

NAABREID OTSIMAS

T. Viik

Inimesi on alati erutanud küsimus: kas me oleme siin Universumis üksi? Siiani on vastus sellele küsimusele olnud eitav, sest isegi meie oma Päikesesüsteemis pole me mingeid märke ka kõige algelisemast elust avastanud, rääkimata siis arukast elust. Kuid Päike pole kaugelki ainus täht Universumis, vaid meile teadaolevalt on neid tähti 10^{22} tükki. Oleks ju ülimalt kummaline, kui sellise hiiglasliku hulga tähtede ümber elu poleks.

Nii ongi inimene juba ammu püüdnud avastada planeete teiste tähtede ümber, sest kui elu kusagil üldse eksisteerib - vähemalt sellisel kujul nagu meie seda tunneme - siis ilmselt ikka planeetidel, mitte aga ülikuumadel tähtedel. Need katsetused olid varem määratud läbikukkumisele, sest kasutada olnud tehnika ei olnud sellisteks avastusteks lihtsalt suuteline. Ent tehnika arenes ja eelmise sajandi 90-ndatel aastatel hakkasid ilmuma teated eksoplaneetidest, so siis planeetidest teiste tähtede ümber. Praeguseks (21.06.2008) on avastatud 228 eksoplaneeti, mille avastused on ka kinnitatud teiste vaatlejate poolt.

Siinkohal peaks õieti defineerima mõiste planeet, sest selle üle käib astronoomide hulgas kõva vaidlus, mis oluliselt ägenes pärast seda, kui 2006. aastal Pluuto degradeeriti kääbusplaneediks. Kokku on siiski lepitud selles, et planeet on ümmargune omaenese raskusjõu tõttu ehk siis hüdrostaatilises tasakaalus, tiirleb ümber ematahe ja mille mass on allpool deuteeriumi süttimiseks vajalikku massi, mis on umbes 13 Jupiteri massi. Ning loomulikult on siis mõeldud süttimist termotuumareaktsiooni tähenduses. Viimane tingimus tähendab teiste sõnadega seda, et planeet omatehtud valgust ei kiirga.

Eriti probleemi üle juurdlematagi on selge, et eksoplaneetid on Maast kaugel (lähim praegu meile teada on ϵ Eridanuse tähtkujus, mis on 10.5 valgusaasta kaugusel) ja neid avastada on ülimalt raske. Aga kuidas seda siiski teha saab? Astronoomid on eksoplaneetide avastamiseks kasutanud üsna mitmeid meetodeid. Ajalooliselt kõige esimene oli tähtede omaliikumiste mõõtmine. Tähed nimelt ei seisa paigal, vaid liiguvad kaugete objektide suhtes ja seda liikumist, olgugi väga väikest, on astronoomid võimelised

mõõtma. Me kõik teame, et raskusjõu tõttu liigub planeet mööda ellipsit ümber oma ematähe. Kuid see on ainult pool tõde, sest tegelikult liiguvad nii planeet kui ematäht ümber ühise masskeskme. Selge see, et tähe joonistatud ellips on väga palju kordi väiksem kui planeedi joonistatu. Ja kui me vaatlustest siiski järgneb, et tähe omaliikumises on mingi perioodiline komponent, aga vaadeldav täht kaksiktäht pole, siis on meil alust kahtlustada, et tähe ümber tiirleb üks või mitu planeeti. On selge, et nii on võimalik avastada ainult suhteliselt lähedal paiknevaid eksoplaneete. See meetod töötab saada oluliseks alles pärast mõõtmistäpsuse mitmekordset tõusu.

Teine meetod on tähe heleduse otsese mõõtmise kaudu, sest kui planeet läheb täheketta eest läbi, siis peaks tähe heledus kahanema - me leppisime ju kokku, et planeet ei kiirga. Tõsi ta on, et see kahanemine on kohutavalt väike ja selliseid süsteeme, kus planeedi orbiidi tasand asub kas vaatekiirel või on selle suhtes väikese nurga all, on väga vähe. Ent tänapäevased vaatlusriistad on juba peaaegu võimelised seda avastama. Jällegi on see meetod kasutatav vaid lähedaste tähtede puhul ja ka ainult siis, kui planeet üle täheketta läheb.

