

Mendelova univerzita v Brně

Lesnická a dřevařská fakulta

# **SETI - Search for Extraterrestrial Intelligence**

Seminární práce

David Kročil

Záhady vesmíru

ZS 2021

## Obsah

1. Úvod .....	3
2. Existuje život mimo Zemi? .....	4
3. SETI - Search for Extraterrestrial Intelligence.....	6
3.1. Vznik SETI.....	6
3.2. Po projektu Ozma.....	9
3.3. SETI@Home .....	11
3.4. Budoucnost SETI .....	12
4. Wow! signál .....	14
5. Seznam literatury .....	17

## 1. Úvod

*„Je těžké odhadnout pravděpodobnost úspěchu, ale pokud nebudeme hledat, pravděpodobnost úspěchu je nulová.“ Philip Morrison a Guiseppe Cocconi*



Obr. 1: Karl Jansky (na fotografii) je považován za otce radioastronomie. V roce 1931 objevil radiové vlny pocházející z Mléčné dráhy. Na jeho počest byla pojmenována jednotka intenzity radiových signálů. (zdroj: britannica.com)

## 2. Existuje život mimo Zemi?

Při hledání je nutné si říct, že hledáme život, který známe. A dnes známe pouze život založený na jednom typu atomu, atomu uhlíku, jenž se dostatečně spojuje s ostatními atomy a vytváří složité skupiny atomů nebo molekul, které jsou k životu nezbytné. Z toho vyplývá že život na jiných planetách musí být založen na uhlíku. Planety a měsíce planet bez atmosféry proto nelze považovat za vhodné kandidáty pro život. Možná ve vesmíru existuje život v úplně jiné formě. Bytosti tvořené z atomů zlatá dýchající v atmosféře z kyseliny sírové jsou oblíbené ve vědeckofantastických románech od dob H. G. Wellse<sup>1</sup>. Pokud však takové bytosti skutečně existují, znamená to, že se moderní věda mýlí a pokud bychom zabředli do debat o úplně cizích životních formách, stanou se diskuze o hledání života mimo Zemi nekonečnými. (May et al. 2006)

Pokud se tedy vrátíme k životu, který známe, je nutné, aby planety splňovaly řadu podmínek. Planeta musí mít atmosféru s dostatečným množstvím volného kyslíku s pevným povrchem (nebo kapalným) s dostatečnou zásobou vody. Na planetě musí být vyrovnaná teplota a dost dlouhá doba, po kterou se podmínky výrazněji nemění. Výhodou je také pravidelné střídání dne a noci. Kdyby tomu tak nebylo, byla by planeta vystavena dvěma extrémům, kdy na jedné polokouli by byla permanentní tma doprovázená strašným mrznutím a druhá polokoule by byla trvale osvětlena svou hvězdou a vystavena tak vysokým teplotám. V tomto případě by mohla existovat příznivá oblast na hranici mezi tmavou a osvětlenou stranou. (May et al. 2006)

Dalším faktorem je vzdálenost planet od své hvězdy. Kolem hvězd existuje oblast označovaná jako obyvatelná zóna, kde nejsou planety ani příliš horké, ani příliš chladné. Venuše leží příliš blízko u Slunce, a tak je příliš horká, zatímco Mars leží příliš daleko, a tak je příliš chladný. V případě méně či naopak více svítivého Slunce by se obyvatelná zóna úměrně tomu posouvala k Venuši nebo naopak k Marsu<sup>2</sup>. V Mléčné dráze je asi tři sta miliard hvězd, což je průměrná hodnota pro velkou galaxii (Mléčná dráha je pouze jedna z miliard galaxií). Z pozorování vyplývá že se kolem osamocených hvězd nachází planety, což je asi sto dvacet miliard slunečních soustav. Dle naší sluneční soustavy lze odhadovat že každá sluneční soustava má ve své obyvatelné zóně planetu. Z těchto planet vyloučíme ty, které se nachází kolem hodně proměnných hvězd (hodně proměnná hvězda by na planetě způsobila velmi proměnlivé klima) a zbývá nám asi šedesát miliard vhodně umístěných planet. Z tohoto počtu je potřeba ještě vyloučit plynné obry. Ze 170 známých planetárních systémů jich asi 40 má v obyvatelné zóně kamenné planety. Při optimistickém odhadu nám tato hodnota dá asi patnáct miliard planet, na nichž by mohly být podmínky pro život. (May et al. 2006)

Na kolika z nich vznikl život? Je potřeba znát a pochopit přesný mechanismus vzniku života. Pravděpodobnost tak nelze jednoduše číselně vyjádřit. Je-li pravděpodobnost rovna jedné ku tisíci miliardám, pak najít civilizaci v Mléčné dráze by byla ohromná náhoda. Pokud by ovšem byla pravděpodobnost rovna jedné ku stu, pak bude mnoho milionů slibných planet. S tímto problémem by nám pomohlo například nalezení života na Marsu. Pokud by totiž vznikl život nezávisle dvakrát v jedné sluneční soustavě, šance vzniku života v Galaxii by se tak zvětšila. Dále je však potřeba se ptát, jak je pravděpodobné, že vzniklý život vytvoří inteligentní bytosti, které budou schopné s námi komunikovat. Taková civilizace musí dosáhnout nebo překonat technickou úroveň, kterou dosáhla lidská civilizace jen za posledních sto let. Poté se musíme zajímat o to, jak dlouho bude taková civilizace schopná komunikovat, než zanikne. (May et al. 2006)

---

<sup>1</sup> Herbert George Wells byl anglický spisovatel narozen roku 1866 v anglickém Bromley. Je známý především svými vědeckofantastickými romány jako jsou Válka světů, Stroj času, Neviditelný a další. (britannica.com)

<sup>2</sup> Vzhledem k nejrůznějším odhadům velikosti a umístění obyvatelné zóny ve sluneční soustavě nelze s jistotou tvrdit že se zde Venuše a Mars nachází či nikoliv. (Bhattacharya, Lichtman 2016)

