmotnost, energii, hybnost, rychlost a směr. Poté jí ovšem myslivec zastřelí a ona padne mrtvá k zemi. Nepokračuje v letu. Možná jen očitý svědek si v paměti vybavuje prodlouženou trajektorii, jak by asi v následující sekundách pokračovala. Jedná se však jen o krátkodobou paměťovou extrapolaci na základě odhadnuté rychlosti a směru. Obě veličiny však ve skutečnosti již neexistují. Nově příchozí člověk k rybníku nic neuvidí,

⁵⁰ STONIER, Tom. *Informace a vnitřní struktura vesmíru*. 1. vydání. Praha: Technická literatura Ben, 2002. 160 s. ISBN 80-7300-050-4. [citováno ze stran 118 - 122].

nad jeho hladinou se nebude vznášet žádná nehmotná pavučina potencionálních trajektorií. Se zánikem hmotného tělesa zaniknou i jeho vlastnosti. Zbrzdit foton je tedy stejné jako zastřelit husu. Zanikne a s ním vše bezprostředně související. Ostatně je asi i nad obyčejné lidské chápání představit si částici s nulovou hmotností, energií, která by mohla přesto existovat a klidně se pohybovat napříč časoprostorem.

Stonier beze sporu představil velmi zajímavou úvahu, nicméně svá tvrzení staví na vratkých základech, bez důkazů a nepřímo napadající současné vědecké poznání. Je zřejmé, že takto navržený koncept existence fononů neobstojí a informační fyzika se holt bude muset obejít bez své vlastní částice a smířit se se skutečností, že nelze oddělit informaci od hmoty a energie.

1.4 Makroskopické nosiče informace ve vesmíru

Mezi makroskopické nosiče informace ve vesmíru patří víceméně všechny větší dosud známé organizované shluky hmoty, počínaje zrnky mezihvězdného a meziplanetárního prachu, přes planetky, komety, měsíce, planety, hvězdy, hvězdokupy, asociace, kvasary, až po gigantické hvězdné ostrovy – galaxie.

Naše znalosti o vesmíru jsou dosud převážně založeny na nepřímých zdrojích, vzhledem k makroskopickým vzdálenostem a fyzikálním omezením jsme odkázáni pouze na informace zprostředkované například elektromagnetickým vlněním. Ano, je pravdou, že pozorovatelské metody se neustále zdokonalují, zvyšuje se přesnost měření, otvírají se nová okna do vesmíru a objem získaných informací nabývá závratných hodnot, nicméně situaci to příliš nezmění. Šancí na přímý výzkum mimozemské hmoty zůstává a zůstane poskromnu.

V podstatě existují dvě cesty makroskopických nosičů informace do pozemských vědeckých laboratoří. *Cesta přirozená a cesta umělá.*

Za přirozenou považujeme interakci Země s malými tělesy Sluneční soustavy, díky které k nám z meziplanetárního prostoru pravidelně přichází poměrně velké množství hmoty.

Mikrometeoroidy, zbylé částice z počátku éry vzniku Sluneční soustavy, podružně vzešlé ze vzájemných srážek těles, uvolněné strháváním při sublimaci těkavých látek z povrchu komet a také částice přicházející z mezihvězdného prostoru (soudě dle výrazně hyperbolických drah), se pozvolna snášejí po spirálkách k Zemi. Jsou natolik malé, že je atmosféra zbrzdí již ve značných výškách. Podle rozličných modelů se údaje o množství hmoty dopadající na povrch naší planety pohybují v desítkách až stovkách tisíc tun za rok. Proti větším tělesům je již zemská atmosféra účinnější. Při průletu se zahřívají na vysokou teplotu a ionizované molekuly vzduchu vytvoří zářící stopu (lidé pak vidí meteor, nesprávně lidově nazývaný padající hvězdou). Mnohdy nádherné divadlo však malé tělíčko zaplatí svojí existencí a vypaří se. Meteory tedy můžeme studovat pouze nepřímou, především prostřednictvím elektromagnetického záření. Proč jsou tedy v tomto výčtu? Vysvětlení je jednoduché, jsou zdrojem výše popsaných prachových částic, které dosedají na zem a které můžeme přímo studovat. Během procesu odpařování se mohou uvolňovat mikroskopické kapičky přetavené hmoty, vytvářející prachovou stopu, která následně rozptýlená větry volně klesá k zemi. Zcela odlišná situace je u velkých těles. I přes obrovské ztráty zůstane část hmoty zachována a dopadá na povrch jako meteorit. Aby nevznikl zmatek v terminologii – *meteoroid* je drobné těleso pohybující se v kosmickém prostoru, *meteor* je zářící stopa vznikající při průletu tělesa atmosférou a *meteorit* je zbytkové těleso jež dopadlo na povrch planety.

Meteority nám většinou nosí informace ze světa malých těles Sluneční soustavy (planetek a komet) , ale za jistých okolností se k nám mohou dostat i kameny z Měsíce a Marsu, ale to by bylo již na delší povídání.

Umělá cesta makroskopických nosičů informace do pozemských vědeckých laboratoří je úzce spjata s nástupem kosmického věku, kdy lidstvo dostalo možnost zkoumat své nejbližší vesmírné sousedy. Během téměř padesátileté

éry jsme dovezli prach a kamenné úlomky z Měsíce a komety 81P/Wild 2. Kromě toho automatické robotizované laboratoře zkoumaly své okolí po přistání na povrchu Venuše, Marsu a planetky (433) Eros.

V souladu s rozvojem vyspělých technologií lze v budoucnu počítat s rozšířením výčtu přímo zkoumaných těles Sluneční soustavy, prostřednictvím stále dokonalejších a inteligentnějších automatů, makroskopických nosičů antropické informace.

1.4.1 Makroskopické nosiče antropické informace ve vesmíru

Hranice vesmíru byla pokořena 7. října 1957, když se na oběžnou dráhu kolem Země dostala sovětská družice Sputnik 1. Lidstvo tímto činem překročilo svůj stín a poprvé nahlédlo přes okraj kolébky života do širého a nehostinného kosmického prostoru.

Byl to začátek infikace Sluneční soustavy umělými výtvary lidské civilizace. Na oběžné dráze kolem Země je v dnešní době velmi rušno, máme tu nejen kosmickou orbitální stanici se stálou posádkou (ISS), ale desítky a desítky funkčních družic, které mají výzkumné záměry, či slouží k telekomunikačním účelům. Zároveň se tu prohání nefunkční družice, zbytky nosičů a tisíce a tisíce úlomků rozličných rozměrů. Kosmické smetí, jak se toto nepotřebné harampádí nazývá, začíná být postupně docela závažným problémem.

Lidstvo se ovšem nespokojilo jen s nejtěsnějším okolím Země, ale záhy se pouštělo do ambicióznějších projektů. Na cestu po Sluneční soustavě se vydalo množství meziplanetárních sond, které sbírají informace o naší životodárné hvězdě, planetách, malých tělesech a okolním prostoru. Lidstvo žene kupředu zvědavost. Touha poznání. Zkoumáme Sluneční soustavu, náš domov, a hledáme odpovědi na základní otázky. Pokoušíme se odhalit minulost, příčiny vzniku života na Zemi a doufáme, že toto poznání nám pomůže nahlédnout do budoucnosti. Věříme, že znalost minulosti je klíčem k budoucnosti.

