

## **Neslyšný výbuch**

---

Představte si, že jste daleko od domova, na osamělém ostrově sopečného původu a je teplá letní noc. Oceán je tichý a nehybný jako rybník. Jenom nepatrné vlnky dopadají na bílý písek. Všude je ticho. Se zavřenýma očima ležíte na pláži. Písek přes den rozpálený sluncem prohřívá noční vzduch plný exotických vůní. Všude kolem je ticho a mír.

Divoký skřek kdesi v dáli vás vyděsí, vyskočíte a upíráte zrak do dálky.

Nic. Všude je ticho.

Ať už to bylo cokoliv, ztichlo to. Konec konců, není se čeho bát. Tenhle ostrov možná skrývá nebezpečí pro ryby a některá zvířata, ale ne pro vás. Člověk je přece nejmocnější ze všech dravců. Jste tu na dovolené, zanedlouho se k vám přidají přátelé, abyste se spolu napili, takže se zase uložíte na písčnou pláž a věnujete se myšlenkám, které jsou důstojné našeho živočišného druhu.

Na obrovské noční obloze blikají miliardy drobounkých světélek. Hvězdy. Vidíte je všude kolem a vzpomenete si na všechny otázky, které jste si pokládali jako malí: Co to vlastně jsou ty hvězdy? Proč blikají? Jak jsou daleko? A teď vás ještě napadne: budeme někdy tohle všechno *opravdu* vědět? S povzdechem se pohodlně uvelebíte na pískovém loži a hodíte tyhle hloupé otázky za hlavu. Záleží snad na tom?

Pak si všimnete, že nebe nad hlavou křížuje sotva patrný padající meteor, a zrovna když se chystáte si něco přát, stane se velice podivná věc: jakoby v odpověď na vaši poslední otázku se mžikem přežene pět miliard let a najednou už

nejste na pláži, ale ve vesmíru a vznášíte se v prázdnotě. Váš zrak, sluch i hmat jsou funkční, ale tělo je pryč. Jste nehmotní. Jen čistá mysl. A nemáte ani čas, abyste si lámali hlavu s tím, co se to stalo, a křičeli o pomoc, protože jste v nanejvýš překerní situaci.

Pár set tisíc kilometrů před vámi se na pozadí vzdálených hvězd vznáší rotující oranžově zářící koule a blíží se k vám. A zakrátko vám dojde, že ta koule je planeta a její zářící povrch tvoří roztavené skály. Zkapalněná planeta.

Připadá vám to neuvěřitelné. Jaký obrovský zdroj tepla dokáže roztavit *celý svět*?

Ale pak se po pravé straně objeví hvězda. Je ohromná, její velikost je ve srovnání s velikostí planety neuvěřitelná. A také se otáčí. A také se pohybuje prostorem. A vypadá to, že se zvětšuje.

Planeta, i když je mnohem blíž, vypadá teď jako dětská skleněnka ve srovnání s gigantickou koulí, jejíž poloměr se rychle zvětšuje. Teď už je koule dvakrát tak velká, než když jste si jí poprvé všimli. Má rudou barvu a vztekle chrlí gigantické jazyky milion stupňů horké plazmy tryskající do prostoru rychlostí blízkou rychlosti světla.

Je to nádherné, i když hrůzostrašné divadlo. Ve skutečnosti jste svědky jedné z nejdramatičtějších událostí, které se ve vesmíru dějí. A přitom není slyšet vůbec nic – všude je ticho, protože ve vzduchoprázdnu se zvuk nemůže šířit.

Přece se ta hvězda nemůže zvětšovat tímhle tempem! Jenomže může. Teď už je větší, než jste si vůbec kdy dokázali představit, a roztavená planeta vystavená té nepředstavitelné energii se rozpadá v prach. Hvězda si toho ani nevšimne. Roste dál, a když je asi stonásobně větší, než byla na začátku, náhle exploduje a všechna její hmota se rozprskne do vesmíru.

Vášim nehmotným já projde tlaková vlna a vše, co z hvězdy zbylo, je mračno prachu, které se rozletělo na všechny strany. Hvězda zmizela. Zbyl z ní jen barevný mrak, který

se šíří do mezihvězdného prostoru rychlostí vyhrazenou bohům.

Jen pomalu, velice pomalu jste schopni zase normálně uvažovat a vtom vám dojde, čeho jste byli svědky. S podivnou jistotou víte přesně, co jste viděli: ta hvězda, která zanikla, to nebyla jen tak nějaká hvězda. *Bylo to Slunce*. Naše Slunce. A ta planeta, která se rozpadla v jejím žaru, *to byla Země*.

