

„Pták je uchráněn před nepohodou jenom na krátký okamžik, ale hned zase přechází ze zimy do zimy. Právě tak i lidský život se zakmitne jen na chvíli, a my nevíme, kam spěje a odkud se vzal. Pová-li nám tedy nová věda o tom něco jistého, zajisté si zaslouží, abychom se jí přidrželi.“

Tato slova, původně promluvená na obranu křesťanství, vyjadřují hlavní zájem dneška o astronomii. Člověk, „věda, že život je jen malé světélko v temnotách“, snaží se vniknouti do minulosti i budoucnosti dále, než dovoluje krátký běh jeho života. Touží poznati vesmír, jaký byl, než se člověk objevil, a jaký bude, až poslední člověk zanikne v temnotě, z níž vyšel. Toto přání neplatí jen z pouhé rozumové zvědavosti, z touhy nahlédnouti za nejbližší horský hřbet, z touhy dostoupiti vrcholu, poskytnutího daleký rozhled, i kdyby to byl jen pohled do zaslíbené země bez naděje, že by tam kdy mohl vstoupiti — toto přání má hlubší kořeny a osobnější zájem. Dříve než člověk porozumí sobě, musí pochopiti vesmír, z něhož vycházejí všechny jeho smyslové vněmy. Člověk touží prozkoumati vesmír v prostoru i času, neboť i on sám je právě tak kus vesmíru, jako vesmír kus jeho. [.]

[1] JEANS, James *Vesmír kolem nás*. Přeložil dr. Boh. Mašek. Praha: Ústřední dělnické knihkupectví a nakladatelství (Ant. Svěcený), 1931. 292 s. [Citováno ze strany 128].

### Program Hvězdárny a planetária v Hradci Králové — prosinec 2006

Otvírací dny pro veřejnost jsou středa, pátek a sobota. Od 19:00 se koná večerní program, ve 20:30 začíná večerní pozorování. V sobotu je pak navíc od 14:00 pozorování Slunce a od 15:00 program pro děti. Podrobnosti o jednotlivých programech jsou uvedeny níže. Vstupné 10,- až 45,- Kč podle druhu programu a věku návštěvníka. Změna programu vyhrazena.

**Pozorování Slunce** soboty ve 14:00  
projekce Slunce dalekohledem, sluneční skvrny, protuberance, sluneční aktivita, při nepříznivém počasí ze záznamu

**Program pro děti** soboty v 15:00  
zimní hvězdná obloha s astronomickou pohádkou **Pší hvězda** v planetáriu, starší dětské filmy, ukázka dalekohledu, při jasné obloze pozorování Slunce

**Večerní program** středy, pátky a soboty ve 19:00  
zimní hvězdná obloha v planetáriu, výstava, film, ukázka dalekohledu, aktuální informace s využitím velkoplošné videoprojekce

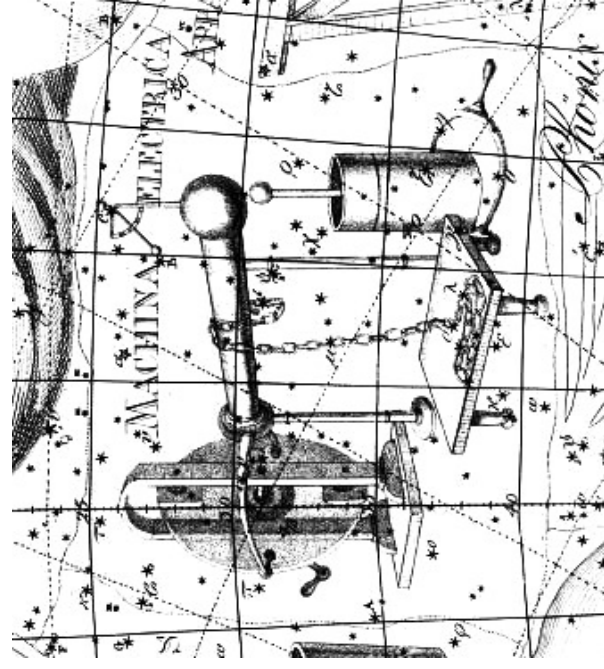
**Večerní pozorování** středy, pátky a soboty ve 20:30  
ukázky zajímavých objektů večerní oblohy, *jen při jasné obloze!*

#### Přednášky

sobota 2. 12. v 17:00 — **Velké hvězdárny v Kalifornii a jejich velké objevy** (astronomický cestopis prostorem a časem) — přednáší Miroslav Brož, HPHK  
sobota 16. 12. v 17:00 — **Kosmonautika 2006 a co dál...** — přednáší Mgr. Karel Bejček, HPHK

## Obsah

Miloš Boček: <i>Galaxie s polárním prstencem (1)</i> .....	4
Martin Lehký: <i>Šíření informace ve vesmíru (1)</i> .....	15
Petr Horálek: <i>Leonidy 2006 aneb lépe to snad už ani nešlo</i> .....	23
Petr Horálek, Martin Cholasta: <i>Děni na obloze v prosinci 2006 a lednu 2007</i> .....	26
Jan Pišala: <i>Astronomická expedice 2007</i> .....	28
Martin Lehký: <i>Ze starých tisků IX.</i> .....	29
<i>Program Hvězdárny a planetária v Hradci Králové</i> .....	30
Jiří Grygar: <i>Jubilant Miroslav Ouhřabka</i> .....	31



Titulní strana: Radioteleskop Arecibo v Portoriku s anténou o průměru 305 m. Mimo mnoha pozorování rádiového záření přičítajícího z vesmíru a radarových měření těles sluneční soustavy byl použit i pro vyslání rádiového poselství mimozemským civilizacím. © NAIC, Arecibo Observatory. K článku na str. 15.

Galaxie s polárním prstencem (Polar-ring galaxies, PRGs) patří mezi typické pekuliární galaxie, tedy takové, které nelze snadno zařadit do klasifikace galaxií nebo které jsou něčím neobvyklé. V případě galaxií s polárním prstencem se jedná o velmi vzácnou třídu galaxií. Jejich výjimečnost spočívá v tom, že obsahují zřetelný prstenec hvězd a mezihvězdné látky, který je orientován téměř kolmo ke galaktickému disku, takže prochází přes póly galaxie.

## Dva druhy PRGs

Patrná je souvztažnost mezi vlastnostmi polárních prstenců a charakteristikami jejich hostitelských galaxií. Podle příslušnosti hostitelské galaxie k morfologickému typu se PRGs dělí na dva hlavní druhy:

- (1) Převažná část je v Hubbleově klasifikaci řazena mezi čočkové<sup>1</sup>, dříve obecněji mezi galaxie „časného“ typu, neboť některé z nich byly považovány za eliptické.

<sup>1</sup> Čočkové galaxie (někdy též nazývané větvenové, neboť při pohledu „zboku“ připomínají svým protáhlejším tvarem větveno) patří společně se spirálními mezi diskové galaxie. V Hubbleově morfologické (tvarové) klasifikaci tvoří přechod (nikoli však vývojový) mezi nejvíce zploštěnými eliptickými galaxiemi s největší elipticitou (typem E7) a spirálními galaxiemi s hladkými, těsně navinutými spirálními rameny, jasným diskem a velkou středovou výdutí (typem Sa). V Hubbleově schématu, neboli „Hubbleově ladičce“ (obr. 1), zaujímají místo, kde končí levá část obsahující eliptické galaxie (E0–E7) a diagram se větví v normální spirální galaxie (Sa–Sd) a spirální galaxie s příčkou (SBa–SBd).

Čočkové galaxie se značí S0 (v případě, že obsahují příčku SB0), přičemž číslo 0 znamená, že v jejich hladkém disku není patrná žádná spirální struktura. Někdy se za označení ještě přidává dolní index vyladřující množství absorbující prachové složky v rovině galaktického disku. Mají výraznou centrální výdut, proto někdy mohou být zaměněny za spirální galaxie typu Sa. Výdut je však velikostí srovnatelná s diskem, zatímco u spirálních galaxií je přibližně o řád menší. Vzhledem ke nepřítomnosti spirálních ramen však bývá mnohem častěji obtížné odlišit čočkové galaxie od eliptických v případě, že je pozorujeme „shora“, ze směru kolmého k disku (například galaxie M84 a M86 ve vnitřní oblasti kupy Virgo byly dříve považovány za eliptické, dnes se odborníci spíše kloní k názoru, že se jedná o galaxie S0). Ale i některé „bokem“ natočené čočkové galaxie s velkým zploštěním bývaly občas označovány jako eliptické typu E8 (v současnosti víme, že maximální elipticity galaxií typu E je 7; pokud je tedy elipticity u „zboku“ viditelné galaxie větší, jedná se vždy o galaxii S0).

S eliptickými galaxiemi mají čočkové galaxie společné to, že většina z nich postrádá mezihvězdnou látku, ačkoli asi třetina z nich ji přece jen obsahuje. Naopak jejich diferenciální rotace a hmotnost z ní odvozená odpovídá spirálním galaxiím (eliptické galaxie téměř nerotují, hvězdy se v nich pohybují náhodně po chaotických drahách podobně jako molekuly v plynu). Proto také galaxie S0 splňují Tullyho–Fisherův vztah mezi absolutní svítivostí  $L$  a rotační rychlostí disku  $v_{rot}$ :  $L \propto v_{rot}^4$ .

Dosud nezodpovězenou otázkou zůstává, proč se čočkové galaxie vyskytují především v bohatých galaktických kupách a proč s rostoucí hustotou kup roste jejich procentuální zastoupení. Odhadujeme, že pouze necelé 1 %, nanejvýše snad 5 % čočkových galaxií by mohlo náležet nebo (vzhledem k případně omezené životnosti některých prstenců) v minulosti náleželo mezi PRGs.

