

Havaintokohteita harrastajille

[Etusivu](#) | [Historia](#) | [Havaintokohteet](#) | [Radiotekniikka](#) | [Linkkejä](#)

Tällä sivulla esitellään muutamia suosituimpia harrastajalle sopivia havaintokohteita. Erilaiset antenniratkaisut ovat olennainen osa harrastusta, joten antenni ja vastaanotinpuolen asioita on selvitetty hieman tarkemmin vastaanotintekniikkasivulla. Radioastronomiaksi on tässä oletettu kaikkien troposfäärin ulkopuolisen luonnonilmiöiden havaitseminen radioteknisten laitteiden avulla, joko passiivisesti, tai tutkametodia käyttäen. ITU:n dokumenteissa radioastronomian määritellään "ahdasmielisesti" olevan kosmista alkuperää olevien radioaaltojen vastaanottoa.

- Otsikon alla oleva taajuusalue on se jolla tyypillisesti havaintoja voi tehdä, mutta alueen reunamilla se on usein paljon vaikeampaa. Joillakin emissiotyypeillä on rajataajuuksia, joiden ulkopuolella niitä ei voida havaita.
- Taustatietoa ilmiöstä ja sen (ensi)havaintohistoriasta ammattilaisten ja harrastajien toimesta, sikäli kun sitä tunnetaan.
- Lyhyt kuvaus miten harrastaja voisi ilmiötä havaita.

Kuvantava radioastronomia

~500... MHz

Ensimmäiset taivaan radiosäteilyn intensiteettikartoitukset teki G. Reber v. 1941 ja 1943 162 MHz:lla.

Kuvantava radioastronomia on kaikkein vaikeimmin toteutettava radioastronomian harrastusprojekteja. Se onnistuu lähinnä UHF- ja mikroaaltotaajuuksilla. Erottelukyky riippuu antennin koosta ja käytetystä taajuudesta. Useammalla erillisellä antennilla ja interferometritekniikalla voidaan antenninkokonaisuuden erottelukykyä parantaa.

Mittaamalla ionisoimattoman vedyn spektriviivan Doppler-siirtymiä n. 1.4 GHz taajuudella on mahdollista saada myös nopeusjakaumia ja muodostaa niistä grafiikkaa.

Kohinaimpulssien metsästys galaksin keskustasta ja Orionin alueelta

200...10 000 MHz

Galaksin keskustasta ja Orionin alueelta saapuvien suurenergisten radiokohinapulssien (HEP) seuraaminen on eräs uusimmista havaintokohteista. Epäsäännöllisten kohinapulssien synnyn uskotaan liittyvän gammasädepurkauksiin. Mahdollisesti havaittua pulssin lähdettä, tai extraterrestriaalia syntyperää on vaikea todistaa yhdellä havainnolla. Vaaditaan useampi kaukana toisistaan oleva havaintoasema, joiden havaintoja voidaan verrata ajan suhteen riittävän tarkasti toisiinsa.

Pulsarihavainnot

50...600 MHz

Ammattilaiset löysivät ensimmäiset pulsarit vuonna 1967.

Pulsareita havaitaan yleensä n. 400 MHz taajuudella. Niiden heikkojen pulssien erottaminen kohinasta vaatii digitaalista signaalinkäsittelyä. Tämä tekniikka mahdollistaa n. 30 dB vastaanottimen kohinatasoa heikompien signaaleiden esiin saamisen, tosin ei reaaliajassa.

Auringon roihupurkausten (Flares) havaitseminen eri taajuuksilla ja menetelmillä

20...100 kHz/5...20 MHz/15...5 000 MHz

△ (:youtube smuHQzDy3i0:)

Ursa

[Etusivu](#)

[Haku](#)

Ursan wikit

[Wiki-etusivu](#)

[Tähtikallio](#)

[Tietotekniikka](#)

[Ursan hallinto](#)

[Tähdet ja avaruus](#)

[Aikuisten kerho](#)

[Tähtiyhdistysasioita](#)

Harrastusryhmät

[Ryhmiä wikit](#)

[Ryhmäaktiivit](#)

[Jaostotoimikunta](#)

[WWW-sivuhanke](#)

