

Radioteleskop ARECIBO

Puerto Rico

305m radioastronomický teleskop



Konečně jsem se dostal k tomu, abych zpracoval článek o radioteleskopu Arecibo na Puerto Rico. Lokalizaci místa vám přiblíží mapka ostrova.



Tímto článkem prozatím ukončíme procházku po obřích radioteleskopech světa. Jedním důvodem je momentální časová zaneprázdněnost a druhým důvodem je, že jsem dosud neobdržel potřebný materiál z Austrálie. Po jeho obdržení se zde objeví pokračování. Arecibu zde nevěnujeme místo jen tak. Na úvod je nutno uvést, že první radioamatérské pokusy EME v pásmu 432 MHz proběhly právě díky tomuto radioteleskopu. Arecibo observatoř je součástí National Astronomy and Ionosphere Center (NAIC), a National Research center provozovaný s Cornell University ve spolupráci a na základě smlouvy s National Science Foundation (NSF). První QSO v pásmu 432 MHz prostřednictvím 305m parabolického zrcadla v Arecibo na Puerto Rico realizoval **KP4BZP** a **W1BU** v květnu 1964. Společně tak demonstrovali životaschopnost

komunikace EME v pásmu 432 MHz. Jednalo se však o použití profesionální antény na straně KB4BZP a proto jako skutečně první radioamatérské EME spojení v pásmu 432 MHz navázali **W1BU** a **KH6UK** v červenci 1964. Druhým důvodem je, že Arecibo je opravdu největší radioteleskop na světě a jako takový je využíván kromě jiného i k vyhledávání signálů mimozemských civilizací a to pod hlavičkou organizace SETI, která má odbočku i v ČR a můžete odkaz na její činnost nalézt prostřednictvím www.qsl.net/ok1dfc.

Poslání NAIC

Národní úřad pro astronomii a ionosféru, který na Arecibo působí umožňuje výzkum v oblastech astronomie, planetárních studií a studia vesmíru široké škále zájemců. Je zde otevřen i prostor pro výzkum atmosférických věd za předpokladu jedinečné schopnosti a stavu umění používání přístrojů pro sběr a rozbor dat, spolu s možností jejich přesunu, zpracování a distribuce. NAIC zahájila a pomáhá rozvíjet pokrok v shora uvedeném výzkumu vesmírného prostoru a udržuje vědecký personál jehož členové pracují na rozvoji individuálních výzkumných programů. Je zde rovněž zajištěna možnost návštěv a kooperace se světovými vědeckými kapacitami uvedené problematiky. NAIC podporuje rozvoj a vybavenost laboratoří, které umožňují používání špičkových přístrojů. NAIC posiluje vědecký a inženýrský výzkum kapacit u podpůrných činností, které využívají vysokoškoláci absolventi vysokých škol, studenti s příležitostmi podpory jejich výchovy a vědeckého rozvoje. NAIC přispívá ke všeobecnému rozvoji a porozumění v oblasti vědního a účasti na veřejné výchově a podpoře tohoto studijního programu. Užívat radioteleskop v ARECIBO je umožněno na bázi konkurence vědeckých programů mezi vědeckými týmy na celém světě v oblasti studia meziplanetárního prostoru a atmosféry Země.

Uživatelská podpora teleskopu

Observatoř v **Arecibu** zajišťuje pravidelné denní dopravní spojení s letištěm v San Juan. Toto spojení umožňuje zvládat návštěvy I pro běžné turisty, kteří zatouží shlédnout tento technický zázrak na vlastní oči. Doprava je zajišťována prostřednictvím pronajatého mikrobusu, který je návštěvníkům Areciba k dispozici na telefonické zavolání. Z výše uvedené podpory NAIC je rovněž hrazen případný náklad na přepravu vědců, kteří nemají možnost financování z vlastních zdrojů. Proto NAIC hradí dopravné z místa působení až na Arecibo a zpět do výše 2500 USD včetně poplatků za služby na letišti v San Juanu. Přibližně 140 osob je zaměstnáno trvale na Arecibu. Tito zaměstnanci spravují systém radioteleskopu, provádějí údržbu HW i SW. Svojí činností zajišťují hladký průběh prací vědeckého týmu. Vědecký tým čítá 16 osob v trvalém zaměstnaneckém poměru. Tato "osádka" zajišťuje koordinaci mezi dalšími vědeckými týmy na celém světě a spolupracuje s vědci, kteří pracují na Arecibu v rámci svých vědeckých stáží.