Cesta poznání však není jednoduchá a zcela jednoznačná. Čím více víme, zjišťujeme, že toho víme velmi málo. Každá odpověď na otázku vyvolává mnoho dalších otázek. Toto řetězení občas nabývá obludné závratnosti. Nicméně lidstvo projevuje nezměrnou vůli po poznání a pochopení své existence a existence vesmíru. Nezodpovězené otázky jsou výzvou a nutí nás k další výzkumné činnosti.

Téměř půl století od vstupu lidstva do vesmíru se můžeme pyšnit mnohými úspěchy. Podařilo se uskutečnit sny, dříve naprosto nemyslitelné se stalo skutečností. Výtvary antropické civilizace zkoumaly z bezprostřední blízkosti všechny velké planety (kromě Pluta) a v poslední době se dostalo i na malá tělesa Sluneční soustavy. Do středu zájmu se dostaly především komety, neboť se všeobecně předpokládá, že jsou tvořeny původní pralátkou a mohou nám dát odpověď na některé otázky ohledně vzniku života na Zemi.

Všechny sondy vypuštěné do vesmíru můžeme pokládat za makroskopické nosiče antropické informace. Jsou výtvozem inteligentních bytostí a nesou „rukopis“ svých tvůrců. V neposlední řadě jsou odrazem stupně technologického vývoje civilizace.

Jedná se však pouze o neaktivní a necílené šíření antropické informace. Výjimkou je čtveřice sond, Pioneer a Voyager, určená k průzkumu vnější části Sluneční soustavy, která na cestě do mezihvězdného prostoru nese poselství mimozemským civilizacím.

Pioneer má na sobě připevněnou plaketu – destičku z pozlaceného hliníku, obsahující základní informace o naší civilizaci a poloze Sluneční soustavy v Galaxii.^{51 52} Naopak Voyager nese propracovanější a multimediální poselství. Kromě plakety je na palubě přehrávací zařízení a pozlacený měděný disk

⁵¹ NASA: *SP-349/396 Pioneer Odyssey* [online]. [cit. 2006-03-07]. <<http://history.nasa.gov/SP-349/contents.htm>>.

⁵² NASA: *Pioneer 10* [online]. [cit. 2005-11-30]. <http://www.nasa.gov/centers/ames/images/content/72418main_plaque.jpg>.

(průměr 12“ = přibližně 305 mm)^{53 54 55 56} obsahující 115 obrázků⁵⁷, pozdrav v 55 jazycích⁵⁸, 27 hudebních děl⁵⁹, 35 přírodních i umělých zvuků a součástí nahrávky jsou také dva projevy, které pronesli americký prezident Jimmy Carter⁶⁰ a generální tajemník OSN Kurt Waldheim.⁶¹

2. Informace a evoluce vesmíru

Podle informační fyziky existuje informace sama o sobě, nepotřebuje být vnímána ani chápána a je tedy zcela nezávislá na člověku. Přesto se domnívám, že zde existuje velice úzký vztah. Vesmír je plný potencionálních

⁵³ *JPL: Golden Record* [online]. [cit. 2006-03-07]. <<http://voyager.jpl.nasa.gov/spacecraft/goldenrec.html>>.

⁵⁴ *JPL: Golden Record* [online]. [cit. 2006-03-07]. <<http://voyager.jpl.nasa.gov/spacecraft/goldenrec1.html>>.

⁵⁵ *NASA: The Sounds of Earth* [online]. 09. 05. 1977 [cit. 2006-03-08]. <<http://grin.hq.nasa.gov/IMAGES/SMALL/GPN-2000-001976.jpg>>.

⁵⁶ *JPL: Voyager Golden Record - Cover* [online]. [cit. 2006-03-08]. <http://voyager.jpl.nasa.gov/spacecraft/images/VoyagerCover.jpg_2big.gif>.

⁵⁷ *JPL: Scenes From Earth* [online]. Last updated January 14, 2003 [cit. 2005-12-03]. <<http://voyager.jpl.nasa.gov/spacecraft/sceneearth.html>>.

⁵⁸ *JPL: Greetings From Earth* [online]. Last updated January 14, 2003 [cit. 2006-03-08]. <<http://voyager.jpl.nasa.gov/spacecraft/languages/languages.html>>.

⁵⁹ *JPL: Music: Music On Voyager Record* [online]. Last updated January 14, 2003 [cit. 2006-03-08]. <<http://voyager.jpl.nasa.gov/spacecraft/music.html>>.

⁶⁰ *JPL: Howdy, Strangers* [online]. [cit. 2005-12-06]. <<http://www.jpl.nasa.gov/news/features.cfm?feature=555>>.

⁶¹ *Voyager spacecraft – United Nation message* [online]. [cit. 2005-12-07]. <<http://www.davidpbrown.co.uk/nota-bene/voyager-spacecraft.html>>.

informací, které se stávají skutečnými informacemi teprve v lidských smyslech. Pozorováním a ustavičným výzkumem svého okolí získáváme informace, střípky velké mozaiky poznání, které nám pomáhají rekonstruovat vlastnosti, stavy a děje vesmíru napříč jeho vývojem od velkého třesku až k výhledům do vzdálené budoucnosti prostřednictvím kosmologických modelů.

Mezi informací a vnitřní strukturou vesmíru může skutečně existovat velice úzký vztah.

Informaci můžeme považovat za inverzní funkci entropie, jako protiklad neuspořádanosti. V souhlasném tónu zde lze uvést první axiom informační fyziky, který formuloval Tom Stonier. „Informace a uspořádání (organizace) spolu úzce souvisí.“ Toto tvrzení dále rozvádí do tří teorémů. „1) Všechny organizované struktury obsahují informaci ... žádná organizovaná struktura nemůže existovat, aniž by obsahovala nějakou formu informace. 2) Přidání informace do systému se projeví tím, že se systém stane organizovanějším nebo se reorganizuje. 3) Organizovaný systém je schopný vydávat nebo sdílet informaci.“⁶² Z výše uvedeného je více než zřejmé, že se informace nachází v každé organizované struktuře, počínaje elementární úrovní. Šest druhů kvarků a šest druhů leptonů, spolu s bosony představují v současnosti nejmenší známé základní stavební částičky látky. Trojkombinace kvarků z první rodiny, u a d , tvoří důvěrně známé baryony z atomového jádra – neutron (udd) a proton (uud). Společně se stabilním leptonem, který nazýváme elektron, dávají dohromady vzniknout atomu. Podle počtu zmíněných částic a stupně jejich organizace rozeznáváme tisíce druhů atomových jader. Základní prvky a jejich izotopy. Nejjednodušším z prvků je samozřejmě vodík, obsahující jeden proton a elektron, následovaný heliem, které má dva protony, neutrony a elektron.⁶³ Dále za zmínku stojí důležité prvky naší biosféry, tzv. biogenní prvky, uhlík $^{12}\text{C}_6$, dusík $^{14}\text{N}_7$, kyslík $^{16}\text{O}_8$, fosfor $^{31}\text{P}_{15}$ a síra $^{32}\text{S}_{16}$. Celkem známe 118 základních prvků, které lze elegantně roztřídit v rámci

⁶² STONIER, Tom. *Informace a vnitřní struktura vesmíru*. 1. vydání. Praha: Technická literatura Ben, 2002. 160 s. ISBN 80-7300-050-4. [citováno ze strany 29].

⁶³ *Elementární částice* [online]. [cit. 2006-02-21]. <http://physics.muni.cz/~mealtiner/publikace_soubory/castice.htm>.