Tapahtumia

[Avaruusviikko](#)

Apua

[Harjoittelusivu](#)

[Ohjeita suomeksi](#)

[Help in English](#)

[muokkaa valikkoa](#)

Haku

Hae

Flaren röntgensäteilyn osuessa Maahan ionosfääriin D-kerros hetkeksi vahvistuu ja se näkyy VLF-alueen signaalinvoimakkuuksissa lyhytaikaisena (15 min...1 h) kasvuna. SWF-ilmiötä on raportoitu ja yhdistetty auringon aktiivisuuteen liittyviin tapahtumiin jo vuodesta 1935 alkaen ja SID-ilmiön syistä kirjoiteltiin v. 1950.

D. W. Heightman, G6DH ehdotti (Wireless World, 1936) Auringon aktiivisuuden kasvua englantilaisten radioamatöörien 28 MHz:lla tekemien kohinahavaintojen aiheuttajaksi. 1939-1941 saksalaiset ja 1942 britit havaitsivat VHF-tutkilla Auringon radiosäteilyä.

VLF-flare-ilmiön seurannaisvaikutusten havaintoihin tarvitsivat radiovastaanottimen, joka toimii melko häiriöisellä 20...100 kHz radiotaajuusalueella. Tällaiset vastaanottimet ovat teknisesti suhteellisen yksinkertaisia ja sellainen on jopa mahdollista valmistaa itse. Mittaus tapahtuu signaalinvoimakkuustietoa tallettamalla, joten siihen pitää olla jokin järkevä tapa, esim. A/D-muunnin ja tietokone. Havainnot onnistuvat vain Auringon valaisemalla pallonpuoliskolla. Mittausta voi tehdä joko vastaanottamalla "tyhjällä" taajuudella tropiikin seudun jatkuvan salamoinnin aiheuttamaa staattista "taustakohinaa", tai mittaamalla heikosti kuuluvan kaukaisen radiolähettimen signaalinvoimakkuutta, vaikkapa eurooppalaisia aikastandardi-radioasemia.

Flare-ilmiö on myös havaittavissa HF- ja VHF-taajuuksilla Auringon kohinatehon nousuna, sekä hiukkasten iskiessä ionosfääriin lyhytaaltolähetysten signaalinvoimakkuuksien nopeana romahduksena. HF- ja VHF-alueiden vastaanottoon on saatavilla ns. liikennevastaanottimia. Flare voi aiheuttaa Auringon kaasukehässä Flaren seurauksena syntyvän UHF-alueelta alkavan taajuudessa alaspäin aina VHF-alueen alareunaan asti pyyhkäisevän kohinapurkauksen. Näitä radiopursketyyppejä on useita ja niitä havaitaan laajakaistaisilla suunta-antenneilla ja taajuuspyyhkäisevillä vastaanottimilla. Pistetaajuuksillakin kohinailmiötä voi havaita. Flare-ilmiöiden havaitseminen suunta-antennilla vaatii automaattisen seurantamekanismin.

10 cm aallonpituuden aurinkovuon mittaus

3 GHz

G. Southworth havaitsi ensimmäisenä Auringon termistä radiosäteilyä mikroaaltoalueella v. 1942. Päivittäinen 10 cm:n aallonpituuden (3 GHz) säteilyvuon (Solar Flux, Sf) mittaus aloitettiin jo vuonna 1944.

10 cm aallonpituudella tehdystä kohinatehon mittauksesta voidaan laskea ns. Solar Flux-indeksi, joka on suhteessa auringonpilkkuindeksiin, tosin se kuvaa paremmin Auringon aktiivisuuden vaikutusta Maan ionosfääriin, eli UV-B-säteilyn voimakkuutta. Kohinatehon mittaaminen onnistuu peiliantennilla, jossa on ainakin korkeuskulman säätö, jotta saataisiin mittaus suoritettua edes kerran päivässä. Tieto viedään A/D-muuntimella tietokoneelle. Tämä ei ole kovin vaikea projekti, mutta ongelmana on lähinnä kohinatehon kalibrointi. Radiosäteilyn tason voimakkuuserot pilkkumaksimin ja minimin välillä kasvavat taajuuden kasvaessa, joten hyviä tuloksia voidaan saada lähes millä tahansa UHF- tai SHF-taajuudella. Alemmilla taajuuksilla hetkellinen Auringon säteilyn voimakkuus ei korreloi pilkkuindeksin kanssa, vaan kohinateho VHF:llä kasvaa lyhytaikaisesti lähinnä radiosäteilypurkausten vuoksi.