Chcete-li se akce zúčastnit, neváhejte a kontaktujte nás. Expedice je určena především studentům středních a vysokých škol od 15 do 25 let. Hledáte-li více informací, navštivte webovou stránku (<http://expedice.astronomie.cz>). Kontaktní adresa pro přihlášení a dotazy je: Jan Pišala, Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka v Brně, Kraví hora 2, 61600 Brno, e-mail ([expedice@hvezdarna.cz](mailto:expedice@hvezdarna.cz)). Přihlášky sbíráme do 1. března 2007.



Obr. 8 — Východ Mésice a Venuše nad Rtytní 23. 7. 2006 v 1 h 35 min UT. Použitý fotoaparát Canon EOS 300D s objektivem 75–300/F4–5.6. Foto Jiří Los.

## Ze starých tisků IX.

Martin Lehký

[.] Světější vědy dokazují svou cenu tím, že zvyšují přímjnost a radosti života, nebo že zmiňují bolesti a strasti. Je však nasnadě otázka, čím nás odměňuje astronomie? Proč obětuje hvězdář úmorné noci a ještě úmornější dny zkoumáním stavby, polybů a změn těles tak dalekých, která nemohou mít patrného vlivu na lidský život?

Alespoň částečnou k tomu odpovědi se zdá, že někteří počali tušit, že by dnešní astronomie dovedla, právě tak jako astronomie za doby Galileovy, něco odpovědět na podmanující otázku, jaký je poměr člověka k vesmíru, do něhož je postaven, a jaký je původ, smysl a cíl lidstva vůbec. Beda zaznamenává, že před dvanácti sty lety byl lidský život básnický připodobňován k letu ptáka teplou síní, v níž sedí hodující společnost, ana venku zuří zimní nepohoda.



Chtěli byste o prázdninách podniknout cestu do vesmíru? Odhalit celou řadu jeho tajemství a zjistit o něm něco nového? Láká vás noční nebe a vše co s ním souvisí? Zúčastněte se Astronomické expedice 2007!

Astronomická expedice probíhá již bezmála padesát let na pozemku Hvězdárny v Úpici. Spolupřáteliteli celé akce jsou Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka v Brně a společnost Amatérská prohlídka oblohy. Do podkrkonošského městečka zavítá každý rok několik desítek mladých lidí, které poji společný zájem o astronomii a ostatní přírodní vědy. Svým rozsahem i technickým zázemím nemá Astronomická expedice ve střední Evropě obdoby.

Nadcházející Expedice proběhne od 3. do 19. srpna 2007. Přípraven pro vás bude bohatý program, plný zajímavých přednášek, experimentů a především pozorování noční oblohy. Na své si přijdou úplní začátečníci i zkušení pozorovatelé. Počet astronomických dalekohledů na Expedici se téměř rovná počtu všech účastníků. K dispozici budou také velké dalekohledy úpické hvězdárny, digitální fotoaparáty, CCD kamery, webkamera, jednoduchá radiová anténa, několik počítačů s přístupem na internet a další technika. Odborný program zajišťuje tým vedoucích z řad vysokoškolských studentů s přírodovědným zaměřením, nechýbí ale ani pracovníci českých hvězdáren.

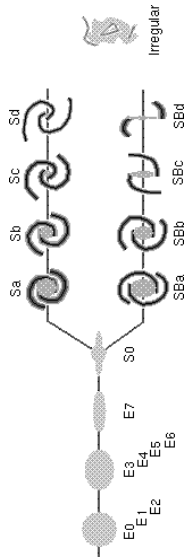
Na co se můžete těšit? Na lekce z praktické i teoretické astronomie, na kurz meteorologie, na Slunce, Měsíc, planety, proměnné hvězdy, mlhoviny a hvězdočupy. Na rádiových vlnách budeme ladit signály přicházející z vesmíru, každý den proběhne nejméně jeden přírodovědný experiment — například výroba impaktních kráterů, stavba spektroskopu, odpalování raket.

Všichni expedičníci bydlí ve stanech, které si postaví na pozemku hvězdárny. K dispozici mají kvalitní sociální zařízení a sprchy s teplou vodou. Samozřejmě nechybí ani čtyři jídla denně (snídaně, oběd, večeře a půlnoční svačina). Všechny přednášky probíhají v zastřešené přednáškové místnosti s digitálním projektořem.

Expediční den začíná snídaní o půl jedenácté, následuje zpracování pozorování z předěšlé noci, přednáška a ve dvě hodiny pravidelný oběd. Po obědě je obvykle připravena další přednáška; v opačném případě má každý z expedičníků osobní volno. Po večeri následují zvané přednášky, na kterých se setkáte s řadou předních českých astronomů. V minulých letech to byl například Marcel Grün, Jiří Grygar, Zdeněk Pokorný či Zdeněk Mikulášek. Po setmění se v případě hezkého počasí pozoruje až do půl třetí ráno.

Expedice však není jen o astronomii, ale také o prázdninách a o létě. Ve volném čase se můžete zajít vykoupat na blízké koupaliště či splav řeky Úpy, zahrát si volejbal nebo krocket na hvězdárenském hřišti, dospávat předešlou noc nebo se vypravit na výlet do okolí. Pokud nám počasí nepřejde, máme v záloze filmový večer a pravidelně i netradiční bojovou hru.

Obr. 1 — „Hubbleova ladička“ (rozšířená o spirální galaxie Sd a nepravidelné galaxie Irr) v níž je čočková galaxie znázorněna tak, jak vyhlíží při pohledu „zboku“. Převzato z [14].



Vykazují však jisté zvláštnosti v rozdělení jasnosti a barev, čímž se někdy podobají objektům „pozdního“ typu.<sup>2</sup> Mají větší koncentraci látky ve středu, mají tedy *dominantní výduť*. Oproti druhé skupině jsou charakteristické v průměru relativně malými polárními prstenci s vzhledem k optické velikosti středového tělesa, avšak tyto prstence rotují větší rychlostí (od 100 km/s do 270 km/s).

(2) Spíše výjimečně se polární prstence vyskytují i kolem spirálních galaxií, u nichž je *dominantní disk*. Jejich prstence jsou si všechny nápadně podobné: bývají většinou rozsáhlé (zvíčí až 100 tisíc sv. r.) a zářivější, podobné samotnému disku hostitelské galaxie. Rotují menší rychlostí (kolem 80 km/s) a mívají často větší odchylku od kolmé směru, než bývá pozorováno u předchozího typu (mohou se odchýlovat až o 26° od kolmé roviny). Kolmá složka takovýchto PRGs někdy nezasahuje opticky do středové galaxie a navíc mívá modřejší barvu na větším poloměru (dále od středu), takže více vyniká její prstencový vzhled.

Pokud však polární prstence zasahuje až do středové galaxie a je přitom rozlehlý, mohou být takovéto PRGs při natočení k zornému paprsku kolmo na rovinu prstence někdy těžko rozeznatelné od normálních spirálních galaxií. Potom se mohou jevit jako velké spirální galaxie s příčkou „časného“ typu, s rozsáhlým diskem o nízké plošné jasnosti a výraznou galaktickou výduť. (Faktem totiž je, že mezi dosud známými PRGs i hlavními kandidáty na ně nejsou téměř žádné, jejichž prstence bychom pozorovali takto z kolmé směru.)

Již brzy v historii průzkumu PRGs v nich byly zjištěny silné emisní čáry a jiné vlastnosti spojené s aktivními procesy v nich probíhajícími. Hostitelské galaxie mívají často aktivní galaktické jádro a jsou také většinou mnohem svítivější v da-

<sup>2</sup> Jako galaxie časného typu se označují objekty levé části Hubbleovy ladičky (E a S0) a pozdního typu v pravé části (S a Irr); v rámci spirálních galaxií je pak raný typ Sa a ostatní jsou pozdní. To je relikť z doby, kdy se soudilo, že se galaxie skutečně fyzicky vyvíjejí podle Hubbleovy posloupnosti, tj. na diagramu zleva doprava. To je však v rozporu s převažujícím stářím hvězd v galaxiích: v eliptických a čočkových, jež nemají žádné nebo jen málo mezihvězdné látky, dominují staré, málo hmotné a pomalu se vyvíjející hvězdy populace II, zatímco halo a výduť spirálních galaxií obývají staré hvězdy a ve spirálních ramenech disku převažují mladé masivní hvězdy populace I a mezihvězdná látka. Navíc se převážná většina eliptických galaxií během posledních 10 miliard let již v podstatě nevyvíjí (snad kromě nového vzniku a růstu velkých eliptických galaxií díky splynutí spirálních galaxií a díky kanibalismu), zatímco ve spirálních probíhá i v současnosti tvorba hvězd a pozorované jsou i jejich srážky. Přesto se tato terminologie stále užívá.

leké infračervené oblasti spektra než typické galaxie S0; to je připisováno překotné tvorbě hvězd, která probíhá nejen v jejich polárních prstencích. PRGs však bývají spíše menší a poměrně málo hmotné a málo zářivé galaxie.

### Dvě složky PRGs

PRGs se tedy skládají ze dvou odlišných systémů, na pohled to jsou takřka jíc „dvě galaxie v jedné“:

- (1) *Starsí, středová složka* (hostitelská galaxie) ve tvaru disku soustředí především hvězdy a je typicky chudá na plyn. Jen v centrech PRGs (v místech, kde se kříží s polárním prstencem) je plynu více a často tam dochází k překotnému zrodu hvězd, což má zřejmě souvislost s akrečními událostmi vedoucími ke vzniku prstenců.
- (2) *Polární prstenec*, představující *mladší* složku, je většinou tenký a má nejčastěji větší průměr než středové těleso, ačkoli v omezených případech se můžeme setkat i s menším průměrem, než má hostitelská galaxie. Především velké prstence mají vcelku podobné vlastnosti, jaké jsou charakteristické pro spirální ramena spirálních galaxií: rotují jako disk, mají značné modrou barvu, kromě hvězd jsou bohaté plynem a prachem (jen středové oblasti prstenců bývají často o mezihvězdnou látku ochuzené). Typicky jsou bohaté na oblasti HI neutrálního vodíku (jejich hmotnost dosahuje až několika miliard  $M_{\odot}$ ) a mívají podobný poměr plynné složky ku prachové. Polární prstence mají též podobnou celkovou zářivost jako spirální ramena. O významně aktivní tvorbě hvězd v nich probíhající vypovídají čtené oblasti HII ionizovaného vodíkového plynu a s nimi spojená svítivost na emisní čáře  $H_{\alpha}$ . Balmerovy série a dále též intenzivní emise v infračerveném oboru spektra.

