



Om sökandet efter nya världar

- En jämförelse mellan amatörastronomers och professionella astronomers potential att upptäcka extrasolära planeter och dess betydelse för mänskligheten

Innehåll:

1. Introduktion	3
2. Vetenskapsteoretisk bakgrund	3
3. Projektidé	4
3.1 Syfte och problemformulering	4
3.2 Metod	5
3.3 Förväntat resultat	5
3.4 Upplägg	6
3.5 Avklarade och återstående förberedelser	6
4. Tidigare resultat och publikationer	7
5. Avslutning	7
6. Referenslista	8

1. Introduktion

Astronomin sägs vara ett av de få vetenskapliga fält där amatörer än idag bidrar till viktiga upptäckter. Vid datainsamling i form av att spåra asteroider, söka efter kometer, mäta ljusvariationer hos variabla stjärnor eller leta efter supernovor i avlägsna galaxer spelar amatörastronomerna en avgörande roll på grund av deras stora antal. De stora och dyra teleskop som finns tillgängliga för professionella astronomer är relativt få och är oftast väldigt svåra att få avsatt tid på. De är därmed inte lämpliga för omfattande datainsamlingar. Amatörer kan däremot använda sin utrustning när de vill och till vad de vill.

Den utmaning där amatörernas kapacitet verkligen sätts på sin yttersta spets är sökandet efter och bekräftandet av exoplaneter. Ända sedan den första definitiva upptäckten av en exoplanet (51 Pegasi b) offentliggjordes av Michel Mayor och hans forskningsteam år 1995 så har astronomer världen runt bekräftat dess existens genom att själva detektera den. När det nu blev klart att exoplaneter verkligen existerade och gick att upptäcka så var amatörerna som kallar sig själva ”planetjägare” inte långt borta. Idag har över 340 exoplaneter registrerats och många av dem har bekräftats av amatörer. Men hur stor är egentligen skillnaden i tillförlitlighet mellan resultaten från amatörer respektive professionella astronomer?

2. Vetenskapsteoretisk bakgrund

Redan under antiken fanns tankar om det finns andra världar än vår egen. Den grekiske filosofen Epikuros (341-270 f.kr) trodde att universum var oändligt och resonerade därför att det därav måste finnas ett oändligt antal världar likt vår egen där liv kan finnas. Även om Epikuros skulle kunna ses som en pionjär inom astronomi och exoplaneter så måste man tänka på att hans slutsatser endast baserades på filosofiska grunder, snarare än vetenskapliga (Flammarion, 1867).

Men under antiken var det filosofin, dvs. tankens kraft, som stod högst bland vetenskaperna. Det som vi idag känner som naturvetenskap var då naturfilosofi och bestod av mer eller mindre logiska slutsatser, oftast utan något stöd av experiment. Den store filosofen Aristoteles (384-322 f.kr) trodde bland annat att ett föremåls fallhastighet bestäms av dess massa, dvs. ju tyngre ett objekt är, desto snabbare faller det till marken. Detta kan till en början låta logiskt, men stämmer inte alls överens med verkligheten.

Aristoteles tankar om fysikens värld togs för sanning i nästan 2000 år, till dess att vetenskapsmän som Galileo Galilei och Isaac Newton kom in i bilden. Galilei riktade världens första teleskop mot natthimlen och började göra vetenskapliga observationer. Han var övertygad om att hypoteser kan bevisas eller motbevisas genom experiment och observation. Han ansåg dessutom att om en hypotes visar sig riktig så är alla andra som beskriver samma fenomen felaktiga. Han började experimentera med hur fort olika föremål faller (som Newton senare skulle få användning av) och studerade ingående om Copernikus heliocentriska världsbild stämde. Han lade alltså grunden för den experimentella vetenskapen.

Den vetenskapliga revolutionen hade ägt rum. Det var nu som den riktiga naturvetenskapen såg dagens ljus. Från och med då har termen ”vetenskaplig teori” varit stark, då det är en hypotes som testats genom olika experiment, den måste vara reproducerbar, falsifierbar och kunna ge förutsägelser.