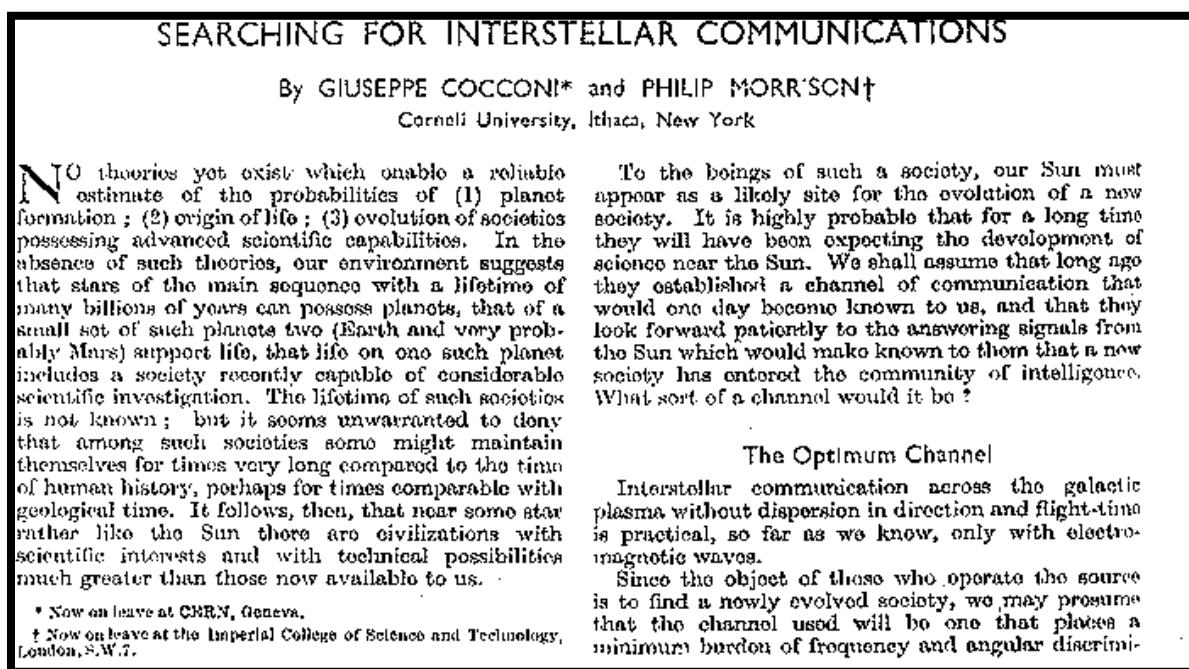


Obr. 2: V neděli 30. října 1938 americká stanice CBS odvysílala rozhlasovou adaptaci vědeckofantastického románu *Válka světů* od H. G. Wellse, zrežirovanou Orsonem Wellesem (na fotografii). (brno.rozhlas.cz) Ačkoliv bylo na začátku hodinového vysílání jasně řečeno, spolu s dalšími dvěma upozorněními během vysílání, že se jedná o pouhou dramatizaci románu, mnozí posluchači propadli strachu, že jde o skutečnou invazi mimozemšťanů z Marsu. (irozhlas.cz) Příhodně se jednalo právě o rozhlasové vysílání. Co by si skuteční marťané asi pomysleli, kdyby ho zachytili? (zdroj: entertainment.time.com)

### 3. SETI - Search for Extraterrestrial Intelligence

#### 3.1. Vznik SETI

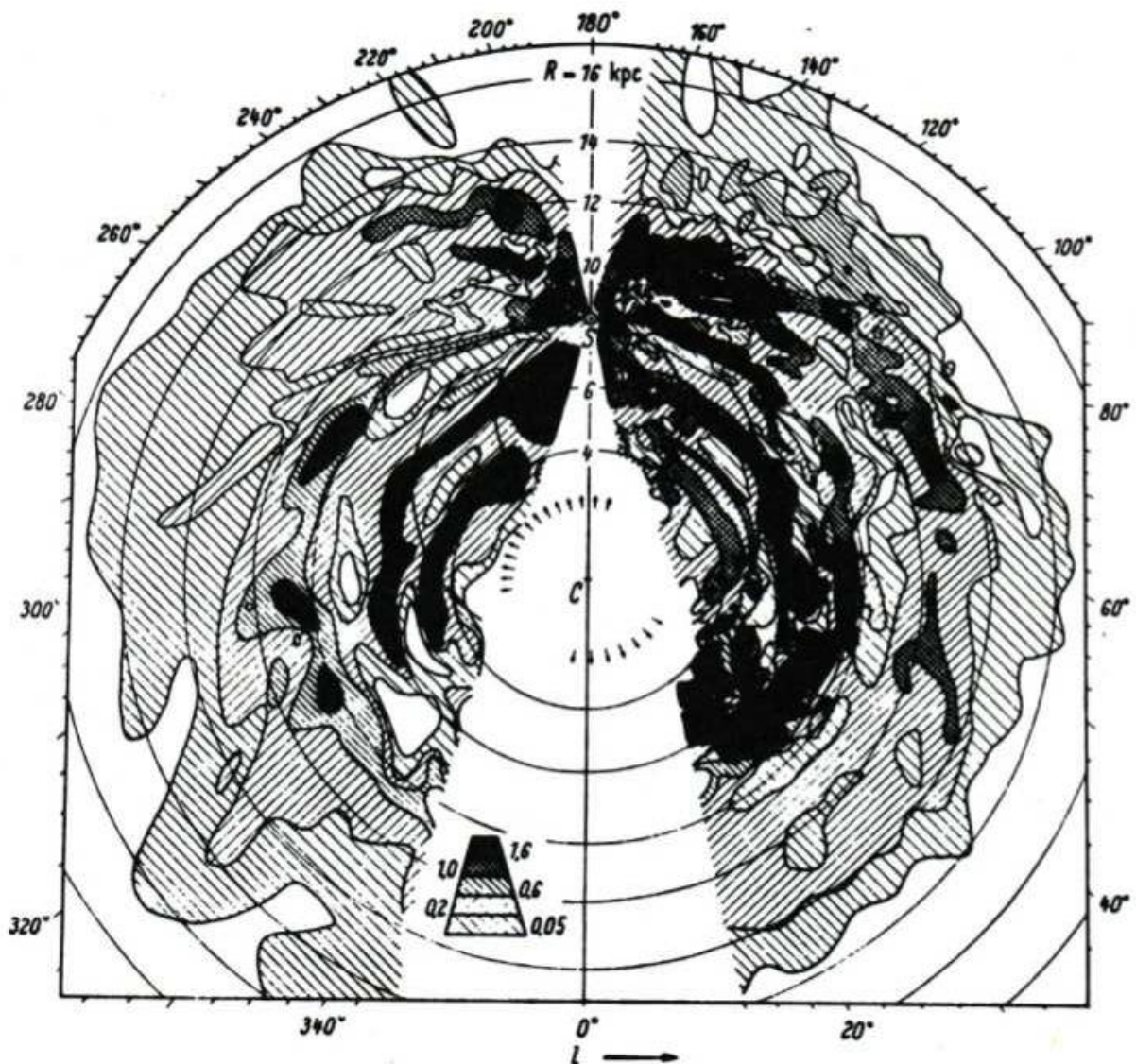
Jak nejjednodušeji, za nynější technické úrovně, zjistit, zda se mimo Zemi vyskytuje jiná technicky vyspělá civilizace? Předpokládejme, že radiové spojení využívají i civilizace mnohem vyspělejší, než je ta naše. Budou si jistě vědomy, že se jedná o nevhodnější způsob komunikace s jinými i méně technicky vyspělými civilizacemi, což jsme nepochybně i my. Technika vysílání se zde rozvinula víceméně koncem 19. století. (Gribbin, 2001) Zkoumání radiových signálů přicházejících z vesmíru tak má své začátky již v počátcích vynálezu rádia. Vznik moderního SETI se pak datuje na 19. září 1959, kdy vyšel článek v časopise Nature s názvem „Hledání mezihvězdné komunikace“ (Searching for Interstellar Communications) od dvou mladých fyziků z Cornellovy Univerzity, jimiž byli Philip Morrison a Giuseppe Cocconi. Philip Morrison vzpomíná na zmíněný článek následovně: „Jednoho jarního dne roku 1959 přišel do mé kanceláře můj geniální přítel Giuseppe Cocconi a nadhodil neobvyklou otázku. Nebyly by paprsky gama prostředkem komunikace mezi hvězdami?“. S touto myšlenkou Morrison souhlasil, avšak navrhl pro tento účel celé elektromagnetické spektrum. Na základě toho následně vznikl onen dvoustránkový článek, jenž je považován za základní kámen moderního SETI. (seti.czechnationalteam.cz)