Mendělejevovy periodické tabulky. Ovšem ne všechny jsou přírodního původu, na Zemi najdeme maximálně uran $^{238}\text{U}_{92}$, následující prvky neptunium $^{237}\text{Np}_{93}$, plutonium $^{235}\text{Pu}_{94}$, až po ununoctium Uuo_{118} , jsou umělé prvky vytvořené člověkem (kromě plutonia, které se vyskytuje ve stopovém množství v uranových rudách). Vysoce organizované struktury, těžká jádra s velkým počtem nukleonů, vykazují značnou nestabilitnost a rozpadají se. Mezi poslední stabilní prvek počítáme olovo $^{208}\text{Pb}_{82}$, vizmut $^{209}\text{Bi}_{83}$ je již nestabilní, ač s poločasem rozpadu přesahujícím současné stáří vesmíru. Nejznámější nestabilní radioizotopy uran a plutonium stojí za jedinečným energetickým zdrojem, ale i za představou nesmírné ničivé síly v podobě jaderných zbraní. Velmi těžké prvky s protonovým číslem nad 100 jsou již extrémně nestabilní a jejich syntéza je složitá a složitě je i dokázání jejich existence, neboť poločas rozpadu bývá v řádů vteřin. Svět tisíců atomů je bezesporu fascinující, ale neméně vzrušující je svět milionů anorganických a organických sloučenin. Velký podíl na jejich rozmanitosti má bezesporu již zmíněný základní stavební prvek naší biosféry, uhlík. Všudypřítomný prvek, oslňující čistou krásou jako diamant, funkčností jako tuha v obyčejné tužce, ale především svojí vazebnou schopností umožňující vznik obrovského množství sloučenin, především organických. Díky jednoduché, dvojité, ale i trojitě vazbě s dalšími biogenními prvky, dlouhých řetězcích, rozvětvených a cyklických strukturách, dávají vzniknout milionům sloučenin. Ale ani zde nekončí organizovaný systém, narůstající informační hodnota struktur nás posouvá z mikrosvěta do makrosvěta. Mezihvězdného plynu a prachu, mikrometeoroidů, asteroidů, komet, planet, hvězd, bílých trpaslíků, hnědých trpaslíků, neutronových hvězd, kulových a otevřených hvězdokup, asociací, apod. Dalším stupněm organizace hmoty jsou hvězdné ostrovy, galaxie, ať již trpasličí, nepravidelné, spirální, spirální s příčkou, které se seskupují do lokálních sdružení, kup galaxií a nakonec superkup galaxií. Periferii studovaného vesmíru zdobí extrémně silné variabilní objekty zvané kvasary, ale ve skutečnosti se zřejmě jedná o zárodky budoucích galaxií, které tam dnes existují. Je tu totiž stále děsivé časové omezení. Maximální rychlost ve vesmíru stanovená speciální teorií relativity je rychlost světla, jež nelze překročit. Pohled do vzdálených částí vesmíru je pohledem do vzdálené minulosti.

Otázka vzniku vesmíru není dosud uspokojivě vyřešena. Známe mnoho dílčích teorií, ale žádná zatím nedokáže popsat co se dělo na samém počátku. *Obecná teorie relativity* při popisu událostí před velkým sjednocením sil 10^{-33} s začíná selhávat a končí výsledkem, že vesmír vznikl z *počáteční singularity*, bodu o nulovém objemu, s nekonečnou křivostí časoprostoru a s nekonečnou teplotou a energií. Což je docela problém. K odstranění nekonečných hodnot a strašáku singularity by měla přispět sjednocující *kvantová teorie gravitace*, která se snaží skloubit dohromady teorii gravitace s kvantovou mechanikou. Podle částečných výsledků se zdá, že by mohla být tím pravým nástrojem k popisu počátečního stavu a podmínek jež panovaly v čase nula. V čase, kdy nastal *Velký třesk* (Big Bang) a byl spuštěn rozmanitý evoluční proces vesmíru. Výsledky družice WMAP nám napovídají, že k této události došlo již před 13,7 miliardami let (s chybou blízkou 1%), nicméně vše podstatné se odehrálo během prvních zlomků vesmírného vývoje. Pouhých 300 000 let stačilo k utvoření podmínek pro dnešní vesmír. V rychlém sledu po sobě probíhaly čtyři významné evoluční etapy. První byla *hadronová éra*, trvající desetitisícinu sekundy po Velkém třesku, která dala vzniknout těžkým částicím se silnou interakcí (protony, neutrony, mezony a hyperony) a též jejich antičásticím. Při vzájemné anihilaci se částice ničily, ale naštěstí zde byla určitá baryonová asymetrie, přebytek částic nad antičásticemi, které se později staly základem hmoty. Následující desetisekundové období zvané *leptonová éra* bylo ve znamení vzniku a převahy leptonů, lehkých částic. Elektronů s pozitrony vedou rovný boj, ale nakonec opět díky baryonové asymetrii vyhrává částice nad antičásticemi a zlomek z původního množství je uchován pro budoucnost. Také neutrina prožívají bouřlivé údobí a reagují s ostatními elementárními částicemi. Některé se však osvobozují a putují vesmírem jako tzv. *reliktní neutrina*, nebo se zachraňují ve společnosti protonů. Vznikají těžká jádra vodíku a také jádra helia – nastává počáteční *nukleogeneze*. Jaderná syntéza pokračuje i během následující *éry záření*, období, kdy je vesmír vyplněn vysokoenergetickým elektromagnetickým zářením, znemožňujícím vznik atomů. Elektronů se sice váží na jádra, ale zářením jsou okamžitě vyráženy. Teprve po mnoha tisíciletích, na sklonku éry, kdy vesmír dostatečně vychladl začínají být atomy stabilní a počáteční nukleogeneze je dovršena. Vznik neutrálního vodíku (75%) a helia (25%) způsobí průhlednost látky a osvobození

elektromagnetického záření, které se vydává na samostatnou pouť – *reliktní záření*. K oddělení záření od látky došlo zhruba 300 000 let po velkém třesku a je považováno za počátek čtvrtého období evoluce vesmíru, jež trvá do dnešních dnů a nazýváme jej *érou látky*. Nehomogenity v rozložení původní látky vedly k vzniku zárodků budoucích hvězd a galaxií. Podle nejnovějších pozorování a teorií se zdá, že první hvězdy se zrodily již 200 milionů let po velkém třesku. Tím byla zahájena druhotná nukleogeneze. Hvězdy fungují jako továrny na chemické prvky, v jejich nitru za obrovského tlaku a teploty probíhá termonukleární reakce. Jaderná fúze při které z lehčích a jednoduchých jader vznikají těžká složitá jádra. Nejčastěji probíhá základní reakce, kdy se vodík spaluje na helium. Ve velmi hmotných hvězdách nebo na sklonku života běžných hvězd po vyčerpání vodíkové paliva pokračuje termojaderná reakce ve spalování dalších prvků. Helium se mění na uhlík, uhlík následně dává vzniknout kyslíku, hořčíku, kyslík křemíku, fosforu, síře atd. Posledním prvkem, který může vzniknout v nitru hvězd je železo. Jeho vazebná energie je již natolik silná, že fúze železných jader by byla exotermickou reakcí, to znamená, že bychom museli přidat energii, aby k tomu došlo. Samovolně je tedy geneze prvků v nitru hmotných hvězd ohraničena vznikem železa. Co se děje po vyhoření paliva a ukončení možných termonukleárních reakcí? Hvězda podle hmotnosti skončí buď jako *bílý trpaslík* (pro hvězdy do hmotnosti menší než 1,25 hmotnosti sluneční), *neutronová hvězda* doprovázená mohutnou explozí – *supernova*, nebo velmi masivní hvězdy skončí zhroucením – *černá díra*. Pro genezi vesmíru, zvláště chemickou, jsou nejdůležitější výbuchy supernov. Obohacují mezihvězdnou látku o těžké prvky, které vznikly jako výsledek hvězdné nukleosyntézy a jako výsledek opakované neutronové fúze s následnými β^- rozpady přímo při explozi (zde vznikly velmi těžká jádra až po transurany). Pozůstatek hvězdy se promíchá s okolní látkou a stane se součástí základu budoucích hvězd. První generace byla na počátku složena pouze z vodíku a helia, druhá generace však měla již příměs těžších prvků a jejich podíl se generaci od generace zvyšuje. Naše Slunce je zřejmě třetí generací a celá Sluneční soustava tedy vznikla z dvakrát obohacené látky. Všechny těžké prvky kolem nás pocházejí z hvězdné geneze. Také základní

biogenní prvky vznikly v hvězdných jádrech a můžeme se tedy pokládat za potomky hvězd, jsme extenzí procesu, který započal velkým třeskem.⁶⁴