Naše planeta. Váš domov. Je pryč.

Byli jste svědky zániku našeho světa. Žádné naplněné proroctví, žádná fantazie údajně mayského původu. Tenhle konec byl zákonitý. Už nějakou dobu před vaším narozením bylo známo, že to takhle dopadne – už před pěti miliardami let astrofyzici popsali to, co jste právě viděli.

A jak jste si tohle uvědomili, vaše mysl se mžikem vrátila zpátky do přítomnosti, do vašeho těla ležícího na pláži.

Srdce vám buší jako o závod, posadíte se a rozhlížíte kolem, jako když se probudíte ze špatného snu. Stromy, písek, moře jsou na svém místě. Vítr fouká jako obvykle. Vaši přátelé jsou na cestě. Vidíte je v dálce přicházet. Co se to stalo? Usnuli jste? Ten katastrofický výjev se vám zdál? Až se vám dělá slabo, jak vás napadají další otázky: takhle to vážně dopadne? Skutečně Slunce jednoho dne exploduje? A jestli ano – co se stane s lidstvem? Může takovouto apokalypsu někdo přežít? Skutečně se všechno včetně jakékoliv památky na naši civilizaci propadne do vesmírné nicoty?

Znova zakloníte hlavu, podíváte se na nebe plné hvězd a usilovně se snažíte přijít na kloub tomu, co se stalo. V hloubi duše víte, že to nebyl jen obyčejný sen. I když je vaše mysl zpět ve vaší tělesné schránce, tak nějak víte, že jste *opravdu* cestovali časem, že jste se ocitli ve vzdálené budoucnosti a skutečně viděli to, co by nikdo nikdy vidět neměl.

Několikrát se zhluboka nadýchnete, abyste se uklidnili, a přitom vnímáte zvláštní zvuky: jako kdyby vítr a vlny,

ptáci a hvězdy si všichni šeptem prozpěvovali a jen vy jste dokázali ty zvuky vnímat. A také náhle rozumíte, co znamenají – je to varování i výzva. Lidstvo může mít mnoho různých budoucností, říkají ty zvuky, ale k přežití zániku Slunce a většiny jiných katastrof existuje jen jedna cesta. Cesta poznání, cesta vědy. Je to cesta, kterou mohou zvládnout jen lidé. Cesta, kterou se chystáte podniknout i vy.

Další divoký skřek pronikne nočním tichem, ale téměř si ho nevsimnete. Jako by vás zcela ovládlo předsevzetí, že musíte zjistit, co všechno je vlastně o vesmíru známo. Znova pokorně zvednete oči k hvězdám a pozorujete je očima dítěte. Z čeho je vesmír vytvořen? Co leží v blízkosti Země? A dál od ní? Jak daleko do vesmíru vidíme? Je něco známo o jeho počátku? A má vůbec nějaký?

Jak vlny tiše šplouchají o břeh, jak ve vás rostou pochybnosti, jestli je vůbec možné poznat kosmické záhady, máte pocit, že vás blikající hvězdy ukolébávají do jakéhosi snového stavu. Slyšíte sice, jak se vaši přicházející přátelé spolu baví, ale máte zvláštní pocit, že vnímáte svět nějak jinak, než ještě před chvílí. Všechno k vám náhle promlouvá hlasitěji a důrazněji, jako by se vaše mysl a tělo staly součástí nějakého mnohem většího celku, než jste kdy považovali za možné. Vaše ruce a nohy a pokožka... Hmota... Čas... Prostor... A všude kolem vzájemně se prolínající silová pole...

Jako by z reality kolem vás spadl závoj, o jehož existenci jste dosud neměli ponětí, a odhalil svět plný záhad a překvapení. Vaše mysl se touží vrátit ke hvězdám a náhle cítíte, že co nevidět vyrazíte na mimořádnou cestu, která vás zavede daleko od světa kolem vás.

Pokud jste dočetli až sem, máte už za sebou cestu do budoucnosti vzdálené pět miliard let. Dobrý začátek, to musí každý uznat. Takže to vypadá, že se na svou představivost můžete spolehnout, a to je podstatné, jelikož představivost je to jediné, co budete potřebovat k cestování prostorem a časem, hmotou a energií, abyste objevili, co je o našem světě počátkem 21. století známo.