Meteorilaskenta radion avulla

45...200 MHz

△ (:youtube 06GMm_EoLkY:)

Ensimmäiset viitteet meteorien aiheuttamasta ionisaatiosta saatiin ionosfääritutkimusten yhteydessä ionosondilla vuonna 1925. A. M. Skellet ehdotti 1930-luvulla meteoreja kyseisen E-kerroksen transientti-ilmiön aiheuttajaksi ja pian sen jälkeen lyhytaaltolähetyksissä kuultiin outoja Doppler-heijastuksia, jotka yhdistettiin meteoreihin. Sodan aikana meteorivanojen ionisaatiota havaittiin ensikertaa VHF-tutkilla ja odotettua vuoden 1946 Giacobini-Zinner-meteorimyrskyä havaittiin globaalisti parillakymmenellä eri tutkalla ja radioamatöörit pitivät U.S.A.:ssa 50 MHz taajuusalueella suuren määrän meteorisirontayhteyksiä. Mike Villard Stanfordin yliopistosta kehotti radioharrastajia vuoden 1946 QST-lehdessä havaitsemaan lyhytaaltovastaanottimilla meteoriheijastuksia, joka tavallaan kantoi hedelmää, mutta ei juuri siten, kuin oli esitetty. Saman aikaan käynnistyivät jatkuvat meteoritutkahavainto-ohjelmat, joilla löydettiin päiväjän meteoriparvet. Vaikka jo 1938 tehtiin ensimmäiset havainnot VHF-taajuuksilla kaukaisista (1500 km) yleisradioasemista tulleista meteoriheijastuksista, vasta vuonna 1952 alettiin tosissaan tutkia olisiko ilmiöstä hyötyä esimerkiksi puolustusvoimien viestiliikenteeseen. Elektroniikan kehittyminen mahdollisti ensimmäiset

automaattiset meteoriheijastuksiin perustuvat radioverkot vasta 1970-luvulla. Meteoreista kiinnostuneet radiohavaintoharrastajat hyödyntävät juuri samaa radiosignaalin eteenpäinsirontaa meteorivanasta, mutta kunnollisia radiohavaintosarjoja alkoi syntyä vasta kun kotitietokoneen yleistyivät ja tulivat avuksi tiedontallennukseen 1980-luvulla.

Meteoriradiohavainnoista on hyötyä mm. täydennettäessä visuaalisten meteorihavaintojen aukkoja esim. päiväsaikaan ja yöaikaan pilvisen sään, tai täyden kuun haitatessa. Hyvin toimiva radiohavaintojärjestelmä havaitsee jopa 10-kertaa enemmän meteoreja kuin visuaalinen havaitsija. Herkkä VHF-radiovastaanotin ja pienehkö suunta-antenni paikallisesti tyhjällä taajuudella voi vastaanottaa yli 1000 km päässä sijaitsevalta radioasemalta lähetetystä signaalista lyhytkestoisia heijastuksia meteorivanasta. Tärkeintä on heijastusten lukumäärän laskeminen ja toimiva tulosten talletus (esim. tietokoneella), mutta signaalin voimakkuutta voidaan myös mitata ja tallentaa kymmeniä, tai satoja mittausrvoja sekunnissa, joskin tämä tuottaa valtavan määrän tietoa tallennettavaksi ja redusoitavaksi.

Jupiterin radiokohinapurskeiden havaitseminen

10...40 MHz

 (:youtube 1RjGXkwo7ks:)

Jupiter tuottaa heikomman desimetrisen (UHF) radiosäteilyn lisäksi "voimakkaita" dekametrisiä (HF-) kohinapurskeita, jotka ovat parhaiten havaittavissa 18...30 MHz taajuusalueella. Ne havaitsi sattumalta B. F. Burke ja K. L. Franklin vuonna 1955. Helsingin yliopisto tutki Jupiterin 20...40 MHz radiosäteilyä 1960-luvulla Metsähovissa.