Obr. 3: Úvodní část původního článku v časopise Nature (č. 184, strany 844-846, 19. 9. 1959). (zdroj: seti.czechnationalteam.cz)

Dále v článku uvádí, že ačkoliv zatím není jediný důkaz o životě mimo Zemi, není ani důkaz o tom, že by život mimo Zemi neexistoval. Nejde tedy vyloučit, že se ve vesmíru nachází mimozemské civilizace, a to na různých technologických a evolučních stupních vývoje. Některé z těchto civilizací mohou být i daleko starší a vyspělejší, než je ta naše. Určitě by tak považovaly naše Slunce za ideálního kandidáta, jenž má ve své blízkosti, obyvatelné zóně, planetu vhodnou pro vznik a vývoj inteligentního života. A pokud by se chtěly s námi spojit, zvolily by ten nejjednodušší způsob, kterým jsou právě elektromagnetické vlny, jež jsou schopny cestovat rychlostí světla na obrovské vzdálenosti, aniž by přitom docházelo k jejich degradaci. Pokud by se tedy rozhodly pro tento způsob komunikace, jakou by zvolily frekvenci pro svůj signál? (seti.czechnationalteam.cz)

Významným bodem všech programů SETI je volba způsobu, jak odhalit záměrné cizí signály, které jsou natolik nápadné, abychom si jich všimli. První ohraničení vytváří zemská atmosféra, která propouští pouze radiové vlny v tzv. radiovém oknu (všechny ostatní buď pohlcuje nebo odráží). Jedná se o vlnové délky od přibližně 1 cm do 30 m, tedy frekvence od 30 000 MHz do 10 MHz. V závislosti na atmosférických podmínkách se může tento rozsah zvětšovat nebo zmenšovat (za jasných dnů s perfektními podmínkami lze detekovat signály až na frekvenci 300 000 MHz). (radiojove.gsfc.nasa.gov; Gribbin, 2001) Morrison a Cocconi se však zpočátku domnívali, že nejrozumnější frekvence pro mezihvězdnou komunikaci je mezi 1 a 10 000 MHz (jak bylo o několik let později však zjištěno, tak právě na těchto frekvencích se nachází rušení přirozeného vesmírného pozadí). Frekvenční rozsah 10 000 MHz je příliš široký k systematickému výzkumu, a tak si oba vědci pohrávali s myšlenkou, která dala směr výzkumu SETI až do dnes. Morrison a Cocconi předpokládali že by mimozemská civilizace vysílala na frekvenci 1420 MHz, což se rovná vlnové délce 21 cm. Jedná se totiž o frekvenci, kterou vyzařuje nejzastoupenější prvek ve vesmíru – vodík. (seti.czechnationalteam.cz) Na základě směru odkud přichází rádiový šum vodíku pak byli astronomové schopni mapovat spirální ramena naší Galaxie. (Gribbin, 2001)



Obr. 4: Mapa disku Mléčné dráhy vytvořená na podkladě studia emise plynného neutrálního vodíku. (zdroj: researchgate.net)

Autoři článku také přišli s dalším důležitým zjištěním. Signál, který byl odeslán z obíhající exoplanety<sup>3</sup> k Zemi, by se musel malinko odchýlit od své původní frekvence. Jedná se o Dopplerův jev, který popisuje změnu frekvence a vlnové délky signálu, způsobenou nenulovou rychlostí mezi vysílačem a přijímačem. Při hledání umělého signálu se tak musí vzít v potaz takovýto posun a zaměřit se na vysílání, jehož frekvence se pomalu mění. (seti.czechnationalteam.cz)

Morrison a Cocconi chtěli článek uvést do praxe, a tak se Cocconi obrátil na Sira Bernarda Lovella z Jodrell Bankovy radioobservatoře<sup>4</sup> (v té době největší talířový radioteleskop na světě) s žádostí o možnost využít tento radioteleskop k hledání mimozemského signálu. Sir Bernard Lovell byl však k tomuto skeptický, a tak zůstalo hledání mimozemského signálu na jiných. (seti.czechnationalteam.cz)



Obr. 5: Radioteleskop Jodrell Bankovy radioobservatoře, Velká Británie. (zdroj: independent.co.uk)

Krátký článek Morrisona a Cocconiho se stal jakýmsi průvodcem pro většinu programů SETI. Elektromagnetické signály jako způsob komunikace, kde cizí signál je ovlivněn Dopplerovým jevem, a nakonec to nejdůležitější, frekvence 1420 MHz jsou brány v úvahu až do dnešních dní. Pár let po zveřejnění článku přichází s další frekvencí průkopník SETI a tehdejší viceprezident společnosti Hewlett-Packard<sup>5</sup> Bernard Oliver. Jednalo se o frekvenci 1662 MHz, kterou vyzařuje hydroxyl (molekuly OH). Hydroxyl je další velmi početný prvek ve vesmíru a společně s vodíkem vytváří vodu, která je základním

<sup>3</sup> Exoplaneta neboli extrasolární planeta je planeta obíhající kolem jiné hvězdy, než je Slunce. Bylo již objeveno několik stovek takových planet. Nejbližší exoplaneta je Proxima Centauri b, obíhající v obyvatelné zóně kolem hvězdy Proxima Centauri vzdálené přes čtyři světelné roky od Země. (astro.cz)

<sup>4</sup> V neděli 7. července 2019 byla observatoř Jodrell Bank zapsána na seznam světového dědictví UNESCO. (jodrellbank.net)

<sup>5</sup> Hewlett-Packard (zkráceně HP) je americká nadnárodní společnost, která podniká v oblasti počítačových technologií. Patří mezi největší ve svém oboru. (aktualne.cz)



kamenem života, jak ho známe. Frekvence 1662 MHz, stejně jako 1420 MHz, se nachází v tišší oblasti spektra a dle Olivera tak vzbuzuje naděje na detekci signálu od mimozemské civilizace. Bernard Oliver k tomuto roku 1971 napsal: „*Pásmový rozsah ležící mezi rezonančními frekvencemi molekul tvořících vodu je záhadně poetické místo pro tvory skládající se z vody, aby hledali sobě podobné. Kde se s nimi setkáme? Přeci ve Water Hole - Vodní díře.*“. Od té doby je výraz Vodní díra používán při hledání signálu v okolí frekvence 1420 MHz. (seti.czechnationalteam.cz)