Nijak jste po tom netoužili, ale shodou okolností jste viděli, co čeká lidstvo a s ním i veškeré formy života na Zemi, když se nepokusíme pochopit, jakými zákony se příroda řídí. Abychom dlouhodobě přežili, aby nás nepohltilo umírající Slunce, máme jedinou šanci: naučit se, jak vzít osud do vlastních rukou. A abychom to dokázali, musíme odhalit přírodní zákony a pochopit, jak je využít ke svému prospěchu. Po pravdě řečeno bude to obtížná cesta. Na dalších stránkách ale naleznete více méně všechno, co lidé v tomto směru zatím vědí.

Na svých cestách vesmírem se dozvíte, co je to gravitace a jak na sebe atomy a částice silově působí, aniž by se musely dotýkat. Dozvíte se, že náš vesmír je plný záhad a že tyto záhady nás přiměly zavést nové druhy hmoty a energie.

A pak, až uvidíte všechno, co je známo, přejdeme k tomu, co známo není. Pak si povíme, na čem dnes pracují nejtalentovanější teoretičtí fyzikové, když se pokoušejí vysvětlit velice podivnou realitu, jíž jsme součástí: do hry vstoupí paralelní vesmíry, multivesmíry a dodatečné dimenze. Tou dobou se už nejspíš vaše oči rozzáří světlem poznání

a moudrosti, kterou lidstvo po tisíciletí shromažďuje a prohlubuje. Buďte ale připraveni na to, že objevy během posledních desetiletí změnilo všechno, co jsme považovali do té doby za známé. Náš vesmír je nejenom nepředstavitelně větší, než jsme si mysleli, je také nepoměrně krásnější, než si naši předkové dokázali kdy představit. A když už jsme u té chvály, tak ještě něco: jestliže jsme přišli na to všechno, co už známe, je jasné, že my lidé jsme odlišní od všech forem života, které kdy na Zemi žily. A to je povzbudivé zjištění, protože většina ostatních forem života během času vyhynula. Dinosauři vládli životu na Zemi asi dvě stě milionů let, kdežto my mu nedominujeme déle než pár set tisíc let. Měli spoustu času, aby studovali okolní svět a na nějaké ty zákony přišli. Ale neudělali to. A vyhynuli. My lidé aspoň můžeme doufat, že se nám podaří zachytit přilétávající asteroid s dostatečným předstihem, abychom ho dokázali odklonit. Takže už ovládáme jisté síly, které oni neznali. Možná to není férové tvrzení, ale s trochou nadsázky se dá říct, že dinosauři doplatili na to, že neznali teoretickou fyziku.

Zatím jste ale stále na pláži a hlavu máte pořád ještě plnou obrazů umírajícího Slunce. Zatím toho ještě o kosmu moc nevíte a – popravdě řečeno – ty mrkající tečky, jimiž je posetá noční obloha, ani nevědí o naší existenci. Život a smrt pozemských forem života je jim absolutně lhostejná. Vypadá to, že kosmický čas se odehrává v měřících, která si člověk ani nedokáže představit. Celá doba trvání života na Zemi je pro ty zářící vesmírné bohy jen lusknutí prstem...

Před třemi sty lety jeden z nejslavnějších a nejgeniálnějších vědců všech dob, britský fyzik a matematik z cambridgeské university Isaac Newton, muž, jenž zavedl pojem gravitace, skutečně takhle o čase uvažoval. Rozeznával lidský čas, ten, co vnímáme my a měříme ho hodinami, a pak

také čas Boha, který je okamžitý, který neplyne. Pohledem Newtonova boha je lidský čas plynoucí nekonečně daleko do minulosti i do budoucnosti jen pouhým mžikem. Bůh ho přehlédne jediným pohledem.

Vy však nejste Bůh, a jak tak pozorujete hvězdy, zatímco vám přítel beze slova nalévá drink, začínáte při pomýšlení na složitost úkolu, který před vámi stojí, podléhat malomyslnosti. Ty rozměry jsou tak obrovské, všechno je tak vzdálené, příliš divné... Kde by měl člověk začít? Nejste přece žádní teoretičtí fyzikové... Ale také nejste z těch, kdo se jen tak vzdávají. Máte oči a zvědavou mysl, takže začnete tím, že se soustředíte na to, co vidíte.

Většina nebe je tmavá.

Ale jsou na něm hvězdy.

A mezi hvězdami rozeznáváte i pouhým okem mlžný pás, který slabě bíle září.