Hvězdu běžně nazýváme továrnou na chemické prvky, ale domnívám se, že by si také zasloužila přívlastek, *aktivní extropizující objekt*, který by zdůraznil informační poslání hvězd. Během svého života totiž prostřednictvím termonukleárních reakcí aktivně organizují látku do složitých struktur. Zvyšují její informační hodnotu a informatizují své okolí. Vyrábí meziprodukt, který následně může za jistých velmi vzácných podmínek sloužit jako základ pro vyšší organizované systémy. Těmi podmínkami mám na mysli existenci pásu života. Oblasti nacházející se v okolí osamělé hvězdy – musí být sama, aby se případné planety udržely na dlouhodobě stabilních drahách a navíc to musí být nepříliš hmotná hvězda vedoucí poklidný život po miliardy let na hlavní posloupnosti v HR diagramu – aby přísun energie do pásu života byl stabilní, s minimálními fluktuacemi. Pokud se v této oblasti, například u našeho Slunce se rozprostírá ve vzdálenostech kolem 1 AU od hvězdy, nachází planeta, existuje šance na rozvoj vyšších organizovaných systémů, šance na pokračující informatizaci látky. Na časové škále miliard let se mohou postupně vytvářet složité sloučeniny, jejich vývoj bude zpočátku sice pozvolný, ale s postupující organizovaností systému se bude tempo evoluce zvyšovat. Vezměme si například evoluci na naší planetě. Více než miliardu let byla Země pustá, horká a nevlídná. Postupně se, ale podmínky zlepšovaly. Povrch tuhnul a chladl, sopečná činnost polevovala a pomalu vznikala zemská kůra, stále hustší atmosféra začínala chránit povrch planety před silným ultrafialovým zářením a před nadměrným kosmickým bombardováním. Zárodky života je však potřeba hledat již v počátečních nehostinných podmínkách. Atmosféra plná jedovatých plynů, převážně sopečného původu, nebyla přátelská a tak útočištěm se staly jezírka a později i moře. V blízkosti vulkanických výronů probíhala po miliardy let chemická evoluce, která vyústila ve vznik první životaschopné buňky, složitého vysoce organizovaného útvaru tisíců organických sloučenin (převážně bílkovin). K významnému předělu mezi chemoevolucí a bioevolucí došlo někdy v *prekambriu*, velmi dlouhém období,

⁶⁴ ULLMANN, Vojtěch. *Gravitace a globální struktura vesmíru: Relativistická kosmologie: 5.4. Standardní kosmologický model. Velký třesk* [online]. [cit. 2006-03-11]. <<http://astronuklfyzika.wz.cz/Gravitace5-4.htm>>.

trvajícím od vzniku planety až do počátku *prvohor*, období 4,7 miliardy let až 542 miliónů let před současností. Nejstarší nalezené stopy života na Zemi – organickochemické sedimenty (např. stromatolity – uhličitán vápenatý biogenního původu vysrážený do rozličných útvarů) – pocházejí z dob před více jak třemi miliardami let. Cesta od nejjednodušších organismů k jednobuněčným živočichům (prvokům) nebyla jednoduchá, jakoby život dvě miliardy let přemítal zda má pokračovat v evoluci či zaniknout. Příhodné a dlouhodobě stabilní podmínky se nakonec přikloní na stranu života. Již na sklonku prekambria se objevují vícebuněčné organismy a první řasy, výrobci kyslíku. Atmosféra však dosud není schopna ochránit zázračný výsledek předlouhé evoluce a tak život zůstává skryt v bezpečí pod mořským krunýřem chránícím křehké bílkovinné organizované systémy před ultrafialovým zářením. Poklidný mikroskopický život zažívá na počátku nového věku, prvohorního *kambria*, neskutečný skok v evoluci. Nevíme co dalo podnět k neuvěřitelné evoluční explozi. Během velice krátkého období v trvání asi jednoho milionu let došlo k překotnému rozrůznění života. Vzniklo velké množství složitých organismů. Moře ovládli trilobiti a spolu s nimi se objevily zástupci téměř všech hlavních skupin mořských živočichů – např. plži, mlži, ostnokožci a ramenonožci. V ordoviku se přidali první obratlovci, ryby. Bohatý život pod hladinou jen bujel a čekal na svojí příležitost. Zbývalo udělat poslední krok k dokončení globalizace – obsazení poslední životem nedotčené části planety. Útok na pevninu se odehrál asi před 400 miliony let v prvohorním období zvaném *devon*. Nutno říci, že byl úspěšný. Atmosféra s dostatečnou ozonovou vrstvou, kterou v současnosti tak nepochopitelně ničíme, dokázala ochránit život. Kontinent je postupně zahalován zelení, objevují se plavuně, přesličky a kapradiny. Následně souš dobývají i živočichové, převážně obojživelníci. Také hmyz prožívá svoje první evoluční maximum. V druhohorách dominují plazi, kteří ovládnou v nesčetných formách moře, souš i vzduch. Zhruba před 65 miliony let však uvolňují životní prostor savcům, kteří v třetihorním *paleogénu* zažívají bouřlivý rozvoj. Ovládají planetu a na sklonku nejsvrchnější části třetihor *neogénu* se začínají rozvíjet první primáti rodu *Homo*, naši přímí předchůdci. Ze čtvrtohorních primátů vychází vítězně *Homo Sapiens Sapiens* –