Tämänkin ilmiön havaitsemiseen kelpaa aluksi dipoli-antenni ja HF-vastaanotin, josta saatavaa signaalinvoimakkuustietoa tallennetaan. Suositeltavampaa on käyttää suunta-antennia, jossa on 6...10 dB vahvistusta, millä voidaan havaita myös heikompia ja siten useampia kohinaryöppyjä. Jupiterin kohinaryöpyistä 18 MHz:llä saatava jännite voi 8 dBd vahvistavan antennin navoissa olla parhaimmillaan luokkaa 0.23...0.72 uV / 50 ohmin kuormaan, eli signaalitasona -120...-110 dBm (vastaten vuontiheyksiä 100 kJy...1 MJy). Dipoliilla vastaava jännite on 0.09...0.28 uV / 50 ohmin kuormaan, eli -128...-118 dBm.

Osa näistä Jupiterin magneettikentän "myrskyistä" aiheutuu Io-kuun kiertoliikkeestä ja ne ilmenevät Ion, Jupiterin keskilongitudin ja Jupiterin deklinaation keskinäisten suhteiden tietyissä vaiheissa, joista tehdään ennusteita. Säteilyn syntypaikka lieenee Jupiterin magneettisten napojen alueella ja josta radiosäteily kohdistuu magneettisten vuoviivojen suuntiin. Havainnot eivät ole mahdollisia n. 3 kuukauden aikana, kun Jupiter on Maasta katsoen lähellä Aurinkoa.

Myrskyt on jaettu kuuteen eri lajiin. Io-A, Io-B ja Io-C liittyvät Io:n kiertoliikkeen ja Jupiterin keskimeridiaanien suhteisiin ja nämä ovat todennäköisempiä havaita kuin A-, B-, tai C-myrskyt. Io-A on oikeakätisesti polarisoitunut ja koostuu lähinnä L-purskeista. Io-B on myös oikeakätisesti polarisoitunut, mutta koostuu lähinnä S-purskeista. Io-C on vasenkätisesti polarisoitunutta säteilyä ja koostuu sekä S-, että L-purskeista. Jupiterin itsensä tuottamat myrskyt on nimetty A, B ja C ja niitä havaitaan Jupiterin keskimeridiaanin kulmien tietyillä alueilla 5...15 % todennäköisyydellä. Kuitenkin ennusteissa on aiempiin havaintoihin nojaten vain muutama tapahtuma päivässä, joiden havaittavuuden todennäköisyys on parhaimmillaan edes 10 %.

Purskeita on siis kahta tyyppiä, L ja S. L-tyypin purskeiden kesto aika on minuuteista tunteihin, voimakkuuden vaihtelu hidasta ja hetkellinen kaistanleveys muutamia megahertsejä. Sopiva kohinatehonmittauksen aikavakio on yksi sekunti. S-tyypin purskeet tulevat ryöppyinä, jotka pyyhkäisevät alaspäin taajuudessa 20 MHz sekunnissa. 5 kHz kaistanleveydellä havaittuna yksittäiset sykäykset kestävät vain millisekunteja, mutta niitä voi ryöpsähdellä kymmeniä sekunnissa. Sopiva kohinatehonmittauksen aikavakio on näille muutama millisekunti.

Säteilylähteen maksimi-intensiteetti on 8 MHz kohdalla, mutta maapallon oma ionosfääri ei yleensä läpäise noin alhaisia taajuuksia. Siksi on haettu kompromissi purskeiden voimakkuuden ja Maan ionosfäärin läpäisykyvyn välillä ja havaintoja tehdään yleensä 25 MHz tienoilla. Yli 40 MHz taajuudella Jupiterin purskeita ei ole koskaan havaittu ja se johtuu synkrotronisäteilyn maksimitaajuuden suhteesta sen synnyttävän magneettikentän maksimivoimakkuuteen. Samasta ilmiöstä seuraa myös purskeen taajuuspyyhkäisevä luonne, joka on hieman samantapainen, kuin Auringon Flarehin liittyvissä radioemissioissa, joissa korkein

havaittu taajuus voi Auringon pinnan voimakkaamman magneettikentän ansiosta kuitenkin olla reilusti yli 1 000 MHz.