Původ té záře neznáte, ale víte, že tenhle pás se nazývá Mléčná dráha. Zdá se, že je široký asi jako deset Měsíců v úplňku. Když jste byli mladší, docela často jste se na Mléčnou dráhu dívali, ale poslední dobou už ne. Jak ji teď pozorujete, uvědomujete si, že je na obloze tak výrazná, že musela být našim předkům odedávna známa – a je to opravdu tak. Je ironií, že zatímco se lidé o její podstatě staletí dohadovali, nyní, když víme, co ji tvoří, ji světelné znečištění znemožňuje na většině obydlých míst vidět.

Z vašeho tropického ostrova je ovšem pohled na Mléčnou dráhu úžasný: jak se Země s pokračující nocí otáčí a hodiny plynou, Mléčná dráha se posunuje na obloze od východu k západu, stejně jako Slunce během dne.

Představa, že budoucnost lidstva leží někde tam daleko za oblohou, již vidíme ze Země, se vám zabydlela v mysli a připadá vám fascinující. Napadne vás, jestli je možno vidět celý vesmír pouhým okem. A hned zavrtíte hlavou. Víte, že Slunce, Měsíc, pár planet jako Venuše, Mars a Jupiter,

pár stovek hvězd\* a nejasně ohraničený pás bílého prachu zvaný Mléčná dráha netvoří celý vesmír. Tam někde daleko v mezihvězdném prostoru, kam už nedohlédneme, se skrývají tajemství, která čekají na odhalení... Kdybyste je tak mohli nějak prozkoumat, jak byste na to šli? Začali byste samozřejmě někde v okolí Země, ale pak... pak byste vyrazili dál a cestovali tak daleko, jak jen by to bylo možné a pak... Vaše mysl to přání vyslyšela!

Jakkoliv se to zdá neuvěřitelné, vaše mysl se skutečně odpoutala od vašeho těla a vyrazila vzhůru ke hvězdám.

S pocitem závratě se rychle vzdalujete svému tělu a ostrovu, na němž leží. Vaše mysl, vaše nehmotné já, se řítí vzhůru a na východ. Jak se to mohlo stát, vůbec netušíte, ale prostě to tak je a vy jste výš než vrcholy nejvyšších hor. Objevuje se rudě zbarvený Měsíc visící nad vzdáleným obzorem a náhle, než bys řekl švec, jste mimo zemskou atmosféru a uháníte třemi sty osmdesáti tisíci kilometry prázdnoty, která odděluje Zemi od jejího jediného přirozeného satelitu. Z vesmíru vypadá Měsíc stejně bílý jako Slunce.

Vaše cesta k vědě započala.

Dosáhli jste Měsíce, což se zatím zdařilo jen asi tuctu lidí. Vaše nehmotné já se po něm prochází. Země zmizela za měsíčním horizontem. Nacházíte se na takzvané *odvrácené straně* Měsíce, což je strana, odkud na naši planetu není nikdy vidět. Není tu žádné modré nebe, není tu vítr a nejenom že nad hlavou vidíte mnohem víc hvězd než z libovolného místa na Zemi, ale hvězdy navíc neblíkájí – to všechno díky tomu, že na Měsíci není atmosféra. Vesmír začíná na Měsíci hned milimetr nad povrchem. Jizvy na měsíčním povrchu žádné počasí nevymaže. Všude vidíte

\* Člověk má sice pocit, že vidí v tmavé noci miliony hvězd, ale ve skutečnosti pouhým okem vidíme ve městě jen pár set hvězd a venku, kde není světelné znečištění, něco mezi čtyřmi a šesti tisíci hvězd.

krátery – zmrzlé připomínky nárazů, které kdysi postihly tenhle pustý kus země.

Když vyrazíte na stranu Měsíce přivrácenou k Zemi, jako zázrakem se ve vaší mysli toužící po poznání objeví, jak ke zrodu Měsíce došlo. Ohromeně zíráte na zem pod svýma nohama.

Děsivé divadlo!

Asi před čtyřmi miliardami let na naši mladou planetu narazila další planeta velikosti Marsu, vyrvala ze Země obrovský kus hmoty a vrhla ho do prostoru. Během dalších tisíců let se všechny úlomky vzniklé při této srážce spojily do jediné koule, která teď obíhá kolem naší planety. Zrodil se Měsíc, na němž právě stojíte.

Kdyby se něco takového stalo dneska, vyhladila by taková srážka veškerý život na Zemi. Tenkrát ale byla naše planeta pustá a je zvláštní si uvědomit, že nebýt té dramatické srážky, neměli bychom dnes Měsíc, aby nám v noci svítil, neměli bychom příliv a odliv a ani život, jak ho známe, by pravděpodobně neexistoval. A když se zpoza měsíčního horizontu vyhoupne modrá planeta Země, uvědomíme si, že katastrofické události v kosmickém měřítku mohou být ke škodě i ku prospěchu.