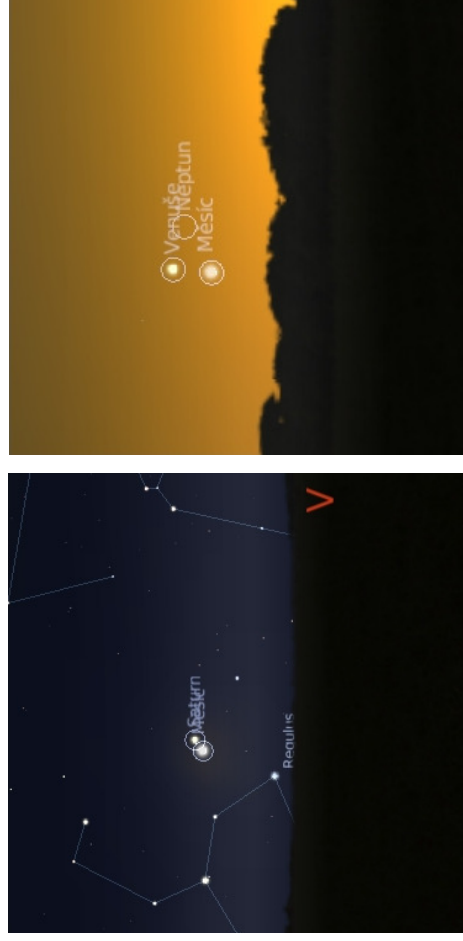
Zvláštní prstencová struktura a vůbec celková morfologie, kinematika, vznik a vývoj PRGs ještě nejsou plně pochopeny a jsou stále předmětem výzkumu. Je nasnadě, že vznikly relativně brzy v historii galaktické evoluce, věk polárních prstenců (a tedy i samotných PRGs) se odhaduje řádově na několik miliard let. Hvězdy v prstenci však mívají poměrně nízkou metalicitu (vyjma velmi starých nebo velmi hmotných prstenců), s tímto faktem se musí počítat při odvozování modelů vzniku PRGs. Pokud vzniklý kolmo postavený systém příliš silně nerozrušuje hostitelskou galaxii, je možné také zpětně odvodit její počáteční tvar a dozvědět se tak více o vzniku celé dvousložkové struktury.

### Tři scénáře vzniku PRGs

Jsou známy tři scénáře tvorby PRGs. Všechny počítají s přílivem látky nutné pro vznik prstence z vnějšího okolí, neboť se ukázalo, že kolaps prostého, samotného protogalaktického materiálu nemůže vytvořit objekt se dvěma kolnými rozsáhlými systémy. První dva scénáře vysvětlují tento vznik neobvyklou sláovou interakcí při blízkém setkání dvou galaxií, což není nic překvapivého, neboť

tak budeme moci obdivovat těsné přiblížení Saturnu a Měsíce nízko nad obzorem 6. ledna kolem 20. hodiny.

20. ledna nastane konjunkce Venuše a Měsíce (při úhlové vzdálenosti  $1,2^{\circ}$ ), která bude pozorovatelná na večerní obloze (kolem 17. hodiny) nízko nad západním obzorem. Nedaleko se bude nacházet i Neptun.



**Obr. 7** — (a) Konjunkce Saturnu s Měsícem 10. 12.; (b) seskupení Jupitera, Marsu a Merkuru 11. 12.; (c) konjunkce Saturnu a Měsíce 6. 1.; (d) konjunkce Venuše a Měsíce 20. 1.

[1] PŘÍHODA, P. aj. *Hvězdářská ročenka 2007*. Praha: Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy, 2006. ISBN 80-86017-45-1

Petr Horálek, Martin Cholasta

Z meteorických rojů jsou v prosinci každoročně velmi aktivní *Geminidy* s obvyklou frekvencí 65 meteorů za hodinu pro výšku radiantu v kulminaci nad střední Evropou (tj. kolem  $60^\circ$ ). Podmínky pro jejich pozorování jsou však dosti nepřiznivě. Jejich maximum letos nastává v nevýhodnou dobu — v dopoledních hodinách 14. prosince. Měsíc je ve fázi dva dny po poslední čtvrti v Panně a ruší pozorování v druhé polovině noci.

Lepší podmínky nastávají u roje *Ursaminorid*, jehož radiant je cirkumpolární. Jejich maximum nastává kolem 20. hodiny 22. prosince. Pravděpodobná materská kometa 8P/Tuttle s periodou 13,5 roku se ke Slunci vrátí v roce 2008 (vizuálně by mohla být pozorovatelná již v říjnu roku 2007). Roj bývá nevýrazný (kolem 15 meteorů za hodinu), ale někdy může dosáhnout frekvence 100 meteorů v hodině. Takové případy byly zaznamenány v letech 1945 a 1986, kdy však kometa byla paradoxně v afelu. Letos žádná větší sprška očekávaná není, nicméně noc bude velmi tmavá (kvůli zimnímu slunovratu) a maximum nebude rušené Měsícem.

Z komet je pozorovatelná *4P/Faye*, která v listopadu 2006 dosáhla maxima své jasnosti. Její pohyb po obloze je velmi pomalý. Kometa by měla být v dosahu větších binokulárů do poloviny prosince (9,5 až 10 mag) jako objekt středně difúzního vzhledu s poměrně výraznou centrální kondenzací. Bude se pohybovat východním směrem v oblasti severního cípu souhvězdí Velryby, kde v noci 28./29. prosince proletí velmi blízko hvězdy  $\gamma$  Ceti (3,5 mag).

10. prosince proběhne konjunkce Měsíce se Saturnem. Obě tělesa se k sobě přiblíží na vzdálenost  $0,2^\circ$ . Z našeho území budeme moci pozorovat obě tělesa při jejich východu kolem 22. hodiny. To již budou několik hodin po nejtěsnějším přiblížení. Mezi 10. až 12. prosincem se můžeme pokusit na ranní obloze, okolo 7. hodiny, nad východním obzorem najít seskupení tří planet Jupitera, Marsu a Merkuru. Vyhledání těchto planet bude obtížné, protože vycházejí přibližně jednu hodinu před východem Slunce.

Lednovým meteorickým rojem číslo jedna jsou Kvadrantidy. Jejich maximum v noci 3./4. ledna 2007 má však velmi nepříznivé podmínky. Měsíc v úplňku bude velmi vysoko v Blížencích a radiant je v době maxima velmi nízko nad obzorem.

Z periodických i neperiodických komet není žádná v dosahu menších přístrojů kromě slabnoucí *4P/Faye*. Je vhodné použít spíše přístroj s průměrem objektivu nad 15 cm, neboť kometa je sice poměrně kompaktní, ale rychle slabne (10 až 11 mag). Pohyb po obloze však není moc rychlý, neboť do konce měsíce kometa změní svou polohu o necelých  $7^\circ$ , a to severovýchodním směrem od hvězdy  $\gamma$  Ceti. V noci 11./12. ledna mine hvězdu  $\alpha$  Ceti (2,5 mag) o necelý  $1^\circ$  severně.

Lednová konjunkce Saturnu a Měsíce proběhne podobně jako prosincová. S tím rozdíl, že konjunkce proběhne jen hodinu a půl před východem obou těles; u nás

galaktické srážky a splývání byly zřejmě jedním z hlavních procesů vedoucích k dnes pozorovaným vlastnostem většiny galaxií (i v současné době přímějším 5 % až 10 % galaxií jsou členy interagujících systémů). PRGs jsou pouze zvláštním, geometricky unikátním případem dochovaných zbytků těchto procesů.<sup>3</sup> Není bez zajímavosti, že podle numerických simulací jsou za stejných podmínek při interakci (tj. při stejných parametrech srážky) vzniklé prstence okolo PRGs s dominantní výdutí menší než u PRGs s dominantním diskem, jak je to skutečně pozorováno (viz výše).

(1) První scénář předpokládá *úplně splýnuté galaxie se společným bohatým na plyn*. Všeobecně se totiž má za to, že polární prstencem často vznikl v důsledku buď galaktického kanibalismu, kdy po srážce dvou galaxií následovalo pohlcení menší galaxie tou větší, resp. hmotnější z dvojice (polární prstencem je tak vlastně zbytkem pohlcené galaxie), nebo velmi vzácně i sloučením dvou zhruba stejně hmotných systémů.

Známe několik kandidátů na dárcce látky pro prstencem. Většinou se uvažuje, že prstencem tvoří zbytky málo hmotné, obvykle trpasličí nepravidelné galaxie typu dIrr (ty jsou bohaté na plyn a chudé na kovy), která byla slapově zachycena a poté pohlcena čochovou galaxií.

Jiné modely předpokládají pomalou čelní srážku a splýnutí dvou spirálních galaxií, jejichž galaktické roviny byly navzájem přibližně kolmé; při splývání dojde k úplnému zničení struktury jedné z nich. Po splýnutí obou v jeden celek se jedna z nich obvykle změní na čochovou (může to být i ta původně o něco méně hmotná galaxie, pokud je to ona, jež kolmo proniká disk druhé galaxie), zatímco z druhé galaxie zůstane polární prstencem plynu a později z něj vytvořených mladých hvězd. Osy rotace obou komponent zůstanou po fúzi přibližně kolmé.

