

Richard Panek

PILÍŘE STVOŘENÍ

Jak teleskop Jamese Webba
odkryl tajemství vesmíru

ARGO

edice zip

svazek 99

Richard Panek **PILÍŘE STVOŘENÍ**

JAK DALEKOHLED JAMESE WEBBA ODKRYL TAJEMSTVÍ VESMÍRU

Z anglického originálu *Pillars of Creation. How the James Webb Telescope Unlocked the Secrets of the Cosmos*,

vydaného nakladatelstvím Little, Brown and Company v New Yorku v roce 2024, přeložil Vít Penkala.

Odborná revize Jiří Srba.

Odpovědný redaktor Vít Penkala.

Technický redaktor Milan Dorazil.

Grafická úprava a sazba Vladimír Fára.

Vydalo nakladatelství Argo,

www.argo.cz, argo@argo.cz,

Milíčova 13, 130 00 Praha 3,

v roce 2026 jako svou 5973. publikaci.

Vytiskla tiskárna TNM Print.

První vydání.

ISBN 978-80-257-4871-8

Naše knihy distribuuje knižní velkoobchod KOSMAS

Sklad: Za Halami 877, 252 62 Horoměřice

Telefon: 226 519 383

E-mail: odbyt@kosmas.cz

www.firma.kosmas.cz

Knihy je možno pohodlně zakoupit v přátelském internetovém knihkupectví

www.kosmas.cz.

KLÍČ K BAREVNÝM FOTOGRAFIÍM

Obr. I

Webbovo hluboké pole: Tento obrázek byl první veřejnou ukázkou schopností Webbova dalekohledu. Těch osm šesticípých objektů jsou hvězdy v popředí. Zbytek jsou galaxie, a některé z nich vznikly už během první miliardy let existence vesmíru. O desetiletích příprav před vědeckým využitím Webbu se dočtete více v Prologu a kapitole 1 a 2. Konkrétně o zveřejnění prvních obrázků z Webbu na str. 16 a 58.

Obr. II

U Jupiteru: Toto vyobrazení plynného obra odhaluje řadu rysů samotné planety i jejího bezprostředního okolí. Kolem pólů planety je vidět polární záře a vně disku planety je patrná i difrakce světla polární záře v optickém systému dalekohledu. Napravo a nalevo jsou slabě vidět také Jupiterovy prstence. Nalevo jsou dva měsíce planety: na okraji prstenců jeAdrastea a více vlevo Amalthea. (Velká rudá skvrna, bouře, jejíž rozpětí přesahuje dvojnásobek průměru Země, se následkem specifického využití filtrů a barev jeví bílá.) Díky podrobnější analýze dat z Webbu astronomové objevili nad oblaky kolem rovníku planety tryskové proudění širší než 4800 kilometrů. Další podrobnosti o astronomickém zkoumání Sluneční soustavy a o tom, jak je obohatil Webb, viz v kapitole 3. O Jupiteru konkrétně viz str. 72.

Obr. III

Zrodila se hvězda: Zobrazení zrodu hvězdného systému asi 1000 světelných let od Slunce odhaluje možnou obdobu našeho Slunce a jeho planetárního systému ve velmi rané fázi vývoje. Bouřlivé dění v jádru hvězdného zrodu může dát vznik hvězdnému větru či výtryskům plynu, které se střetávají s okolním plynem a prachem a vytvářejí dramatické jevy, jako jsou rázové vlny na tomto portrétu. Další podrobnosti o astronomickém bádání vně naší Sluneční soustavy a o tom,

jak je obohatil Webb, viz v kapitole 4. Konkrétně o protohvězdách se dočtete na str. 82.

Obr. IV

Vesmírné útesy: Další příklad z první série obrázků z Webbu; tato kompozitní fotografie zachycuje část mlhoviny Carina, která je příkladem „továrny na hvězdy“, jak astronomové označují oblasti s probíhající překotnou tvorbou nových hvězd. Další podrobnosti o vzniku hvězd v naší Galaxii viz na str. 100–101.