Pozorován z Měsíce je průměr rodné planety roven asi čtyřnásobku měsíčního průměru. Modrá perla plující na černém pozadí posypaném hvězdami.

Velikost našeho světa ve vesmírném prostoru je a vždy bude trapně nepatrná.

A když jdete dál a sledujete, jak Země vychází na měsíční oblohu, uvědomujete si, že ten klid a mír kolem je pouhé zdání. Čas má tady jiný význam a v horizontu miliard let se vesmírné katastrofy zdají nevyhnutelné. Krátery posety povrch Měsíce je toho svědectvím. Statisíce balvanů velikých jako hora přiletělo z vesmíru a bušilo do jeho povrchu. Musely zasáhnout i Zemi – ale jizvy na naší planetě se časem



zhojily, protože naše planeta je živá a svou minulost skrývá neustálými proměnami povrchu.

Ale náhle si uvědomujete, že v tomto vesmíru je naše domovská planeta křehká a přes všechnu schopnost zhojit své rány téměř bezmocná.

Téměř.

Ale úplně ne. Teď už má nás. Má vás.

Srážky, jako byla ta, která kdysi vedla ke vzniku Měsíce, patří většinou minulosti. Dneska už vesmír nebrzdí opuštěné planety, jen asteroidy a komety – a Měsíc nás částečně od těchto hrozeb chrání a stíní. Nebezpečí ale hrozí všude, a jak tak pozorujete modrou kouli na tmavém pozadí, náhle se za vámi objeví jasná zářící sféra.

Otočíte se a pohlédnete na hvězdu, která je nejjasnějším a nejdivočejším objektem poblíž naší planety.

Dali jsme jí jméno *Slunce*.

Sídlí sto padesát milionů kilometrů od Země.

Je zdrojem veškeré naší síly.

A zatímco je vaše mysl pořád ještě ohromená tím obrovským množstvím zářivé energie, která vychází z této úžasné kosmické lampy, opouštíte Měsíc a letíte ke Slunci, k naší místní hvězdě, abyste zjistili, proč září.

Kdyby lidstvo dokázalo nějakým způsobem zachytit všechnu energii, kterou Slunce vyzáří za jedinou sekundu, pokrylo by to celosvětovou spotřebu energie asi na půl miliardy let.

Jak přilétáte blíž a blíž k naší domácí hvězdě, uvědomujete si, že Slunce není tak obrovské, jako když jste ho viděli o pět miliard let starší a blízké zániku. Nicméně velké je. Pro představu: kdyby bylo Slunce velké jako meloun, miniaturní Země by obíhala asi 43 metry od něj a potřebovali bychom lupu, abychom ji uviděli.

Dorazili jste pár tisíc kilometrů nad sluneční povrch. Ze Země zůstala jen jasná tečka kdesi v dálce. Před vámi se tyčí Slunce a zabírá polovinu celého obzoru. Všude kolem vás tryskají gejzíry plazmy. Miliardy tun neuvěřitelně žhavé hmoty vylétají z povrchu Slunce přímo před vašimi očima a procházejí vašim nehmotným tělem, jak se zdánlivě náhodně vytvářejí obrovské smyčky slunečního magnetického pole. Je to působivý pohled, řečeno hodně střízlivě. Žasnete nad tou podívanou a u vytržení nad silami, které jsou zde ve hře, vás náhle napadne: Čím to, že je Slunce tak jiné než Země? Co Slunce má a Zemi to chybí? Co dělá hvězdu hvězdou? Kde se bere všechna ta jeho energie? A proč pro všechno na světě musí Slunce jednoho dne zaniknout?

Abyste našli odpověď, zamíříte na to nejnevědlnější místo, které existuje: do nitra Slunce, něco přes půl milionu kilometrů pod jeho povrch. Pro srovnání: do středu Země to je z povrchu asi šest a půl tisíce kilometrů.