NASA:lla on harrastajille suunnattu Joviaanisen radiosäteilyn havaintoprojekti vastaanottimen rakennussarjoiheen 20.1 MHz taajuudelle.

Radiorevontulihavainnot

30...300 MHz

Lovell kirjoitti tiedelehtiin radioaurorasta v. 1945 ja 1940-luvun lopulla pohjoismaiset ja skotlantilaiset radioamatöörit pitivät joitakin yhteyksiä radioauroran kautta. Ottawassa tehtiin radioaurorasta v. 1950 tutkimittauksia 106 MHz:illä. Lange-Hesse Max-Planck-Instituutista käynnisti radioauroran tutkimusohjelman 1957. Näitä hankalasti selvitettäviä Auringon ja Maan magnetosfäärin vuorovaikutusilmiöitä tutkitaan yhä esim. EISCAT:in puitteissa.

Suomalaisten harrastajien tekemistä radioaurorahavainnoista on HTML dokumentti Ursan Revontulijaoston sivustoilla.

Revontulivyöhykkeellä on mahdollista havaita revontulista heijastuneita radioaaltoja, eli radioauroraa. Parhaiten tämä onnistuu VHF-taajuusalueella. Paras tapa olisi mitata signaalinvoimakkuutta ja tallettaa se tietokoneelle. Myös signaalin spektrin seuraaminen voi Doppler-ilmion ansiosta olla mielenkiintoinen. Revontulet ovat geofysiikkaa, mutta sinänsä astronomian lähialan luonnonilmiönä hyvä havaintokohde varsinkin suomalaisille harrastajille.

Magneettisiin ilmiöihin liittyvä magnetosfäärin kehittämä ns. kilometrisäteily (~300 kHz) voi olla liian vaikea harrastajan havaittavaksi nykyaikana voimakkaiden pitkäaaltoradioläheteiden ja sähkölaitteiden aiheuttamien häiriöiden seasta.

Ionosfääriin radioläpinäkyvyyden mittaus

25...60 MHz

Riometrimittauksia aloiteltiin ammattilaisten toimesta 1960-luvun alkupuolella. Harrastajat eivät ilmeisesti ole niitä koskaan tehneet, ilmiön rajoituksessa lähinnä harvaanasutulle revontulivyöhykkeelle ja napa-alueille.

Nämä avaruussäähän liittyvät havainnot onnistuvat parhaiten revontuliovaalin alueella ja tulos kertoo jotakin D- ja E-kerrosten ionisaation tiheydestä. Mittaus tehdään ns. Riometrillä, joka on ionosfäärin radiotaajuusläpinäkyvyyden (Radio Ionospheric Opacity) mittari. VHF-vastaanottimella (30...50 MHz) mitataan jollakin pistetaajuudella galaktisen kohinatason vaihtelua zeniittiin suunnatulla matalavahvistuksisella suunta-antennilla. Havaintopaikan päällä leimuavat revontulet, sekä PCA-ilmiö vaimentavat galaktista kohinaa jopa 10 dB. Tässäkin olisi tarpeen mitata kohinatehoa ja tallentaa se tietokoneelle.

Ionosfäärin kokonaiselektronitiheys (TEC) vaikuttaa myös GPS-vastaanottimen antaman paikkatiedon tarkkuuteen 1,5 GHz taajuisen kantoaallon taipuessa hienoisesti läpäistessään ionisoituneet kerrokset. Virhe johtuu signaalin kulkuajan pidentymisestä satelliittista maanpinnalle, joskin ero ei ole metreissä kovin suuri ja ilmiö on pahimmillaan vain revontuliovaalin alla.