Obr. V

Pilíře stvoření, část první: Snímek oblasti s probíhající tvorbou hvězd, vzdálené asi 6500 světelných let od Slunce, který v roce 1995 pořídil Hubbleův kosmický dalekohled, se stal populárním díky pojmenování „Pilíře stvoření“. Když se na tuto oblast zaměřil Webb, astronomové se rozhodli ji pozorovat skrze různé filtry odpovídající konkrétním vlnovým délkám elektromagnetického spektra; spolu s techniky jim přidělili různé barvy. Další podrobnosti o uměleckém a vědeckém zpracování obrázků z Webbu, které se týkají této a protější strany, viz na str. 188–190.

Obr. VI

Pilíře stvoření, část druhá: Veřejnosti prezentovaný snímek je kompozicí záběrů pořízených v šesti různých filtrech a byl dále upraven z estetických i vědeckých důvodů. Původně protohvězdy, které dospěly do stadia fúze vodíku – a získaly tudíž status skutečné hvězdy –, jsou patrné jako červené body na „špičkách prstů“ pilířů, které díky nim zřetelně upomínají na E. T. mimozemšťana.

Obr. VII

Prach, samý prach: „Prázdný“ prostor není ve skutečnosti prázdný. Je plný prachu a dalšího materiálu, ze kterého se mohou tvořit hvězdy, planety, a dokonce i život, jak odhaluje tento obrázek galaxie NGC 6822, vzdálené 1,5 milionu světelných let od Slunce. Další podrobnosti o astronomickém zkoumání galaxií vně naší Mléčné dráhy a o tom, jak je obohatil Webb, viz v kapitole 5. Více o vztahu mezi prachem a vývojem galaxií viz na str. 97–103.

Obr. VIII

Mnoho podob spirálních galaxií: Projekt PHANGS (Physics at High Angular Resolutin in Nearby GalaxieS) využívá Webb, aby navázal na svá předchozí

PILÍŘE STVOŘENÍ

pozorování (některá probíhala s využitím Hubbleova vesmírného teleskopu) devatenácti spirálních galaxií, které všechny pozorujeme pohledem podél osy jejich rotace (zespodu či svrchu, chcete-li), ale každá vykazuje jedinečnou strukturu. Další podrobnosti o PHANGS viz na str. 102–103.

Obr. IX

Stephanův kvintet: Další z prvních výsledků z Webbu; tuto mozaiku tvoří 150 milionů pixelů a tisícovka obrazových souborů z přístrojů zkoumajících infračervené pásmo. Galaxie nalevo je asi 40 milionů světelných let od Slunce, druhá je vzdálená přibližně 290 milionů světelných let. Filmoví fanoušci v tomto seskupení galaxií možná rozpoznají pozadí, na němž se odehrává rozhovor Boha a andělů na začátku snímku *Život je krásný*. Více podrobností o vývoji galaxií, které se týkají této a protější strany, najdete na str. 100–102.

Obr. X

Gravitace panuje: Galaxie, tak jako všechno ve vesmíru, na sebe navzájem gravitačně působí, což někdy vede k úchvatným jevům. Tato dvojice splývajících galaxií leží zhruba 500 milionů světelných let od Slunce v souhvězdí Delfína.

Obr. XI

Hra světél: Astronomové využívají ke zkoumání objektů v raném vesmíru jev, který předpovídá Einsteinova obecná teorie relativity, zvaný gravitační čočka. Obrovská hmotnost objektu v popředí, jakým může být kupa galaxií, zvětší a zmnoží obrazy objektu v pozadí, který by za jiných okolností byl nejen skryt za kupou, ale také mimo dosah Webbu. (Když přelístejte na obrázek Webbova hlubokého pole, rozpoznáte mnoho případů těchto příznačných oblouků.) Další podrobnosti o astronomickém zkoumání raného vesmíru a o tom, jak je obohatil Webb, viz v kapitole 6. Více o gravitačních čočkách viz na str. 109 a 121.

PROLOG

Ve schránce jí přistál mail z NASA: Vaše data budou k dispozici do měsíce. Čeká, dokud nedorazí další zpráva: Vaše data budou k dispozici do týdne. Čeká, dokud nedorazí ještě další zpráva: Vaše data budou k dispozici v neděli.