Hur har detta då påverkat astronomin? För det första så skedde, i och med den vetenskapliga metodens utbredning, uppdelningen mellan astronomi och astrologi. För det andra ledde det till ett helt nytt synsätt på världen vi lever i. Istället för liv baserade på filosofiska och religiösa myter uppstod nu tankesystem baserade på fakta och verklighet. Alla med pengar och/eller huvud kunde ägna sig åt forskning då det var så otroligt mycket som var oupptäckt

(det är det fortfarande, minst sagt). På 1800-talet fanns i princip ingen uppdelning mellan proffs och amatörer. Alla var amatörer och mångsysslare, och det behövde inte alltid vara de som hade tillgång till bäst utrustning som hade störst möjlighet att göra stora upptäckter. Utforskandet av rymden tog fart och utvecklingen av astronomin var, i likhet med alla andra discipliner, enorm (A. Nyholm, 2004).

I och med att astronomin blev en erkänd vetenskaplig disciplin och ett etablerat arbete, uppstod också en klyfta. Nya instrument och tekniker som spektroskopet och fotografi fanns bara inom räckhåll för en liten skara. Teleskopen växte sig allt större och exklusivare. Idag har forskarna tillgång till satelliter i omloppsbanan, gigantiska teleskop (bl.a. NOT) och enorma radioteleskopanläggningar. Men det finns även en stor skara amatörer, jag själv inkluderad, med ett genuint intresse för astronomi. Vi får klara oss med portabla teleskop och relativt enkla medel för att genomföra våra observationer. Men hur underlägsna är vi egentligen? År 1995 offentliggjordes den första definitiva upptäckten av en exoplanet av Michel Mayor och hans team. Redan ett par år senare hade amatörer världen över reproducerat deras storslagna bedrift, och ingen behövde längre filosofera sig fram till huruvida det finns andra världar eller ej.

3. Projektidé

Jag vill med hjälp av transitmetoden (beskriven nedan) göra två detektioner av exoplaneten HD 209458b, för att sedan framställa två självständiga ljuskurvor genom noggrann databehandling. Den ena observationen ska genomföras med instrument och mjukvara tillgänglig för amatörer på Bengt Hultqvist-Observatoriet (BHO), Kiruna, och den andra med professionella medel på Nordic Optical Telescope (NOT), La Palma. Efteråt ska jag jämföra resultaten och detaljgranska hur stor skillnad det är precisionsmässigt mellan dem.

3.1. Syfte och problemformulering

Syftet med undersökningen är att ta reda på vilka konkreta skillnader som finns mellan amatörastronomers och professionella astronomers kapacitet att upptäcka exoplaneter idag.

Frågeställningarna jag ska försöka besvara är: Vilka fördelar besitter forskarna inom teknik, mjukvara, tillgång till data och kompetens som amatörerna inte har tillgång till? Vilka skillnader finns inom arbets- och tillvägagångssätt hos de båda grupperna? Hur stor potential har amatörer egentligen att göra betydelsefulla upptäckter inom området exoplaneter?

Jag väljer att endast inrikta mig på observationer genom transitmetoden för att det är en vanlig och välkänd metod för observatörer på marken. Dessutom producerar försöken en hanterbar mängd data som blir förhållandevis lätt att komparera precisionsmässigt, dvs. konfidensgrad och medelavvikelse från regressionslinjen på de framställda diagrammen. Men vilka begränsningar finns för amatörerna? Tekniken, mjukvaran och kompetensen hos de riktiga forskarna torde väl vara överlägsna amatörernas hobbyteleskop och relativt enkla CCD-kameror?