Výpočetní technologie

Počítačový systém na radioteleskopu slouží k řízení provozu a směřování systému, zpracování a příjem dat, analýza a řízení sítě systému. Hlavní řídicí počítač se skládá z řídicí desky s 32 ks procesorů Intel. Data získaná počítačovou sítí jsou koncentrována na jedné desce počítače odkud probíhá řízení systému v reálném čase, včetně směřování systému. Řídicí systém VxWorks je schopen provádět paralelně mnoho operací, včetně analýzy a řízení. Řízením komplexní



analýzy je pověřen systém Sun Microsystems workstation pracující pod systémem SunOS (Unix). PC systém je kompatibilní s Microsoft Windows a Apple Macintosh. Řídicí počítačové centrum podporuje experimentální sběr dat, offline redukci datového sběru a export dat. Puerto Rico je domovem největšího na světě provozovaného a postaveného systému pro sledování hlubin vesmíru. Vlastní středisko se nachází asi 10 km jižně od města Arecibo. Je to místo pohodlně dostupné ze San Juan mezinárodního letiště. Arecibo observatoř pracuje nepřetržitě 24 hodin denně, sedm dnů v týdnu a dvanáct měsíců v roce. Díky podpoře a spolupráci s mnoha vědeckými týmy je napojen prostřednictvím řídicího systému do světového systému hledání mimozemských civilizací. Obrovský reflektor o průměru 305 m je vyložen 40,000 kusy perforovaných hliníkových panelů. Navzájem jsou panely propojeny a ukotveny k základu ocelovými lanky. Jedná se o sférické zrcadlo, nikoliv o parabolické zrcadlo. 140 metrů nad zrcadlem je zavěšena 700 tun těžká plošina s trojhrannými rameny. Právě na této trojhranné plošině je zavěšen systém pro směřování feedu v azimutu. Azimutální rameno je skloněno

profilovou strukturou a je 93 m dlouhé. Zakřivená část ramene je další dráhou, po které se pohybuje feedový domek. Tento objekt je nazýván Gregoriánským domkem na památku po Jamesu Gregorym prvním profesoru matematiky na univerzitě v Edinburghu. Ten situoval v zeměpisné souřadnici 18° 21' severní šířky a 66° 45' západní délky první geodetický bod



budoucího radioteleskopu. Radioteleskop může získávat data z oblasti oblohy mezi asi 0 a 38. stupněm deklinace. V pásmu 1400 MHz má teleskop šířku svazku 3,5 obloukových minut a úhlová přesnost je v současné době řádu 5 obloukových vteřin. Nově používané přístroje pro

spektroskopii, pulsarů umožňují používat teleskop společně s VLBI, a radarovým systémem. Celkový pohled z letadla na radioteleskop je na obrázku.

Využití radioteleskopu ke spektroskopii

V roce 1963 byly objeveny radiové čáry OH v mezihvězdném prostoru. Jejich intenzitu lze vysvětlit existencí kosmických maserů. V roce 1995 byl objeven i optický laser na 169 μm za účinné pomoci observatoře v cirkumstelárním mračnu. Od roku 1968 přibývalo objevů mezihvězdných čar v centimetrovém a milimetrovém pásmu, zejména pak organických molekul. V roce 1970 objevili Penzias a Wilson čáry CO a od té doby se daří mapovat rozložení obřích molekulových mračen v Galaxii (cca 5000 objektů s hmotnostmi nad 105 M_{\odot}).

Současně používaný korelátor může být nastaven v různých konfiguracích, které je vidět v tabulce. Čtyři kmitočtová spektra mohou být analyzována současně. Jsou to různé kmitočtové oddíly vždy po 50 MHz šířky a rozděleny dále do 2048 kanálů z každé polarizace. Hlavní přijímaný kmitočet pro analýzu spektra je kanál 1420 MHz.