Ale v neděli už Rebecca Larsonová poletí do Seattlu na shromáždění Americké astronomické společnosti. Ta se konají dvakrát do roka; tentokrát připadlo na leden 2023.

Třeba ty údaje pošlou, než letadlo odstartuje?

Ani náhodou.

Anebo během letu.

Kdepak.

Nebo až bude v Denveru čekat na další let?

Jo! Jenomže jsou to nezpracovaná data. Gigabyty a gigabyty dat, a většina z nich s jejím tématem nesouvisí. Ale je to aspoň začátek, žila rudy, ze které může Larsonová těžit během další etapy své cesty. Hrbí se nad laptopem a spolu s ní její dlouholetý kamarád astronom Taylor Hutchinson – ale letištní internet takový nápor nezvládá. A krom toho potřebují data zpracovaná, rozříděná – rudu bez hlušiny.

Třeba dorazí, než přistanou v Seattlu? Ne. Nebo až se ubytují ve svém zapadlém hotelu? Taky ne. Anebo ve Starbucksu na rohu, až si budou krátit čas před zahajovací recepcí?

Ano.

Oba píšou zprávu Danu Coeovi, vedoucímu jejich badatelského týmu. I jemu ten mail přišel, a proto navrhuje svolat zbylé členy týmu do předsálí oficiálního hotelu, kde je Coe ubytován. Když nic jiného, třeba tam bude lepší internetové připojení.

Několik členů týmu zabere křesílka u stolku v předsálí. Zaměří se na galaxii, která se zrodila snad už 400 milionů let po velkém třesku. Snaží se ukázat, že i navzdory takové vzdálenosti v prostoru a čase dokážou přístroje v jejich novém teleskopu detekovat emisní čáry napovídající chemické složení galaxie.

Coe jim sděluje nepříjemnou zprávu. Jejich kolega v Kodani už data zpracoval ve svém vlastním programu a nenašel nic. Jen „šum“, „zrnění“ – možná záření z jiného světelného zdroje, překrývající světlo z galaxie, na kterou se zaměřili.

Zklamané mručení. Vzdechy. Leckomu se zamží oči. Všichni se schoulí. Coe obrátí svou obrazovku k ostatním, aby si kolegův graf mohli prohlédnout sami.

Larsonová a Hutchinson se nakloní blíž. Jsou týmoví experti na analýzu takových dat. Mistrovsky ovládli techniku extrahování emisních čar z okolního šumu. Dobývají podobná data ze šumu už celé roky.

„Ale jo,“ řekne Larsonová, „čáry tam jsou.“

Hutchinson přitaká. „Tady,“ ukáže na jedno místo na obrazovce, „tady přesně je čára.“

Coe chce vědět jedinou věc: *Víte to jistě?*

„Uvidíš to sám,“ ujistí ho Larsonová, „až projedu zpracovaná data svým vlastním programem.“

Ale na to si budou muset počkat. Předšáli se zaplnilo astronomy, kteří se trousí na zahajovací recepci konanou naproti hotelu, a Coe se svým týmem se k procesí připojí. Ale Coe se nemůže dočkat. Nakloní se k Larsonové a dožaduje se: *Opravdu si myslíš, že tam vidíš emisní čáry?*

Jo.

Nad skleničkou: *Opravdu si myslíš, že tam vidíš emisní čáry?*

Ano.

Během večeře: on znovu totéž – a ona opět totéž.

Po večeři sedí Larsonová v baru s hloučkem astronomů, jakoby nic vyřeší problém s kolegovým programem, současně vyrobí fotku, kterou jiný kolega může vydat v tiskové zprávě. Její laptop pak jde z ruky do ruky a všichni velebí její práci. Ale Larsonová potřebuje vyřešit problém se svým vlastním programem, a tak se vrací do hotelu, jde do svého pokoje a zaleze do postele.

Nespala už osmnáct hodin. Zhasne a zavře oči.

Načež vzdychne, posadí se, otevře laptop a pustí se do práce.

No jo, ale nikdo přece netvrdil, že nahlížet až k počátku prostoru a času bude hračka.