Jak se po hlavě řítíte do nitra té rozžhavené pece, vzpomenete si, že všechna hmota – to, co dýcháme, co vidíme, čeho se dotýkáme, dokonce i naše tělo – to všechno je složeno z atomů. Atomy jsou základní stavební kameny všeho. Jsou to jakési kostičky lega, z nichž je všechno sestaveno. Na rozdíl od lega ale nejsou atomy hranaté. Jsou povětšinou kulaté a skládají se z maličkého jádra, hmotné kuličky, kolem které v dálce obíhají nicotné elektrony. Podobně jako kostičky lega můžeme atomy uspořádat podle velikosti. Ten nejmenší se nazývá *vodík*. Druhý nejmenší se jmenuje *helium*. Tyhle dva atomy tvoří asi devadesát osm procent vši známé hmoty ve známém vesmíru. Je to hodně, ale pořád je to méně, než tomu bylo v minulosti. Předpokládáme, že před nějakými 13,8 miliardami let tvořily atomy těchto dvou prvků prakticky sto procent vši známé hmoty. Dusík, uhlík, kyslík nebo stříbro jsou příklady atomů, které známe dneska a které jsou jiné než vodík nebo helium. Ty tedy musely vzniknout později. Jak? Zjistíte to co nevidět.

Jak se noříte hlouběji a hlouběji dovnitř Slunce, teplota nepředstavitelně stoupá. V samém centru činí šestnáct milionů stupňů Celsia. Možná i víc. A všude kolem je spousta vodíkových atomů, z nichž ale zbyla jen holá jádra: jejich elektrony se pohybují volně, protože všudypřítomná energie je odtrhla od jejich jader. Tlak je tady tak obrovský, jádra jsou vahou celé hvězdy tak namačkána k sobě, že se prakticky vůbec nemohou hýbat. Místo toho jsou nucena se spolu spojovat a vytvářet těžší jádra. Takové reakce vám probíhají přímo před očima: jsou to *termonukleární fúze*, vznik velkých atomových jader z těch menších.

Jakmile tato jádra vzniknou, opouštějí termonukleární pec, kde se zrodila, pospojují se s volnými elektrony, které se dříve odtrhly od vodíkových jader, a vznikají nové, těžší atomy: dusík, uhlík, kyslík, stříbro...

Abyste mohla termonukleární fúze proběhnout (aby vznikly větší atomy z menších), je zapotřebí obrovské množství

energie a tuto energii dodává nesmírná gravitační síla hvězdy, která fakticky všechno vtahuje do svého středu, kde to je mohutně stlačeno. Ve středu Země taková reakce nemůže proběhnout, protože naše planeta je příliš malá a není dostatečně hustá, aby gravitace ve středu Země vytvořila potřebný tlak a teplotu, které by termonukleární reakci zažehly. Tato skutečnost je právě tím základním rozdílem mezi hvězdou a planetou. Oba objekty jsou zhruba sférická kosmická tělesa, ale planety jsou malé, mají kamenná jádra, která občas obklopuje plyn. Naproti tomu hvězdy můžeme považovat za obrovité pece, v nichž probíhá termonukleární fúze. Jejich gravitační energie je tak obrovská, že přírodní zákony nutí hvězdy, aby ve svém nitru vyráběly hmotu. Všechny těžké atomy, z nichž je Země vytvořena, všechny atomy nezbytné pro život, atomy, z nichž se skládají naše těla, byly kdysi „vykovány“ v jádru nějaké hvězdy. Když dýcháme, vdechujeme je. Když se dotýkáme své pokožky nebo čehokoliv jiného, dotýkáme se hvězdného prachu. Přemýšleli jste, proč nakonec musí hvězdy jako Slunce explodovat a zaniknout? Kdyby k tomu nedošlo, existoval by jenom vodík a helium. Hmota, z níž jsme složeni, by zůstávala navždy uzavřena v srdcích nesmrtelných hvězd. Země by nevznikla. Život, jak ho my známe, by neexistoval.

Jinými slovy, jelikož se naše tělo neskládá jen z vodíku a helia, jelikož naše těla a Země a všechno kolem obsahuje i atomy uhlíku a kyslíku a dalších prvků, víme, že naše Slunce je hvězda druhé, možná i třetí generace. Jedna nebo dvě generace hvězd musely explodovat, aby z jejich prachu mohlo vzniknout Slunce a Země a my. Ale co přesně způsobuje zánik hvězd? Proč jsou hvězdy odsouzeny k tomu, aby jejich zářivý život skončil velkolepou explozí?

Jaderná fúze má jednu zázračnou vlastnost: k jejímu vzniku sice potřebujeme obrovské množství energie – váhu

celé hvězdy! – ale po jejím proběhnutí se uvolní dokonce *ještě více* energie.