člověk.^{65 66 67} Nejsložitější a jedinečný produkt evoluce. Své místo na výsluní si však nezískal přirozenou vybaveností, v podstatě člověk není dokonalým stvořením, není nejrychlejší, nemá nejlepší zrak, ani sluch, není dobrý plavec, neumí létat ... je v mnoha směrech průměrný až podprůměrný. Vyniká však inteligencí, schopností poznávat a učit se. Stále se rozvíjející inteligence stála za přežitím. Zpočátku se lidé jen přizpůsobovali životnímu prostředí a žili v naprostém souladu s přírodou, postupně však začal převládat opačný přístup. Lidé začali přizpůsobovat přírodu sobě. Vylepšovat životní prostředí pro větší bezpečí, pohodlí a rozvoj. Na přírodní evoluci navázala plynule evoluce kulturní. Kácení lesů, stavba osad, vesnic a měst způsobovalo jen mírné lokální narušení přírody. Malé nestability, které příroda stačila bez větších problémů napravovat. Postupná globalizace, množství obyvatel a energetické nároky antropické civilizace, v poslední době přecházející téměř do exponenciálního nekontrolovatelného růstu, začínají způsobovat nenapravitelné škody. Po miliardy let budovaná biosféra je ohrožena. Vzestup civilizace a její samotná existence je závislá na přísunu energie. Získání každé informace a zvýšení organizovanosti systému vyžaduje jisté energetické nároky, úměrně stoupající s mírou organizovanosti systému. Země, uzavřená přirozená infosféra, bránící se dočasně všudypřítomné entropii za přispění konstantního přílivu sluneční energie, je v poslední době stále více zatěžována bouřlivě se vyvíjející umělou infosférou, která parazituje a bují na přirozené infosféře. Problematikou konfliktu přírody a civilizace se podrobně zabývá profesor Masarykovy univerzity v Brně Josef Šmajš ve své evoluční ontologii, vědecky poučené ontologii, neantropocentrické, vycházející programově z evoluce vesmíru, která vytvořila Zemi i člověka. Důvody současné ekologické krize a vyhlídky na její případné překonání přehledně a srozumitelně shrnují publikace *Ohrožená kultura*⁶⁸ a *Evoluční ontologie*⁶⁹. Počátky konfliktu musíme hledat na samém úsvitu naší civilizace. Již první regionální kultury představovaly cizorodé

⁶⁵ FEJFAR, Oldřich. *Zkamenělá minulost*. 2. vydání. Praha: Albatros, 1989. 304 s.

⁶⁶ ŠPINAR, Zdeněk V. *Paleontologie*. 1. vydání. Praha: SNTL, 1986. 362 s.

⁶⁷ GRYGAR, Jiří. Žeň objevů 2003: 7. Život ve vesmíru. *Kozmos*, 2006, roč. 37, č. 1, příloha s. 38 – 39.

⁶⁸ ŠMAJS, Josef. *Ohrožená kultura: Od evoluční ontologie k ekologické politice*. 2. vydání. Praha: Hynek, 1997. 205 s. ISBN 80-85436-38-8.

⁶⁹ ŠMAJS, Josef, KROB, Josef. *Evoluční ontologie*. 1. vydání. Brno: Masarykova univerzita, 2003. 399 s. ISBN 80-210-3038-0.

subsystémy biosféry, parazitující a narušující křehkou rovnováhu. Zlom, kdy se člověk vymanil z područí přírody a nastoupil cestu stále sílící opozice, můžeme umístit do období neolitické (zemědělské) revoluce. Zlom zároveň znamenal počátek globalizačního procesu. Revoluce představuje konec kořistného hospodářství lovců a sběračů a přechod k produktivnímu hospodářství pastevců a zemědělců. Je to poprvé co se změnil poměr sil mezi člověkem a přírodou. Rozvoj výrobních prostředků vedl k nadbytku. Vzniká nadprodukt, který umožňuje vydělení nevýrobní vrstvy společnosti. Objevují se první „bílé límečky“, organizátoři, plánovači, myslitelé, umělci ... Stále rostoucí složitost dělby práce a rozvoj výrobních prostředků vede k sílící specializaci a tím k rozpadu jednotné prvobytně pospolné společnosti. Současně s existencí nadproduktu přichází i různé formy vykořisťování a vznik tříd. Rozdělení společnosti i po materiální stránce. Bohatství proti chudobě. Moc proti poddanství. Za majetkem a vlastnictvím však nesmíme hledat jen negativa. Neocenitelným přínosem bylo položení základních kamenů nejstarších věd a jejich rozvoj. V popředí stála především matematika, toliko potřebná pro rozdělení hmotných statků, měření rozloh, výnosů, apod. Vlastnictví a majetek také přinášely pro velmi úzkou skupinku obyvatel jistou svobodu, svobodu představovanou volným časem, který mohl být libovolně využíván. Vzkvétají jak praktické obory posilující rozvoj výrobních prostředků, zvyšující efektivitu produkce a zkvalitňující životní podmínky, tak i obory pokrývající duševní oblasti. Lidská společnost hromadí poznatky a postupně se snaží o jejich uchování a předání následujícím generacím. Objem kulturní informace stoupá a zároveň s ní se úměrně mění poměr sil člověk versus příroda. Nicméně zásahy do rovnováhy ekosystému nejsou příliš tragické a příroda lokální narušení zvládá napravovat. Po tisíce let nepředstavovala antropická společnost, cizorodý subsystém přírody, nebezpečí pro biosféru. Změna však nastává relativně v nedávné době, po překonání předsudků a dogmat středověkého temna, období stagnace, se pomalu začíná do popředí dostávat věda, která stojí za změnou paradigmatu. Během 17. století je globalizační vývoj nebyvale urychlen průmyslovou revolucí. Aplikace nejnovějších a převratných vědeckých poznatků do praxe dává vzniknout industrialismu. Nastupuje masová výroba, stěhování lidí do větších aglomerací, populace se začíná rozrůstat a zátěž ekosystému dostává zcela nový rozměr. Především

díky stále objemnější těžbě uhlí a později i ropy. Civilizace představuje nádor vyživovaný dodatkovými energetickými zdroji. Nádor dosahující globálních parametrů. Nádor, který se od poloviny minulého století s příchodem globální revoluce a nástupu post-industrialismu téměř exponenciálně zvětšuje. Otázkou zůstává zda je zhoubný či nikoli. Antropická civilizace bezohledně drancuje abiotické energetické zdroje a velmi neuváživě je využívá, respektive zneužívá. Po miliony a miliony let postupně ukládaná sluneční energie je spalováním fosilních paliv – *exbiotických energetických zdrojů* (rostlinstva a živočišstva prvohor a třetihor) náhle uvolňována a způsobuje destabilizaci původně vyváženého ekosystému. Do atmosféry se dostává stále větší množství oxidu uhličitého nepřírozenou cestou. Příspěvek pocházející z moře nebo z bažin (při vysušování) stačí zpracovat fotosyntéza. Rovnováhu však narušila a narušuje antropická civilizace uvolňováním stovek miliard tun oxidu uhličitého. Zvýšený obsah pak má za následek vznik skleníkového efektu, který stojí za postupným oteplováním a v důsledku přináší rozšiřování pouštních oblastí a tání ledovců. Hrozbu představují také rozličné chemické sloučeniny lehkomyšlně vypouštěné do atmosféry. Za všechny jmenujme například freony, které narušují ozonovou vrstvu a ničí přirozenou ochranu před ultrafialovým zářením, smrtelnou hrozbou biosféry. Lidstvo dále neuváženě produkuje více a více toxických odpadů a ohrožuje tak svojí vlastní existenci. Stále zřetelněji přechází v realitu analogie srovnání civilizace s kvasinkami, které se při nekontrolovatelném množení nakonec zadusí ve vlastních výkalech. Pokud chceme přežít musíme si uvědomit, že prosperita je úzce svázána se zdravou přírodní infosférou. Musíme jít trvale udržitelným rozvojem, uspokojením našich energetických potřeb, ale takovým způsobem, abychom umožnili existenci i budoucím generacím a nežili na úkor budoucnosti. Umělá infosféra ještě není natolik silná a technologicky vyspělá, aby mohla existovat samostatně. I když jednou k tomu zajisté dojde. Pokud přežijeme toto temné období a vymaníme se z globální ekologické krize, dá se předpokládat, že se lidstvo vydá na cestu do vesmíru. Země se jednoho dne stane příliš malou, neobnovitelné zdroje se vyčerpají a lidstvu nezbude nic jiného než hledat nový domov. Ať již v orbitálních komplexech, základnách na Měsíci, Marsu, planetkách a dalších příhodných tělesech Sluneční soustavy. S výhledem do předaleké budoucnosti se nakonec lidé budou muset vydat do mezihvězdného prostoru, hledat nový domov