3.2. Metod

Idag finns det runt tio metoder för att upptäcka och registrera exoplaneter, vissa mer utbredda än andra. Metoden jag kommer att använda mig av är transitmetoden genom differentialfotometri. Transitmetoden bygger på det faktum att ett objekt som passerar (transiterar) mellan en observatör och en ljuskälla alltid hindrar en del av ljuset från att nå observatören. Att denna princip även gäller för stjärnor och planeter har observerats vid de många Mercurius- och Venuspassager som ägt rum i historien. Således följer att även planeter runt andra stjärnor bör skymma en mätbar del av ljuset från sin moderstjärna vid varje passage, förutsatt att planeten i fråga har sin omloppsbanan i linje med Jorden. Denna avvikelse i ljusstyrka mäts enklast genom differentialfotometri, dvs. man mäter stjärnans relativa ljusstyrka till andra närliggande stjärnor med konstant ljusstyrka. Gör man detta upprepade gånger över en bestämd tidsperiod kan man efter viss databehandling framställa ett magnitud-tid-diagram (ljuskurva), som visar förändringen över tid i den uppmätta ljusstyrkan hos stjärnan.

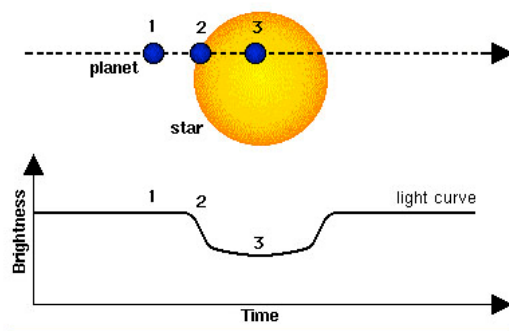


Bild 1: Principen bakom fallet i ljusstyrka
Källa: A. Nyholm, A shadow over Oxie

3.3. Förväntat resultat

Rådatan som produceras kommer vara i form av en stor mängd siffror som representerar antal fotoner som CCD-kameran registrerat. Om man i detta läge placerar in alla mätvärden på ett magnitud-tid-diagram kommer spridningen dock att vara allt för stor för att några betydelsefulla slutsatser ska kunna dras. Datamängden måste således reduceras innan den kan analyseras närmare. Den metod jag kommer att använda för datareduktion består i att låta datorn räkna ut medianen av ett antal (beroende på hela datamängdens storlek) mätvärden och sedan placera in det i grafen. Detta kommer att drastiskt minska spridningen på diagrammet och värdenas avstånd till regressionslinjen. Med bra kvalitet på slutprodukten (se bild) kan bl.a. slutsatser om planetens storlek i förhållande till moderstjärnan göras, baserat på andelen ljus som blockerats av den. Men felfri databehandling är ändå ingen garanti för bra resultat. Utrustningen i sig har begränsningar och utan noggranna förberedelser (kalibrering av mjukvaran, CCD-kameran, flat fields, bias-frame mm) kan man inte med säkerhet avgöra om man verkligen har registrerat en exoplanet. I försöket på BHO som ska motsvara vad en amatör kan åstadkomma ska jag självklart minimera felkällorna i största möjliga mån och upprepa försöket många gånger för att försäkra mig om riktigheten hos mina observationer. De uppenbara fördelarna på NOT, som kommer vara avgörande för resultatet, är ju den hela 70 gånger större arean hos primärspiegeln (2,56m i diameter) gentemot den på BHO (0,31m i diameter) och de mycket känsligare och bättre kalibrerade instrumenten. Det är därför troligt att de förvärvade resultaten på NOT kommer att hålla högre kvalitet än de från BHO, men inget kan sägas om exakt hur mycket bättre eller hur stor betydelse det kan komma att ha på vetenskapsvärdet eller för den enskilda astronomens tillfredsställelse.

