

## Trojúhelníky

*Nemyslel jsem si, že tak pěkně využijete objevu slečny Leavittové týkajícího se vztahu mezi periodou a absolutní jasností.*

Henry Norris Russell v dopise Ejnaru Hertzsprungovi<sup>1</sup>

Dejme si prst několik centimetrů od nosu a střídavě mrkejme levým a pravým okem. Prst bude rychle měnit svoji pozici; čím dál prst od obličeje dáme, tím menší bude při mrknutí změna jeho polohy. Okenní rám na stěně se při mrknutí posouvá ještě méně a telefonní sloup na konci ulice skoro vůbec. Vzdálenost mezi očima – astronomové a zeměměřiči ji nazývají základnou – je příliš malá. Smysly můžeme vnímat hloubku světa těsně kolem nás, ale čím se díváme dál, tím plošší se svět zdá. Vzdálené hory by mohly být klidně vyřezány z papíru.

Mozek, vybavený přírodou k registraci tohoto efektu (připomeňme si jeho název: paralaxa), provádí jakousi neurologickou trigonometrii. Dvě oči a předmět před nimi tvoří trojúhelník a my neuvědoměle vypočítáváme vzdálenost od jeho základny (přepony) k vrcholu. Anž si to uvědomujeme, provádíme tedy triangulaci – vyměřování.

Teď vstaňte a přejděte od jedné strany okenního rámu ke druhé, vzdálené kolem metru. Rozměr naší základny se zvětšil a zdá se nám, že telefonní sloup se oproti budově stojící za ním posunul. Tento jev funguje stejně, jako kdybychom měli hodně širokou hlavu a každé oko po obou stranách okna by hledělo ze dvou různých úhlů. Změříme odstup mezi dvěma pozorovacími body – přeponu imaginárního trojúhelníku a úhly tvořené každou stranou okna a sloupem. Můžeme to provést pomocí zeměměřičského teodolitu (představujme si

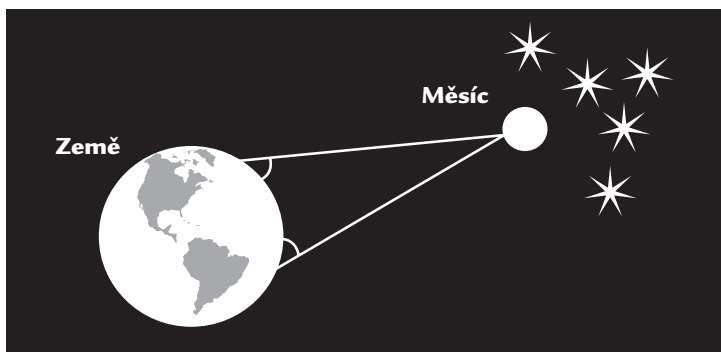
jej nějak jako úhломěr). Pouze s těmito informacemi a trochou středoškolské trigonometrie teď umíme vypočítat výšku trojúhelníku – vzdálenost k telefonnímu sloupu. Vlastní výpočet nás nemusí zajímat, důležité je pro nás pouze to, že vlastnosti trojúhelníků mohou být definovány pouhými třemi informacemi – dvěma úhly a jednou stranou nebo jedním úhlem a dvěma stranami. Veškeré ostatní rozměry jsou už těmito hodnotami určeny.

Se širší základnou – s očima na každé straně ulice – bychom mohli měřit, jak je daleko budova. A při ještě větším odstupu očí se nám dokonce bude zdát, že se posouvají i hory na horizontu.

Dějiny astronomického měření, které předcházely objevu Henrietty Leavittové, lze shrnout do příběhu, v němž se lidé učili měřit větší a větší trojúhelníky, aby si mohli prohlížet stále vzdálenější místa oblohy.<sup>2</sup>

Vyšleme dva pozorovatele na různá místa na zemském povrchu a, budou-li od sebe dostatečně vzdáleni, každý z nich uvidí Měsíc v trochu jiné pozici vůči pozadí s hvězdami. Nechme pozorovatele v jednu chvíli (musí mít tedy spolu nějak seřízené hodiny) změřit oba úhly, a pokud známe délku základny, tj. vzdálenost mezi oběma pozorovateli, můžeme vzápětí provést triangulaci.