Přibližně ve stejné době, kdy se Morrison a Cocconi zajímali o hledání mimozemského signálu, prováděl mladý astronom Frank Drake<sup>6</sup> vlastní výzkumnou činnost v oblasti mezihvězdné komunikace. Byl jedním z členů v Národní Radioastronomické Observatoři v Green Bank v Západní Virginii, kde v roce 1960 se svým týmem hledal signál pocházející ze dvou nejbližších, Slunci podobných, hvězd. (seti.czechnationalteam.cz) Jednalo se o Tau Ceti a Epsilon Eridani. Obě hvězdy jsou vidět pouhým okem, obě jsou slunečního typu, přesto se jedná o hvězdy s menší svítivostí než Slunce. Tau Ceti, vzdálená 11,9 světelného roku, má 40 % svítivost Slunce, a Epsilon Eridani, vzdálená 10,7 světelného roku, má 30 % sluneční svítivosti. Výsledek byl negativní. Experiment byl nazván projekt Ozma, podle klasické dětské knížky, Čaroděj ze země Oz. (May et al. 2006)



Obr. 6: Radioteleskop v Green Bank observatoři v Západní Virginii, USA. (zdroj: space.com)

### 3.2. Po projektu Ozma

V listopadu roku 1961 proběhla neformální schůze skupiny fyziků a inženýrů v Green Bank pořádaná J.P.T. Pearmanem pod záštitou americké Národní Akademie Věd, jejíž byl členem. Účelem konference bylo ujasnit si, jaké jsou vyhlídky na komunikaci s jinými světy. Vzhledem ke kontroverzní problematice bylo rozhodnuto, že schůzka bude tajná bez oficiálních dokumentů. Kromě Pearmana se dále konference zúčastnili již zmínění Philip Morrison, Giuseppe Cocconi, Frank Drake a např. biochemik Melvin Calvin<sup>7</sup> a astronom Carl Sagan<sup>8</sup>, který později vzpomínal: „*Bylo úžasné, jak tito přední vědci nepovažovali naši myšlenku za bezpředmětnou. Ve vzduchu bylo cítit nadšení, že se nám konečně*

<sup>6</sup> Frank Drake je americký astronom a astrofyzik, narozen roku 1930 v Chicagu, USA. (famousscientists.org)

<sup>7</sup> Melvin Calvin byl americký chemik, narozen roku 1911 v St. Paulu, USA. Ve stejném roce (1961), kdy proběhla zmíněná schůze, získal Nobelovu cenu za chemii za výzkum asimilace oxidu uhličitého v rostlinách. (ped.muni.cz; nobelprize.org)

<sup>8</sup> Carl Sagan byl americký astronom, astrofyzik a spisovatel, narozený roku 1934 v New Yorku, USA. (britannica.com)

podářilo prolomit onu bariéru posměchu. Bylo to jako obrat o 180 stupňů a toto téma bylo nyní bráno velmi vážně.“. Na konferenci byl také vůbec poprvé použit vzorec, který později vešel ve známost jako Drakeova rovnice<sup>9</sup>. (seti.czechnationalteam.cz)

Od projektu Ozma následovaly další desítky neformálních hledání signálu, především prováděných astronomy, kteří během přestávek u svých vlastních výzkumných programů používali radioteleskopy doufající, že naleznou signál, který by změnil svět. V této době byla většina aktivit SETI především ve Spojených státech a Sovětském svazu. Z Evropských zemí se výrazně zapojila pouze Itálie. Stejně tak dnes má jen málo zemí zájem se podílet na těchto aktivitách, kde hlavním důvodem jsou především finanční prostředky a fakt, že celosvětově pouze zhruba dvě desítky vědců jsou zapojeny do aktivit SETI na plný úvazek. (seti.org)

Když se ke slovu dostala NASA, financování výzkumu prudce vzrostlo. Angažmá NASA bylo také důležité pro rozšíření povědomí a uznání mimozemského pátrání. NASA zahájila dvě pátrací strategie. Tou první bylo pozorování 800–1000 hvězd pomocí radioteleskopu v Arecibu v Portoriku. Tou druhou bylo mapování celé oblohy pomocí 70metrové antény v Goldstone v Kalifornii (USA). (seti.czechnationalteam.cz; seti.org)

Netrvalo to ani rok a oba programy byly zrušeny z důvodu rozpočtových škrťů. První ze dvou programů NASA tak byl převeden pod soukromě financovaný institut SETI. Druhý program, tedy mapování celé oblohy, byl zrušen. Obnovený první program, tedy cílené pátrání v okolí blízkých hvězd podobných Slunci, byl nazván Projekt Phoenix<sup>10</sup>. Cílem Projektu Phoenix bylo prozkoumat přibližně tisíc hvězdných systémů, kdy bylo možné najednou sledovat 10 milionů kanálů o šířce 1 Hz. (seti.czechnationalteam.cz; seti.org)

První pozorování se uskutečnilo roku 1995 s využitím 64metrové antény Parkes západně od Sydney v Austrálii. Bylo sledováno asi 200 hvězdných systémů, které jsou viditelné pouze z jižní polokoule. Roku 1996 byly přijímače přesunuty do Green Bank v Západní Virginii, kde byla po dobu dvou let sledována severní polokoule. Roku 1998 pak bylo zařízení přesunuto do Areciba v Portoriku. Projekt Phoenix trval přibližně deset let a byl ukončen začátkem roku 2000. Během jeho existence bylo prozkoumáno asi 800 hvězdných systémů v okruhu 200 světelných let od Země s rozpětím 1200 a 3000 MHz. I přes nenalezení žádného mimozemského signálu zůstává Projekt Phoenix jedním z nejrozsáhlejších a nejcitlivějších pozorování SETI. (seti.org)

Radioteleskop v Arecibu byl do roku 2016 největším radioteleskopem na světě s průměrem 305 metrů<sup>11</sup>. Byl vybudován v kráteru vyhaslé sopky. Parabola radioteleskopu soustřeďovala rádiové vlny do přijímače nad ní. Přijímač se mohl mírně pohybovat, díky čemuž bylo možné přijímat signály z více směrů. (Bond, 1999) V roce 2020 se radioteleskop rozpadl. (ct24.ceskatelevize.cz). Radioteleskop v Arecibu společně s observatoří Very Large Array v Novém Mexiku (USA) hrály důležitou roli ve filmu Kontakt<sup>12</sup> z roku 1997, který se zaměřuje právě na hledání signálů od mimozemských civilizací. (csfd.cz)

---

<sup>9</sup> Drakeova rovnice vyjadřuje pravděpodobnost komunikace s mimozemskou civilizací. (Gribbin, 2001)

<sup>10</sup> Název projektu odkazuje na ptáka z řecké mytologie, který pravidelně vstával z popela svého předchůdce. (seti.org)

<sup>11</sup> V roce 2016 byl v Číně otevřen největší radioteleskop na světě s průměrem 500 metrů, který nese název Five Hundred Metre Aperture Spherical Telescope (FAST). (zahranicni.hn.cz)

<sup>12</sup> Film byl natočen podle knihy astronoma Carla Sagana, který během produkce filmu zemřel. Film je věnován právě jemu. (csfd.cz)



Obr. 7: Radioteleskop v Arecibu, Portoriko. (zdroj: space.com)



Obr. 8: Snímek z filmu Kontakt. Hlavní herečka Jodie Foster (na snímku) byla za svůj herecký výkon nominována na Zlatý Glóbus. V pozadí radioteleskopy Very Large Array. (zdroj: m.imdb.com)