Scénář splýnutí lze dokázat obtížně, i když existují jisté observační testy. Klade však omezující podmínky na geometrii srážky a kromě toho některé předpovědi tohoto modelu nejsou pozorovány (například řídké halo červených obrů kolem polárního prstence), a proto se v nynější době soudí, že scénář nemá takový význam, jaký se mu dříve přikládal.

(2) Model *slapové akrece plynu* uvažuje o odstranění budoucího polárního materiálu z blízkého systému, většinou z na plyn bohaté „dárcovské“ nepravidelné galaxie nebo z vnější části spirální galaxie, jejíž okrajové oblasti bývají po-

<sup>3</sup> Na tomto místě se zdá vhodné zdůraznit, že PRGs nijak nesouvisí s jinými pekuliárními, kolizními prstencovými galaxiemi (R-galaxiemi), jako je například známé *Kolo od vozu* ze souhvězdí Sochaře. Ty sice také vznikly zásluhou galaktických interakcí (případně též srážkou s obřím oblakem mezígalaktické hmoty), ovšem jejich prstencem mladých hvězd leží v jedné rovině s diskem centrálního tělesa a vzniknul z materiálu pocházejícího z původní spirální, nikoli z většinou eliptické galaxie (ta pouze iniciovala spouštěcí mechanismus zapříčínující gravitační poruchu v podobě rázové vlny vedoucí ke vzniku prstence).

měrně chudé na kovy (je také třeba vzít v úvahu, že některé PRGs vznikly v dobách, kdy bylo ve vesmíru větší množství galaxií bohatých na plyn než dnes). V souladu s touto situací budoucí hostitelská galaxie, spirální nebo čočková, interaguje s menší, na plynná mračna bohatou sousedkou. Přitom nedojde ke splnutí, ale jen k silnému slapovému rozrušení jádra. Nastane tak pomalý přetok části plynu a vytvoří se „slapový most“, který se pak navine kolem disku první galaxie do prstence s nakloněnou oběžnou drahou. Ochuzená galaxie poté unikne gravitačnímu sevření a vzdálí se, zatímco hostitelská se připadne změnit na čočkovou. Celkové množství zachyceného plynu v případě, že je získán z vnější části spirální galaxie, obvykle činí kolem 10 % jeho obsahu v jádru (bez ohledu na typ později hostitelské galaxie). Část akreovaného plynu se nepodílí na budování prstence, nýbrž klesne do středové části galaxie.

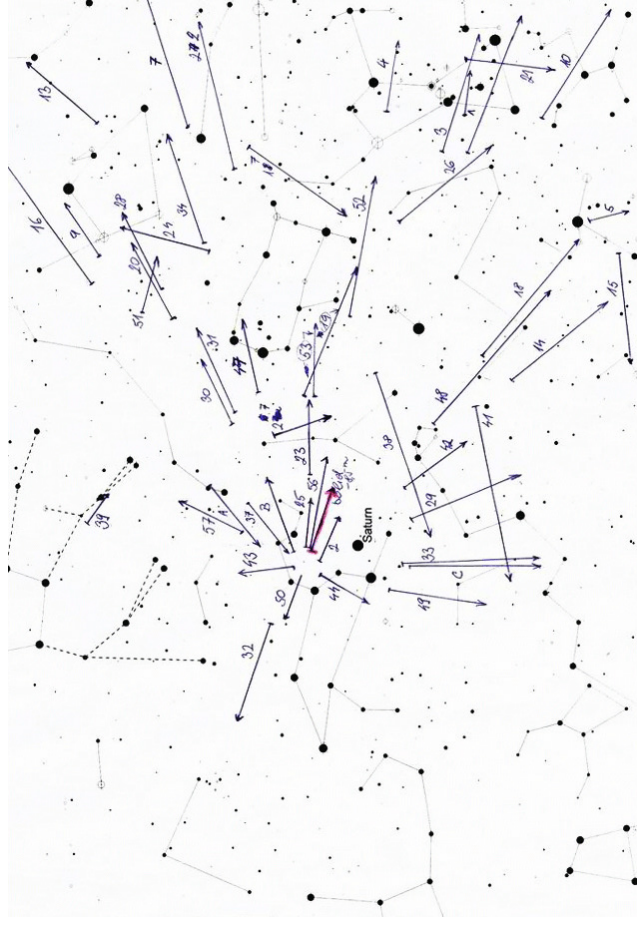
Podle počítačových simulací celý proces až do ustavení prstence trvá několik stovek milionů let (typicky 700 až 900 milionů let). Obecně trvá kratší dobu pro hostitelské galaxie s dominantní výduť, naopak u galaxií s dominantním diskem a galaxií S0 s rozsáhlejším prstencem podobným spirálnímu disku trvá déle. Pokud galaxie vlastní velký prstenec a masivní halo skryté hmoty, mohla tvorba prstence probíhat až několik miliard let.

Tento scénář se v současnosti považuje za pravděpodobnější než první. Z numerických modelů podpořených pozorováním současných interagujících dvojic navíc vyplývá, že takto možná vznikla většina PRGs. Scénář lze testovat například sledováním možných „dárčovských“ galaxií vhodného věku a ležících ve vhodné vzdálenosti od zkoumané PRG.

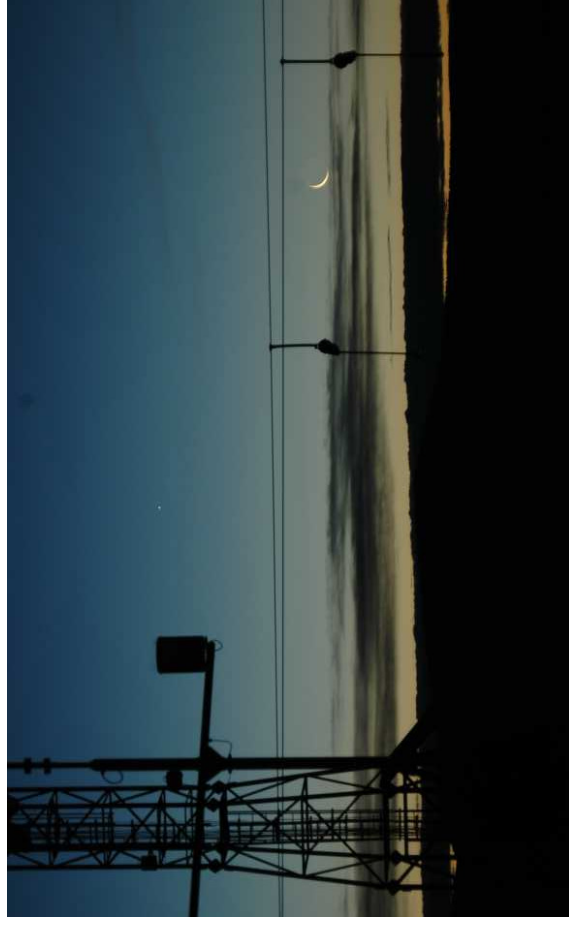
Modely akrečního vzniku PRGs s rozsáhlými a jasnými, disku spirálních galaxií podobnými polárními prstenci tak trochu odporují současným poznatkům, že galaktické interakce vedou převážně k morfologickým změnám směrem k eliptickým typům. Naopak, vlastně v jistém směru propagují skutečné posun od časných, plynem chudých typů S0, k pozdním typům díky zachycení na plyn bohatého materiálu a ustavení kolmého disku, jenž je podobný spirálnímu (nebereme-li ovšem v úvahu přeměnu spirální hostitelské galaxie na čočkovou).

- (3) Konečně jako třetí možnost se nabízí, že látka pro tvorbu prstenců alespoň některých PRGs by mohla být získána *akrecí z řidkého, plynem bohatého mezgalaktického prostředí* v bohatých galaktických kupách — z primordiálních oblaků HI vodíkového plynu s příměsí hélia. Ty pocházejí z doby vzniku vesmíru a neprošly tedy ještě koloběhem nukleosyntézy prvků ve hvězdách, a proto jsou rovněž chudé na kovy. Tato hypotéza se však poměrně obtížně dokazuje.

Důležitý je výzkum evidentní *stability* polárních prstenců. V rámci vypracovaných modelů stability se ukazuje, že i pokud by prstenec nebyl zcela stabilní, bude trvat velmi dlouhou dobu, než dojde k jeho rozpadu a zániku — pro dráhy blízké se polárním (tj. se sklonem 90°) až řádově dobu trvání vesmíru. Avšak pro dráhy



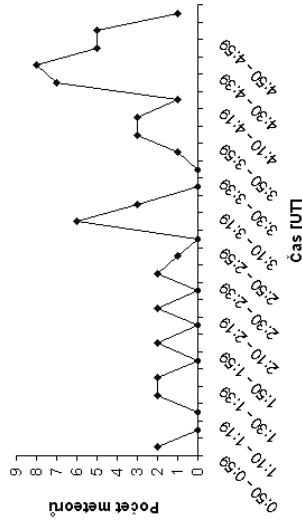
Obr. 5 — Pozorované meteory vynesené do gnomonické mapy.



Obr. 6 — Měsíc a Merkur z Medvědína. Foto Václav Knoll.

přesně severním směrem. Během čtyř hodin čistého pozorovacího času bylo možné registrovat zvýšenou aktivitu mezi 5 h 30 min až 5 h 40 min SEČ, kdy zenitová frekvence spočítaná z našich pozorování dosáhla ( $63 \pm 6$ ) meteorů za hodinu.<sup>5</sup>

Obr. 4 — Počet pozorovaných Leonidů v jednotlivých časových intervalech.