Důvod tohoto jevu vypadá překvapivě, ale jelikož se to děje přímo před vašimi očima, musíte to přijmout jako fakt: když se dvě atomová jádra spojí v jedno větší, ztratí se část hmotnosti. Nové jádro je méně hmotné, než kolik činí součet hmotností těch dvou, z nichž vzniklo. Jako kdybyste smíchali kilo vanilkové zmrzliny s druhým kilem téže zmrzliny a výsledek by nevážil dva kilogramy, ale méně.

V běžném životě se nic takového neděje, ale ve světě atomových jader to je běžná záležitost. Naštěstí pro nás se ale hmotnost neztratí. Změní se v energii a Einsteinův slavný vzorec  $E = mc^2$  určuje směnný kurz.\*

V běžném životě jsme zvyklí se setkávat se směnným kurzem měn, ne se směnou energie v hmotnost. Abychom si udělali představu o tomto směnném kurzu, který stanovila příroda, představme si, že tentýž kurz nabízí směnárna na Kennedyho letišti pro výměnu libry šterlinků (počáteční hmotnost) v americké dolary (hrající roli energie). Směnný kurz je tudíž  $c^2$ , druhá mocnina rychlosti světla. Za jednu libru byste dostali devadesát milionů miliard dolarů. Dobrý kurz, není-liž pravda. Ten nejlepší, co příroda nabízí.

Hmotnostní deficit při jedné termonukleární fúzi je pochopitelně jen malý. Ale každou vteřinu dochází v nitru Slunce k fúzi tolika atomů, že uvolněná energie je obrovská. Tato energie se musí někam vrtnout, a tak se tlačí všemi možnými způsoby ven, dál od centra Slunce. Výsledkem je, že energie získaná z termonukleární fúze kompenzuje gravitaci, která se snaží všechno smrštít do středu, a rozměry hvězdy zůstávají přibližně stejné. Kdyby byla gravitace jedinou působící silou, Slunce by se smrštilo.

\* Já vím, že to víte, ale pro jistotu to přece jenom uvedu.  $E$  ve vzorci  $E = mc^2$  označuje energii,  $m$  hmotnost a  $c$  rychlost světla. Takže tato rovnice (jediná v celé knize) znamená, že hmota se může měnit v energii, a naopak.

Termonukleární fúze produkuje obrovské množství záření a částic, které přemění všechno poblíž v zářící „polévku“ složenou z jader a elektronů, které říkáme *plazma*.

Tyto výrony světla a tepla a energie jsou důvodem, proč hvězdy září.

Slunce, jako všechny hvězdy, není žádnou *ohnivou* koulí – oheň potřebuje kyslík, a i když Slunce nějaký kyslík vyrobí spolu s ostatními těžšími prvky, není ho dost na to, aby tam mohlo něco hořet. Kdybychom tam škrtili sirkou, nechytla by. Slunce, stejně jako všechny ostatní hvězdy, je prostě koule zářící plazmy, žhavá směs elektronů, atomů, z nichž byla část elektronů odtržena (těm říkáme *ionty*), a konečně i atomů, které přišly o všechny svoje elektrony – holých atomových jader.

Dokud je uvnitř Slunce dost malých jader, která lze stlačit dohromady, sluneční gravitace a termojaderná energie zůstávají v rovnováze a my máme štěstí, že žijeme poblíž hvězdy v takovém rovnovážném stavu.

Přesně vzato to se štěstím nemá nic společného.

Kdyby naše Slunce v takovém stavu nebylo, nebyli bychom tu ani my.

Ale jak už víte, Slunce v tomto rovnovážném stavu nezůstane věčně: atomové palivo v jádru naší hvězdy jednoho dne dojde. Toho dne už nebude z jádra tryskat dost hmoty, aby její proud mířící k povrchu kompenzoval gravitační přitažlivost. Gravitace nabude vrchu a odstartuje poslední fázi života naší hvězdy: Slunce se začne smršťovat a jeho hustota vzrůstá, až se znovu zažehne termonukleární fúze, tentokrát ale nikoliv v jádru Slunce, nýbrž poblíž jeho povrchu. Tato znovu zrozená jaderná reakce nebude gravitační sílu pouze kompenzovat, ale získá nad ní převahu a povrch Slunce se začne rozpínat. Viděli jste to během onoho výletu do budoucna. Dojde k poslednímu výbuchu energie, jenž předznamená konec Slunce, jehož jste byli svědky – zároveň s tím se do prostoru uvolní všechny



atomy, které Slunce během svého života vytvořilo; dokonce nyní vzniknou i některé nové, ty nejtěžší atomy, jako je třeba zlato. Nakonec se toto mračno atomů promíchá se zbytky jiných zaniklých hvězd a vzniknou obrovská mračna hvězdného prachu, která – možná – dají ve vzdálené budoucnosti vzniknout novým světům.