„Dějiny astronomie,“ napsal v roce 1936 americký astronom Edwin Hubble, „jsou dějiny posouvaných horizontů.“

Právě takhle, metaforicky vzato, dějiny vědy skutečně fungují. Jedna generace zdědí určitý horizont a snaží se vymyslet způsob, jak ho překročit. Ale tyto dějiny jsou samy spojením dvou příběhů.

Jedním je příběh o zvědavosti. Druhý je příběh o nástrojích. Tohle střídání výzvy a odpovědi mezi vizí a misí – mezi intelektuálními ambicemi a technologickými inovacemi, mezi vědomostmi, o které stojíme, a prostředky k jejich získání – není charakteristické jen pro astronomii. Dochází k němu, když jedna generace přitiskne oko k mikroskopu a ptá se, co by asi odhalil ještě detailnější pohled, nebo když jedna generace spustí urychlovač částic a uvažuje, co by asi odhalil ještě výkonnější stroj.

Až na to, že v astronomii nejde o horizonty čistě metaforické.

Už od těch dob, kdy Galileo v roce 1609 namířil k noční obloze primitivní dalekohled, se astronomové setkávají s dalšími a dalšími zbrusu novými obzory. Galileo objevil měsíce obíhající kolem jiné planety. Další astronomové objevili měsíce u dalších planet. A potom ještě dvě planety. A taky měsíce u těch planet. Objevili dosud neviditelné hvězdy, které se rozprostíraly všude tam, kam až jejich stále silnější dalekohledy dohlédly, a objevili nezřetelné skvrny, se kterými si nevěděly rady ani ty nejsilnější teleskopy, jaké byly k dispozici na přelomu devatenáctého a dvacátého století. Samotný Edwin Hubble ve dvacátých letech usoudil, že některé z těchto skvrn jsou „ostrovní vesmíry“ či „hvězdné ostrovy“ – galaxie, jako je naše Mléčná dráha. V devadesátých letech pak dalekohled, který nesl jeho jméno, odhalil, že vesmír je galaxiemi hustě zaplněn, kam až oko dohlédne – a pravděpodobně ještě dál. Dále napříč vesmírem, a protože světlu trvá nějakou dobu, než dospěje k našim očím, také dále v minulosti.

Jak daleko v prostoru? Jak daleko v čase?

Už před vypuštěním Hubbleova vesmírného dalekohledu v roce 1990 se pracovalo na jeho následovníkovi – vesmírném teleskopu pojmenovaném po Jamesi Webbovi. V tomto okamžiku dějin astronomie nikdo přesně nevěděl, jaké obzory Hubbleův teleskop nalezne. Astronomové si však byli jistí, že nějaký nový horizont objeví – horizont, jenž probudí zvědavost další generace, která bude potřebovat výkonnější nástroj, aby mohla nový obzor překonat.

Původní název Vesmírného dalekohledu Jamese Webba dokonce tuto souslednost přímo vyjadřoval: měl to být Vesmírný dalekohled příští generace. Přesto novou generaci málem nestihl. Jelikož projekt o několik miliard dolarů překročil rozpočet a byl víc než půl dekády ve skluzu, vysloužil si hněv Kongresu a v roce 2011 byl nakrátko odstaven.

Nakonec Kongres popravu odložil a 25. prosince 2021 – po dalším desetiletí pokračujícího zpoždování a stále většího přečerpávání rozpočtu – byl teleskop vypuštěn. V dalších týdnech provedl stovky technických úkonů; kdyby kterýkoli z nich selhal, celá mise by mohla skončit. Ale jakmile teleskop dospěl

na své trvalé stanoviště půldruhého milionu kilometrů od Země, pustil se do práce.

V únoru 2022 začal do řídicího centra v Baltimoru posílat data. Inženýři a astronomové tu dohlíželi na nezbytná technická opatření, aby mohl teleskop začít provozovat vědu. Ale už tehdy, v těch prvních týdnech, zjistili z prvních stažených dat všechno, co vlastně potřebovali vědět.

