

Tükrök dróthálóból

A látható fény mellett a csillagászok az elektromágneses spektrum más tartományait is vizsgálják. Mivel ezen sugárzások jó része nem éri el a földfelszínt, ezért magaslégköri ballonokra vagy űreszközökre telepített műszereket használnak a kutatók. Ezen eszközök is távcsövek, bár a rövidebb hullámhosszak (ultraibolya, röntgen) felé haladva egyre kevésbé hasonlítanak a 400 évvel ezelőtt feltalált „messzelátóra”. A nagyobb hullámhosszak felé (infravörös, rádió) tekintve azonban továbbra is felismerhető egy nagy paraboloid tükör, ami összegyűjti az Univerzum távoli vidékeiről érkező sugárzást.

A történet a XX. század elején kezdődött, amikor is egyre több otthonban jelent meg a rádió. Az 1920-as években a rádióállomások operátorai felfedezték, hogy a Föld légkörének magasabb rétegeiben található töltött részecskékről a rövidhullámú sugarak nagy hatékonysággal verődnek vissza. Az ionoszférát egyfajta nagy, természetes tükröként használva lehetővé vált nagy távolságokra kapcsolatot teremteni. A Bell Teleföntársaság 1929-ben meg is indította ezen elven alapuló kommunikációs szolgáltatását, azonban az adásokat gyakran valami ismeretlen zaj, interferencia törte meg. A fiatal Karl Janskyt bízták meg az ok felderítésére, s 1932-re egyértelművé vált, hogy a viharzónák elektromos töltése és kisülései okozzák a problémát. Ugyanakkor Jansky felfigyelt egy állandóan jelen lévő, gyenge jelre is, aminek forrása folyamatosan változtatta irányát a nap folyamán, 24 óra alatt megtéve egy teljes fordulatot. Természetesnek tűnt a következtetés, hogy a forrás a Nap lehet, azonban a jel iránya minden nap egy kicsit korábban emelkedett a horizont fölé. Egy másik, a Bell Laboratóriumoknál dolgozó mérnök, aki csillagász szakos hallgató is volt, hamarosan felismerte a napi mintegy négy perces csúszás magyarázatát, s a sziderikus

keringési idő miatt egy Naprendszerünkön kívüli forrásnak tulajdonította a jelet. 1933-ban Jansky egy kisebb találkozón ismertette eredményeit, amit a New York Times május 5-ei száma is közzétett az alábbi címen: „A Tejútrendszer közepéből érkező rádióhullámokat azonosítottak – egyelőre nincs nyoma a csillagok közötti kommunikációnak.” Ezzel mind a tudomány, mint a közélet számára megszületett a rádiócsillagászat. Azonban a gazdasági válság, majd a világháború nem engedte meg, hogy Jansky tovább folytathassa kutatásait – a Bell Laboratóriumok egészen más feladatokkal bízták meg.

A tudományág fellendülését és az „első rádiócsillagász” megtisztelő címet egy vérbeli amatőrnek köszönhetjük. Egy chicagói rádióberendezéseket gyártó cégnél dolgozó fiatalember, az amatőr rádiós körökben ismert W9GFZ (hétköznapi nevén Grote Reber) izgatottan olvasta Jansky tanulmányait. Helyesen látta, hogy Jansky fémrudakból álló antennája helyett egy jobb műszerre van szükség: egy nagy, mozgatható parabolikus fémtükörre, aminek fókuszában különböző rádióvevőket elhelyezve más-más frekvenciákon lehet vizsgálni az égbolton tettszőleges irányokban. 1937-ben négy hónap alatt meg is épített egy 10 méteres rádióteleszkópot fából, melynek tányérszerű tükrét galvanizált fémlemezzel vonta be. Tudta, hogy rövid hullámhosszakon érhet csak el eredményt a viszonylag kis műszerrel, s ehhez nem elég fémhálóból kialakítani a tükröző felületet. Ugyan távcsöve nappal is működött volna, de egyrészt rendes munkahelye, valamint az egyéb zavaró nappali körülmények miatt (repülők rádiói, elhaladó autók gyújtógyertyái) mégis inkább éjszaka folytatta megfigyeléseit. A munkából hazatérve megvacsorázott, majd éjfélig aludt, s utána reggel 6-ig pászta az eget, majd elindult ismét munkába. Először 9,1 cm-es hullámhosszon próbálkozott, de nem talált