Kõige enam on eksoplaneete avastatud Doppleri efekti kasutades. Efekti sisu on selles, et meist kaugeneva objekti kiiratud lainete lainepikkus kahaneb ja meile läheneva objekti puhul hoopis kasvab. Seega siis kui planeet sunnib oma ematähte väikeseid ellipseid ümber ühise masskeskme joonistama, siis täht kord läheneb meile, kord kaugeneb. Vastavalt sellele nihkuvad tähe kiiratud valguses spektrijooned kord spektri sinise ehk lühemalainelise otsa poole ja siis jälle punase ehk pikemalainelise otsa poole. Neid tähe liikumisest põhjustatud spektrijoonte nihkeid oskavad astronoomid juba mõõta täpsusega kuni 1 m/s, mis alles hiljuti tundus ilmvõimatuna.

Nende mõõtmiste abil saame leida ematähe ümber tiirleva planeedi massi ja selle kauguse ematähest. Ka see meetod töötab vaid suhteliselt lähedaste tähtede puhul (kuni 160 valgusaastat), kuid nagu öeldud, on selle meetodi abil leitud enamus eksoplaneete.

Kuna esimene eksoplaneet avastati pulsariilt saabuvate impulsside sageduse mõõtmistega, siis kasutatakse seda meetodit ka praegu. See avastus rabas astronoomi, sest tänapäevase arusaama kohaselt pulsarid tekivad supernoova plahvatustes, milles planeetide allesjäämine on äärmiselt ebatõenäoline. Üks väljapääs kitsikusest on selles, et ehk tekkisid planeedid pärast plahvatust.

Üldrelatiivsusteooria õpetab meid, et iga taevakeha painutab tema lähedalt mööduvat valguskiirt enda poole, ja seda rohkem, mida suurema massiga on see taevakeha. See efekt on tänapäeval rohkesti kasutusel ja kui mingi tähe ja selle ümber tiirleva planeedi ühine raskusväli muudab (enamasti võimendab) kaugel nende taga asuva tähe valgust, siis räägivad astronoomid gravitatsioonilise mikroläätse efektist. Sellest efektist saab siis välja lugeda nii planeedi olemasolu kui ka mitmeid selle parameetreid. Konks on siin muidugi selles, et esiteks peavad täht ja planeet minema täpselt kauge tähe eest mööda ja teiseks, vaatlust korrata enam ei saa. Kuid selle meetodi abil on võimalik leida ka väikese massiga planeete.

Viimasel ajal on püütud teha ka otseseid vaatlusi, ja õnnestunult. On juba mõõdetud kahe eksoplaneedi pinnatemperatuure, tulemusteks saadi 1130 K ja 1060 K. Ning 2005. aasta aprillis saadi Tšiilis esimese eksoplaneedi foto.

Eksoplaneetide avastamisega tekkis suur hulk probleeme. Me ju tunneme põhjalikult vaid üht planeedisüsteemi ja see on Päikesesüsteem. Selle tekkimise ja arenemise teooria on üsna täpselt välja töötatud. Aga avastatud eksoplaneetid ei taha meie skeemidesse ära mahtuda. Päikesesüsteemis on gaasilised hiidplaneetid Päikesest kaugel, kuid avastatud gaasilised eksoplaneetid asuvad täiesti ootamatult ematähe lähedal. Näitema toome planeedi τ Bootise lähedal, mille mass on 4.1 Jupiteri massi ja mis tiirleb tähe ümber vähem kui veerandi astronoomilise ühiku kaugusel ($1 \text{ AU} = 150\,000\,000 \text{ km}$). See on ju lähemal kui planeet Merkuur Päikesele!