Nuly a jedničky digitálních dat; pak jejich konverze pomocí algoritmů; poté generování vlnovek grafů poměřujících pohyby a obsah kovů v nebeských objektech; následně generování obrázků těchto měsíců, planet, hvězd, galaxií rozestých po vesmíru od *tady* a *ted'* až po nejzazší *tam* a *tehdy*:

Bude to fungovat, říkali jeden druhému a rozesmáli se nevěřičnou úlevou. *Bude to fungovat líp, než jsme si kdy představovali.*

Veřejnost se na obrázky z Webbu mohla poprvé podívat během prezentace v Bílém domě 11. července 2022. Viděli jsme, jak hvězdy v naší Galaxii povstávají z masy plynu a prachu; pět galaxií v gravitačním tanci; „hluboké pole“, z něž jediný pohled vytěží desetitisíce galaxií.

Ale v těch prvních měsících činnosti teleskopu snad nejvíc zaujalo veřejnost vyobrazení „Pilířů stvoření“. Šlo o aktualizovanou verzi slavných „Pilířů stvoření“, jak je zachytil Hubbleův vesmírný dalekohled v roce 1995: dvě věže z plynu a prachu ležící v jádru mlhoviny oseté hvězdami vzdálené nějakých 66 bilionů kilometrů od Slunce; dvojitý zikkurat, v němž probíhá zrod hvězd a formování planet, procesy, které malou část hmoty oblaku spotřebují a zbytek rozfoukají do okolního vesmíru.

A přicházely další divy. Ne jen obrázky, ale i objevy, nové a nové obzory a za nimi další. V naší Sluneční soustavě: voda na divných místech. V jiných hvězdných soustavách v naší Galaxii: doklady chemických prvků a sloučenin, které by mohly být příznivé vzniku života. Ve stovkách miliard dalších galaxií: nové uvažování o tom, jak náš vesmír roste. V raném vesmíru, dosud nedostupném: důkladná revize všeho, co jsme si mysleli o původu vesmíru.

A konečně to, co možná nebylo největším divem ze všech, ale přinejmenším divem, díky němuž mohly všechny ty objevy a obrázky vzniknout: dalekohled, který je sám pilířem lidského usilování, jak vám řeknou vědci, kteří tomu rozumějí nejlíp.

ČÁST I

VIŽE A MIŠE

VIZE

Riccardo Giacconi měl skvělý nápad. Tento věčně mžourající muž s mohutnými rameny rád zahajoval svůj pracovní den zvučným prohlášením o budoucnosti, do které viděl jen on. Jeho skvělé nápady se někdy ihned ujaly, už během narychlo svolané schůze v jeho prostorné rohové pracovně, ze které byl výhled na stromky zarůstající příkrý svah klesající k potoku Stony Run. Jiným se vzdorovalo: některý z jeho asistentů vznesl námitku nebo připomínku. Některé nápady, které nevyvolaly nadšení, sám Giacconi zavrhl hned další den. Natolik byl uvážlivý. Stačily dostatečně přesvědčivé protiargumenty a nazítří už si povolal asistenta a svou včerejší sebejistotu poslal k vodě.

Tentokrát ho napadlo, že tato organizace – Vědecký ústav pro vesmírný dalekohled (Space Telescope Science Institute, STScI nebo prostě Ústav), který řídil a který sídlil v odlehlém koutě hlavního kampusu Hopkinsovy univerzity v Baltimoru – by měla začít projektovat následovníka Hubbleova vesmírného dalekohledu (HST).

Tenhle nápad patřil k těm, kterým se vzdoruje – i když až po chvíli. Garth Illingworth, zástupce ředitele Ústavu, na svého šéfa nejdřív jen němě zíral. Hubble byl jedinou náplní jeho práce. Nikdo v celém ústavu na ničem jiném nepracoval. Jen kvůli němu ústav vznikl: aby připravil vypuštění Hubbleova teleskopu v roce 1990 – což bylo až za pět let.