u mladé hvězdy. Zhruba za jednu miliardu let bude na Zemi již horko a později na sklonku života se Slunce rozepne v červeného obra a pohltí všechny vnitřní planety včetně kolébky života. Lidé nebudou mít na výběr. Budou to však ještě lidé? Těžko říci kam kultura zavede Homo Sapiens Sapiens. Již v současnosti se setkáváme s umělými součástkami lidského těla, které nahrazují poškozené. V budoucnu se však určitě nespokojíme s pouhou výměnou a bude se stále více prosazovat rozvoj a expanze lidských smyslů a možností. Čeho jsme nedosáhli přirozenou evolucí bude postupně zdokonalováno umělou evolucí. Budoucnost je spojena s hnutím extropiánů. Na stránkách České asociace transhumanistů⁷⁰ je překlad extropiánských principů⁷¹, které sepsal Max More, prezident Extropy Institute⁷². Mezi základní principy hnutí patří bezmezný optimismus v růst lidské inteligence, moudrosti, efektivity, neomezené délky života a expanze do vesmíru, aplikace moderních vědeckých poznatků a techniky k zdokonalení biologických limitů. Je možné, že ve vzdálené budoucnosti se budou lidé více méně blížit známým borgům či kyborgům ze slavného sci-fi serálu Star Trek. Humanoidi vybavení množstvím rozličných implantátů rozšiřujícími biologické limity. Extropiánství bude možná jednou z cest k přežití a oddálení zániku. Lidstvo pravděpodobně osídlí nejbližší vesmírné okolí, dosáhne maximální možné dokonalosti, dokáže nashromáždit nezměrné množství kulturní informace za celé období sociogeneze, ale stejně nakonec neunikne svému zániku. Jsme součástí vesmíru a jako jeho nedělitelná součást skončíme spolu s vesmírem. Jsme jen nepatrnou částí vesmíru, která má jedinečnou vlastnost, dokáže zkoumat sama sebe, částí vesmíru, uvědomující si bytí a pátrající po původu a směru budoucím. Výzkumem vesmíru a hledáním univerzálních teorií zároveň pátráme po svém původu, příčinách bytí a smyslu života. Odpověď leží v singularitě před velkým třeskem. Počáteční parametry vesmíru předem předurčily vývoj, rozložení hmoty a energie, vznik galaxií, hvězd, planet i života. Předurčen je i konec. Od počátku věků je určujícím elementem ve vesmíru druhá věta termodynamická –

⁷⁰ Česká asociace transhumanistů [online]. 2003-2005, verze 31.10.2005 14:09 [cit. 2006-03-19]. <<http://www.transhumanismus.cz>>.

⁷¹ MORE, Max. *Extropiánské principy* [online]. 2003-2005, verze 29.03.2005 20:51 [cit. 2006-03-19]. <<http://www.transhumanismus.cz/library.php?source=extropysk>>.

⁷² *Extropy Institute* [online]. c 2005 [cit. 2006-03-19]. <<http://www.extropy.org/>>.

nárůst entropie. Vše spěje k neuspořádanému stavu. Lokální fluktuace a snížení entropie jsou jen dočasnou záležitostí a přežívají jen vyživováním, dodáváním potřebné energie k udržení stávajícího stavu. Pokud přestaneme doma luxovat a přidávat do systému – bytu potřebnou energii (elektrickou energii do elektromotoru vysavače) bude vlivem vzrůstající entropie stoupat stupeň neuspořádanosti, nepořádek, který zapříčiní za pár let neobyvatelnost bytu. Stejně tak bez přidání energie – údržby se budou hroutit budovy, silnice a další výtvořky antropické civilizace. Sluneční energie je však potřebná i pro existenci biotické přírody, jen díky naší hvězdě může existovat infosféra zvaná Země. Lokální snížení entropie. Ovšem jen dočasné. Po vyčerpání paliva přestane Slunce dodávat potřebnou energii a velká disipativní struktura podlehně neúprosné entropii. Postupně tak dopadne celý vesmír. Po vypaření černých děr zůstane jen neustále se rozpínající časoprostor nad všechny meze, vyplněný stále se zředujícím a ochlazujícím zářením. Nastane tepelná smrt vesmíru. Nepříliš optimistický závěr, který nedává lidstvu ani jiné vesmírné civilizaci šanci na přežití. Jedinou možností by byl únik do jiného a mladšího paralelního vesmíru – pokud vůbec existuje a pokud existuje spojná a bezpečná cesta.

Zdá se, že podstata informace zůstává skryta a ještě nějaký čas zůstane. Pokud chceme nalézt relevantní odpovědi musíme pátrat na samém počátku a sledovat nejnovější kosmologické výzkumy. Rozluštění počátečních parametrů vesmíru a nahlédnutí do singularity bude klíčové pro pochopení vzniku a rozložení hmoty a energie. Zároveň se domnívám, že v singularitě musela existovat jistá organizující složka, která posléze stála za vnitřní strukturou celého vesmíru. Dále se spekulativně přikláním k možnosti, že by tato síla mohla být v současnosti komponentou tajemné temné energie. Síla organizující hmotu, určující současnou strukturu a dodržující předurčený vývoj.

Závěr

Co říci závěrem? Ve svěřeném čase jsem se snažil teoreticko-kritickou analýzou známého poznání a aplikací vlastních úvah sestavit co nejobsáhlejší kompilativní práci poukazující na rozmanitost šíření a uchování informace ve vesmíru. Přiblížili jsme si elektromagnetické vlnění, poodhalili roušku tajemství

skrývaného reliktním zářením, nahlédli do hypotetického světa gravitačních vln, infonů a během této pouti jsme lehce naznačili jakým způsobem dokázala naše civilizace infikovat své okolí antropogenní informací, a to jak prostřednictvím elektromagnetického vlnění, tak i prostřednictvím makroskopických nosičů. Některé pasáže jsou detailně rozebrané, jiné jen stručně okomentované, ač by si zasluhovaly více prostoru. Bohužel nesmírný rozsah popisované problematiky a též jisté časové omezení neumožnilo zhmotnit všechny původní záměry. Přesto jsem se snažil o vytvoření vyvážené přehledové práce.

Použitá literatura

Soupis citovaných dokumentů :

1961-013A - *Explorer 11* [online]. [cit. 2006-02-25].
<<http://www.lib.cas.cz/www/space.40/1961/013A.HTM>>.

1989-089A - COBE [online]. [cit. 2006-01-05].

<<http://www.lib.cas.cz/www/space.40/1989/089A.HTM>>.

2001-027A - WMAP [online]. [cit. 2006-01-07].

<<http://www.lib.cas.cz/www/space.40/2001/027A.HTM>>.

Arthur Stanley Eddington [online]. University of St Andrews, Scotland. JOC/EFR, October 2003 [cit. 2006-03-04]. <<http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Mathematicians/Eddington.html>>.

LEHKÝ, M. *Astrometry of comets and minor planets* [online]. since 11th May 2003

[cit. 2006-03-04]. <<http://astro.sci.muni.cz/lehky/astrometry.html>>.

Binary it's digitalicious [online]. [cit. 2006-04-15]. <<http://nickciske.com/tools/binary.php>>.

Bob Carswell [online]. [cit. 2006-03-04]. <<http://www.ast.cam.ac.uk/~rfc/>>.