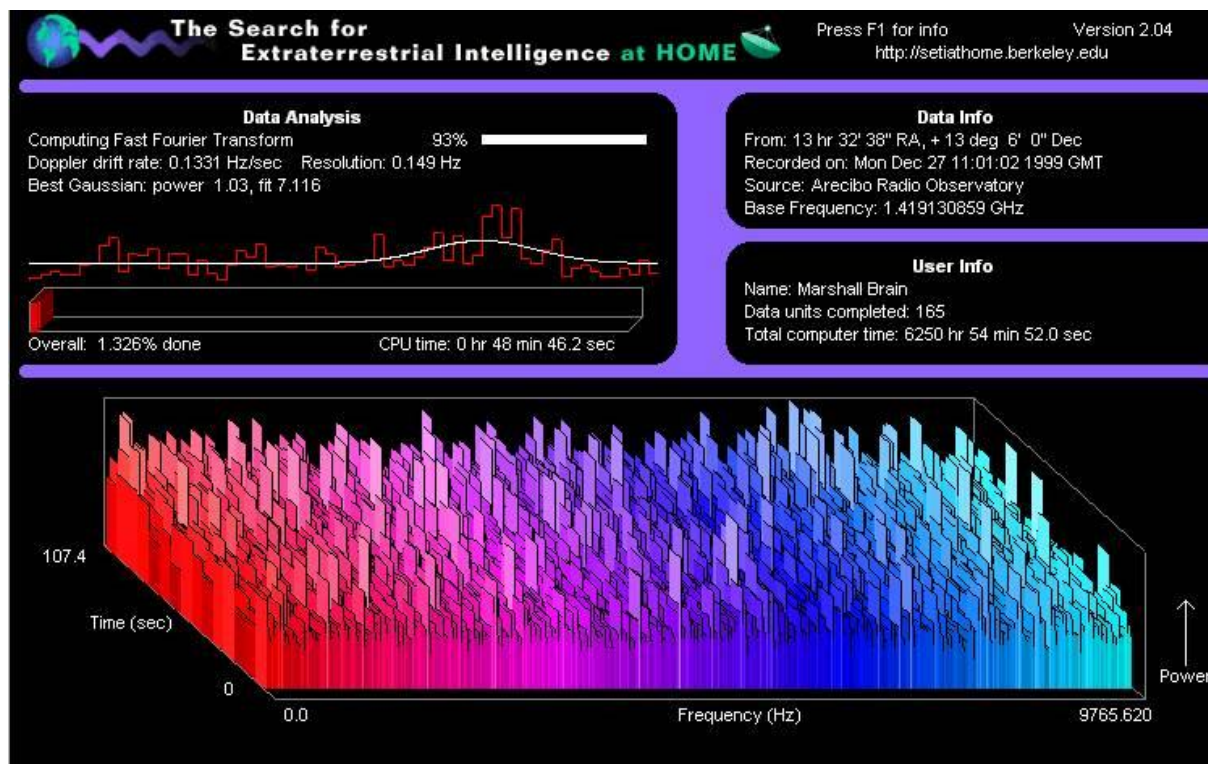
### 3.3. SETI@Home

Po odchodu NASA ztratilo SETI velké finanční prostředky a muselo se tak vydat úspornější cestou. Předcházející SETI výzkumy využívaly speciálně navržené superpočítače, umístěné přímo v radioteleskopu, kde zároveň probíhala analýza dat. Výkon superpočítačů byl obrovský, avšak pro výzkum nedostatečný. Na základě tohoto David Gedye a Craig Kasnoff přišli s myšlenkou distribuovaných výpočtů. Navrhli, aby se data analyzovala na virtuálním superpočítači složeném z více

individuálních počítačů připojených k internetu. Vznikl tak projekt SETI@Home. (setiathome.berkeley.edu; seti.czechnationalteam.cz)

Už po 3 měsících, roku 1999, kdy projekt začal, měl SETI@Home přes milion uživatelů. Po jednom roce fungování projektu už SETI@Home užívalo přes dva miliony lidí. Tou dobou začalo třídění z více než 1,4 miliard potenciálních signálů, eliminování rádiového rušení, vyhledání chyb během zpracování a najetí opakujících se signálů. Do původního projektu SETI@Home se zapojilo více než pět milionu lidí z celého světa. (seti.czechnationalteam.cz)

Vzhledem k ohromnému množství nashromážděných dat, byl projekt SETI@Home k 31. březnu 2020 na neurčitou dobu ukončen. (universetoday.com)



Obr. 9: Screensaver programu SETI@home. (zdroj: seti.czechnationalteam.cz)

### 3.4. Budoucnost SETI

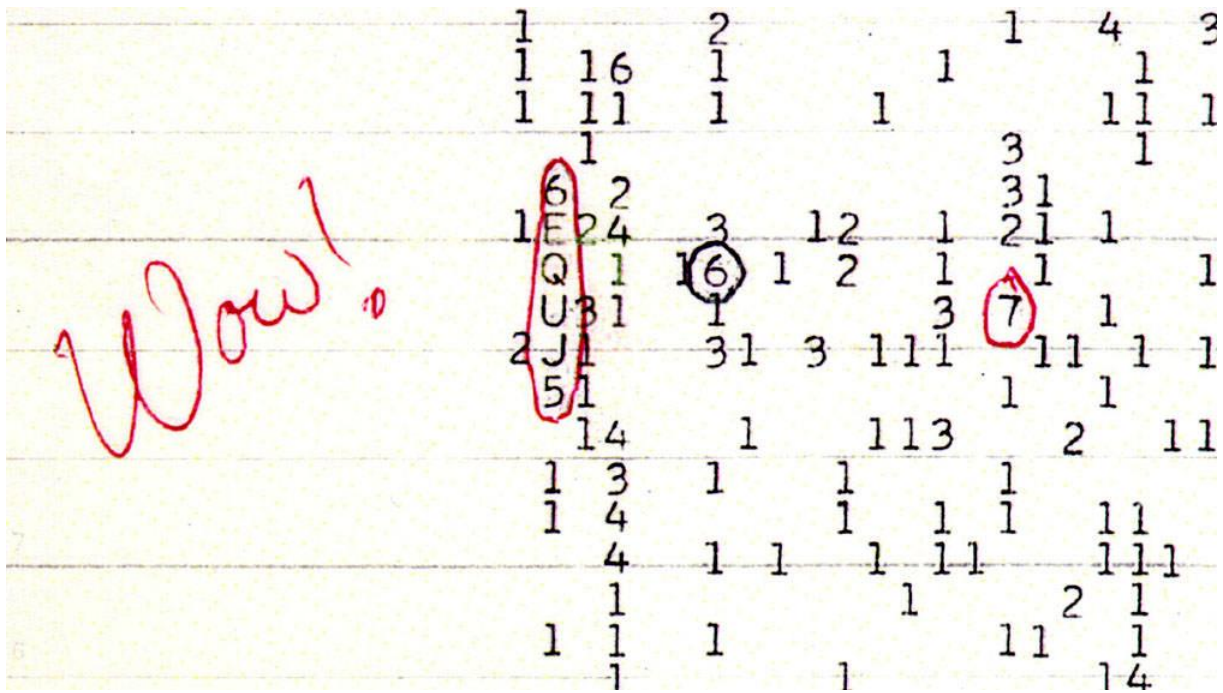
Nejslibnějším a zároveň nejlépe financovaným projektem budoucího SETI je Allen Telescope Array u observatoře Hat Creek v Kalifornii. Jedná se o společný projekt univerzity v Berkeley a Institutu SETI, na jehož stavbě se zásadně podílí spoluzakladatel společnosti Microsoft Paul Allen, jenž poskytl na stavbu 26 milionů dolarů a po němž je také pole radioteleskopů pojmenováno. Pole bude složeno z celkem 350 talířových antén, kde každá anténa má průměr 6 metrů a celkově tak budou tvořit sběrnou plochu, která překoná stometrový teleskop. Allen Telescope Array bude k dispozici pouze pro výzkum SETI a bude tak možné hledat uměle vytvořené signály během celého roku. Monitorování bude probíhat na frekvencích od 1 GHz do 12 GHz. Vzhledem k velkému množství antén bude možné sledovat různé oblasti na obloze zároveň, a tak přijímat signály z více směrů. Frekvenční rozsah bude 9 GHz, tedy trojnásobek projektu Phoenix, čímž se stane výzkumem s největším frekvenčním rozsahem současnosti. (seti.czechnationalteam.cz)