Z významných úkazů jsme mimo jiné pozorovali jasný kužel zvířetníkového světla, který k ránu narušoval pozorování ještě hodinu před očekávaným maximum, a východ Měsíce 41 hodin před novem, u kterého byl krásně viditelný popelavý svit. Každého z nás navíc zmátla velká jasnost planety Merkur poblíž Měsíce (8° severním směrem). Mnozí by vsadili cokoliv za to, že to byl Jupiter, neboť tak jasný Merkur nám do očí ještě nikdy nezářil. Zkrátka pozorovací podmínky o jakých se nám ani nesnilo.

Ráno se méně zmrzlá část expedice stala svědky skvostného východu Slunce nad východními Krkonošemi a nádherné inverze, která se vlnila v nížinách jako nekonečné bílé moře. Nejromantičtější nádech získala hned, co chytla naružovělou barvu během pozdního svítání a pak žlutý odstín po východu Slunce. Občas z ní vykoukl nějaký menší krkonošský vrcholek, ale dynamická mlha jej do minuty znovu pohltila.

Na závěr bych rád dodal, že náhodná volba vyjet právě na tento vrchol nám poskytla nové pozorovací stanoviště pro příště. Nadmořská výška vrcholu je pevná, pozorovací plocha též a přístupnost na vrchol je ideální (dá se dojet autem až na vrchol, nebo asi 1,5 km na rozcestí pod vrchol, odkud se jde nenáročnou cestou pěšky). Světelné znečištění jsme nemohli hodnotit, neboť všechna větší města byla v průběhu noci permanentně pod hustou inverzní oblačností, ale předpokládám, že nadmořská výška vrcholu přímo předurčuje kvalitu ovzduší a tím i podmíněk. Na vrcholu stojí jen zchátralá vysílací stanice, která září dvěma jasnými červenými světly, nicméně i jim se dá vyvarovat pouhým krátkým sestupem (150 metrů) západním směrem po stezce. Stromy jsou tam nízké, takže obzor je takřka dokonale odkrytý.

<sup>5</sup> Výsledek byl spočítán na základě pozorování Petra Horálka a Jana Vodrážky. K výpočtu byly užity matematické vztahy pro výpočty ZHR, HR a jejich odchylky v publikaci V. Znojila *Návod na pozorování meteorů* (SMPH ČAS, Brno, 1. vydání, prosinec 1993, str. 55–76).

skloněné v úhlu menším než asi 70° se počítá s velmi krátkou životností prstence. Některé polární prstence jsou zdá se natolik hmotné struktury, že vytvářejí stabilní polární dráhy deformováním potenciálů hostitelských galaxií. Mohou se též nalézat v přirozených „ostrovech stability“, pokud ovšem splňují jisté podmínky (potenciál hostitelské galaxie musí být zploštěle trojosý).

Jistým problémem jsou malé polární prstence s vysokou metalicitou. Je zjevné, že takové prstence musí nejen dostatečně dlouho žít, aby mohly podstoupit četné epizody tvorby hvězd vyžadující obohacení o kovy, ale měly by být i dost masivní, aby si své obohacené prostředí (vyvrženiny ze supernov) udržely. Pro vznik prstence bohatého na těžké prvky se zdá být důležitý požadavek, aby případný dárcer jeho látky byl značně hmotný objekt, což ale představuje problém pro scénář vzniku akrecí plynu nebo i splnutí s dIrr galaxií s takovými fyzikálními a chemickými charakteristikami, jaké jsou u ní obvyklé v současném vesmíru.

V této souvislosti se lze zmínit i o interpretaci optické morfologie některých snad jen zdánlivých PRGs pomocí deformovaných geometrií jediné galaxie (tedy ve skutečnosti bez polárního prstence získaného zvenčí), podle modelů deformace použitých pro popis dynamiky a tvaru takto vyhlížejících galaxií (o těchto modelech se zmíníme ve druhém díle).

PRGs jsou vlastně velmi vhodné, často i ideální laboratoře poskytující příležitost pro studium důležitých astrofyzikálních jevů. Kinematika a morfologické rysy PRGs jsou záznamem dynamiky interakcí splyvajících nebo akreovaných galaxií; fyzikální charakteristiky polárních prstenců (absolutní zářivost, hvězdné a mezihvězdné složení) nám umožňují odhadovat vlastnosti těchto původně samostatných galaxií. Kromě toho vznik a vývoj polárních prstenců vlastně napodobuje v jistém smyslu tvorbu a vývoj galaktických disků. Můžeme se také mnoho dozvědět o neobvyklých procesech tvorby hvězd, neboť v prstencích tato tvorba probíhá z odlišného spouštěcího podnětu než u ostatních galaxií s překotným zdrodem hvězd.

Především však PRGs nabízejí unikátní možnost testování a určování trojrozměrné struktury *hal skryté (temné) hmoty* rozprostírající se kolem nich — tj. nezářivé hmoty baryonické, ale především exotické povahy. Rozsáhlé polární prstence stejně jako disky spirálních galaxií rotují příliš rychle na to, aby držely pohromadě jen gravitací viditelných hvězd. PRGs s velkými prstenci mohou mít neviditelná masivní hala až třikrát hmotnější než je hmotnost jejich svítící látky. Zkoumání obou ortogonálních komponent PRG dovoluje odvodit rozsah a tvar hala hostitelské galaxie i polárního prstence samotného ve třech dimenzích.

Klíč k pochopení prostorového rozložení skryté hmoty leží ve studiu rotačních křivek obou složek. Čím více daný systém obsahuje skryté hmoty, tím rychleji rotuje. Z toho plyne, že v případě, že obě rychlosti jsou stejné, halo temné hmoty je sférické. Pokud hostitelská galaxie rotuje rychleji než prstenec, halo je zploštělé podél ní. Naopak jestliže rotuje rychleji prstenec, halo kopíruje tvar prstence.

Časné studie a modely budované na jejich základě uvažovaly téměř sférickou strukturu hal, neboť rotační rychlosti v centrální diskové rovině a prstencové rovině se jeví srovnatelné. Nedávné výzkumy však tento fakt vyvrátily. Ze studia Tullyho-Fisherova diagramu pro polární prstence bylo totiž zjištěno, že většina prstenců v PRGs se tímto známým vztahem, jenž platí pro všechny diskové galaxie, neřídí. Pro danou svítivost rotují rychleji než středové galaxie. To tedy znamená, že v prstenci a kolem něj je celkově více látky (příčemž značnou část tvoří skrytá nebaryonická látka a zbytek neviditelný chladný plyn), zatímco viditelné látky je v prstenci méně. Nové modely, počítající navíc s hmotností podstatně větší než mají viditelné hvězdy a pozorované množství HI, upřednostňují hala skryté hmoty výrazně zploštělá podél roviny polárního prstence, podobající se tvarem elipsoidu typu E5 až E7.

### Příklady PRGs

V současné době je známo pouze kolem stovky galaxií, o kterých se seriózně uvažuje, že by mohly být PRGs. V klasickém seznamu těchto galaxií, který sestavil Whitmore a jeho kolegové v roce 1990 [9]<sup>4</sup>, je však v kategorii A obsaženo jen šest kinematicky potvrzených PRGs (pro nejvyšší kategorii je nutný spektroskopický důkaz rotace ve dvou kolmých rovinách); pozdější zdroje uvádějí 11, případně 22 takto potvrzených objektů.

Snad ze všech PRGs je nejnámější a nejlépe prostudovaná **NGC 4650A** (ESO 322-IG069). Nachází se na jižní obloze v souhvězdí Kentaura, na souřadnicích  $\alpha = 12\text{ h }44\text{ min }50\text{ s}$  a  $\delta = -40^\circ 42' 52''$  (pro epochu 2000). Vyskytuje se v hustém, na galaxie značně bohatém prostředí, neboť je členem *Řetězku galaxií v Kentauru*, který je součástí bohaté Kupy galaxií v Kentauru (Abell 3526) čítající kolem stovky členů (je dominantní kupou Nadkupy galaxií v Kentauru). Její vizuální

<sup>4</sup> Seznam obsahuje v kategorii B dalších 27 vhodných kandidátů na PRGs a v kategorii C 73 možných kandidátů (do těchto kategorií byly zařazeny objekty podezřelé jen na základě jejich morfologického vzhledu) a v tématicky širší kategorii D pak 51 různorodějších objektů patřící k nějakým způsobem příbuzným s PRGs, včetně typických příkladů tříd takovýchto objektů (mezi nimi figuruje známá galaxie M82 a často se tu vyskytují zřejmě jen splyňující galaxie).

Navíc katalog zahrnuje i objekty snad kinematicky související s tvorbou polárních prstenců, kde jsou uvedeny např. M51, M77 a též naše Mléčná dráha ve vztahu s *Magellanovými proudy*. Je totiž možné, že pokud by souputníci naší vlastní Galaxie, Magellanovy oblaky, byly blíže, také by kolem ní vytvořily polární prstence. Snad jistou předzvěstí tohoto procesu může být právě Magellanův proud — pruh velkého množství mezihvězdné látky, který byl z Oblaků i z Galaxie vytažen slapovým působením při blízkém setkání a interakci (při průchodu Magellanových oblaků perigalaktikem) zhruba před 500 miliony lety. Tento dlouhý mezigalaktický most, který se dnes táhne za oběma Oblaky v oblouku asi 100° velkým a obíhá Galaxii po kruhové dráze, je tvořen chladnými neutrálními vodíkovými mračenými, z nichž asi pětina pochází z hala samotné Galaxie (z jeho vzdálené diskové oblasti). Propojuje nyní Mléčnou dráhu s Magellanovými oblaky (v místě, které leží ve směru souhvězdí Orla) a je projevem počínajícího galaktického kanibalismu naší Galaxie.

[6] *The SETI Institute* [online]. [cit. 2006-02-08]. (<http://www.seti.org/>).

[7] Walker, J. *The Arecibo Message Decoded* [online]. [cit. 2006-02-07]. ([http://www.fourmilab.ch/goldberg/arecibo\\_decoded.html](http://www.fourmilab.ch/goldberg/arecibo_decoded.html)).

[8] *Wášíj Wiadomości* [online]. [cit. 2006-02-09]. (<http://www.wyslijwiadomosc.pl/>).

[9] ZAITSEV, A. L., IGNAŤOV, S. P. *Broadcast for Extra-Terrestrial Intelligence from Eupatoria Deep Space Center: Report on Cosmic Call 1999* [online]. [cit. 2006-02-09]. (<http://www.cplire.ru/html/rašsr/irm/report-1999.html>).

## Leonidy 2006 aneb lépe to snad už ani nešlo Petr Horálek

Na letošní rok připadala poslední naděje zvýšené frekvence jinak poměrně neaktivního meteorického roje Leonid, jehož mateřskou kometou je 55P/Temptle-Tuttle s oběžnou dobou 33,2 roku. Pravda, to nejlepší za poslední návrat komety (v roce 1998) je již bohužel minulostí, ale proč za tím neudělat nějakou pěknou vzpomínkovou tečku.

Prvý návrh byl ubytovat se na chatě Martina Slezáka, ale já s Vaškem Knollem jsme pevně stáli za názorem nespolehat na vrtkavé listopadové počasí. Martin Slezák se však nakonec ani expedice nezúčastnil, takže organizace tím byla daná.

Z Pardubic jsme od hvězdárny vyrazili s jistotou do západních Krkonoš v počtu deseti účastníků ve dvou autech (prvé auto: Jan Vodrážka, Radek Tuček, Petr Komárek, Lenka Koprivová, Lenka Trojanová; druhé auto: Václav Knoll, Petr Musil, Martin Kantor, Adéla Srutová a Petr Horálek). Podle modelu Aladin tam mělo být jasno celou noc. Samozřejmě že předpověď počasí je pro horskou oblast nejistá, avšak při zataženém obloze jsme měli v plánu krátký noční pochod po hřebeni Krkonoš. Krátce po jedné hodině ranní jsme však s úžasem dorazili na vrch Medvědin (1235 m n. m.), kde již bylo polojasno a než jsme si našli pohodlné pozorovací stanoviště s okázalým výhledem, obloha byla takřkajíc vymešená. Mezná hvězdná velikost se pohybovala kolem 6,5 magnitudy. Pádem prvního meteoru z roje  $\alpha$ -Monocerotid v 1 h 49 min SEČ započalo přes 4 hodiny dlouhé úchvatné pozorování (konče jasnou Leonidou v 5 h 4 min SEČ), které pokazila snad jen mírná jinovatka k ránu a větší mráz v průběhu noci.

Někteří, naivně vybaveni jen zkušenostmi z pozorování letních Perseid, po první mrazivé hodině ležení vzdali a šli se ohřát do auta. Dalo by se říci, že se naše skupina dala rozdělit na čtyři podskupiny — pozorovatele, fotografy, kochající se a spáče. K ránu se pak dělení rozrostlo na rozrušené, neboť mráz byl skutečně citelný (byť jen několik stupňů pod nulou).

Nicméně za celé 4 hodiny se nám podařilo pozorovat přes 80 meteorů, z toho 56 Leonid, 7  $\alpha$ -Monocerotid, jednu Severní Tauridu a zbytek byly sporadické meteorory. Nejlepší zážitek nabídl bolid okolo  $-8$  magnitudy (v čase 5 h 23 min 30 s SEČ), který zcela osvítil krajinu, byť jen na zlomek vteřiny, a posléze jsme mohli přes 6 minut sledovat rozpadající se a vlnící se stopu. Letěl přímo z radiantu západním směrem a úhlovou délku měl  $9^\circ$ . Stopa se pak jakoby pod vlivem vánku sunula

(70,5 sv. r., G2V, 5,99 mag); HD 190 067 (63,0 sv. r., G8V, 7,15 mag); HD 190 360 (51,8 sv. r., G6IV+, 5,73 mag) a HD 190 406 (57,6 sv. r., G1V, 5,08 mag).

První přenos se uskutečnil 24. května 1999 ke hvězdě HD 186 408, další tři přenosy následovaly v noci ze 30. června na 1. červenec 1999, ke hvězdám HD 178 428, HD 190 406 a HD 190 360. Od té doby se vysílání ve více či méně pravidelných intervalech opakuje. Budoucnost přenosů je však nejistá. Existence projektu Encounter 2001 závisí na penězích získaných z grantů, dotací a darů. Značnou část nákladů tvoří výroba nových a regenerace použitých klystronů (elektronek pracujících v rozsahu 500 MHz až 50 GHz, používaných jako oscilátory nebo zesilovače).

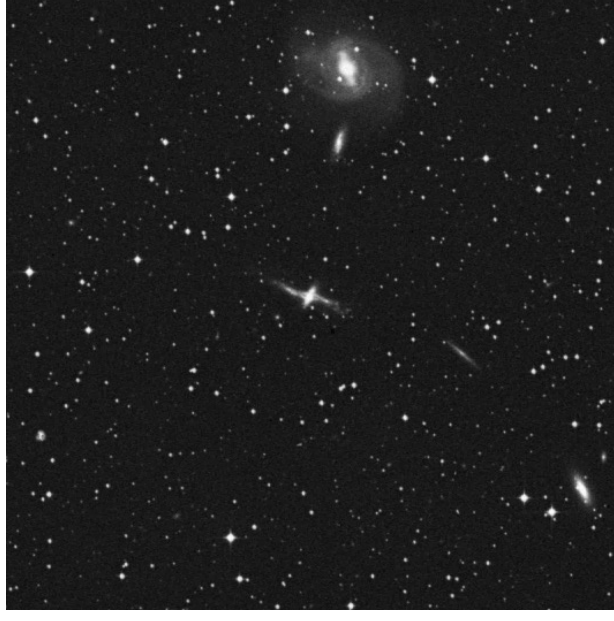
Vysílané poselství se skládá ze dvou základních částí. První, vědecky zaměřená část, obsahuje Dutil Message, Braastad Message, Arecibo Message a Encounter 2001 Staff Message. Přenosová rychlost činí 100 bitů za sekundu a sada čtyř zpráv je vysílána třikrát za sebou. Teprve po uzavření cyklu následuje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

Projekt Encounter 2001 je zajímavý z mnoha hledisek. Obsah poselství tvoří rozšířená verze původní zprávy Arecibo. Relace probíhají sice nepravdělné, ale poměrně často, a navíc během jednoho přenosu jsou hlavní zprávy třikrát opakovány, 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 vlastní DNA. Pokud se však prozatím spokojíte s textem v rozsahu 360 znaků, můžete navštívit například webovou stránku Wysli Wiadomosc [8]. Stačí vyplnit obsah, přezdívkou, stát odkud pocházíte a e-mail, na který přijde žádost o autorizaci zprávy. Vyzkoušel jsem funkčnost a text, který jsem napsal 9. února 2006, byl vyslán radioteleskopem EDSC 22. února 2006.

## POKRAČOVÁNÍ

- [1] *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>).
- [2] Lehký, M *Transneptunické těleso 2003 UB313*. Povětrón, 2005, roč. 13, č. 4, s. 7–9. ISSN 1213-659.
- [3] *Nobelprize.org: Guglielmo Marconi* [online]. [cit. 2006-01-17]. (<http://nobelprize.org/physci/Laureates/1909/marconi-bio.html>).
- [4] *SETI@home* [online]. [cit. 2006-02-08]. (<http://setiathome.berkeley.edu/>).
- [5] *The 305 meter Radio Telescope* [online]. [cit. 2006-02-05]. ([http://www.naic.edu/public/the\\_telescope.htm](http://www.naic.edu/public/the_telescope.htm)).



**Obř. 2** — NGC 4650A na snímku z Palomarské přehlídky oblohy se zorným polem  $14' \times 15'$ . Asi  $5'$  západně od ní se nachází jasnější spirální společník NGC 4650 (má vizuální jasnost 11,6 mag až 11,9 mag, úhlové rozměry  $3,2' \times 2,8'$ , a je typu SBa s poměrně nízkou plošnou jasností ramen), který interaguje s malou pekulární galaxií typu S0/Sa,  $1,8'$  od ní východně.  $8'$  jihovýchodně od NGC 4650A je ještě patrná relativně jasná galaxie NGC 4650B (13,5 mag až 14,5 mag,  $1,2' \times 0,4'$ , typ E-S0). Všechny galaxie na snímku vykazují podobný rudý posuv spektra a náleží do Řetízku galaxií v Kentauru.

jasnost se udává mezi 12,9 mag až 13,9 mag. Rudý posuv  $z = +0,00961 \pm 0,00001$  a radiální rychlost  $v = 2880 \pm 3 \text{ km/s}$ ; vzdálenost galaxie  $d$  můžeme odhadnout podle Hubbleova vztahu  $d = \frac{v}{H_0} = \frac{2880 \text{ km/s}}{70 \text{ km/s/Mpc}} \approx 40 \text{ Mpc}$   $\approx 130$  miliónů sv. r. Její úhlový průměr na obloze dosahuje pouze  $1,6' \times 0,8'$ , přičemž větší číslo reprezentuje průměr samotného polárního prstence. NGC 4650A obsahuje na 20 miliard hvězd, hmotnost její mezihvězdné látky přitom dosahuje  $10^{10} M_{\odot}$ .

Tato prototypová galaxie s polárním prstencem patří do kategorie nejvíce pravděpodobných PRGs ve Whitmoreově seznamu. Vlastní mimořádně rozlehlý polární prstenec viditelný prakticky „zbohu“, který dosahuje bezmála třech optických poloměrů hostitelské galaxie. I když je tedy považována za prototyp, je na druhé straně co do velikosti prstence spíše extrémním případem.