ZAITSEV, Alexander L., IGNATOV, Sergey P. *Broadcast for Extra-Terrestrial Intelligence from Evpatoria Deep Space Center: Report on Cosmic Call 1999* [online]. [cit. 2006-02-09].

<<http://www.cplire.ru/html/ra&sr/irm/report-1999.html>>.

COBE [online]. [cit. 2006-01-07]. <<http://aether.lbl.gov/www/projects/cobe/>>.

Česká asociace transhumanistů [online]. 2003-2005, verze 31.10.2005 14:09 [cit. 2006-03-19].

<<http://www.transhumanismus.cz>>.

EINSTEIN@home [online]. [cit. 2006-02-19]. <<http://einstein.phys.uwm.edu>>.

Elektromagnetické spektrum [online]. [cit. 2006-02-26].

<http://colossus.chem.umass.edu/genchem/whelan/class_images/Electromagnetic_Spectrum.gif>.

Elementární částice [online]. [cit. 2006-02-21].

<http://physics.muni.cz/~mealtiner/publikace_soubory/castice.htm>.

EU SpaceRef: Space infrared astronomy comes of age [online]. 16 Apr 2003 [cit. 2006-02-25].

<<http://eu.spaceref.com/news/viewpr.html?pid=11290>>.

ŠMAJS, Josef, KROB, Josef. *Evoluční ontologie*. 1. vydání. Brno: Masarykova univerzita, 2003. 399 s. ISBN 80-210-3038-0.

MORE, Max. *Extropiánské principy* [online]. 2003-2005, verze 29.03.2005 20:51 [cit. 2006-03-19]. <<http://www.transhumanismus.cz/library.php?source=extropysk>>.

Extropy Institute [online]. c 2005 [cit. 2006-03-19]. <<http://www.extropy.org/>>.

GEO 600 Home Page (Hannover) [online]. [cit. 2006-02-19]. <<http://www.geo600.uni-hannover.de>>.

ULLMANN, Vojtěch. *Gravitace a globální struktura vesmíru: Relativistická kosmologie: 5.4. Standardní kosmologický model. Velký třesk* [online]. [cit. 2006-03-11]. <<http://astronuklfyzika.wz.cz/Gravitace5-4.htm>>.

Guide Star Catalogue [online]. [cit. 2006-02-28]. <<http://www-gsss.stsci.edu/gsc/GSChome.htm>>.

IAU: Minor Planet Center [online]. [cit. 2006-03-04]. <<http://cfa-www.harvard.edu/iau/mpc.html>>.

STONIER, Tom. *Informace a vnitřní struktura vesmíru*. 1. vydání. Praha: Technická literatura Ben, 2002. 160 s. ISBN 80-7300-050-4.

INFORMS Online: Robert Herman Lifetime Achievement Award: Who was Robert Hermann? [online]. INFORMS, 1997 – 2005, Last updated May 31, 2005 [cit. 2006-01-02]. <<http://www.informs.org/Prizes/whoisHerman.html>>.

It's the 25th anniversary of Earth's first (and only) attempt to phone E. T. [online]. [cit. 2006-02-07]. <<http://www.news.cornell.edu/releases/Nov99/Arecibo.message.ws.html>>.

JPL: Greetings From Earth [online]. Last updated January 14, 2003 [cit. 2006-03-08]. <<http://voyager.jpl.nasa.gov/spacecraft/languages/languages.html>>.

JPL: Golden Record [online]. [cit. 2006-03-07]. <<http://voyager.jpl.nasa.gov/spacecraft/goldenrec.html>>.

JPL: Golden Record [online]. [cit. 2006-03-07]. <<http://voyager.jpl.nasa.gov/spacecraft/goldenrec1.html>>.

JPL: Howdy, Strangers [online]. [cit. 2005-12-06]. <<http://www.jpl.nasa.gov/news/features.cfm?feature=555>>.

JPL: Music: Music On Voyager Record [online]. Last updated January 14, 2003

[cit. 2006-03-08]. <<http://voyager.jpl.nasa.gov/spacecraft/music.html>>.

JPL: Scenes From Earth [online]. Last updated January 14, 2003 [cit. 2005-12-03].
<<http://voyager.jpl.nasa.gov/spacecraft/sceneearth.html>>.

JPL: Voyager Golden Record - Cover [online]. [cit. 2006-03-08].
<http://voyager.jpl.nasa.gov/spacecraft/images/VoyagerCover.jpg_2big.gif>.

Karl Guthe Jansky [online]. [cit. 2006-02-25]. <<http://www.converter.cz/fyzici/jansky.htm>>.

JONÁK, Zdeněk. KTD - Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV): Informace [online]. [cit. 2005-12-15].
<http://sigma.nkp.cz/F/SEPFR6532C1PHX3XVMLGR7LPTXM7EGXILYKFFH6VSY36CBP8X3-15142?func=full-set-set&set_number=020179&set_entry=000016&format=999>.

Laboratorní průvodce: Elektromagnetické spektrum [online]. [cit. 2006-02-26].
<http://www.labo.cz/mft/rad_pasma.htm>.

Laboratorní průvodce: Spektrum [online]. [cit. 2006-02-25].
<<http://www.labo.cz/mft/img/spektrum.gif>>.

Laser Interferometer Gravitational Wave Observatory [online]. [cit. 2006-02-19].
<<http://www.ligo.caltech.edu>>.

EINSTEIN, Albert. Lens-Like Action of a Star by the Deviation of Light in the Gravitational Field. *Science*, New Series, vol. 84, no. 2188 (Dec. 4, 1936), p. 506-507.

LIGO Hanford Observatory [online]. [cit. 2006-02-19]. <<http://www.ligo-wa.caltech.edu>>.

LIGO Livingston [online]. [cit. 2006-02-19]. <<http://www.ligo-la.caltech.edu>>.

LISA: Laser Interferometer Space Antenna [online]. [cit. 2006-02-19]. <<http://lisa.jpl.nasa.gov>>.

MIRA: A Doubly-imaged Gravitational Lens: 0957+561 A & B [online]. Created July 2, 1997 [cit. 2006-03-04]. <http://www.mira.org/fts0/s_system/161/text/txt002z.htm>.

NASA: Pioneer 10 [online]. [cit. 2005-11-30].
<http://www.nasa.gov/centers/ames/images/content/72418main_plaque.jpg>.

NASA: SP-349/396 Pioneer Odyssey [online]. [cit. 2006-03-07].

<<http://history.nasa.gov/SP-349/contents.htm>>.

NASA: *The Sounds of Earth* [online]. 09. 05. 1977 [cit. 2006-03-08].

<<http://grin.hq.nasa.gov/IMAGES/SMALL/GPN-2000-001976.jpg>>.

Nobelprize.org: *Arno Penzias* [online]. [cit. 2006-01-02].

<<http://nobelprize.org/physics/laureates/1978/penzias-autobio.html>>.

Nobelprize.org: *Guglielmo Marconi* [online]. [cit. 2006-01-17].

<<http://nobelprize.org/physics/laureates/1909/marconi-bio.html>>.

Nobelprize.org: *Robert Woodrow Wilson* [online]. [cit. 2006-01-02].

<<http://nobelprize.org/physics/laureates/1978/wilson-autobio.html>>.

PEJCHA, O., LEHKÝ, M., SOBOTKA, P., et al. NSV 2544 Cam: a W UMa Type Eclipsing Binary. *Information Bulletin on Variable Stars*, 3 July 2001, no. 5132. ISSN 1587-2440.