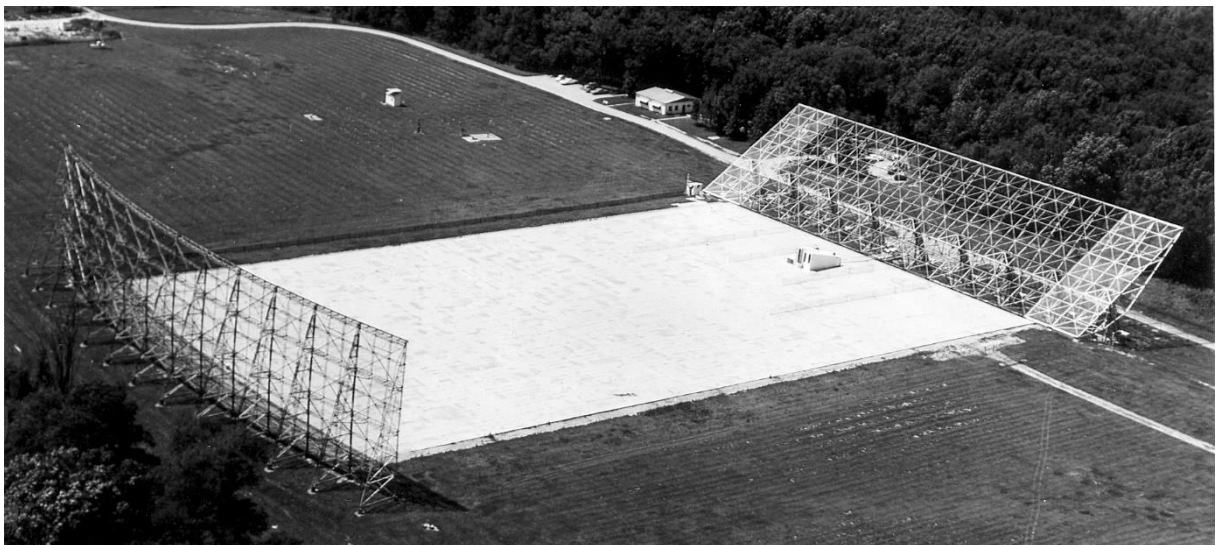
Obr. 10: Allen Telescope Array v Kalifornii, USA. (zdroj: seti.org)

#### 4. Wow! signál

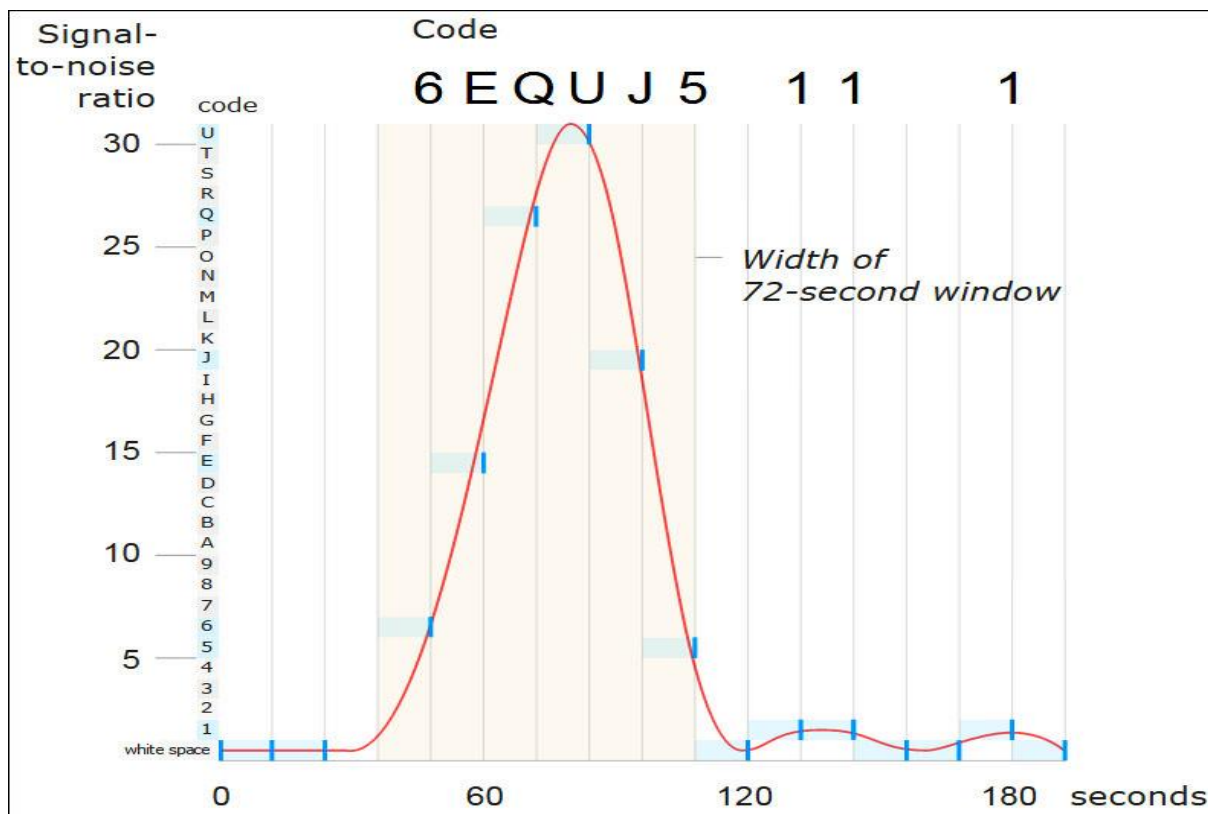
Byla noc 15. srpna roku 1977. Radioteleskop Státní univerzity Ohio označovaný jako Velké ucho prováděl jako každou noc pátrání po mimozemském signálu. Pozorování se zaznamenávalo na tiskový papír pomocí číslic a písmen, kde stupnice čísel od 1 do 9 a písmena od A do Z značily sílu signálu. (seti.czechnationalteam.cz) Když poté Jerry Ehman, astronom, který zde pracoval jako dobrovolník, prováděl svou rutinní kontrolu tištěných dat, uviděl sadu čísel a písmen: 6EQUJ5. Okamžitě věděl, že radioteleskop zachytil velmi silný signál, který se objevil pouze v jednom z padesáti možných kanálů. „Byl to úzkopásmový signál, přesně to, co jsme hledali,“ vzpomínal Ehman. (astronomy.com) Signál dosáhl síly U, což znamená, že byl třicetkrát silnější než běžné pozadí radiového šumu vesmíru. Trval pouhých 72 vteřin. Ehman zaznamenaný signál zakroužkoval a doplnil výrazem „Wow!“. Záhadný signál tak dostal své jméno. (archiv.hn.cz; seti.czechnationalteam.cz)