9-úrovň 25 MHz šíře 2048/(2.6km/s)

9-úrovň 25 MHz šíře 1024/(5.2km/s)

3-vložené úrovně 50 MHz šíře 4096/(2.6km/s)

3-vložené úrovně 50 MHz šíře 2048/(5.2km/s)

3-úrovně 25 MHz šíře 2048/(2.6km/s)

3-úrovně po 25 MHz 2048/(2.6km/s)

Tyto přijaté signály je možno v rámci zapojení do programu SETI analyzovat rovněž prostřednictvím vašich PC. Jak jsem však psal již minule, jedná se o zcela samostatnou disciplínu, které bych se na těchto stránkách chtěl věnovat někdy v budoucnu.

Pulsary

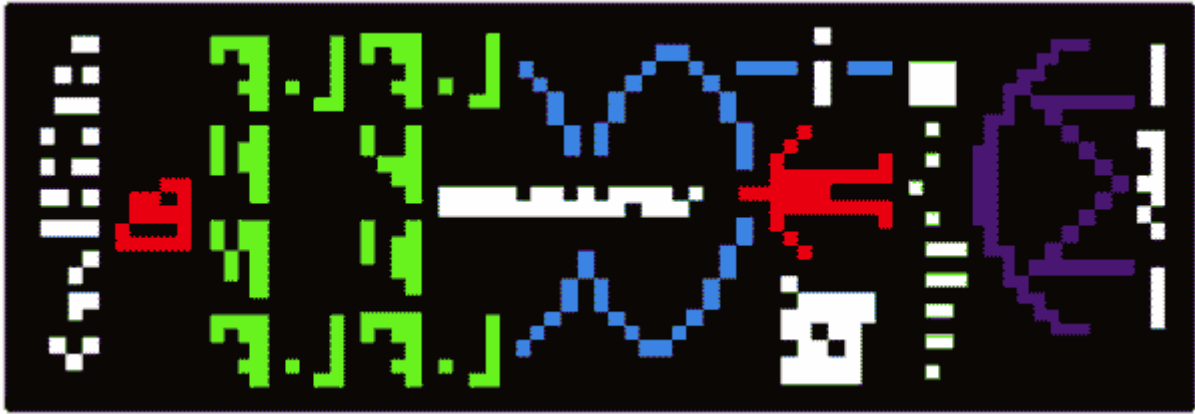
Epochální objev J.Bellove a A.Hewishe v roce 1968 otevřel jednu z nejpłodnějších kapitol moderní astrofyziky, když se ukázalo, že jde o rychle rotující neutronové hvězdy s extrémně silným magnetickým polem (až 108 T). V roce 1969 byl opticky identifikován pulsar v Krabí mlhovině a nalezeny skoky v pomalu se prodlužujících periodách některých mladých pulsarů. V roce 1974 objevili J.Taylor a R.Hulse první binární pulsar (1913+16), u něhož byly v průběhu let rozpoznány četné relativistické efekty. V roce 1982 byl nalezen první milisekundový pulsar 1937+21 a v roce 1988 první binární milisekundový pulsar 1957+20 ("Černá vdova"). V roce 1992 byly u pulsaru 1257+12 nepřímo rozpoznány obíhající planety.

Sledování a měření pulsarů jsme si popsali v článku o Nancay radioteleskopu. Tady je však možno sledovat pulsary do vzdálenosti více než 1,2 miliardy světelných let. Zde již však číslo v kilometrech s nulami, o kterém jsme si psali rovněž v článku Nancay neuvádím, protože bych to musel napsat asi na dva řádky. Rozšíření 305-m teleskopu a zvýšení jeho účinnosti k jeho plnému provozu bylo realizováno v první polovině roku 1998. Technika tím umožnila rozšířit sledování během dne i noci sedm dnů v týdnu. Tato studie obsahuje i možnosti sledování pulsarů a spektrálních čar kontinuálně.

Planetární radarový systém

Velmi zajímavou částí radioteleskopu je vysílač o výkonu 1 MW pulsem v S-pásmu na kmitočtu 2380MHz. Tento vysílač je instalován v Gregoriánském domku. Je používán k systematickému sledování meziplanetárního prostoru. Tímto systémem se v současné době vyhledávají asteroidy. Přepínací čas mezi vysílací a přijímací relací je 2 vteřiny. Díky tomuto "radiolokátoru" je možno identifikovat i tak malá tělesa jako jsou asteroidy, které by normálním dalekohledem nebylo možno nalézt.