semmilyen jelet a Tejút felől. Aztán 33 cm-en sem járt szerencsével. De nem adta fel, folyamatosan fejlesztette műszerét: a kézzel történő adatrögzítésről áttért egy felvevőkészülékre, illetve hosszabb hullámhosszú, érzékenyebb vevőberendezésre. Végül 1941-ben sikerrel járt, s egyértelmű rádiójeleket azonosított a Napból, majd a Nyilas, a Hatyú és a Cassiopeia csillagképek irányából. Eredményeit 1944-ben egy cikkben foglalta össze, amit beküldött a neves Astrophysical Journal folyóiratnak. A szerkesztő, Otto Struve igen nagy gondban volt, ugyanis senkit sem talált, aki szakmailag véleményezhette volna Reber munkáját, hiszen Reber volt az egyetlen rádiócsillagász... Mégis, Struve úgy érezte, Reber munkája figyelemre érdemes, s mivel a háború miatt amúgy is nagyon kevés publikáció érkezett, így hát közölte az írást.

A II. világháború jelentősen befolyásolta a rádiócsillagászat fejlődését. Azonban a kezdeti negatív hatás hamarosan az egyik legősztízőbb erővé vált a rádióteleszkópok fejlesztésében. Kiderült ugyanis, hogy egy rádióadó és vevő szerepét egyszerre betöltő eszköz, azaz a radar igen hasznos az ellenséges katonai járművek nagy távolságokból történő azonosítására. Az egyre érzékenyebb radarok sorra fedezték fel a természetes jelforrásokat: 1942 februárjában egy aktív napfoltot (és napkitörést) Luftwaffe-flotillának véltek, később pedig a tucatszámra megfigyelni vélt V-2-es rakétáról derült ki, hogy a földi légkörbe lépő meteorok kelte i oncsóva is visszaveri a rádiójeleket (érthető, hogy ezek az információk jó pár éven át hadititoknak számítottak). A hadszínterek elcsendesedésével rengeteg információ, jó minőségű detektor, jól képzett mérnökök, technikusok, tudósok hada szabadult fel a csillagászati kutatások számára, elsősorban Angliában és Ausztráliában.

Az elsődleges probléma, amivel a rádiócsillagászoknak szembe kellett nézniük, hogy nem tudták pontosan azonosítani az égi forrásokat. Míg egy távcső felbontóképesége egyenesen arányos annak átmérőjével, a hullámhossz tekintetében pont fordított a helyzet. Azaz 10 cm-en mintegy 300 méte-

res parabolaantennára lett volna szükség a kor optikai távcsöveit nagyságrendileg megközelítő feloldás elérésére. A hosszabb hullámhossz előnye viszont, hogy két vagy több különböző távcsövből érkező jelet sokkal könnyebb fázishelyesen összekapcsolni, azaz ún. interferometrikus méréseket végezni. Ennek segítségével pedig úgy növelhető a feloldóképesség, mintha a két legmesszebbi antenna távolságának megfelelő átmérőjű távcső végezné a megfigyelést.

Az első interferometrikus mérések sikeresen pontosították az akkor ismert néhány rádióforrás helyét, amiket aztán Walter Baade és Rudolph Minkowski azonosított optikai tartományban az 5 méteres Hale-teleszkóppal. 1951-ben a Cassiopeia A koordinátáin szupernóva-robbanás maradványait találták, valamint több, a Tejútrendszer közepe felé található forrásról is kiderült, hogy azok is közeli objektumok, a Galaxis részei. A Cygnus A-ról készült felvételeken azonban mintha egy ütköző galaxispár látszott volna, a rögzített spektrum vöröseltolódása alapján mintegy 750 millió fényévre. Akkor még mindössze öt, a galaktikus síktól messze eső forrás volt ismert, amelyek helyén csak csillagszerű (quasi-stellar) objektumokat találtak. Ezek a „kvazárok” (quasar) az optikai tartományban igen furcsa színképet mutattak, ismeretlennek tűnő emissziós vonalakkal, nagy fejtörést okozva az optikai csillagászoknak. A problémát végül is Maarten Schmidt oldotta meg 1963-ban, amikor egy üres papírlapra arányosan felvázolván az emissziós vonalak sorozatát, rájött, hogy azok relatív távolsága a hidrogén vonalaira emlékeztet. Az ok, amiért ezt oly sokáig nem ismerték fel, az volt, hogy a vonalak vöröseltolódása elképzelhetetlenül nagy értékeket adott. Úgy tűnt, hogy a rádiótartományban fényes galaxisok egyes példányai a fénysebesség 90%-ával távolodnak tőlünk, s ezáltal 12 millárd fényévre tolták ki az ismert Univerzum határait.