„To asi těžko,“ řekl Illingworth nakonec, „na to nemáme čas.“ Sám pro sebe dodal: *To je magořina.*

Ale pak si připomněl, že jeho šéf na vesmírných teleskopech pracuje už více než čtvrt století – právě tak dlouho existují i vesmírné dalekohledy. A samotný přívlastek vesmírný je jen o málo starší. Úsvit kosmického věku se datuje podzimem roku 1957, kdy Sovětský svaz vypustil družici Sputnik 1, první těleso sestavené lidmi, které kroužilo okolo Země. Ta událost měla stejnou váhu jako první výstřel Občanské války, tentokrát ale odstartovala závod v dobývání vesmíru. Giacconi se v 60. letech podílel na navrhování teleskopů pracujících nad zemskou atmosférou a řídil vypuštění družice, která odhalila, že vesmír je plný

tajemných zdrojů rentgenových paprsků – vysokoenergetického záření, které tehdejší astronomy šokovalo a ještě o dvě dekády později se vzpíralo vysvětlení. Jestli tedy byl někdo odborníkem na plánování astronomických pozorování z vesmírného prostoru, byl to Giacconi.

Illingworth se tedy rozhodl, že nebude dělat předčasné závěry.

Giacconi mu pak vysvětlil, jak to myslí. Až Hubble odstartuje, řekl, bude pracovat nějakých deset let. V nejlepším případě patnáct. I kdyby začali plánovat jeho nástupce hned tady a teď, v téhle pracovně, tohle dopoledne, opustí příští teleskop odpalovací rampu nejdřív za patnáct let. Takže si to spočítejte: pokud má další vesmírný dalekohled navázat na objevy, ke kterým třeba Hubble dospěje – a který astronom z generace Hubbleova teleskopu by si nepřál, aby další generace měla svůj vlastní vesmírný dalekohled –, pak plánování musí začít teď a tady.

Tohle dopoledne. V téhle pracovně.

No tak jo, připustil Illingworth, i když jen v duchu. *Možná to není úplná magořina.*

V posledních čtyřech stoletích každá další generace astronomů obývala nový vesmír.

Ten vesmír mohl být nový proto, že astronomové pozorovali více měsíců než předchozí generace.

Mohl být nový proto, že pozorovali více planet.

Mohl být nový proto, že viděli víc hvězd nebo více galaxií.

Jenom dvakrát se však nový vesmír objevil proto, že samo *vidění* bylo nové.

Poprvé k tomu došlo jednoho podzimního večera roku 1609 v Padově, když profesor matematiky z místní univerzity vynesl na zahradu svého domu nemotorový aparát, kterým se v poslední době zabýval. Sestával z olověné trubice a dvou skleněných čoček, po jedné na každém konci trubky. Když jste se skrz ni podívali, vzdálené objekty se jevíly bližší.

Galileo Galilei už tou dobou věděl, co dokáže zvětšení vzdálených objektů na Zemi. Před několika týdny předvedl o něco slabší verzi svého přístroje benátským starším; doprovázel je na ochozy jejich věží, aby ten zázračný pohled zkusili sami: kostelní věže v okolních vesnicích jako na dosah ruky; vlajky na cizozemských lodích, ještě než vpluly do přístavu. (Jeho odměnou byla svého druhu definitivita na univerzitě v Padově.)

Teď ale chtěl Galileo zjistit, co dokáže zvětšení objektů, které na Zemi neleží. Obrátil svůj aparát k nebi, přiložil oko ke spodní čočce a jediným pohledem překonal doposud nepřekročitelnou propast.

ELEKTROMAGNETICKÉ SPEKTRUM

P r o n i k á z e m s k o u a t m o s f é r o u



Typ záření	gama	rentgenové	ultrafialové	viditelné	infračervené	mikrovlnné	radiové
Vlnová délka (m)	10^{-12}	10^{-10}	10^{-8}	5×10^6	10^{-5}	10^{-1}	10^3



Co znamená světlo: Před rokem 1800 bylo světlo to, co dokážeme vnímat zrakem, ať už prostým okem nebo za pomoci dalekohledu. Uprostřed dvacátého století si začali astronomové uvědomovat, že neoptická pásma elektromagnetického spektra nám poskytují hojnost dalších informací o vesmíru. Webbův dalekohled „vidí“ zejména v infračerveném pásmu, a může proto dohlédnout dále do prostoru – a tedy i hlouběji v čase – než jakýkoli dřívější teleskop.