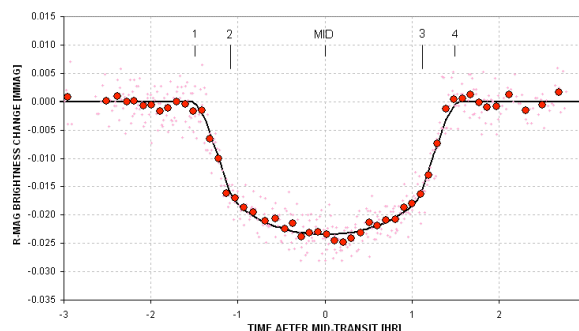


Bild 2: Bilden beskriver ett normalt magnitud-tid-diagram.
Källa: B. Gary, 2007, Exoplanet Observing for Amateurs

3.4. Upplägg

Exoplaneten som jag valt, HD209458b, är av typen ”Het Jupiter”, vilket betyder att dess massa överstiger Jupiters ($>1.9 \times 10^{27}$ kg) och har en väldigt snäv omloppsbana (≈ 0.05 AE). Detta gör bland annat att den skymmer relativt mycket ($\approx 1\%$) av stjärnans ljus vid passage på grund av sin storlek och att den har en väldigt kort omloppstid. HD209458b's period är 3,525 dygn, vilket betyder att den kommer att göra drygt 8 passager per månad, varav varannan är på natten. Detta betyder att det kommer att finnas ett observationstillfälle i veckan under hösten och våren 2009. I Kiruna har jag full tillgång till BHO och utrustningen där dygnet runt. Jag kommer där att använda mig av en Meade LX2000 EMC 12", en Meade DSI Pro III CCD Imager och min egen bärbara dator med MaxIm DL Pro v5.03 installerat. Mina försök under hösten 2009 behöver självklart inte begränsas till HD209458, utan precisionstester och försök till passageobservationer kan utföras på godtycklig stjärna/variabel stjärna för att under tiden förbättra min teknik.

För att mitt projekt ska kunna genomföras måste jag få minst ett observationstillfälle (en passage pågår i ca 4 timmar) på NOT i höst, gärna med vägledning av en riktig forskare som är väl bevandrad i utrustningen där och gärna har erfarenhet av exoplanet-observation genom transitmetoden. Att få vägledning och assistans av en professionell astronom på NOT är ju av intresse för min huvudsakliga utredning: att se hur de olika grupperna arbetar rent praktiskt.

Om observation av HD209458b skulle visa sig ogenomförbar på NOT under observationstillfället finns det andra kända kandidater att välja bland, men att rikta in sig på ett specifikt objekt (HD209458) underlättar både förberedelse- och planeringsarbetet.

3.5. Avklarade och återstående förberedelser

Jag är erfaren i observationsteknik och hur Bengt Hultqvist-Observatoriet fungerar. Därför har jag under skolåren 2007-2009 fungerat som utbildare för andra elever på Rymdgymnasiet som vill lära sig hur observatoriet fungerar och hur man genomför observationer. På senare tid har jag även använt skolans CCD-kamera (Meade DSI Pro III) för att utöva astrofotografi och grundläggande fotometriska övningar. Mjukvaran MaxIm DL Pro har jag lärt känna under våren och jag kan nu hantera programmets funktioner väl. Programmet innehåller alla de funktioner som är nödvändiga för en passageobservation på amatöرنivå, inklusive datareduktion och grafitning.

Jag har satt mig in i och studerat Anders Nyholms avhandling *A shadow over Oxie* (2004) som beskriver hans tidiga försök att registrera HD209458b. Anders Nyholm har även accepterat min förfrågan om att på avstånd verka som handledare vid mina försök på BHO hösten 2009. Rymdgymnasiets lärare i astronomi, Johan Arvelius, kan också assistera vid försöken, men det huvudsakliga arbetet kommer att utföras av mig.

Bland övrig litteratur på området kan Bruce Garys *Exoplanet Observing for Amateurs* (2007) nämnas, samt Timothy Castellanos *Detection of Transits of Extrasolar Giant Planets With Inexpensive Telescopes and CCDs* (2004) som beskriver hur man som amatör kan göra goda observationer av exoplaneter. Jag kommer att studera båda verken ingående i sommar.

Till slut återstår uppgiften att lära mig mer om utrustningen på NOT och hur jag ska använda den. På den officiella hemsidan <http://www.not.iac.es/> finns information om instrumenten, guider och regler för besökande astronomer. Där ska jag läsa på om hur faciliteten fungerar och vad som gäller angående brukande av utrustningen.