*Základní složka* galaxie, která je k nám rovněž natočena více svou hranou, je řazena většinou k typu S0. Zvláštním rozložením jasnosti a barev hvězd se však více podobá spirální galaxii, takže se můžeme setkat i s jejím tříděním do



**Obř. 3** — Mímořádná, podivně utvářená galaxie NGC 4650A byla snímkována v dubnu 1999 kamerou WFPC2 umístěnou na Hubbleově kosmickém dalekohledu. Systém má dvě výrazné složky: středová čočková galaxie je obklopena rozsáhlým a složitým, prstenci podobným rozložení hvězd, prachu a plynu. Obě složky obsahují různé hvězdné populace, které jsou na snímku zřetelně indikovány různými barvami. Základní složka S0, jevíci se jako hlady zplášťelý disk převážně starých (načervenalých) hvězd s hustým jadrém, obsahuje málo plynu a prachu. Středový tmavý pruh na snímku patří je způsoben extinkcí světla mračny plynu a prachu obsazenými v prstenci v místě, kde je promítnut na středovou složku. Řídký a tenký, téměř v pravém úhlu nakloněný polární prsteneček hostí naopak mnoho svítivých mladých (namodralých) hvězd a prachoplynných mlhovin. © NASA, The Hubble Heritage Team (STScI/AURA).

v rámci svých aktivit podporuje monitorování a analýzu vesmírného šumu, který je převážně získáván prostřednictvím slavného radioteleskopu Arecibo. Počet získaných dat je však obrovský a téměř narůstající s rozvojem projektu. V poměrně krátkém časovém období tak k přesyacení daty a nastala jistá stagnace. Východiskem se stal až téměř geniální nápad malé skupinky vědců z University of California v Berkeley.

Počáteční otázka zněla: co s daty, které nejsme schopni zpracovat a nízký rozpočet ani v nejmenším nestačí k zakoupení času na nejmodernějších superpočítačích světa. Odpověď byla geniálně jednoduchá: když nemůžeme využít jeden superpočítač, tak k získání stejného či mnohem vyššího výkonu využijeme milióny běžných domácích počítačů propojených prostřednictvím celosvětové sítě internet. Tak vznikl projekt SETI@home [4]. Zapojení je velice jednoduché, stačí si na svém počítači instalovat program BOINC (Berkeley Open Infrastructure for Network Computing), vyplnit jednoduchou registraci (e-mail a heslo) a vybrat si výzkumný projekt. Princip síťových výpočtů sklídil natolik velký úspěch, že infrastruktura byla otevřena i ostatním zájemcům a volný přístrojový výpočetní čas je možno věnovat nejen projektu SETI, ale také výpočtům kosmologickým, genetickým a pod.

SETI je však na prvním místě, nejen na světě, ale i u nás. Poměrně zajímavý je motivační faktor, představovaný přidělováním kreditů za analýzu datového balíčku, kterým se otvírá pole soutěživosti pro jednotlivce, týmy i státy. Pro zajímavost, k datu 8. 2. 2006 je Česká republika na 12. místě se 75 683 961 kreditů. Osobně jsem také zapojen do projektu a mám 257 088 kreditů, což stačí na 46. místo v národní statistice a 2 215. místo ve světové statistice. Celkově je do projektu SETI zapojeno 382 779 uživatelů a 783 994 počítačů.

S velkou pravděpodobností můžeme předpokládat, že v nejbližších letech bude při hledání mimozemského života převažovat pasivní postoj založený na pozorování, tj. hledání terestických (Zemi podobných) planet a pátrání po případných artefaktech jiných civilizací. Sporadicky se však mohou vyskytnout projekty založené naopak na aktivním přístupu, důkazem může být Encounter 2001 [9].

Necelesty 25 let po vyslání zprávy z Areciba se do vesmíru vydalo další poselství, vysílací aparaturou byl tentokrát ukrajinský radioteleskop Eupatoria Deep Space Center (EDSC). Plně polyhedralní parabolická anténa s průměrem 70 m (s účinnou aperturou 2500 m<sup>2</sup>), se střední frekvencí 5 010,024 MHz a stálým 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 178 428 (ve vzdálenosti 68,3 světelných roků, mající spektrální třídu G5V a jasnost 6,08 mag); HD 186 408



Poslední částí poselství je popis radioteleskopu Arecibo. Binárně zapsané číslo 2430 dává v součtinu s vlnovou délkou odeslané zprávy (12,6 cm) průměr sférické antény (30 618 cm = 306 m).

Nutno přiznat, že zpráva z Arecibo byla zajímavým počinem a ukázala možnost mezihvězdné komunikace, ačkoli striktní omezení daná rychlostí šíření elektromagnetického pole degradují tento pokus na jakýsi „výkřik do tmy“. Řetězec 1 679 binárních znaků putuje vesmírem a nese velice choulostivé informace o naší civilizaci. Je to stejný případ, jako když uživatel internetové sítě volně zveřejní svojí adresu, zdravotní záznamy a heslo k svému bankovnímu účtu. Co se může stát? Záleží na příjemci takové zprávy, na jeho povaze, inteligenci, etice a na mnohých okolnostech, které nelze jednoduše dedukovat. Vysílatel zprávy může nalézt přátele nebo zkažu a smrt. Je filozofickou otázkou zda o sobě dávat vědět nebo být raději zticha. Vždyť v případě úspěšného dekodování poselství přivede obsah nálezece do sluneční soustavy a bude mít v ruce klíč k naší biologické stavbě a případnému zničení biosféry.

Pobouřit může nepochopení obsahu. Tež můžeme očekávat, že zpráva bude v prostoru vystavena rozličným rušivým vlivům (některé z nich byly popsány v úvodu) a může tak dojít k deformaci obsahu. Stačí narušení počátečního schématu, jež ukazuje binární kódování, a hned se z nás mohou stát stvůry hodné vyhlazení. Chybám při přenosu by se dalo předejít opakováním zprávy, v určitém časovém intervalu. Pokud bychom to s mezihvězdnou komunikací myslili vážně, stálo by za zvážení vybudovat vesmírný maják, který by v určitém intervalu do určitých míst pravidelně vysílal zprávu. K tomu ale nejspíše nedojde, alespoň ne v nejbližší době. Především z ekonomického hlediska a nevyzrálosti současné kultury. Efektivita je rovna téměř nule. V této souvislosti mě napadá analogie, že bychom se tímto činem stali indiány, kteří již od úsvitu své civilizace stáli na pobřeží a každou noc po stovky let pálili oheň, aby přilákali potenciální mořeplavce z dálných zemí, o jejichž existenci neměli ani nejmenší tušení. Otázkou je, zda vynaložené úsilí je odpovídající výsledku, zda není lepší žít vlastní život a čekat na příchod Vikingů a Kristófa Kolumba.

Efektivní a možná i bezpečnější je být zticha a naslouchat. Finanční náklady jsou o poznání nižší a pravděpodobnost zachycení datového toku umělého původu se zdá být vyšší. Proč tedy do toho nejít? Úkolu se ujala nezisková organizace SETI [6] (Search for Extra-Terrestrial Intelligence), která již po několik desetiletí

typu Sa. Průměrné staří hvězd vnitřní složky je odhadováno na 3 až 5 miliard let, v centrální oblasti s prachovým pásem pak 1 až 3 miliardy roků.

*Polární prstenec* má průměr 60 tisíc sv. r. a obíhá starší vnitřní čočkovou složku rychlostí zhruba 100 km/s. Je skloněný k hlavní ose středového tělesa v úhlu 100° a zdá se být silně deformovaný: v místě, kde se kříží s hostitelskou galaxií, je mírně nakloněný k zornému směru, a jeho bližší i vzdálenější části jsou tudíž pro nás viditelné, avšak ve vzdálenosti 30" od středu a větší je vidět převážně zbokou. Ve vnějších, nejvzdálenějších oblastech, je prstenec opět skloněný k zornému paprsku. Tamtéž je patrně několik oddělených vláken lemovaných mladými hvězdami. Vznik polárního prstence se datuje na dobu asi před 1 miliardou let; jiné zdroje uvádějí jeho věk i menší než 100 miliónů let. Každopádně z výzkumů vyplývá, že prstenec je stabilní v čase nejméně 50 miliónů roků.

Polární prstenec se rozprostírá daleko do hala NGC 4650A a poskytuje nám tak jedinečnou příležitost k *mapování skryté hmoty*, která galaxií obklopuje. Ze studia rotace obou složek galaxie ve dvou různých rovinách vyplývá, že NGC 4650A obsahuje významné množství skryté hmoty. Jak starý načervenalý rotující disk, tak skrytá hmota obklopující galaxii zřetelně gravitačně ovlivňují a deformují polární prstenec. Jelikož rychlosti hvězd a plynu mohou být měřeny ve dvou nezávislých rovinách, NGC 4650A může sloužit jako prototyp pro detailní průzkum tvaru hal skryté hmoty.

Galaxie má značně vysoký obsah neutrálního vodíku HI, srovnatelný s takovým, jaký se vyskytuje v typické galaxii Sb: asi  $8 \cdot 10^9 M_{\odot}$ . Rozložení HI je v úzkém vztahu se skrytou hmotou v galaxii. Z novějších výzkumů obsahu HI v polárním prstenci vyplývá, že skrytá hmota je rozložena zpoštěle podél prstence, nikoli podél hostitelské galaxie, jak se dříve myslelo (hmotnost temné látky v prstenci dosahuje nejméně 50 % celkové hmotnosti prstence). Dokazují to i data srovnávací oběžné rychlosti v galaxii a v prstenci.