<<http://www.konkoly.hu/cgi-bin/IBVS?5132>>.

ULLMANN, Vojtěch. *Obecná teorie relativity: Černé díry: 4.3. Schwarzschildovy statické černé díry: Gravitační čočky. Optika černých děr* [online]. [cit. 2006-03-04].

<<http://astronuklfyzika.wz.cz/Gravitace4-3.htm>>.

ULLMANN, Vojtěch. *Obecná teorie relativity: Fyzika gravitace: 2.7. Gravitační vlny* [online].

[cit. 2006-02-18]. <<http://astronuklfyzika.cz/Gravitace2-7.htm>>.

ŠMAJS, Josef. *Ohrožená kultura: Od evoluční ontologie k ekologické politice*. 2. vydání. Praha: Hynek, 1997. 205 s. ISBN 80-85436-38-8.

ŠPINAR, Zdeněk V. *Paleontologie*. 1. vydání. Praha: SNTL, 1986. 362 s.

Ray Weymann [online]. [cit. 2006-03-04]. <<http://www.ociw.edu/research/weymann.html>>.

TAMA 300 [online]. [cit. 2006-02-19]. <<http://tamago.mtk.nao.ac.jp>>.

The 305 meter Radio Telescope [online]. [cit. 2006-02-05].

<http://www.naic.edu/public/the_telescope.htm>.

WALKER, John. *The Arecibo Message Decoded* [online]. [cit. 2006-02-07].

<http://www.fourmilab.ch/goldberg/arecibo_decoded.html>.

UBVRI Filter Curves [online]. [cit. 2006-02-28]. <<http://www.sbig.com/sbwhtmls/ubvri.htm>>.

LANDOLT, A. U. UBVRI photometric standard stars in the magnitude range 11.5-16.0 around the celestial equator. *Astronomical Journal*, July 1992, vol. 104, no. 1, p. 340-371, 436-491. ISSN 0004-6256.

<http://adsbit.harvard.edu/cgi-bin/nph-iarticle_query?1992AJ%2E%2E%2E%2E104%2E%2E340L>.

HEWITT, J. N., et al. Unusual radio source MG1131+0456 - A possible Einstein ring. *Nature*, July 9 1988, vol. 333, p. 537-540. ISSN 0028-0836. DOI [10.1038/333537a0](https://doi.org/10.1038/333537a0).

<http://adsabs.harvard.edu/cgi-bin/bib_query?1988Natur.333..537H>.

USNO-SA 2.0 Astrometric Reference Catalog [online]. [cit. 2006-02-28].

<<http://tdc-www.harvard.edu/catalogs/usnosa2.html>>.

VIRGO [online]. [cit. 2006-02-19]. <<http://wwwcascina.virgo.infn.it>>.

Voyager spacecraft – United Nation message [online]. [cit. 2005-12-07].

<<http://www.davidpbrown.co.uk/nota-bene/voyager-spacecraft.html>>.

Wikipedia: Charles Piazzi Smyth [online]. [cit. 2006-02-25].

<http://en.wikipedia.org/wiki/Charles_Piazzi_Smyth>.

Wikipedia: Dennis Walsh [online]. [cit. 2006-03-04].

<http://en.wikipedia.org/wiki/Dennis_Walsh>.

Wikipedia: Ralph Asher Alpher [online]. [cit. 2006-01-02].

<http://en.wikipedia.org/wiki/Ralph_Asher_Alpher>.

Wisli Wiadomosc [online]. [cit. 2006-02-09]. <<http://www.wyslijwiadomosc.pl/flash1/index.html>>.

WMAP: Some Theories Win, Some Lose. [online]. [cit. 2006-01-07].

<http://map.gsfc.nasa.gov/m_mm/mr_limits.html>.

WMAP: The First Detailed Full Sky Picture of the Oldest Light in the Universe [online].

[cit. 2006-01-07]. <http://map.gsfc.nasa.gov/m_mm.html>.

WMAP: WMAP Mission Specification [online]. [cit. 2006-01-07].

<http://map.gsfc.nasa.gov/m_mm/ob_techsummary.html#PageTop>.

FEJFAR, Oldřich. *Zkamenělá minulost*. 2. vydání. Praha: Albatros, 1989. 304 s.

GRYGAR, Jiří. Žeň objevů 2003: 7. Život ve vesmíru. *Kozmos*, 2006, roč. 37, č. 1, příloha s. 38 – 39.

Soupis nastudovaných a doporučených dokumentů :

ULLMANN, Vojtěch. *Antropický princip aneb kosmický Bůh* [online]. [cit. 2005-10-11]. <<http://astronuklfyzika.cz/AntropPrincip.htm>>.

SUSSKIND, Leonard. Black holes and the information paradox [online]. c2003. [cit. 2005-10-12]. <<http://www.physics.utoronto.ca/~peet/media/SciAmEdge/Q103018C.pdf>>.

HAWKING, Stephen, W. *Černé díry a budoucnost vesmíru*. 1. vydání. Praha: Mladá fronta, 1999. 184 s. ISBN 80-204-0515-1.

NOVIKOV, Igor. *Černé díry a vesmír*. 1. vydání. Praha: Mladá fronta, 1989. 216 s. ISBN 80-204-0028-1.

THORNE, Kip, S. *Černé díry a zborcený čas*. 1. vydání. Praha: Mladá fronta, 2004. 624 s. ISBN 80-204-0917-3.

HAMILTON, Andrew. *Falling into a black hole* [online]. c1998. Last modified 19 Apr 2001 [cit. 2005-10-11]. <<http://casa.colorado.edu/~ajsh/schw.shtml>>.

ULLMANN, Vojtěch. *Gravitace, černé díry a fyzika prostoročesu* [online]. [cit. 2005-10-11]. <<http://astronuklfyzika.cz/GravitCerneDiry.htm>>.

MOTL, Luboš. *Hawking and information loss* [online]. December 29, 2004. [cit. 2005-09-06]. <<http://motls.blogspot.com/2004/12/hawking-and-information-loss.html>>.

ULLMANN, Vojtěch. *Jaderná fyzika a fyzika ionizujícího záření* [online]. [cit. 2005-10-11]. <<http://astronuklfyzika.cz/Fyzika-NuklMed.htm>>.

SHANNON C. E. A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*. July and October 1948, vol. 27, pp. 379-423 and 623-656.

SHANNON C. E. *A mathematical theory of communication* [online]. [cit. 2005-12-12].

<<http://cm.bell-labs.com/cm/ms/what/shannonday/shannon1948.pdf>>.

DAVIES, Paul. *Poslední tři minuty: Úvahy o konečném osudu vesmíru*. [Bratislava?]: Mistři věd, 1994. 176 s. ISBN 80-7115-090-8.

FISCHER, Jan. *Průhledy do mikrokosmu*. 1. vydání. Praha: Mladá fronta, 1986. 248 s.

WEINBERG, Steven. *První tři minuty*. 2. vydání. Praha: Mladá fronta, 1998. 200 s. ISBN 80-204-0700-6.

HAWKING, Stephen, W. *Stručná historie času*. 1. vydání. Praha: Mladá fronta, 1991. 192 s. ISBN 80-204-0169-5.

BARROW, John, D. *Teorie všeho*. 1. vydání. Praha: Mladá fronta, 1996. 272 s. ISBN 80-204-0602-6.

BARROW, John, D. *Teorie ničeho*. 1. vydání. Praha: Mladá fronta, 2005. 352 s. ISBN 80-204-1156-9.