Variantu této metody použil řecký astronom Hipparchos ve 2. století př. n. l. „Hodinami“, které umožnily provést pozorování ve stejnou dobu, se stalo zatmění Slunce. Zatímco na Helespontu, úžině v severozápadním Turecku poblíž města Tróje, se Slunce zcela ztratilo (úplné zatmění), zatmění Slunce v Alexandrii bylo zhruba čtyřpětinové. Pokud bychom mohli zastavit čas a přeskakovat sem a tam mezi těmito z hlediska pozorování výhodnými místy, zdálo by se, že se Měsíc posouvá o vzdálenost rovnou jedné pětině rozměru solárního disku. Slunce zaujímá asi půl stupně oblohu kulaté mísy oblohy a činí paralaxu Měsíce jednu desetinu stupně.



**Obr. 8:** Paralaxa Měsíce

Kdyby Hipparchos znal vzdálenost mezi Trójou a Alexandrií – rozměr základny – měl by odpověď. Místo toho použil složitější uspořádání trojúhelníků a byl pak schopen vypočítat, že vzdálenost Měsíce musí být třicetkrát větší, než je průměr Země. Tento poměr spočítal správně. Změřený průměr naší planety je necelých 13 000 kilometrů. Použitím této hodnoty by Hipparchova metoda umístila Měsíc do vzdálenosti zhruba 383 000 km. O dva tisíce let později se lidé naučili provádět měření metodou odrazu radarového signálu od Měsíce a měřením doby odezvy. Ať už jde o vyspělou techniku nebo starou metodu, hodnota vychází přibližně stejně.

Přeskočme středověkou dobu temna ovládanou Ptolemaiovou brilantně mylnou kosmologií, se všemi nebesy kroužícími kolem naší planety jako horská dráha v zábavním parku; další velký skok se dostavil až v 16. století. Koperník postavil Slunce do středu sluneční soustavy, pak Kepler vylepšil model zploštěním Koperníkových kruhových oběžných drah planet na eliptické a ukázal, jak musejí být uspořádány.

Jeden z Keplerových zákonů se těší zvláštnímu zájmu každého měřiče vesmíru: Čím dále je planeta od Slunce, tím déle trvá její celý oběh. Z délky jednoho martánského roku

lze odvodit, že Mars leží asi jedenapůlnásobně dál od Slunce než Země. Stejný výpočet by se mohl provést pro Merkur, Venuši, Jupiter, Saturn... Známe-li jednu všechny poměry, můžeme použít paralaxu a pouze určit jednu ze vzdáleností. Ostatní by z toho vyplynuly automaticky.

Vymyslet se to ale dalo snáze než provést. Měření malých posunů Měsíce pozorovaného ze dvou bodů na Zemi bylo dost složité. Dokonce i pro nejbližší planety byla paralaxa tak malá, že i ta nejmenší chyba v určení úhlu nebo délky základny způsobila, že výpočet selhal.

To ale astronomy od pokusů trvale neodradilo. V roce 1672 pozorovatelé, kteří použili pracně seřazených kyvadlových hodin umístěných v Paříži a v jihoamerickém Cayenne zjistili, že se poloha Marsu posouvá o úhel pouhých 25 sekund. Přijetím užitečné fikce, podle které se nebe skládá z kulové klenby, astronomové rozdělují oblouk od horizontu k horizontu na 180 stupňů, polovinu kruhu. Každý stupeň se dělí na 60 jednotek zvaných minuty; minuta se může dál rozdělovat na 60 sekund. Dvacet pět úhlových sekund je 1/144 stupně, tedy mimořádně malý kousek oblohy.

Vzdálenost Marsu vypočítaná z tohoto na nahodilé okolnosti tak citlivého měření vyšla téměř přesně, ale přesnost to byla spíše náhodná. V takových měřeních bylo příliš mnoho neurčitostí a nejistot. Mohlo se pouze stát, že jednotlivé chyby se navzájem přibližně vyrušily a čírou štěstěnou se došlo k docela dobrému výsledku. Než se měření začala provádět jiným způsobem, muselo uplynout dalších sto let.<sup>3</sup>

---

## 2

Venuše, nejbližší planeta, se dostává mezi Zemi a Slunce dvakrát za století, přičemž tento jev nastává vždy s rozdílem pouhých několika roků.<sup>4</sup> Výsledkem je jakési zatmění Slun-

ce; na rozdíl od „normálního“ zatmění je ovšem Venuše tak vzdálená, že se projevuje jen jako malý puntík. Takové události by si nevšiml nikdo, kdo by ji záměrně nesledoval. Když pozorovatelé ve vzdálených místech měří čas, jak dlouho trvá planetě dostat se přes sluneční kotouč, mohou porovnat rozdílné hodnoty a provést triangulaci. Výsledkem je vzdálenost Venuše a dosazením této hodnoty do Keplerových rovnic dostaneme také vzdálenosti všech planet od Slunce.

Velký britský astronom Edmond Halley šanci pozorovat tento vzácný jev zvaný přechod Venuše neměl. Žil nevhodně v období právě mezi dvěma dvojicemi přechodů – jedna dvojice se uskutečnila v letech 1631 a 1639 a další byla předpovězena na léta 1761 a 1769. Halley proto alespoň příští generaci astronomů vyzval, aby se rozptýlili po světě a změřili paralaxu Venuše.

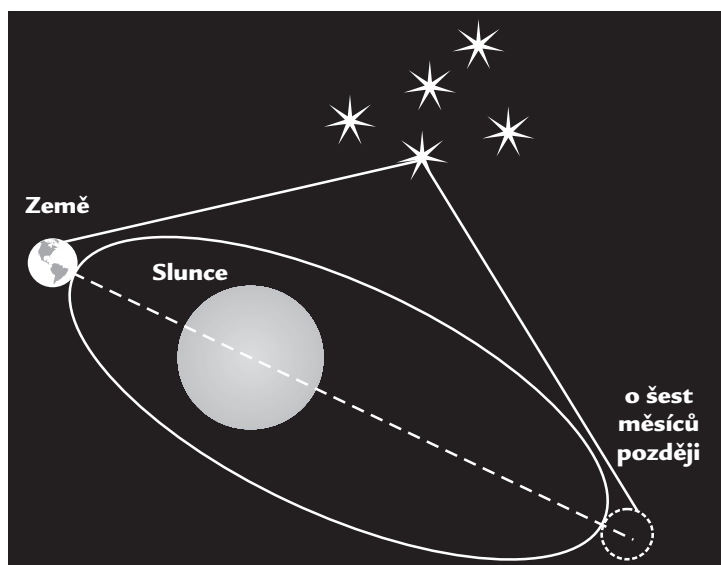
Pozdější astronomové se jeho výzvou řídili a vyrazili na Sibiř, do Hudsonova zálivu, na poloostrov Baja California, do Indie, na mys Dobré naděje i na Tahiti. Některé výzkumné výpravy ztroskotaly a některá data byla podezřelá vzhledem k obtížím s přesným určením času, kdy Venuše, planeta zachumlaná v hustých chemických mračnecích, a tedy s mlhavými okraji, vlastně vstoupila do slunečního kotouče. Ale s očima rozsetýma po celé Zemi – pozorovatelem bylo celkem 150 – astronomové přece jen shromáždili dostatek použitelných údajů pro změření celé cesty Venuše. Poté provedli další krok výpočtů a podle Keplera odvodili, že vzdálenost Země od Slunce je 147 milionů kilometrů, což znamená odchylku jen 3 miliony od hodnoty, kterou se dnes děti učí ve škole.

Pokračovat tímto způsobem dál bylo ovšem těžké. Provádění triangulací dosahovalo svých hranic. I s pomyslným trojúhelníkem, jehož přepona by odpovídala celé Zemi, by byla paralaxa nejbližších planet stěží měřitelná. A jak by pak člověk mohl doufat, že změří vzdálenost hvězd?

Astronomové provedli pár hrubých odhadů. Předpokládáme-li, že všechny hvězdy produkují stejné množství světla – tedy jsou shodné, pokud jde o jejich vlastní jasnost, můžeme usoudit, oč méně jasný se zdá ze Země například Sirius v porovnání s naší mateřskou hvězdou, Sluncem. Pak s pomocí zákona o poklesu jasnosti s druhou mocninou vzdálenosti (to, co je dvakrát tak daleko, svítí pouze čtvrtinovou jasností) lze odhadnout vzdálenost. Tyto hrubé výpočty ukázaly, že dokonce i ty nejjasnější hvězdy musí být řádově stotisícinásobně vzdálenější než Slunce, tedy daleko za možnostmi zemské paralaxy. Ani mezi opačnými konci zeměkoule nebudeme schopni detekovat ten nejmenší posun.

Zdálo se, že měření hvězdných vzdáleností bude vyžadovat opuštění zemského povrchu, tedy pozorování pozice hvězdy ze Země a z bodu vzdáleného miliony kilometrů. Ale mohli bychom také zůstat na Zemi a nechat se dopravit mezi nejvzdálenější místa její oběžné dráhy. Tahle myšlenka znamenala další pokrok. Poloměr této velké elipsy – vzdálenost ze Země ke Slunci – je s jistou přesností známý. Takže pouze zdvojnásobíme tuto hodnotu: pozemšťan se každých šest měsíců dívá na oblohu z míst vzdálených od sebe 300 milionů kilometrů. Když narýsujeme trojúhelník se základnou této velikosti, můžeme konečně měřit paralaxu sousedních hvězd.

Galileo navrhoval, jak by se takový experiment mohl provést. Obloha je plná dvojhvězd, z nichž některé jsou pravděpodobně optickou iluzí: nikde ve vesmíru nejsou tak blízko sebe, pouze jsou náhodně v řadě za sebou díky úhlu, pod kterým je vidíme. Je-li k nám skutečně jedna z hvězd mnohem blíže než ta druhá, paralaxa způsobí, že se nejprve zdají být v jedné lince, ale pak, když se Země pootočí kolem Slunce, se obě oddělí. (Připomeňme si dva telefonní sloupy, jeden za druhým, které zdálky vidíme v jedné přímce, ale rozbíhají se, když je míváme a jedeme mezi nimi.)



**Obr. 9:** Paralaxa při využití průměru oběžné dráhy Země jako základny trojúhelníku

Uskutečnit taková měření šlo ale až koncem desátých let 18. století, když byly k dispozici dostatečně přesné přístroje. Astronom William Herschel zkonstruoval 6 metrů dlouhý dalekohled se zrcadlem v průměru 48 cm. Když ani to nestačilo, sestrojil nový dalekohled dlouhý 12 metrů se zrcadlem o průměru 1,2 metru. To už bylo dost velké zařízení, jeho hmotnost dosáhla jedné tuny. Se svou sestrou Carolinou, která byla současně jeho spolupracovnicí, objevil Herschel Uran a kolem dvou tisíc hvězdokup a mlhovin (což, jak si troufl prohlásit, nebyla malá nedaleká mračna plynů, nýbrž galaxie natolik vzdálené, že jednotlivé hvězdy spolu splývaly). Nalezl také stovky dvojhvězd, které Galileo navrhol použít pro měření vzdáleností.

Projekt se však nakonec nepodařil. Statistický přehled ukázal, že ve skutečnosti je velmi vzácné najít takové uspořádání dvou hvězd, které by imitovaly dvojhvězdu. Většina

dvojhvězd jsou skutečné dvojhvězdy, tedy hvězdy v nedaleké vzájemné vzdálenosti obíhající jedna druhou – jsou proto příliš blízko na to, aby vykazaly nějakou paralaxu.

Věk hvězdné triangulace tak přišel až pro další generaci astronomů. Herschelův syn John (ten, jehož jsme slyšeli básnit o Magellanových mračnech) založil observatoř na mysu Dobré naděje v blízkosti jižního afrického výběžku. Astronomové z této observatoře určili, že hvězda Alfa Centauri změní polohu každých šest měsíců o méně než jednu úhlovou sekundu – tedy 1/10 000 jediného stupně, sice nečekaně malou hodnotu, ale už postačující pro užití trigonometrie. Výpočet výšky tohoto mimořádně úzkého trojúhelníku vedl k závěru, že hvězda je vzdálená 40 bilionů km – je tak daleko, že světlu trvá více než čtyři roky, než tuto vzdálenost urazí. A Alfa Centauri přitom byla hned po Slunci naší nejbližší hvězdou...

Přibližně ve stejné době byli měřeni také další sousedé, Vega a hvězda jménem 61 Cygni. O něco později přišly na řadu Sirius a Procyon (v souhvězdí Malého psa). Všechny byly vzdáleny několik světelných let. O vesmíru se tehdy začalo předpokládat, že má rozměr řádově miliardy světelných let. Do prvních let 20. století, kdy Henrietta Swan Leavittová přišla na Observatory Hill, byla provedena triangulace téměř stovky dalších hvězd. Ale většina hvězd vůbec žádnou paralaxu nevykazovala, ani když byl použit trojúhelník s mimořádně dlouhou základnou. Z toho vyplývalo, že tyto hvězdy jsou nepředstavitelně a, jak se tehdy zdálo, neměřitelně vzdáleny.

---

### 3

Kdyby byla jediná z blikajících hvězd slečny Leavittové v dosahu možností pozemské triangulace, astronomové by bývali mohli přeskočit bariéru paralaxy a začít měřit vzdálenosti i v hlubokém vesmíru. Připomeňme si, že podle vzta-



hu, který Henrietta objevila, mají dvě z jejích proměnných hvězd pulzující stejnou rychlostí stejnou vlastní jasností. Jestliže jedna svítí pouze setinovou jasností té druhé, víme (podle zákona o převrácené druhé mocnině), že je desetkrát vzdálenější. Kdybychom mohli použít paralaxy na stanovení vzdálenosti jediné nejbližší proměnné cefeidy, mohli bychom tak odvodit vzdálenosti ostatních. Porovnáním proměnných cefeid rozdílných rytmů a intenzit bychom mohli vesmírem přímo „přeskakovat“.

Příroda ovšem není tak laskavá. Nejbližší známá cefeida, Polárka, je příliš vzdálená, než aby vykazala jakýkoliv posun v poloze dokonce i v případě, že by byla pozorována z opačných konců oběžné dráhy Země. Podle moderních výpočtů se nachází nějakých 400 světelných let daleko. Paralaxa by nás dostala jen do zlomku takové vzdálenosti. A cefeidy, pro které platí zákon objevený slečnou Leavittovou, byly ještě mnohokrát vzdálenější.

To nejlepší, co mohl astronom udělat, bylo konstatovat, že jistá cefeida se vzhledem k rytmu svého pulzování nachází v desetině vzdálenosti vůči těm, které patří do Malého Magellanova mračna, zatímco jiná je například třikrát vzdálenější. Vesmír mohl být rozdělen na jednotky nazvané SMC (Small Magellanic Cloud, Malé Magellanovo mračno). Ale to si přímo říkalo o otázku: A jak daleko – v kilometrech nebo světelných rocích – je pak Malé Magellanovo mračno?

Do doby, než se hvězdy slečny Leavittové mohly změnit na měřítko, musel být nalezen nějaký způsob, jak dostatečně zlepšit paralaxovou metodu tak, aby dosáhla k nějaké blízké cefeidě. Znamenalo to uskutečnit pozorování přes ještě delší základnu, než je průměr oběžné dráhy Země kolem Slunce. Bylo potřeba najít větší a rychlejší kosmické těleso. Jakkoliv se to zdá nepravděpodobné, jedno takové bylo po ruce: hvězdná loď jménem Slunce.

Když byl Galileo předvolán před inkvizicí a byl přinucen zřít se Koperníkova učení, brumlal si, jak se alespoň tradu-

je, potichu své „a přece se točí“. Měl tím samozřejmě na mysli naši planetu. Možná by byl stejně jako jeho mučitelé překvapen, kdyby se dozvěděl, že také Slunce se pohybuje pomalým posunem Mléčnou dráhou a přitom s sebou unáší své planety.