V roce 1974 jsme se my, lidé, pokusili o první aktivní kontakt s mimozemskou civilizací, a dosud to bude asi pokus rekordní. Zakódovaná zpráva, kterou můžete vidět na obrázku



byla odvysílána radioteleskopem v Arecibu. Paprsek vyzářený parabolou směřuje ke kulové hvězdokupě v souhvězdí Herkula. Hvězdokupa je dokonce vidět za jasné oblohy pouhým okem, jmenuje se M 13 a je od nás vzdálena přibližně dvacet pět tisíc světelných roků. Při návštěvě Brazílie jsem měl možnost sledovat tuto úchvatnou podívanou osobně, viz článek EME konference 2000. Toto poselství bylo přirozeně zakódováno, takže obsahuje velmi rozsáhlé informace o pozemské civilizaci a bylo vysláno tímto směrem s vyhlídkou, že když to dobře dopadne, ve smyslu jako, že tam ještě něco je, tak že za dvacet šest tisíc roků bude zpráva tam. Bude-li „tam“ nějaká civilizace a bude-li schopna odvysílaný signál rozluštit a odpoví nám, (smysl je v tom, že tato kulová hvězdokupa obsahuje milion hvězd, čili ten svazek zasáhne všech těch milion hvězd, a tudíž je slušná naděje, že aspoň kolem některé té hvězdy je planeta se životem, a s civilizací), takže když to hned rozluští a pošlou nám odpověď, tak za padesát tisíc roků ji tady máme jako na koni !

Dále uvádím technické parametry které byly použity. Použitý byl kmitočet 2,4 GHz a ten vyzářený výkon byl fantastický jednalo se 3 Terawatty což je výkon velmi slušný. Analýza přijatých signálů na obrázku.



Zábleskové zdroje záření gama

V roce 1972 objevily vojenské družice VELA krátko trvající vzplanutí v oboru měkkého záření gama (kolem 100 keV) s extrémně rychlým náběhem a povlnnějším poklesem toku. Pokusy o ztotožnění se dodnes nezdařily. Družice COMPTON prokázala v letech 1991-5 z rozložení zdrojů po obloze že je zdroj izotropní, takže jde buď o zcela lokální, nebo extragalaktickou populaci objektu. V březnu 1999 však byl zaznamenán extrémně silný (o 5 řádů proti průměru) záblesk poblíž zbytku supernovy v souhvězdí Mečouna ve Velkém Magellanově mračnu. Tím se objasnění povahy zdrojů dále zkomplikovalo a jedná se v současnosti o největší nevyřešený problém astrofyziky. Pomozte!!!

Závěrem

Použití radioteleskopu díky své jedinečnosti je vlastně neomezené. Díky bouřlivému rozvoji technologie jde vše neuvěřitelně rychle kupředu. Poslední rekonstrukce teleskopu v roce

1998 nebyla jistě poslední a tak se máme do budoucna na co těšit. Na rozvoji radioastronomie v posledních čtyřiceti letech se rozhodující měrou podílela nová technika. Především šlo o zpřístupnění všech myslitelných pásem elektromagnetického pole a při registraci částic v prostoru o význačné zvýšení citlivosti a časové rozlišovací schopnosti detektorů. V optickém oboru dosáhla úhrnná plocha zrcadel teleskopů na Zemi 900 m². Zavedly se systémy aktivní a adaptivní optiky a naprostý převrat vyvolal HST. Dále velmi pomohl rozvoj výpočetní techniky a zpřístupnění archivů prostřednictvím sítě Internet. Největší objevy však zřejmě přinesla radioastronomie, zejména díky obřím zrcadlům typu Arecibo, Green Bank, VLA v Socorro (1980) a systémům VLBI. Nemalou zásluhu zejména při výzkumu sluneční soustavy si získala kosmonautika. Přitom mnoho výzkumu je podmíněno znalostí velmi přesného času, což je možné právě od roku 1955 díky atomovým hodinám (Cesiové normály času). Tento trend technických zvrátů bude v astronomii i nadále pokračovat. Přeji Vám mnoho úspěchů v případě, že se zapojíte do programu SETI a doufám na shledanou při nějakém příštím povídání.

Obrázky na dokreslení:

