The book cover features a dark blue background filled with various star shapes in black, yellow, and light blue. At the bottom, there are stylized, layered clouds in shades of blue and yellow. The title is centered in the middle of the cover.

HISTÓRIA VESMÍRU
V PRÍBEHOCH
21 HVIEZD
(a 3 imitátorov)

GILES SPARROW

HISTÓRIA VESMÍRU
V PRÍBEHOCH
21 HVIEZD
(a 3 imitátorov)

HISTÓRIA VESMÍRU
V PRÍBEHOCH
21 HVIEZD
(a 3 imitátorov)



GILES SPARROW

PRELOŽILA MÁRIA GALÁDOVÁ

IKAR

Giles Sparrow
A HISTORY OF THE UNIVERSE IN 21 STARS
(and 3 imposters)

Copyright © Giles Sparrow, 2020
First published by Welbeck in 2020
Illustrations by Laura Barnes, (L.B. Illustration), www.lbillustration.co.uk
Milky Way and long Exposure image © Shutterstock.com
Carina image © N. Smith / NOAO/AURA/NSF
Translation © 2021 by Mária Galádová
Slovak edition © 2021 by IKAR, a.s.

Giles Sparrow si uplatňuje morálne právo
identifikovať sa ako autor tejto knihy.

Všetky práva sú vyhradené.

Nijaká časť tejto knihy sa nesmie reprodukovat', ukladať do informačných systémov ani prenášať v akejkoľvek podobe či akýmkoľvek spôsobom – elektronicky, mechanicky, fotokopírovaním, nahrávaním alebo inak – bez predchádzajúceho písomného súhlasu vlastníka autorských práv.

Z anglického originálu *A History of the Universe in 21 Stars*
(and 3 imposters)

(Welbeck Publishing Group Limited,
London 2020)

preložila Mária Galádová.

Odborná spolupráca RNDr. Pavol Matlovič, PhD.

Redigovala Lenka Kleimanová.

Korigovala Soňa Hruzíková.

Technická redaktorka Helena Oleňová.

Vydalo vydavateľstvo IKAR, a.s., Bratislava v roku 2021
ako svoju 1 829. publikáciu.

Prvé vydanie.

Sadzba a zalomenie do strán Veronika Jelenová.

Vytlačili TBB, a. s., Banská Bystrica.

ISBN 978-80-551-8192-9

Venujem Katji
s vdakou za podporu
v týchto zvláštnych časoch.

OBSAH



Úvod	1
1 – Polárka	5
<i>Základy astronómie podľa najľahšej hviezdy na oblohe</i>	
2 – 61 Cygni	19
<i>Ako zmerať vzdialenosť letiacej hviezdy</i>	
3 – Aldebaran	31
<i>Ako farba obra odhaľuje jeho skryté tajomstvá</i>	
4 – Mizar (a priatelia)	47
<i>Rýchly valčík medzi viacnásobnými hviezdami</i>	
5 – Alcyone a jej sestry	63
<i>Ako najkrajšia hviezdokopa oblohy inšpirovala vznik veľmi dôležitého diagramu</i>	
6 – Slnko	77
<i>Čo nám môže povedať hviezda na našom priedomí</i>	

7 – Trapéz a ďalšie divy	91
<i>Hmloviny a pôvod hviezd</i>	
8 – T Tauri	105
<i>Podrobnosti zrodu hviezd</i>	
9 – Proxima Centauri	117
<i>Trpasličie hviezdy, ktoré majú prekvapujúcu silu</i>	
10 – Helvetios	131
<i>Hľadanie podivných nových svetov</i>	
11 – Algol	143
<i>Premenné hviezdy a skryté dvojhviezdy</i>	
12 – Mira	157
<i>O červených obroch a pulzujúcich hviezdach</i>	
13 – Sírius (a jeho súrodenci)	171
<i>Žiarivá psia hviezda a jej tajnostkársky spoločník</i>	
14 – RS Ophiuchi	185
<i>Hviezda, ktorá príležitostne vybuchuje, až ju raz napokon celú roztrhne</i>	
15 – Betelgeuze	199
<i>Najjasnejšie hviezdy na oblohe a ako ich merať</i>	
16 – Éta Carinae	211
<i>O osude monštruózných hviezd</i>	

17 – Krabí pulzar	225
<i>Slávna supernova a čo po nej zostalo</i>	
18 – Cygnus X-1	237
<i>Hľadanie čiernej diery v tmavom vesmíre</i>	
19 – Éta Aquilae	249
<i>Cefeidy – meracie pásmo pre kozmos</i>	
20 – Imitátor č. 1: Omega Centauri	261
<i>Gulové hviezdokopy: hviezdne mestá so starnúcou populáciou</i>	
21 – S2	275
<i>Výlet do stredu Galaxie</i>	
22 – Imitátor č. 2: Veľká hmlovina v Andromede	289
<i>Susedná galaxia a širší vesmír</i>	
23 – Imitátor č. 3: 3C 273	303
<i>Kvazary – majáky vo vzdialenom kozme</i>	
24 – Supernova 1994D	317
<i>Tmavá hmota, tmavá energia a koniec všetkého</i>	
Poznámky ku kapitolám	333
Podakovanie	341

ÚVOD

Žmurká, žmurká hviezdíčka...



Ak ste to neuhádli už z obálky, toto je kniha o hviezdach. Hovorí sa, že ak ste dosť ďaleko od dnešnej pliahy svetelného smogu, užívate si výhodu dokonale rovného horizontu a od detstva ste poctivo jedávali mrkvu, môžete ich za bezoblačnej noci vidieť až 4 500. Obloha je plná hviezd a za zriedkavých príležitostí, keď sa ocitnete za jasnej noci na nejakom naozaj tmavom mieste, sa ich môže vyrobiť až toľko, že možno odrazu akosi zneistíte v orientácii aj napriek tomu, že tie najjasnejšie súhvezdia celkom dobre poznáte (čo je tak zhruba moja práca).

Vytiahnite priemerný triéder a počet hviezd na oblohe vám okamžite vyskočí na vyše stotisíc. Malý hvezdársky ďalekohľad toto číslo zvýši na viac ako 2,5 milióna – dosť na to, aby aj ten najfanatickejší pozorovateľ hviezd mal čo robiť niekoľko životov. Ibaže aj tento počet je len špičkou kozmického ľadovca. Najlepšie odhady napovedajú, že galaxia Mliečna cesta (obrovský hviezdny disk, ktorý nazývame domov) obsahuje dokopy možno 400 miliárd hviezd, pričom rok čo rok sa rozhorí do života šesť alebo sedem nových. Potom pravdepodobne môžete toto číslo umocniť

2 *História vesmíru v príbehoch 21 hviezd*

na 400 miliárd, keďže vo vesmíre je najmenej toľko galaxií ako v Mliečnej ceste hviezd.

Toto všetko naznačuje, že hviezdy nie sú len nejakým doplnkovým príslušenstvom, tie pekné svetlá na nočnej oblohe neslúžia len na ozdobu. Práve naopak. V skutočnosti žijeme z ich priazne. Sú to v podstate jediné telesá vo vesmíre schopné produkovať teplo a svetlo na ohrievanie a ochranu povrchu planéty pred drsným chladom hlbokého vesmíru. Navyše, menšie svety samy osebe by neexistovali, keby nebolo gravitačnej hnacej sily hviezdotvorby. Teplo a svetlo z vesmíru spolu s energiou z geologických procesov zvnútra planét sú jedinými známymi spôsobmi dodávania energie spleťtému chaosu nazývanému život.

V našom dôvernom vzťahu s hviezdami ide o viac než len o výživu. Ako pamätne poznamenal astronóm Carl Sagan: „Sme z hviezdneho materiálu utkaní.“ Kniha, ktorú práve čítate, sa skladá z atómov, ktoré prešli týmito veľkými kozmickými recyklovačmi pravdepodobne niekoľko ráz. Tak je to aj so vzduchom, ktorý dýchate, so stoličkou, na ktorej sedíte, a s každou molekulou vo vašom tele (okrem vodíka, ktorý sme zdedili priamo zo samotného veľkého tresku).

Inými slovami povedané, hviezdy sú všade, takže určite iba pochábeľ by sa podujal vyrozprávať históriu odhadovaných 160 000 000 000 000 000 000 hviezd optikou číročírych 21 z nich! Našťastie však existuje niekoľko skutočností, ktoré nachyľujú jazyček váh v môj prospech.

Po prvé, hviezdy sa riadia fyzikálnymi zákonmi práve tak nepochybne, ako sa nimi bude riadiť táto kniha, ak sa vám vyšmykne z rúk a padne vám na palec na nohe. Hoci každá hviezda je jedinečná prípadová štúdia, všetky prechádzajú podobnými fázami cyklu života a skonu, svietia na základe rovnakých základných princípov a majú sklon grupovať sa do jasne odlíšených kategórií.

V skratke to znamená, že čo platí pre jednu hviezdu, bude viac-menej platiť pre miliardy ďalších.

Po druhé, kým generácie hviezdárov strávili stáročia skladaním kúskov skladačky tohto príbehu, tempo poznávania sa od čias, keď som bol mladým absolventom astronómie, podstatne zrýchlilo. Satelitné observatóriá a obrovské astronomické ďalekohľady riadené počítačmi spustili astronomickú revolúciu – od deväťdesiatych rokov 20. storočia sme boli schopní zmapovať dozvuky veľkého tresku, popasovali sme sa s procesmi, ktoré stoja za zrodom a skonom hviezd, objavili sme tisíce cudzích svetov a našli sme celkom nový spôsob pozorovania vzdialeného vesmíru skôr prostredníctvom gravitácie než svetla*. Vďaka tomu som nesmierne vďačný, že táto kniha môže čerpať z bezodnej studnice poznania, teórií a opodstatnených odborných domnienok.

Och, a po tretie, švindľoval som. Môj obmedzený výber hĺstky hviezd okorenilo svetlo, ktoré sa rozlieva z ďalších objektov, takzvaných impostorov alebo imitátorov, ktoré boli v istom momente svojej histórie omylom považované za hviezdy. Teraz sú tu na to, aby pomohli vyrozprávať náš príbeh v čo najširších súvislostiach cez prítomnosť, minulosť a budúcnosť samotného vesmíru.



Hviezdy, ktoré navštívime na nasledujúcich stranách, sa do výberu dostali z rôznych dôvodov. Niektoré, napríklad 61 Cygni a Síríus B, zohrali jedinečnú úlohu pri objave nášho miesta vo vesmíre. Iné, ako Aldebaran a éta Aquilae, sú dobrými predstaviteľmi rozličných veľkých rodín objektov a vďaka nim možno

* Och, a objavili sme aj to, že niečo spôsobuje, že samotný priestor sa rozpína, a to čoraz rýchlejším tempom, ale nie je dôvod na paniku.

vyrozprávať príbeh v kontexte. Vo väčšine prípadov je to však práve zmes týchto dvoch dôvodov.

Nadovšetko som sa usiloval, aby sa k čo najväčšiemu počtu objektov dalo ľahko dospieť. Na pozorovanie väčšiny z nich vám bude stačiť tmavá bezoblačná obloha, prípadne mobilná aplikácia na pomoc s nasmerovaním alebo ilustrácie v tejto knihe. Hfístku ďalších sa vám podarí zbadáť pomocou základného triédra alebo malého ďalekohľadu. Len zopár z nich je vzhľadom na svoju podstatu prístupných výhradne náročnejším amatérskym alebo profesionálnym astronómom.

Astronómia je najstaršia vedná disciplína a zároveň je aj najpútavejšia, a to z jedného dobrého dôvodu: je dostupná. Veď každý si dnes večer môže vyjsť von a zažiť dotyk svetelných lúčov zo vzdialenej hviezdy, ktoré dopadom na sieťnicu oka a vyvolaním vzruchu v zrakovom nerve končia svoju púť, ktorá sa začala možno pred tisíckami rokov. Obrovská rozľahlosť vesmíru a relatívna bezvýznamnosť nášho miesta v ňom nás môžu sklúčovať, ale aj vzbudzovať túžbu pýtať sa a vedieť viac: *Žmurká, žmurká hviezdica... vysoko je, skús ju nájsť...* V týchto zvláštnych časoch izolácie môže uprený pohľad na oblohu poskytnúť možno aj akýsi balzam spoločného zážitku – tým, že hľadáme na rovnaké hviezdy, môžeme nájsť niečo, s čím sa dá podeliť s inými, ktorí sú blízko i ďaleko. Ak teda môžete, vyjdite von a vyskúšajte si, koľko z 21 hviezd (a troch imitátorov) sa vám podarí spozorovať osobne.

1 – POLÁRKA

*Základy astronómie
podľa najlenivejšej hviezdy na oblohe*



Začnime tou najjednoduchšou hviezdou. Polárka, hviezda severného pólu, je pravdepodobne najznámejšia hviezda na oblohe, aj keď v skutočnosti nepatrí k najjasnejším. Jej výhodou je, že ak ste na severnej pologuli, mali by ste ju vidieť každú noc v roku. Naopak, ak sa nachádzate južne od rovníka, je jedinou hviezdou v knihe, pri ktorej máte smolu. No vydržte, čoskoro sa k vám vrátíme!

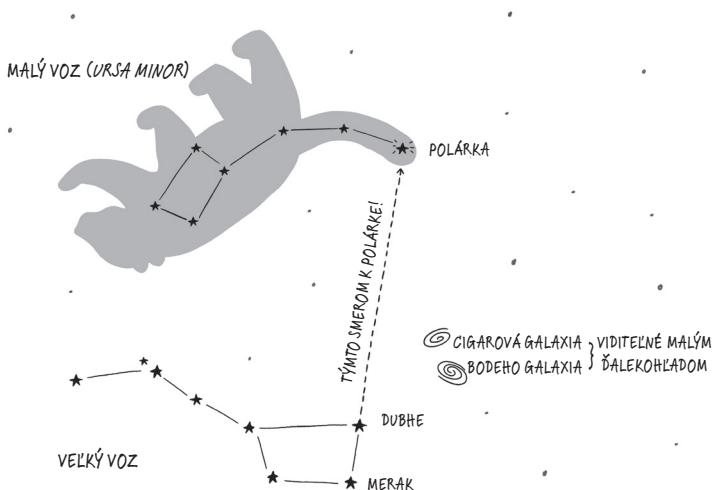
Sú rôzne spôsoby, ako nájsť hviezdu severného pólu. Ak chcete byť leniví, stačí si len otvoriť mobilnú aplikáciu s kompasom a pohľadať stredne jasnú hviezdu na spojnici medzi presným severom na horizonte a zenitom (nadhľavníkom, miestom na oblohe priamo nad vašou hlavou).

No ak sa vám mobil vybije alebo len jednoducho radi robíte všetko po starom, môžete použiť jasnejšiu a známejšiu skupinu hviezd, ktorá vás k Polárke dovedie. Obrazec siedmich hviezd známy ako Veľký voz (v anglosaskej terminológii Pluh alebo Veľká naberačka, pozn. prekl.) je stálou súčasťou oblohy väčšiny severnej pologule. Za jesenných a zimných večerov sa hojdá nízko

nad severným horizontom a v lete visí vysoko nad hlavou. Táto výrazná skupina hviezd však predstavuje len nápadnú časť (asterizmus) rozložitého súhvezdia Veľký voz, *Ursa Maior*, v preklade Veľká medvedica. (Názov Veľký voz sa používa na označenie významnej časti súhvezdia *Ursa Maior* a *Slovenská astronomická terminológia* [Polygrafia SAV, Bratislava, 1998] zostavená Eduardom Pittichom a Vojtechom Rušinom ho uprednostňuje aj ako názov pre celé súhvezdie, pozn. prekl.)

Tri z týchto siedmich hviezd tvoria zakrivené oje (alebo rukovät) a ostatné štyri zas nesúmerný obdĺžnik (kolesá voza, radlicu, korbu voza). Dvojica hviezd najďalej od oja (zadné kolesá) – Merak naspodku a Dubhe navrchu, za predpokladu, že obrazec vidíte správnou stranou nahor – je známa ako ukazovatele. Predĺžte myšlenú spojnicu Merak – Dubhe asi päťkrát a dostanete sa k trochu slabšej hviezde. To je ona, Polárka.

Len čo si tento postup niekoľko ráz zopakujete, vyhľadanie Polárky sa vám stane druhou prirodzenosťou. Čoskoro sa celkom



zaobídete bez ukazovateľov a vystačíte si s Malým vozom (*Ursa Minor*), domovským súhvezdím tejto hviezdy severného pólu. Ako ste už možno uhádli z názvu, súhvezdie vyzerá ako menšia a matnejšia verzia Veľkého voza, s ojami troch hviezd, ktoré vedie k obdĺžniku z ďalších štyroch hviezd. Je to celkom pohodlné. Polárka je najvzdialenejšia hviezda oja a zároveň najjasnejšia hviezda Malého voza. Oficiálne sa volá alfa Ursae Minoris podľa systému, ktorý zaviedol nemecký astronóm Johann Bayer v roku 1603 vo svojom hviezdnom katalógu *Uranometria* a ktorý najjasnejším hviezdám súhvezdia prideliuje v abecednom poradí písmená gréckej abecedy, pričom najjasnejšia je alfa.

Polárka vyniká spomedzi všetkých hviezd, lebo na oblohe predstavuje pevný bod, hviezdu, ktorá sa takmer nehýbe. Je to preto, lebo leží takmer presne nad severným pólom Zeme. Ak by ste sa mohli pozrieť na Zem z odstupu a cez oba póly nakresliť priamku, mierila by na miesto na oblohe veľmi blízko Polárky – na severný nebeský (svetový) pól (skratka SNP).

SNP zostáva nehybný, pretože väčšina pohybu hviezd a ostatných objektov vrátane Slnka a planét nemá nič spoločné s objektmi samotnými. V podstate výhradne je zaň zodpovedná rotácia Zeme a jej pohyb kozmickým priestorom. Zem sa otáča okolo svojej osi (jednu kompletnú otočku vykoná za 23 hodín a 56 minút)*, no z našej perspektívy sa zdá, že sa otáča obloha, a to v opačnom smere. Stačí vám len niekoľko minút hľadieť na oblohu a čochvíľa začnete registrovať, že hviezdy sa pomaly posúvajú z východu na západ, tak ako sa vaša vlastná poloha na Zemi neúprosne odvažuje na východ.

Nádherne to dokazujú fotografie oblohy zhotovené s dlhou expozíciou, ktoré odhaľujú dráhy hviezd v tvare žiarivých oblúkov

* Medzitým sa Slnko odchyľuje opačným smerom a robí to takmer celé štyri minúty, čo je dôvod, prečo máme 24-hodinový deň.

naprieč oblohou. Väčšina hviezd sa vynára spod východného obzoru. Svoj najvyšší bod na oblohe dosiahnu vtedy, keď pretnú severojužnú líniu vedúcu z jednej strany oblohy na druhú, známu ako meridián (najväčšia kružnica na nebeskej sfére prechádzajúca nebeským pólom a zenitom miesta pozorovania, pozn. prekl.), a potom zapadajú na západe. Hviezdy, ktoré sa nachádzajú dostatočne blízko k nebeskému pólu, sú cirkumpolárne, teda nevychádzajú ani nezapadajú, namiesto toho opisujú na oblohe kruhové dráhy. Presný stred týchto sústredných kružníc pre pozorovateľov na severnej pologuli označuje polárna hviezda, ten istý efekt sa však uplatňuje rovnako na oboch pologuliach.

To, ako presne vysoko sa Polárka nachádza na oblohe a ktoré hviezdy a súhvezdia sú cirkumpolárne, závisí od zemepisnej šírky, čo je vaša poloha na zemskom povrchu meraná v stupňoch severne alebo južne od rovníka. Ak by ste stáli priamo na severnom póle (jeho zemepisná šírka je 90° severnej zemepisnej šírky), SNP by bol priamo nad vašou hlavou a všetky hviezdy na oblohe by boli



cirkumpolárne. Opisovali by kruhové dráhy súbežné s horizontom a nevychádzali by ani nezapadali. Ako sa však posúvate južnejšie, Polárka a SNP postupne sklzávajú na oblohe nadol k severnému horizontu a okruh cirkumpolárnych hviezd sa zmenšuje*.

Teraz sa žiada povedať si niečo o uhloch na oblohe. Merajú sa presne rovnakým spôsobom ako na Zemi (ak si pamätáte školskú geometriu) s 360 stupňami okolo celej oblohy† a 90 stupňami v pravom uhle (napríklad medzi horizontom a zenitom, teda bodom presne nad hlavou). Každý stupeň sa ďalej delí na 60 oblúkových minút a každá minúta na 60 oblúkových sekúnd (takže by ste mohli mať, povedzme, uhol $5^{\circ} 32' 15''$ – päť stupňov 32 minút 15 sekúnd).

Keď maximálne predpažíte ruku a rozťahnete prsty, ich rozpätie predstavuje asi desať stupňov (zhruba šírku voza Veľkého voza). Zatnite päšť – to je asi päť stupňov (viac-menej vzdialenosť medzi hviezdami Dubhe a Merak). Vystrčte palec dohora – predstavuje šírku približne jedného stupňa. Slnko aj Mesiac v splne majú uhlový priemer asi pol stupňa a hranica rozlíšenia (ktorá vám ešte dovoľuje rozlišovať detaily) je pre ľudský zrak približne jedna oblúková minúta.

Polárka leží asi pol stupňa od samotného nebeského pólu, preto okolo SNP opisuje veľmi tesnú kružnicu. Keď uvážime, že je to náhodné priestorové usporiadanie do radu (zarovnanie) s hviezdou vzdialenou stovky miliárd kilometrov, je vlastne šťastie, že máme takú jasnú návesť pre stredovú os našej oblohy.

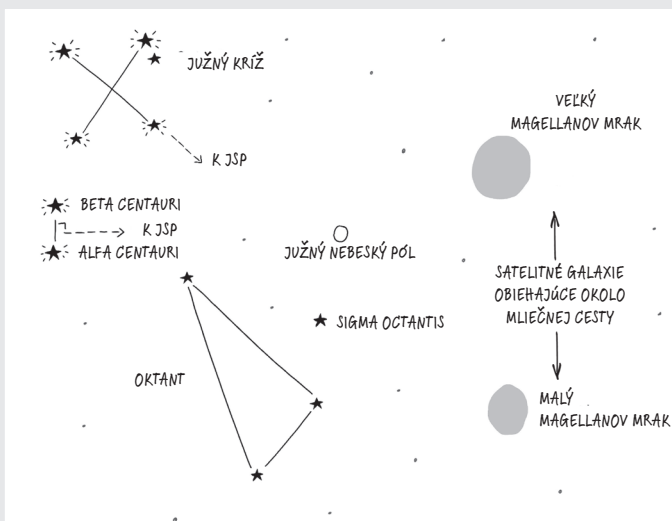
* Užitočná pomôcka: nech ste na ktorejkoľvek pologuli, váš nebeský pól leží nad horizontom pod uhlom rovnajúcim sa vašej zemepisnej šírke.

† Tento systém existuje už asi 4 000 rokov a pochádza od Mezopotámčanov, ktorí mali radi všetko v násobkoch čísla 60. Číslo má veľa celočíselných deliteľov, to znamená, že sa dá deliť rozličnými spôsobmi a výsledkom je vždy celé číslo. V časoch pred vynálezom kalkulačky Casio FX-80 to bola veľká vec a umožňovala robiť množstvo výpočtov z hlavy (alebo aspoň na hlinenej tabuľke).

Hľadanie hviezdy južného pólu

Obloha okolo južného nebeského (svetového) pólu (JNP) sa od svojho severného náprotivku výrazne líši. Má len slabé hviezdy porozhadzované v niekoľkých veľmi nevýrazných súhvezdiach, ktoré zaviedol francúzsky astronóm Nicolas-Louis de Lacaille v polovici 18. storočia počas výskumného pobytu na Myse dobrej nádeje. Samotný JNP leží v súhvezdí Oktant (pomenovanom podľa zastaraného navigačného prístroja). Slabá hviezda sigma Octantis je najbližšou hviezdou k pólu, ktorá je ešte viditeľná voľným okom, no leží mimo o viac ako jeden uhlový stupeň. Našťastie na to, aby sme našli južný nebeský pól, existuje viacero spôsobov.

Riadte sa Južným krížom: Klasickou metódou hľadania hviezdy južného pólu je najprv nájsť známu kompaktnú skupinu Južného kríža, *Crux* (dajte si pozor na napodobneniny,



existuje totiž niekoľko obrazcov podobných krížu, ktoré môžu unáhlených pozorovateľov pomýliť). Vedte myslenú čiaru pozdĺž dlhej osi kríža od hviezdy Gacrux na jeho vrchole po najjasnejšiu hviezdu Acrux naspodku a potom spojnicu predĺžte približne štyriapolkrát (južný nebeský pól síce o niekoľko stupňov miniete, no určite budete v správnej oblasti).

Nakreslite trojuholník jasných hviezd: Nájdite hviezdy Canopus (je to druhá najjasnejšia hviezda na celej oblohe a nachádza sa v súhvezdí Kýl, *Carina*) a Achernar (leží na konci riečneho súhvezdia Eridanus). Predstavte si rovnostranný trojuholník s týmito hviezdami vo dvoch vrcholoch, ktorý siaha až do ďalekej južnej oblohy. JNP leží v chýbajúcom vrchole.

V niekoľkých posledných storočiach pred našim letopočtom grécki hvezdári pretvorili systém uhlových meraní na oblohe do teoretického modelu vesmíru, v ktorom Zem leží v samom strede postupnosti sústredných, vnorených sfér nesúcich Slnko, Mesiac, planéty a hviezdy.

Predstava týchto sfér sa začala formovať v 4. storočí pred n. l. vďaka prenikavému mysleniu veľkého helénskeho filozofa Platóna. Tento nadšený hľadač odpovedí na zložité otázky uvažoval, či by sa zdanlivo nepredvídateľné pohyby Slnka, Mesiaca a planét vlastne nemohli vysvetliť súborom vzájomne pôsobiacich cyklov obehov, pričom každý z nich by zahŕňal kruhový pohyb rovnomernou rýchlosťou (predstava kruhovosti a rovnomernosti nielenže Grékom uľahčovala počítanie, ale zhodovala sa aj s ich predstavou prírodnej dokonalosti).

Platónova idea pôsobila tak príťažlivo, že jeho nasledovníci strávili niekoľko stáročí vymýšľaním riešení, ako by ju mohli sfunkčniť. Odvolávali sa pri tom na sústavy vnorených krištáľových guľových sfér a pridávali čoraz viac dômyselných zlepšení v nádeji, že by napokon mohli nájsť model, ktorý správne predpovedá pohyby planét. Aspoňže tie hviezdy boli jednoduché! Vyžadovali len jedinú sféru upevnenú v nebeských póloch, ktorá sa každý deň raz otočí okolo svojej osi.

V 2. storočí Klaudios Ptolemaios z Alexandrie, grécko-egyptský polyhistor, ktorého v našom príbehu ešte niekoľko ráz spomenieme, zvečnil svoje poňatie nadmieru komplikovaného vesmírneho mechanizmu vo významnom astronómickom diele *Almagest**. Klasický bestseller zostal v astronómii autoritou s právom posledného slova takmer 1 500 rokov, až kým sa povýšeneckí renesanční učitelia neodvážili spochybniť najprv polohu Zeme v strede vesmíru a potom posvätný princíp rovnomerného kruhového pohybu.

Po roku 1600 postupne, najmä vďaka dielu nemeckého astrológa a astronóma Johanna Keplera†, začali byť v móde eliptické dráhy (orbity) okolo Slnka. Keďže teraz už každé teleso bolo schopné meniť svoju vzdialenosť od Slnka, pre planetárne sféry nezostalo miesto. Konceptia sfér však bola taká pohodlná a praktická, že astronómovia pri predstave najvzdialenejšej sféry nehybných hviezd obkolesujúcej Zem zostali. Do dnešného dňa táto nebeská sféra poskytuje súradnicovú sústavu, v ktorej možno merať všetko ostatné.

* Názov tomuto spisu dali neskôr arabskí astronómovia a znamená *Veľká kniha (stavba)*. Podľa recenzií to nie je zlý názov a rozhodne je chytľavejší ako originálny *Mathématiké Syntaxis (Matematická sústava)*.

† Pred 18. storočím ľudia astrológiu a astronómiu značne vzájomne zamieňali, keďže takmer každý, kto skúmal hviezdy, to robil s cieľom predpovedať budúcnosť. Pozoruhodnou výnimkou bol Galileo Galilei.