Tento pohyb je sotva znatelný. Koncem prvního desetiletí 18. století Herschel starší (William) objevil, že se hvězdy ve směru souhvězdí Herkula pohybují podle zvláštního vzorce: několik let se zdá, že se ze vzdáleného bodu vějířovitě rozbíhají, stejně jako to zdánlivě činí vločky sněhu viděné přes čelní sklo auta uhánějícího nocí. V opačném směru, zpátky k souhvězdí Holubice, se hvězdy naopak slétají – podobně jako sněhové vločky pozorované ze zadního okna jedoucího auta. Herschel došel k závěru, že naše sluneční soustava jako celek tedy opouští souhvězdí Holubice a míří směrem k Herkulovi. Astronomové od té doby změřili rychlost této cesty galaxií na necelých 20 kilometrů za sekundu, tj. více než 48 milionů km za rok. Paralaxa z této dráhy způsobuje, že různá souhvězdí se s časem rozpínají nebo smršťují. Staří Řekové se dívali na trochu jinou oblohu než my dnes.

Pro člověka, který bude měřit vzdálenosti ve vesmíru a bude se pohybovat společně se Sluncem, se bližší hvězdy budou pohybovat rychleji než ty vzdálenější, zatímco větší na vzdálených hvězd se zdánlivě nebude pohybovat vůbec. Zznamenejme si pečlivě polohu cefeidy a pak ji změřme znovu po letech, až Slunce odvléče Zemi a její astronomy ve vesmíru na nové místo. Spočítejme délku této obrovské základny a provedme triangulaci. Se stanovenou vzdáleností jedné cefeidy můžeme zkalibrovat měřítko slečny Leavittové a pak změřit vzdálenosti ostatních proměnných hvězd.

První, kdo se o to pokusil, byl dánský astronom jménem Ejnar Hertzsprung.<sup>5</sup> Využil pohybu Slunce k provedení triangulace vzdálenosti k některým proměnným hvězdám v Mléčné dráze. Pak dal do vztahu rychlost pulzování a vlast-

ní jasnost, provedl extrapolaci a v časopise s názvem *Astronomische Nachrichten* (Astronomické zprávy) oznámil, že vzdálenost Malého Magellanova mračna je asi 30 000 světelných let.<sup>6</sup>

Přibližně ve stejnou dobu americký astronom Henry Norris Russell použil jinou metodu a došel k ještě více udivující vzdálenosti 80 000 světelných let. „Nemyslel jsem si, že tak pěkně využijete objevu slečny Leavittové týkajícího se vztahu mezi periodou a absolutní jasností,“ napsal později Hertzsprungovi. „Je v tom samozřejmě určitý prvek nepřesnosti, ale myslím si, že ta hypotéza je oprávněná.“

Cefeidovské měřítko stále ještě potřebovalo vylepšit, ale astronomové konečně měli naději, že přeskóčí za nejbližší hvězdy, zhruba načrtnou tvar a rozměr galaxie... a toho, co leží za ní, pokud tam tedy vůbec něco je.

---

#### 4

Henrietta Leavittová sama se k celé záležitosti nedostala. Pickering ji trvale zavaloval jinými projekty. Nebyl z těch, kdo podporují teoretizování; věřil tomu, co napsal jeho kolega, že totiž „nejlepší služba, kterou může učinit pro astronomii, spočívá v hromadění faktů“.<sup>7</sup> Začátkem srpna roku 1912, v roce publikování jejího objevu o cefeidách, zdokumentovala jazykem pochopitelným pouze astronomovi svůj každodenní stereotyp do černočerveného zápisníku vázaného v kůži:<sup>8</sup>

8. října. Dopis od Hertzsprunga, datovaný v Mount Wilson 3. října 1912. Věc – metoda transformování fotografických magnitud na vizuální pomocí efektivních vlnových délek. Zjišťuje, že změna v barevném indexu – při použití fotografických magnitud dr. Mürcha a harvardských fotometrických magnitud – o jednu třídu odpovídá změně v efektivní vlnové délce o 200 angströmových jednotek.