On selge, et eksoplaneetide avastamine on kuum teema tänapäeva astronoomias. Vaatame nüüd natuke lähemalt eksoplaneetide avastamise aparatuuri ja astronoomide tulevikukavatsusi. Kaks väga edukat projekti on olnud ELODIE ja CORALIE. Mõlemad on rahvusvahelised ja esimene neist töötab Prantsusmaal Haute-Provence'i observatooriumis, kasutades ešell-spektrograafi, mis lubab mõõta tähtede radiaalkiirusi (tähtede liikumiskiiruste meesuunalisi komponente) täpsusega kuni 15 m/s. CORALIE teeb vaatlusi La Silla observatooriumis Tšiilis ja selle mõõtmistäpsus on juba 3 m/s. Selle täpsuse trumpas üle spektrograaf HARPS Tšiilis La Silla observatooriumis, mis alustas tööd 2003. aasta oktoobris ning mille mõõtmistäpsus on ainult 1 m/s.

2006. aasta lõpus lasti polaarorbiidile 896 km kõrgusele observatoorium COROT

(*CO*nvection, *RO*tation and *planetary* *Transit*). Selle observatooriumi põhieesmärkideks on Maa-sarnaste eksoplaneetide avastamine ning tähtede seismoloogia. Juba 3. mail 2007 avastati selle observatooriumi abil esimene eksoplaneet.

Optilist interferomeetriat kasutav astronoomiaobservatoorium SIM Planet Quest kavatsetakse lennutada üles 2011. aastal ja selle ülesandeks on määrata tähtede asukohad mitusada korda täpsemalt kui seni - kuni ühe mikrokaaresekundi täpsusega. Niisugune täpsus lubab määrata tähtede kaugused meie Galaktikas ja uurida, kas Maa-suurusi planeete tiirleb lähemal asuvate tähtede ümber.

Selle projektiga võistleb GAIA, mis tahetakse üles lasta 2011.a. lõpus ja mille raames ülessaadetav observatoorium planeerib mõõta miljardi tähe (siis umbes ühe sajandiku Galaktika tähtedest) asukohad samuti ühe mikrokaaresekundi täpsusega. Kui see plaan õnnestub, siis suudab GAIA avastada 25 000 Jupiteri massiga eksoplaneeti 200 parseki raadiuses. GAIA projektiga on seotud ka Tartu Observatooriumi astronoomid.

Euroopa Kosmoseagentuur planeerib veel projekti IRSI (Infrared Space Interferometer), mis koosneb viiest 1.5 m peegliga teleskoobist ja mis kavatsetakse lasta umbes viie astronoomilise ühiku kaugusele, et Päikesesüsteemi sodiaagivalgus vaatlusi ei segaks.

Kui nüüd praegu küsida, et milline avastatud eksoplaneetidest võiks olla oma parameetrite poolest kõige lähemal sellele, et seal võiks olla elu, siis ilmselt on vastuseks planeet Gliese 581 d. See on kolmas planeet tiirlemas punase kääbustähe Gliese 581 ümber, umbes 20 valgusaasta kaugusel Maast. Selle planeedi orbiit on oma ematähe ümber oleva eluks sobiva tsooni sees. Kui nüüd juuksekarva lõhki ajada, siis tegelikult on ta väljaspool "Kuldkihara ala" (eluks sobiva ala) piire, kuid kasvuhuone efekt peaks planeedi temperatuuri tõstma nii kõrgele, et vesi on veel vedelas olekus. Aga tänapäeva arusaamade kohaselt on vedela vee kui universaalse lahusti olemasolu hädavajalik elu tekkeks ja arenguks. Võib muidugi olla, et selline vaatekoht on liiga konservatiivne.

Eeltoodust on selge, et eksoplaneetide avastamine jätkub aina kiirenevas tempos ja tööd on nii vaatlejail kui ka vaatluste tõlgendajail. Selle töö tulemusena võime loota, et Päikesesüsteemi tekkimise ja arenemise saladusi jääb aina vähemaks ja võib-olla leitakse kusagil ka elu.