Rozložení a kinematika plynné složky HI dokazuje, že polární prstenec má náznaky *spirální struktury* v podobě dvou nevýrazných ramen. Prstenec také není od středové složky oddělený, ale zasahuje až do středu galaxie. Přítomnost mladých hvězd v prstenci blíže středu a také metalicita hvězd v různých oblastech prstence navíc značí, že prstenec má skutečně podobné vlastnosti jako spirální disk, tedy nejen z hlediska morfologie, ale i podle rozložení hvězdných populací. Skutečnost podporují i zjištěné údaje o metalicitě oblastí HII a poměru neutrálního vodíku HI a molekulárního vodíku H<sub>2</sub> v prstenci.

Galaxie má dostatek molekulárního plynu pro *aktivní tvorbu hvězd*. Hmotnost chladného vodíku H<sub>2</sub> v prstenci dosahuje 20 % hmotnosti složky HI. Koncentrace mladé hvězdné populace v polárním prstenci je evidentní již z jeho modré barvy. Nejjasnější modré veleobry mají tendenci shlukovat se do mladých hvězdných asociací provázejících četné rozsáhlé oblasti HII, některé z nápadnějších hvězdných komplexů jsou zřetelné ve „spirálních ramenech“. Fotometrie těchto hvězd doka-



Obsah zprávy je komponován v matematickém jazyce. Stejně jako na Zemi matematika spojuje rozdílné národy a kultury, předpokládáme, že i případní mimozemští příjemci zprávy ji budou ovládat. Je to sice antropický způsob uvažování, ale nemáme na výběr. Matematiku jako univerzální 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 podíleli i Richard Isaacman, Linda Mayová, James C. G. Walker a přispěli i Carl Sagan a David Duncan.

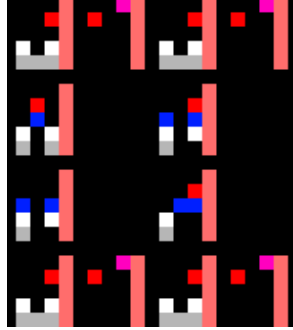
Řetězec 1679 binárních znaků sice na první pohled nevypadá nikterak zajímavě, ale po správném rozložení se objeví skrytý obsah. Počet znaků 1679 je jediným možným součinem dvojice prvočísel 73 a 23. Zpráva rozložená do 23 řádků po 73 znacích ukáže náhodnou nic neříkající směs bodů, ale při opacném seřazení, tedy při 73 řádcích po 23 znacích se před námi otevře dekodovaný obrazec obsahující poselství naší civilizace. Co tento obrazec obsahuje? Znázorníme-li zprávu graficky, můžeme postupně rozpoznat následující informace [1], [7]:



První a zřejmě nejdůležitější část poselství: čísla od jedničky do desítky, zapsaná v binárním kódu, jsou klíčem k pochopení obsahu.



Základní prvky použité při stavbě DNA, jejich definice je určena atomovým číslem: 1 — vodík (H), 6 — uhlík (C), 7 — dusík (N), 8 — kyslík (O), 15 — fosfor (P).



Nukleotidy, molekulární komponenty DNA: deoxyribóza ( $C_5OH_7$ ), fosfát (OP), deriváty purinu — adenin ( $C_5H_4N_5$ ) a guanin ( $C_5H_4N_5O$ ), deriváty pyrimidinu — thymin ( $C_5H_5N_2O_2$ ) a cytosin ( $C_4H_4N_3O$ ).

- [13] *SkyMap Software Home Page* [online]. [cit. 2006-11-28]. (<http://www.skymap.com>).  
 [14] STROBEL, N. *Types of Galaxies* [online]. [cit. 2006-11-28]. (<http://www.astronomynotes.com/galaxy/s3.htm>).  
 [15] *The Hubble Heritage Project* [online]. [cit. 2006-11-28]. (<http://heritage.stsci.edu/>).  
 [16] *The STScI Digitized Sky Survey* [online]. [cit. 2006-11-28]. ([http://stdata.stsci.edu/cgi-bin/dss\\_form](http://stdata.stsci.edu/cgi-bin/dss_form)).

## Šíření informace ve vesmíru (1)

Martin Lehký

### Neúmyslné vyzářování elektromagnetického pole

Civilizace vstoupila do vesmíru již na sklonku devatenáctého století, kdy začala meziplanetární a široké mezihvězdné okolí neúmyslně „zamořovat“ elektromagnetickými poli, jejichž zdrojem byla zařízení vytvořená člověkem. Na počátku této éry stálo mnoho vědců, kteří svými pokusy přispěli k objevu přenosu informace prostřednictvím amplitudové a frekvenčně modulovaného elektromagnetického signálu. Zlatý věk bezdrátové komunikace odstartoval italský fyzik, nositel Nobelovy ceny (1909), GUGLIELMO MARCHESE MARCONI (25. 4. 1874 až 20. 7. 1937). Již během studií se zabýval výsledky svých předchůdců a svoji snahu obnovit 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 světovému globalizování. Díky elektromagnetickému vlnění byly smazány hranice a informace se začaly šířit téměř rychlostí světla [3].

Bezdrátový přenos by se mohl bez větší nadsázky přirovnat k vynálezu knihtisku. Když roku 1444 německý rodák JOHANNES GENSFLEISCH (1397 až 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 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 začátku kapitoly, který v sobě skrývá významnou skutečnost, kterou si ale málokdo v běžném životě dostatečně uvědomuje. Pouze část námi vyslaných elektromagnetických vln plní svůj účel — je zachycena a dekodována přijímači. Převážná část je však pohlcena nebo uniká rychlostí světla

do vesmíru. Země se tak pro vnějšího pozorovatele chová jako rádiový a mikrovlenný zdroj. Jeho zářivý výkon, v úměře s rozvojem komunikačních technologií, významně vzrůstá.

S elektromagnetickým zářením odchází i zakódovaná antropická informace. Otázkou zůstává jaká je šance na její potenciální využití či zneužití mimozemskými příjemci. Ve hře jsou tři důležité faktory: kvalita (čitelnost) signálu, rozluštění kódování obsažené informace a pochopení 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* a ovšem přirozený pokles intenzity signálu v závislosti na překonané vzdálenosti ve vakuu. Pokud jde o signál přes pevné médium, je útlum vyjadřován konstantou, která představuje úbytek decibelů signálu na jednotku vzdálenosti. Decibel je přitom definován jako logaritmičká 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.

Důležitým faktorem způsobujícím poškození signálu je *šum*. Cizorodý signál, který se přidruží k původnímu signálu během cesty mezi vysílačem a přijímačem, nebo v přístrojích samotných. Rozlišujeme tyto typy šumu:

- (1) *Tepebný šum (Johnsonův-Nyquistův jev)* — vzniká tepelným pohybem atomů a přímo úměrně závisí na teplotě. Setkáváme se s ním všude kolem nás a setkáváme se s ním ve všech elektronických zařízeních, vysílače a přijímače nevýjímaje, i v prostředí přes které signál prochází. Vzhledem ke skutečnosti, že tepelný šum nelze ze systému odstranit, stanovuje maximální výkonnost komunikace.
- (2) *Intermodulační šum* — vlivem nelineárních charakteristik aktivních součástek vysílače, přijímače a přenosového prostředí, může být signál ovlivněn jiným signálem. Interferencí vznikají kombinace složené z původních frekvencí signálů, například z vysílaných frekvencí  $f_1$  a  $f_2$  vzniknou též kombinace frekvencí  $f_1 + f_2$ ,  $f_1 - f_2$ ,  $2f_1 + f_2$ ,  $2f_1 - 2f_2$  a pod.
- (3) *Přeslech* — jedná se o vzájemné ovlivňování toků signálů. Vzniká jak ve vícežilových kabelech, tak i při bezdrátové komunikaci. Výjimku tvoří ani signál vyslaný prostřednictvím směrůvých mikrovlnné antény. Svazek je sice na počátku velice úzký, ale se vzdáleností jeho šíře narůstá, a proto za jistých okolností existuje možnost přeslechu.
- (4) *Impulzní šum* — charakterizují ho náhodné nepravidelné pulzy a šumové špičky s vysokou amplitudou. Příčinou může být porucha elektromagnetického pole, např. v období zvýšené sluneční činnosti, kdy Zemí postihují geomagnetické bouře, často doprovázené polárními zářemi nebo atmosférikami, elektromagnetickými záblesky vyvolanými výboji v atmosféře.

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 vyzářování elektromagnetického pole

Mezi antropogenním elektromagnetickým polem, jež opouští Zemi, můžeme nalézt též část signálu, které jsou vysílány zcela úmyslně. Tyto signály mají přesně stanovený cíl a účel. Mezi nejčastější zástupce této úzké skupiny patří signály přenášející komerční datové pakety přes translační družice (umístěné na nízkých či geostacionárních drahách kolem Země), a také přenos vědeckých dat z družic a meziplanetárních sond, brázdících meziplanetární prostor. Pak přenos telemetrických údajů zajišťujících manévry a základní „životní“ funkce všech aktivních těles vypuštěných do kosmu. Při letmém pohledu se může zdát, že výše uvedené 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, nepřímější 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, posílání „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. Jím se může chlubit slavná Arecibo Observatory, Puerto Rico, součást National Astronomy and Ionosphere Center (NAIC), spravovaná Cornellovou univerzitou 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 m krát 2 m) pokrývá dno a s velkou přesností tvarují odraznou sférickou (nikoli parabolickou) plochu radioteleskopu. Průměr sběrné plochy činí 305 m (hloubka 51 m). Na třech mohutných sloupových nosičích je ve výšce asi 137 m nad ohniskem zavěšená přístrojová platforma o hmotnosti 900 tun [5].

Radioteleskop je skutečným obrem, výjimečná byla i mohutnost signálu, který se podařil odeslat. Nemám zcela aktuální informace, 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 k 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 v 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.