„Své otázky si musíme zodpovídat na dálku,“ napsal Aristoteles ve svém spisu *De caelo* neboli *O nebi*, „na dálku, která povstává z toho, že nám naše smysly dovolu-
jí spatřit jen nemnohé rysy nebeských těles.“ Galileovo *perspicillum* – pozorovací
trubice, jíž budou budoucí generace říkat teleskop či dalekohled – zmenšilo tuto
vzdálenost tak, jak jiný nástroj v dějinách civilizace nikdy nedokázal. Vylepšilo
jeden z našich smyslů a současně změnilo naše chápání slova *vidění*.

Zpětně vzato zahrnovala astronomická definice vidění jen to, co dokáže vní-
mat *samotné oko*. Od toho večera to však bylo to, co může vnímat *oko doplněné*
dalekohledem – nástrojem, který staví na zpracování světla.

Po Galileově smrti se astronomové po staletí učili pracovat se světlem a dosa-
hovali stále lepších výsledků. Objevili, že když změní tvar čoček na obou koncích
trubice, ovlivní tím *refrakci* – ohyb světla, a tím i polohu ohniska. Objevili, že
když nahradí čočky zrcadly, mohou pracovat také s odrazem a dokážou tak sou-
středit a využít větší množství světla.

Uprostřed dvacátého století si nastupující generace astronomů – k níž patřil
i Riccardo Giacconi – začala uvědomovat, že musí nově promyslet své chápání
samotného světla.

Představa, že světlo možná přesahuje to, co můžeme vnímat zrakem, neby-
la nová. V roce 1800 zopakoval německo-anglický astronom William Herschel
experiment, při kterém Isaac Newton nechal procházet světlo optickým hrano-
lem; tentokrát však umístil do segmentů barevného spektra teploměry. Na základě

svého zkoumání optiky očekával, že na teploměrech pokrývajících všechny barvy od fialové po červenou se ukážou jiné teploty. Právě to se potvrdilo; na fialovém konci spektra byla teplota nejnižší a směrem k červenému stoupala. Jenomže za červeným koncem spektra, v oblasti, kde oko žádnou barvu nevnímá, teplota stoupala dál. „Vyzařované teplo,“ usoudil Herschel, „sestává přinejmenším zčásti, pokud ne zcela, z neviditelného světla, mohu-li se tak vyjádřit.“

Během půl druhého století po Herschelově objevu astronomové zjistili, že veškeré světlo je spojením elektřiny a magnetismu a že elektromagnetické spektrum sahá od radiových vln přes mikrovlny, infračervené, viditelné a ultrafialové světlo až po rentgenové záření a záření gama. Zjistili také, že rychlost světla je neměnná a že všechny tyto kategorie světla odlišuje vlnová délka: vzdálenost od jednoho hřebene vlny k dalšímu. Například viditelné světlo se skládá z vln o vlnové délce mezi 0,4 a 0,7 mikronu (mikron je tisícina milimetru). V rámci této úzké výšeče elektromagnetického spektra určuje jemnější odstupňování vlnových délek, jakou barvu vnímáme.

Teprve uprostřed dvacátého století si astronomové uvědomili, že i záření s vlnovou délkou mimo viditelnou část spektra – kratší než 0,4 mikronu a delší než 0,7 mikronu – může mít využití v rámci jejich vlastního vědního oboru. Během druhé světové války například Spojenci zachytili podivné radiové signály, které přičítali německému rušení. Britští inženýři si však nakonec uvědomili, že skutečným viníkem jsou sluneční vzplanutí neboli erupce, produkující záblesk elektromagnetického záření na povrchu Slunce.