Obr. 11: Původní tiskový záznam Wow! signálu zakroužkovaný a doplněný vyjádřením Ehmanova nadšení. (zdroj: universetoday.com)

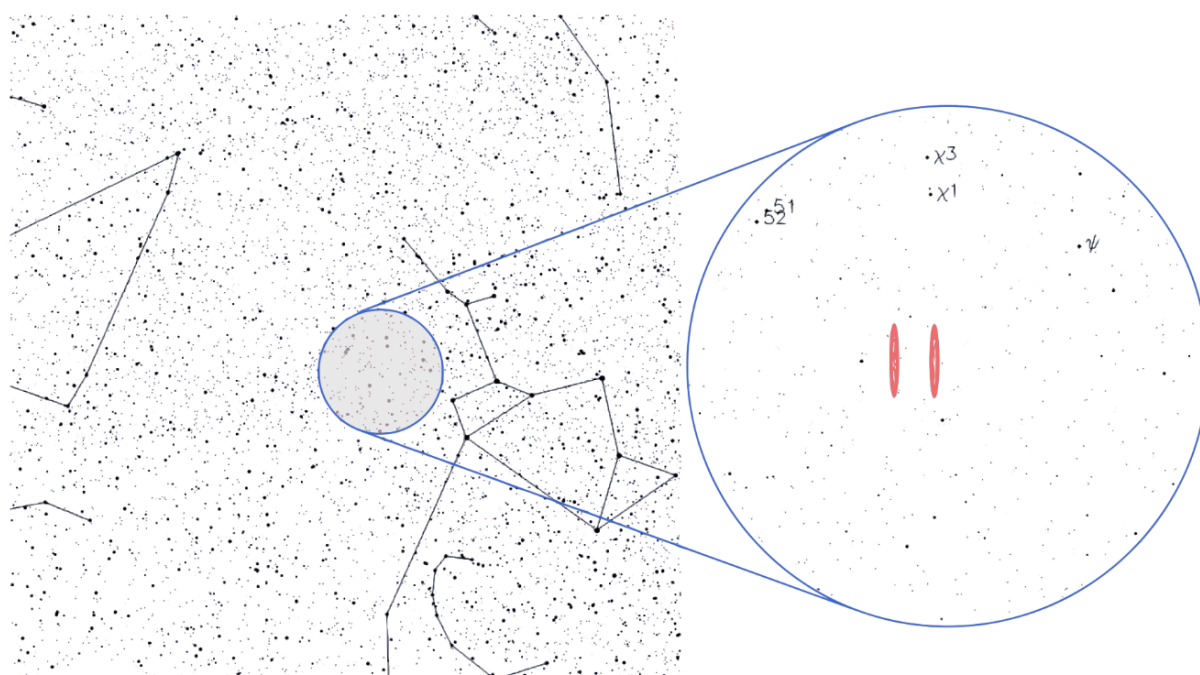


Obr. 12: Radioteleskop Velké ucho. Roku 1998 byl zbourán a nahrazen golfovým hřištěm. (ohiohistorycentral.org), (zdroj: discovermagazine.com)



Obr. 13: Grafické vyjádření síly signálu. (zdroj: phys.org)

Ehman následně prošel data ještě z dalších dní, avšak signál se neopakoval. Společně s dalšími zaměstnanci hledal na obloze, v oblasti souhvězdí Střelce, odkud signál přišel, jakékoliv objekty, od komet přes planety až po satelity, které by signál vysvětlily. Avšak nic se neshodovalo. Vědci měsíc dál pozorovali danou oblast, ale nic nenašli. O rok později zkusili signál zachytit znovu, ale bez výsledku. (astronomy.com)



Obr. 14: Pravděpodobná oblast odkud Wow! signál přišel. Souhvězdí Střelce, poblíž skupiny hvězd Chi Sagittarii. (zdroj: astronation.science)

Pokud byl signál opravdu uměle vytvořen, proč byl jen jeden? A tak krátký? Radioteleskop Velké ucho byl nepohyblivý, zdánlivý pohyb oblohy tak mohl zapříčinit, že se zdroj posunul z jeho zorného pole. Podle některých vědců mohl zdroj vysílat mnohem déle (dokonce by mohl stále vysílat), ovšem byl zachycen pouze ve chvíli, kdy byl z nějakého důvodu zesílen, a to například jevem známým jako gravitační čočka<sup>13</sup>. Další experti se domnívají, že zdroj mohl rotovat či se jinak pohybovat a signál tak zasáhl Zemi pouhou náhodou. (archiv.hn.cz)

S novou hypotézou, o jaký zdroj se jedná, přišel profesor Antonio Paris, astrofyzik ze St. Petersburg College. Podle něho mohly být zdrojem dvě komety známé jako 266P/Christensen a 335P/Gibbs, které byly objeveny až v letech 2006 a 2008. Obě komety se podle Parise nacházely v tentýž den v blízkosti oblasti odkud signál přišel. Fakt že jsou komety obklopeny mračny plynného vodíku, který vyzařuje právě na frekvenci 1420 MHz, na které byl Wow! signál detekován, Parisově hypotéze nahrává. (theguardian.com) Tuto teorii však někteří zpochybnili, a to včetně zaměstnanců právě z rádiové observatoře Státní univerzity Ohio. (exoplanety.cz; naapo.org)

V roce 2020 amatérský astronom Alberto Caballero využil dostupná data z evropské družice GAIA<sup>14</sup> k vyhledání možné zdrojové hvězdy Wow! signálu. Z celkem 66 hvězd typu G a K<sup>15</sup> které našel, byla pouze jedna identifikována jako potenciální hvězda podobající se Slunci – 2MASS 19281982-2640123. V oblasti bylo nalezeno 14 dalších potenciálních hvězd podobajících se Slunci, s přibližnými teplotami 5730 a 5830 K. Informace o svítivosti a poloměru těchto hvězd však chybí. Mohlo se také jednat o hvězdu, která je natolik slabá, že ji GAIA nezaznamenala. Ovšem není zatím jisté, že by měl zdroj signálu přijít právě od hvězdy podobné Slunci. Je to spíše přání nežli předpoklad, pro který by byl nějaký důkaz. (exoplanety.cz)