19. října. Zkusila jsem naskládat na sebe desky H361, exp. 10m, mezní magnituda 15,6 a H 385, izochromatická, mezní magnituda 14,9. Červené hvězdy na těchto dvou deskách vypadají jako téměř stejné jasnosti, bílé hvězdy jsou jasnější na H 361. Určení barev bylo velmi jednoduché.

22. října. Dokončeno prohlížení 32 hvězd posloupnosti severně od +75 stupňů a porovnání s diagramem. Předala jsem desky slečně O'Reillyové na označení.

A tak to pokračovalo další čtyři roky, mimo přestávek z důvodu vracejícího se onemocnění, které někdy trvaly celé měsíce. Na jaře 1913 nepracovala tři měsíce, když se zotavovala po operaci žaludku.<sup>9</sup> Na všech těch stránkách deníku pouze jednou, 13. ledna 1914, dala najevo rozrušení: „Uzavřena diskuse o předb. fotoviz. magn. S. p. sekv., což dokončuje H.A.71, 3.!!! Po tolika letech.“

Překlad jejího záznamu do běžné řeči: Dokončila, nebo tomu věřila, měření Severní polární posloupnosti, tedy devadesáti šesti hvězd, jejichž jasnost určila s takovou odborností a péčí, že mohly být pro zbytek oblohy použity jako standard. Ještě bylo třeba provést ověření. O tři roky později byla práce konečně publikována v *Annals of the Astronomical Observatory of Harvard College* (Anály astronomické observatoře Harvardské univerzity) ve svazku číslo 71, na stranách číslo 3 až 184. Snad si ona a její matka dopřály při této příležitosti sklenku šampaňského.

Její referát, pro nezasvěcené neoborníky nezáživný, byl velkolepou prací kombinující data z 299 fotografických desek získaných třinácti různými dalekohledy. Každá jasnost musela být úzkostlivě pečlivě změřena a překontrolována, bylo třeba brát neustále na vědomí rozdíl mezi pouhými naměřenými a skutečnými hodnotami. Ať slečna Leavittová měřila sebepečlivěji, její čísla nereprezentovala jasnost

hvězdy, ale spíš intenzitu jejího obrazu na fotografické desce. V dokonalém světě by se tyto dvě hodnoty shodovaly. Ve skutečnosti má ale každý dalekohled a každý typ fotografické desky své vlastní charakteristiky – reagují pohotověji na některé barvy než na jiné. Zobrazení v blízkosti středu desky byla přesnější než na okrajích.

Henrietta popisovala, jak korigovala různá zkreslení a nepřesnosti. Za každým jejím číslem byl řetězec úvah. Každá hvězda představovala v jistém smyslu projekt sám o sobě.

Když došla ke konci své práce, věděla, že výsledek není bezchybný. „Je žádoucí, aby standardní stupnice byla prozkoumána různými vědci, kteří by použili rozdílných metod,“ připouštěla. „Ve výsledcích se objeví nesrovnalosti.“<sup>10</sup> Ale se vši zdvořilostí nabádala budoucí kritiky, aby si počínali opatrně.

„Výsledkům získaným z jediného výzkumu, ač prováděného s velkou pečlivostí, bude možná přikládána příliš velká váha.“ Proto také jemně připomínala, že její měření byla „závislá na mnoha různých metodách, na různých přístrojích i pozorovatelích“.

Slečna Leavittová uzavřela svou práci takto: „Z hlediska těchto skutečností se zdá rozumné, abychom nechali uplynout nějaký čas a aby se posbíralo velké množství různého materiálu, než se přijmou definitivní korekce stupnice, která je zde předkládána. Takové korekce u hvězd s jasností mezi desátou a šestnáctou třídou budou pravděpodobně nepatrné. Citelné změny bude možná třeba provést pro hvězdy, které jsou jasnější a slabší, ale tato stupnice je pravděpodobně velmi blízko té správné.“

Byla to práce, na kterou mohla být pyšná. Doktoráty se udělují za mnohem méně.