Po válce tito inženýři zjistili, že už ve třicátých letech obsluha radiové antény v Bellových laboratořích v New Jersey náhodou objevila, že hvězdy v naší Galaxii jsou zdroje radiového záření.* Bernard Lovell, jeden z inženýrů, přesvědčil britskou vládu, aby financovala radioteleskop o průměru zhruba 76 metrů. V srpnu 1950 namířili astronomové tuto anténu na nejbližší galaxii a její signály posílali do zapisovače; přístroje připomínajícího seismograf, z něž vycházel papírový pás s charakteristickými inkoustovými čarami, jež potvrzovaly zachycení radiového signálu. „Pak už nebylo možné,“ vzpomínal později Lovell, „považovat místní galaxii za jediný zdroj radiových vln.“

Elektromagnetické spektrum je rozsáhlé, ale zemskou atmosférou pronikne jen radiové a viditelné (a z části ultrafialové i infračervené) záření. Pokud

* V Bellových laboratořích neměli zájem tento objev dále zkoumat. Inženýr Karl Jansky splnil zadání odhalit zdroj otravného šumu, který rušil transatlantické radiotelefonní vysílání, a tím to skončilo.

astronomové chtěli zjistit, jestli mají i zbylá pásma elektromagnetického spektra v záloze nějaká překvapení, neměli jinou možnost než se vydat vzhůru.

Poslali raketu V-2 osazenou Geigerovým počítačem a dalšími detektory nad poušť v Novém Mexiku; vystoupala tak vysoko, jak tehdejší rakety mohly: dost na to, aby opustila atmosféru, ale pak se zase musela vrátit na zem. V roce 1946 detektor na palubě suborbitální rakety zachytil první důkaz ultrafialového záření ze Slunce. O dva roky později badatelé potvrdili, že naše hvězda je také zdrojem rentgenového záření. Ale teprve se skutečným nástupem kosmického věku – když už rakety dosáhly takové rychlosti, aby dokázaly vystoupat na oběžnou dráhu kolem Země – mohli astronomové začít pátrat ve vzdáleném vesmíru vně Sluneční soustavy a hledat tu zdroje neviditelného záření mimo viditelné, radiové a ultrafialové pásmo. V roce 1962 raketa s Geigerovým počítačem zachytila první extrasolární zdroje rentgenového záření, mimo jiné záhadný objekt, který vyzařoval *miliardkrát* víc rentgenového záření než Slunce.

Tento objev popisoval článek „Důkaz rentgenového záření ze zdrojů mimo Sluneční soustavu“, jehož hlavním autorem byl Riccardo Giacconi. Vzápětí se pustil do práce na první sondě, která by se zaměřila výhradně na rentgenovou astronomii. Dostala název Uhuru a byla vypuštěna v roce 1970. Pracovala tři roky a během té doby objevila rentgenové dvojhvězdy (systémy tvořené kompaktní složkou a normální hvězdou, kde díky přenosu hmoty dochází k emisi rentgenového záření), identifikovala možnou černou díru a poskytla data pro celkové zmapování rentgenových zdrojů. Ale už ve fázi, kdy se připravovalo vypuštění Uhuru, pracoval Giacconi v týmu projektujícím další rentgenový satelit. Ten byl pojmenován Einstein a v provozu byl od roku 1978.

Ostatní pásma elektromagnetického spektra prodělala stejný výzkumný cyklus: pošlete něco nahoru, ať se to podívá, jestli tam něco je; přizpůsobte tomu další misi; a zatímco provádíte příslušné úpravy, už plánujete *další* misi. Koncem 70. let rozjela NASA program „Velkých observatoří“ – šlo o čtyři satelity, které měly přinejmenším po dvě dekády zkoumat rentgenové záření (což byla zmíněná Giacconiovo mise), infračervené záření, gama záření a viditelné světlo (a společně s ním část ultrafialového). Viditelné a ultrafialové světlo měl zkoumat Hubbleův vesmírný teleskop, který měl být vypuštěn jako první, nejspíše začátkem 80. let.

Dvacetiletý rozvrh zkoumání neviditelných částí elektromagnetického spektra však někteří astronomové vnímali jako problém; měli pocit, že NASA příliš dlouho otálela. I Giacconi vnímal narušení kontinuálního bádání v tomto oboru. Mise sondy Einstein, která stejně jako Uhuru předcházela programu Velkých observatoří, skončila v roce 1981, ale následující rentgenový přístroj, už v rámci