A rádiócsillagászoknak azonban továbbra is érzékenyebb, azaz nagyobb felületű antennákra volt szükségük a kvazároknál sokkal gyengébb források tanulmányozásá-



Az arecibói rádiótávcső

ra. Kívánságuk megvalósulását a hidegháborúnak köszönhették. Bernard Lowell az angliai Jodrell Bank területén egy 250 láb (80 m) átmérőjű, mozgatható antenna építésén dolgozott, a kivitelezés azonban folyamatosan csúszott. A Szputnyik-1 fellövésekor azonban állami érdeké vált, hogy a hasonló szovjet rakétákat nyomon lehessen követni – amire egyetlen rádiótávcső volt, azaz lett volna képes. A még hónapokra becsült munkát így 48 óra alatt befejezték.

Az Egyesült Államok nem maradhatott le sem a szakmai, sem a katonai versenyben. 1954-ben megalakult Green Bank-ben (Virginia állam) a Nemzeti Rádiócsillagászati Obszervatórium (NRAO), mely egyből egy 85, majd hamarosan egy 140 láb átmérőjű távcső építésébe kezdett, amit 1962-ben egy sebtében összeszerelt 300 láb, azaz 100 m átmérőjű antenna átadása követett. (A nagy sietségnek katasztrófális következménye lett később, 1988-ban ugyanis ez utóbbi antenna összedőlt – szerencsére nem követelve emberi áldozatot.) Ezzel egy időben a Cornell Egyetem a Haladó Kutatóprogramok Ügynöksége (Advanced Research Project Agency) és a Nemzeti Védelmi Minisztérium (US Department of Defense) anyagi támogatása mellett egy egészen újfajta megoldású távcső építését javasolta. A tervekben a fő rádiótűkőr egy rögzített, vízszintes elhelyezkedésű gömbfelület volt, ami fölött kifeszített kábeleken egy mozgatható vevőkészülék biztosította a zenit közelében található objektumok vizsgálatát, illetve korlátozott időn belül történő követé-

sét. A sferikus felületből adódó leképezési hiba miatt az elérhető látómezőben minden objektum kissé torzul ugyan, de egyetlen mértékben, s ezt a hibát a vevő speciális kialakításával tervezték korrigálni. Mint utóbb kiderült, az ionoszféra-kutató William E. Gordon eredeti igényeit (a magaslégkör vizsgálatát) egy 30 méteres antenna is kielégítette volna, de a mérnökök elkövezték egy nagyságrendi hibát, így 300 méteres átmérővel számoltak. A hatalmas méret hatalmas költségvetést is jelentett, Gordon azonban meggyőződött több katonai vezetőt, hogy fedezzék a költségeket. A tudós határozottan állította, hogy a 300 méteres antenna radarként használva kimutathatja a Föld körül keringő mesterséges égitesteket, sőt, az ezekre irányuló szovjet kommunikációs adásokat is felfoghatja, amint azok a Holdról visszaverődnek. Az 1960-ban megkezdett építkezés három év alatt be is fejeződött, Puerto Rico egyik természetes völgykatlanának adottságait kihasználva. Az Arecibo város közelében található hatalmas tányér sűrű dróthálóból készült felülete szinte pontosan követi a gömbhéjszerű völgykatlan felszínét. A vevőkészülékét három, a völgyet körbevevő dombtetőkre épített 50 m-es betontoronyra kifeszített, 18 szálból álló drótháló-rendszer tartja és mozgatja. A műszer látványa nem hétköznapi, ami több filmrendező és novelláíró fantáziáját is megmozgatta. Az arecibói rádióteleszkóp a XX. század csillagászatának egyfajta jelképévé vált.

Fűrész Gábor