Maan magnetosfäärin aiheuttamat VLF-ilmiöt

0.5...10 kHz

⚠ (:youtube eHvdZdsIZxg:)

Whistler-ilmiöitä kuultiin jo 1800-luvun loppupuolella häiriöinä pitkillä lennätin- ja puhelinlinjoilla. T. L. Eckersley kirjoitti niiden kuuntelusta vahvistinlaitteisiin kytkettyjen antennien avulla v. 1925. Teoreettisia malleja ja tarkempia tutkimuksia VLF-ilmiöiden syistä aloiteltiin 1950-luvulla. 1960-luvun alussa tehtiin VLF-havaintoja satelliiteilta. 1970-luvun jälkeen VLF-emissioita havaittiin avaruusluotainten vastaanottimilla muiltakin aurinkokunnan planeetoilta. Harrastajahavaintoja alettiin tehdä yleisemmin vasta 1980-luvun alkupuolella.

Näiden "whistler"-ilmiöiden havaitseminen tapahtuu parhaiten korvessa kaukana sähkölinjoista ja muista häiriötekijöistä kehä-, tai pitkälanka-antennilla ja nauhurilla. Tämä radiosäteily on siis niin matalataajuisia, että sen taajuus on kuuloalueella, tosin ihmisen korva ei aisti näitäkään sähkömagneettisia värähtelyjä ilman teknisiä laitteita, jotka muuntavat sähkömagneettisen kentän vaihtelut ääneksi. VHF-emissioiden syntyteorioita on esitetty 1990-luvun loppupuolella. Ulkomailla tämän ilmiön kuunteluun tarkoitettua laitetta kutsutaan nimellä "natural radio". Näissä emissioissa on yhdenmukaisuuksia Jupiterin hidastettujen S-purskeiden kanssa!

Vastaavilla laitteilla voisi olla mahdollista tutkia myös revontulien ja harvoin havaittavien hyvin kirkkaiden meteoreiden aiheuttamien VLF-sähkökenttien ja korvin kuultujen äänien välisiä yhteyksiä.

Erilaista radioastronomiaa: SETI

1.2...1.6 GHz

 (:youtube LCjKBh8f1R8:)

Video SETI:n historiasta Frank Draken käynnistämä Project Ozma oli ensimmäisen maan ulkopuolisen älyn lähettämien radiosignaaleiden etsintä 1960-luvulla. 40-kanavaisen vastaanottimen 0.4 MHz:n levyiseltä kaistalta etsittiin merkkejä etiäisten lähetyksistä 1.42 GHz:n tienoilta. Kohdekohtainen havaintosarja kesti kolme kuukautta.

Tietoteknisten ja vastaanotinlaitteiden kehittyessä uusia ohjelmia on pyörähtänyt käyntiin ja syönyt edeltäjänsä ja muutamia on lopetettu rahoituksen puutteeseen. Nykyiset SETI-ohjelmat toimivat lähinnä yksityisen rahoituksen tuella. SETI-Instituutin oma etsintäohjelma Phoenix, käynnistyi 1995 ja instituutti on tukenut myös U.C. Berkeleyn SERENDIP IV-ohjelmaa. SETI:n Phoenix-vastaanottimet sieppaavat 1...3 GHz taajuusalueen signaalit talteen (kaistanleveys 2 GHz), joka jaetaan kapeisiin yhden hertsin siivuihin ("kanaviin"). Noita kahta miljardia kanavaa prosessoidaan supertietokoneella ET-signaaleiden löytämiseksi kohde-etsinnästä, joka kattaa kohteita 200 valovuoden etäisyyteen asti. Havaintoja tehdään Arecibon teleskoopilla 6 viikkoa vuodessa.

Maapallon ulkopuolisen älyn etsintää tehdään myös harrastuspohjalta. Projekti on nimeltään BAMBI. Lisätietoja 1.4 GHz alueelle sattuvan vedyn spektriviivan vastaanottoon: SETI-instituutin kotisivuilla.

Berkeleyn yliopiston SERENDIP IV-vastaanotin on sijoitettu Arecibon radioteleskoopin kylkiäiseksi. Sen kaistanleveys on 100 MHz ja 0.6 Hz levyisten kanavien määrä on 4 miljoonaa. Vastaavia monikanavaisia 1.4 GHz:n vastaanottimia on käytetty monissa muissakin maissa ja radioteleskoopeissa eri SETI-projekteihin.

Myös kotitietokoneella voi etsiä maapallon ulkopuolisen älyn lähettämiä radiosignaaleja kohinan seasta liittymällä SETI@home-projektiin. SERENDIP-vastaanottimien keräämää noin vuoden vanhaa raakadataa haetaan Internetin kautta omalle tietokoneelle 300 kilotavua (2.5 MHz RF-kaista) ja annetaan sen erityisen ohjelmiston avulla prosessoida sitä joutoaikana. Tulokset ohjelma palauttaa Internetin kautta, kun koko datapaketti on käyty läpi. Lisää tästä asiasta on Ursan SETI@Home-sivuilla.

Mistä taidoista ja tiedoista on hyötyä radioastronomian harrastuksessa?

Sekä astronomian, että radiotekniikan (antennit, transmissio- ja vastaanotintekniikka, mittaustekniikka) ja elektroniikan perusteiden ymmärtämisestä on ilmeistä hyötyä. Myös tietotekniikan (A/D-muuntimet, tiedonkeruujärjestelmät, Fourier-analyysi, statistiikka) ja jopa ohjelmoinnin tuntemisesta ei ole haittaa, sillä helmitauluista ja paperipiirtureista on luovuttu. Nykyisin lähes ainoa järkevä tiedontallennus ja prosessointi tapahtuu numeerisena ja suoritetaan tietokoneen avulla. Projektin onnistumismahdollisuudet paranevat merkittävästi, jos kaikki nämä osa-alueet ovat havaitisjälle, tai havaintoprojektiryhmälle tuttuja. Toki valmiitakin tuotteita on saatavissa lähinnä USA:sta. Näiden haittapuolena on yleisluontoinen rakenne ja usein olemattomat kehitysmahdollisuudet, joiden takia ne ovat hieman kömpelöjä, tai laitteistoltaan yliampuvia moniinkin projekteihin. Mitään standardiratkaisuja ja normeja ei ole ja ei sillä kai ole niin väliäkään, sillä lopultahan tutkimusten tulos kerrotaan julkaisuissa visualisoituina esimerkiksi kuviksi, tai muiksi graafisiksi esityksiksi selitysten kera. Sillä mihin formaattiin tiedot alun perin on kovalevyille talletettu, ei ole merkitystä.

Miten pääsen alkuun?

Ensimmäisenä askeleena on oltava selkeä ajatus projektin tarkoituksperistä. Siis mitä kohdetta aiot havaita ja tutkia? Jos et tiedä, älä tee mitään. Opiskele asioita ja ota ensin selvää. Havaintokohteen valintaan vaikuttavat tarvittavat havaintolaitteet (oma tietotaito, kustannukset, antennien koko, yms.) ja myös havaintopaikan radiospektri, eli havaintotaajuusalueen häiriöttömyys. Pelkän kertakokeilun vuoksi ei kannata rajallisia resursseja uhrata, sillä se on lähes yhtä tyhjän kanssa. Yleensä astronomiassa vaaditaan pitkiä havaintosarjoja, monestakin syystä. Havaintotiedot pitäisi analysoida puolueettomasti ja tulokset julkaista, varsinkin jos jotakin uutta, tai poikkeavaa on löydetty. Pyörää ei kannata keksiä uudelleen, eikä yrittää tehdä huonosti jo paremmin tehtyjä asioita. Paras olisi keksiä havaintokohde, jossa ei kuhise alan ammattilaisia miljoonien dollareiden ohjelmiseen, mutta jossa kuitenkin olisi ehkä mahdollista saada tieteellisestikin jotain hyödyllistä aikaan ja siten säilyttää motivaatio jatkossa. Tämä seikka ei kylläkään aina projektin alkuvaiheessa ole selvillä - hyvät (ja ilmaiset) havainnot kuitenkin kiinnostavat jopa ammattilaisastronomeja!

Ovatko radioastronomiaan tarvittavat laitteet kalliita?

Eivät ole, mikäli laitteet valmistaa pääosin itse, tai tyytyy käytettyihin. Kalleus on tietysti suhteellista, mutta radioastronomia ei ole sen kalliimpi harrastus, kuin muutkaan harrastukset. Lisäksi pitää muistaa, että kyseessä on pitkäjänteinen havaintotoiminta, joten laiteinvestointikustannukset jakautuvat useammalle vuodelle.

Voiko radioastronomiia harrastaa missä hyvänsä?

Optisen astronomian harrastusta haittaa nykyisin pahoin kaupungeissa ja taajamissa valosaaste. Pääsääntöisesti siellä missä on valosaastetta, on "radiosaastettakin". Radiosaasteen voisi määritellä olevan on sähkölaitteista ja kojeista säteilevää suurtaajuista sähkömagneettista energiaa, jonka leviäminen ympäristöön ei ole ko. laitteen toiminnalle tarpeellista. Tietysti radioastronomian kannalta myös tahalliset emissiot esim. matkaviestiverkoista ja niiden päätelaitteista ovat osa radiosaastetta, tosin luovallista sellaista. EU:n CE-hyväksyntämerkin käyttö edellyttää sähköisiltä laitteilta tiettyjen häiriösäteilynormien täyttämistä. Eri asia on, onko normi riittävän tiukka kaikissa tapauksissa ja miten valvonta onnistuu? CE-merkintä on ollut käytössä 90-luvun puolivälistä asti ja vaikka se aluksi vaikutti vähintäänkin häiriötason kasvua ehkäisevästi, laitemäärien ja sovellusten räjähdysmäinen kasvu on 2000-luvulla pahentanut taajamissa radiospektrin saastumista ja kehityskulku jatkaa menoaan samaan suuntaan. Lyhyen kantomatkan laitteita (SRD) myydään ties mihin käyttöön ja niiden kaistat ovat jo alkaneet tukkeutua ja toiminta häiriintyä. Samoin matkaviestinverkkojen ja langattomien tietoverkkojen määrä on kasvanut merkittävästi ja samalla niille on jatkuvasti osoitettu uusia taajuusalueita.

Lienee kuitenkin mahdotonta tarpeeksi painottaa, että mikään radioastronominen havaintotoiminta ei kaipaakaan ihmisen toiminnallaan kehittämistä häiriötekijöitä, joten paras paikka tehdä havaintoja olisi maaseudulla kaukana tietokoneista, yleisradio- ja matkapuhelintukiasemista, suurjännitesähkölinjoista, ym. potentiaalisista häiriölähteistä. Yleensä radioastronomiassa on kyse kohinatehon mittauksesta ja ihmisen, tai jonkin muun paikallisen syyn aikaansaamat kohinaryöpyt voivat helposti aiheuttaa kiusallisia virhetulkintoja. Pahimmassa tapauksessa itse havaittava asia jää kokonaan häiriöiden alle. Omat, joskin vähäiset lisäharminsa tuovat luonnon aiheuttamat häiriötekijät, kuten esimerkiksi salamoinnin radiotaajuuksille synnyttämät kohinapurskeet, tai hyvin korkeilla taajuusalueilla pilvien ja sateen aiheuttama lisävaimennus.

Mistä lisää tietoa?

SARA :n jäsenet ja esim. Radio-Sky  ovat julkaisseet joitakin englanninkielisiä kirjoja asiasta. Myös Joseph J. Carrin harrastajille kirjoittama "RadioScience Observing, Volume 1"  (1998), käsittelee aihekokonaisuutta kattavasti CD-ROMin kera. Ursan 1983 julkaisema "Uusia ikkunoita maailmakaikkeuteen" sisältää kappaleen radioastronomiasta. Astronomy, sekä Sky & Telescope-lehdissä on silloin tällöin artikkeleita radioastronomian harrastajille. "Radio Astronomy Handbook", R. M. Sickels, luettelo 400 radiolähdettä "Solar Astronomy Handbook", Rainer Beck, Heinz Hilbrecht. Paksu teos Auringosta kiinnostuneille ja jossa myös radiohavaintoasiain

Alan opiskelijoiden kurssikirjoja:

- "An introduction to Radio Astronomy", Bernard F. Burke, Francis Graham-Smith, Cambridge University Press 1997, ISBN 0 521 55604 X
- "Radio Astronomy", J. D. Kraus, Second edition, Cygnus-Quasar Books, Powell, 1986
- "The Invisible Universe Revealed - The Story of Radio Astronomy", G. L. Verschuur, Springer Verlag, 1987