---

<sup>13</sup> Efekt gravitační čočky způsobují velmi hmotné objekty (zpravidla velké galaxie), ležící mezi zdrojem světla a pozorovatelem, které tento zdroj světla zesilují a zakřivují. Pozorovatel tak kolem velké galaxie vidí buď prstenec nebo několik obrazců. (observatory.cz)

<sup>14</sup> Evropská astronomická observatoř GAIA byla vypuštěna 19. 12. 2013 ruskou raketou Sojuz. Cílem GAIA je přesné určení vzdálenosti, jasnosti a rychlosti u přibližně jednoho procenta hvězd v Mléčné dráze. (astro.cz)

<sup>15</sup> Hvězdy jsou rozdělovány dle spektrální klasifikace, tedy pomocí spekter, do tříd O, B, A, F, G, K, M, L, T. Slunce je třídy G. (is.muni.cz)



## 5. Seznam literatury

### Literatura

- Bhattacharya, A.B., Lichtman, J.M., 2016. Solar Planetary Systems: Stardust to Terrestrial and Extraterrestrial Planetary Sciences. Boca Raton, CRC Press, 566 s. ISBN 978-1-4987-6206-9
- Bond, P., 1999. Průvodce vesmírem. London, Dorling Kyndersley Limited, 64 s. ISBN 80-7209-478-5
- Gribbin, J., 2001. Vesmír. UK, BBC Books, 240 s. ISBN 80-242-0936-5
- May, B., Moore, P., Lintott, Ch., 2006. Bang! Velký třesk a historie vesmíru. London, Carlton Books Limited, 192 s. ISBN 978-80-7209-963-4

### Webové zdroje

- <https://seti.czechnationalteam.cz/seti/seti.html>
- <https://www.seti.org/seti-research>
- <https://setiathome.berkeley.edu/>
- <https://www.universetoday.com/145317/setihome-is-on-pause-unfortunately-its-not-because-theyve-discovered-alien/>
- <https://astronomy.com/news/2020/09/the-wow-signal-an-alien-missed-connection>
- <https://archiv.hn.cz/c1-19748990-sance-na-zachyceni-signalu-z-vesmiru-se-vyznamne-zvysi>
- <https://www.exoplanety.cz/2020/11/23/amatersky-astronom-nasel-hvezdu-od-ktere-mohl-prijit-wow-signal/>
- <https://www.theguardian.com/science/across-the-universe/2016/apr/14/alien-wow-signal-could-be-explained-after-almost-40-years>
- <http://naapo.org/WOWCometRebuttal.html>
- <https://www.britannica.com/biography/H-G-Wells>
- <https://brno.rozhlas.cz/rozhlasova-hra-ktera-zmenila-svet-pred-80-lety-vzbudila-adaptace-wellsovy-vaiky-7661716>
- [https://www.irozhlas.cz/veda-technologie\\_historie/pred-75-lety-vyvolala-rozhlasova-hra-vaika-svetu-paniku-z-invaze-mimozemstanu\\_201310300822\\_sbartosova](https://www.irozhlas.cz/veda-technologie_historie/pred-75-lety-vyvolala-rozhlasova-hra-vaika-svetu-paniku-z-invaze-mimozemstanu_201310300822_sbartosova)
- <https://www.astro.cz/na-obloze/promenne-hvezdy-a-exoplanety/exoplanety.html>
- <https://www.astro.cz/clanky/exoplanety/v-obyvatele-zone-u-nejblizsi-sousedni-hvezdy-byla-objevena-planeta.html>
- <https://www.aktualne.cz/wiki/veda-a-technika/hewlett-packard/r~i:wiki:2603/>
- <https://www.ped.muni.cz/wchem/sm/hc/hist/nobceny/calvin.html>
- <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1961/calvin/biographical/>
- <https://www.britannica.com/biography/Carl-Sagan>

<https://www.jodrellbank.net/a-unesco-world-heritage-site/>

<https://ct24.ceskatelevize.cz/veda/3234724-slavny-radioteleskop-portoricke-observatore-arecibo-se-rozpadl>

<https://www.csfed.cz/film/10132-kontakt/zajimavosti/>

<https://observatory.cz/news/pump.php?pda=1&article=gravitacni-cocka-zesilila-obraz-vzdalene-supernovy>

<https://www.astro.cz/clanky/hvezdy/gaia-upresnila-rychlost-obehu-slunce-a-jeho-vzdalenost-od-stredu-galaxie.html?tag=dru%C5%BEice%20GAIA>

[https://is.muni.cz/el/1441/podzim2017/FY2BP\\_KOS2/promne/spektra.pdf](https://is.muni.cz/el/1441/podzim2017/FY2BP_KOS2/promne/spektra.pdf)

[https://ohiohistorycentral.org/w/Big\\_Ear\\_Radio\\_Observatory](https://ohiohistorycentral.org/w/Big_Ear_Radio_Observatory)

<https://www.famousscientists.org/frank-drake/>

<https://radiojove.gsfc.nasa.gov/education/activities/iono.html>

<https://zahranicni.hn.cz/c1-65452760-cina-otevrela-nejvetsi-radioteleskop-na-svete-stal-180-milionu-dolaru>

<https://www.britannica.com/biography/Karl-Jansky> (obr. 1)

<https://entertainment.time.com/2013/10/31/the-real-legacy-of-orson-welles-war-of-the-worlds-broadcast/> (obr. 2)

<https://seti.czechnationalteam.cz/seti/foto/nature.png> (obr. 3)

[https://www.researchgate.net/figure/Map-of-neutral-atomic-hydrogen-21-cm-line-published-by-Oort-1958-figure-taken-from\\_fig1\\_23671023](https://www.researchgate.net/figure/Map-of-neutral-atomic-hydrogen-21-cm-line-published-by-Oort-1958-figure-taken-from_fig1_23671023) (obr. 4)

<https://www.independent.co.uk/news/uk/home-news/jodrell-bank-world-heritage-list-unesco-cultural-site-lovell-telescope-cheshire-a8992046.html> (obr. 5)

<https://www.space.com/green-bank-observatory.html> (obr. 6)

<https://www.space.com/26000-alien-life-prediction-congress-hearing.html> (obr. 7)

[https://m.imdb.com/title/tt0118884/?ref\\_=m\\_ttawd\\_tt](https://m.imdb.com/title/tt0118884/?ref_=m_ttawd_tt) (obr. 8)

<https://seti.czechnationalteam.cz/s@h/s@h.html> (obr. 9)

<https://www.seti.org/allen-telescope-array-gallery> (obr. 10)

<https://www.universetoday.com/128445/wow-signal-wait-comets/> (obr. 11)

<https://www.discovermagazine.com/the-sciences/aliens-comets-or-crap-whats-going-on-with-the-wow-signal> (obr. 12)

<https://phys.org/news/2016-04-famous-radio-telescope-comets.html> (obr. 13)

<https://www.astronation.science/2015/10/signal-wow-coming-from-these-stars.html> (obr. 14)