Jag räknar med att ha genomfört minst en lyckad observation av HD209458b på BHO innan avresan till NOT och därmed besitta betryggande erfarenhet i teknikerna för en framgångsrik observationssession.

4. Tidigare resultat och publikationer

Anledningarna till varför jag valde just HD209458b är många. Det var den första exoplaneten att detekteras med transitmetoden, den första som visade sig ha en atmosfär och den första att observeras av amatörer. Den har alltså länge varit ett intressant objekt för både amatörer och professionella astronomer, så den är mycket väl granskad och analyserad.

Som nämnt tidigare så har Anders Nyholm, som förste svenske amatörastronom, observerat en exoplanet redan 2004, närmare bestämt just HD209458b. Jag har studerat hans avhandling *A shadow over Oxie* mycket noga och den kommer att användas vid den jämförande analysen i slutskedet av denna utredning. Han lyckades efter många försök detektera planeten redan hösten 2003 och fick det publicerat i tidskriften *Tsunami*. Han är inte den enda amatörastronomen som tidigare lyckats och Timothy Castellano m.fl. har till och med skrivit en handbok för andra som vill göra en lyckad observation av en exoplanet, där han använder just HD209458b som exempelobjekt.

Dock har ingen ännu gjort en jämförande studie i skillnaden mellan amatörastronomers och professionella astronomers slutresultat och olikheter i utförande.

5. Avslutning

För lite mer än två decennier sedan visste ingen säkert om det finns planeter runt andra stjärnor än vår egen. Idag känner vi till fler än 340 stycken och många tusentals, kanske miljontals är på väg att bli upptäckta av pågående och framtida projekt såsom COROT, Kepler Mission, New Worlds Mission och Terrestrial Planet Finder. De kommer att göra stora upptäckter och förändra hur vi ser på vår plats i universum. Även om inte amatörastronomer kan mäta sig med satelliter i rymden så kanske inte det spelar så stor roll för dem. Om man själv någon gång med säkerhet observerat en exoplanet så vet man att det inte är den exakta sammansättningen gaser i dess eventuella atmosfär man tänker på, utan djupare filosofiska tankar på ett helt annat plan.

I år firar vi det Internationella Astronomiåret, inte bara för att det är 400 år sedan som Galileo satte hjulen i rullning, utan också för att vi har kommit så här otroligt långt. Vi kan redan nu sitta hemma på bakgården och leta efter fjärran världar! På senare år har det skett en enorm utveckling på amatörmarknaden för hård- och mjukvara, och utvecklingen har absolut inte avstannat, tvärtom, både forskarnas och vanliga fritidsastronomers förmåga att göra vetenskapliga framsteg fortskrider hela tiden.

Men vi måste påminna oss om att det fortfarande finns många saker vi inte kan svara på. Även med dagens mest avancerade teknologi och ingenjörskonst så ligger den största frågan av dem alla ännu öppen. Vi måste fortfarande retirera till filosofin för att svara på frågan: Är vi är ensamma i universum?

6. Referenslista

A. Nykvist, 2004, *A shadow over Oxie*

Castellano et al, 2004, *Detection of Transits of Extrasolar Giant Planets With Inexpensive Telescopes and CCDs*

B. Gary, 2007, *Exoplanet Observing for Amateurs*

Extrasolar Planet Guide om HD209458b

[<http://www.extrasolar.net/planettour.asp?StarCatID=normal&PlanetID=106> 2009-05-14]

Will Dunham, *Signs of water seen on planet outside solar system*, Reuters, Tue Apr 10, 2007

Dying Planet Leaks Carbon-Oxygen, NASA, 2004-02-19,

[http://www.nasa.gov/vision/universe/newworlds/Osiris_leaks.html 2009-11-05]

C. Flammarion, 1867, *Bebodda Verldar*

Framtida passager för HD209458b

[http://207.111.201.70/transitsearch/dynamiccontent/HD209458_b.transits.txt 2009-05-14]

Mayor, M., & Queloz, D. 1995, *Nature*, 378, 355