Právě odhad množství vodíku uvnitř našeho Slunce umožnil vědcům předpovědět, kdy k explozi Slunce dojde. Výsledkem je, že Slunce vybuchne ode dneška asi za pět miliard let, ve čtvrtek, plus minus tři dny.

## **Naše kosmická rodina**

---

Teď už víte o Slunci víc než kterýkoliv člověk na světě, jenž žil zhruba před rokem 1950. Za všechno světlo, které na nás každodenně dopadá, vděčíme atomům, které naše Slunce vyrábí ve svém nitru – přesněji řečeno, té části jejich hmotnosti, jež se přeměnila v energii. Země ale není jediný nebeský objekt, který využívá sluneční energii.

Vaše mysl je v okamžiku zpátky na rozpáleném povrchu Slunce a rozhlíží se kolem jako ostříž. Na zdánlivě nehybném pozadí vzdálených hvězd se pohybuje osm zářivých teček. Tyto tečky jsou planety, hmotné kuličky příliš malé na to, aby se někdy mohly stát hvězdou. Čtyři z nich, ty, co jsou Slunci nejbliž, vypadají jako drobné kamenné světy. Čtyři nejvzdálenější jsou v podstatě koule plynu. Ve srovnání se Sluncem jsou i tyhle čtyři planety malé, ale ve srovnání se Zemí, největším z těch čtyř kamenných světů, to jsou obři. Tak jako Země vznikly i všechny ostatní planety z téhož mračna prachu z dávno zaniklých hvězd, ale žádná z nich a žádný z jejich stovky měsíců nemůže v budoucnu poskytnout lidstvu úkryt. Všechny jsou vázány silou sluneční gravitace a zahynou zároveň se Sluncem. Pokud máme někde nalézt úkryt, musíme ho hledat v ještě větší dálce.

S pocitem, že není vyhnutí, se vaše mysl vrhne do co největší dálky, aby zjistila, co se vyskytuje za hranicemi silového působení našeho Slunce. Cestou navštívíte naše vzdálené bratrance, obry naší kosmické rodiny.

Teď jste asi třikrát tak daleko od Slunce, než se pohybuje Země. Merkur, Venuše, Země a Mars, čtyři skalnaté planety nejbližší Slunci, jsou už za vámi. Z této vzdálenosti je naše hvězda jenom zářivá tečka o průměru poloviny jedné penny držené ve vzdálenosti natažené paže. Kdyby Země byla tady, připadalo by vám typické červenové poledne ve Velké Británii chladnější než mrazivá zima Antarktidy, i kdyby to byl ten nejteplejšího den celého roku.\*

Sluneční světlo rychle slábne, jak se od naší hvězdy vzdalujeme.

Prolétáte kolem balvanů, pozůstatků doby, kdy sluneční soustava vznikala. Většinou jsou to bramborám podobné asteroidy, kterým astronomové říkají *pásmo planetek* a které tvoří obrovský prstenec plný kamení, jenž obepíná Slunce a odděluje čtyři pevné planety od světa plyných gigantů. Skalnaté asteroidy jsou rozptýleny dosti řídkce, takže když jimi prolétáváte, je jenom malá pravděpodobnost, že byste do některého z nich narazili. Celá řada pozemských satelitů už jimi bez poškození proletěla.

Když jste proletěli pásmem planetek, míjíte Jupiter, Saturn, Uran a Neptun, velikánské plynové koule, obrovské planety s relativně maličkým kamenným jádrem obklopeným mohutnou turbulentní atmosférou. Všechny tyto planety byly obdarovány nádhernými prstenci, přičemž ten Saturnův svou velikostí a krásou daleko převyšuje ty ostatní.

Prolétáte kolem a pozorujete je s úctou, kterou si tyto gigantické světy zasluhují, i když pro život vhodné nejsou.

Za Neptunem, planetou, která obíhá Slunce na nejvzdálenější dráze, by člověk očekával prázdnotu, ale opak je pravdou. Leží tu další pás složený ze špinavých zmrzlých

\* V roce 2013 jeden z meteorologických satelitů NASA naměřil v Antarktidě teplotu  $-94,7$  °C: nejnižší teplotu, jež byla kdy na Zemi naměřena. Tam, kde nyní jste, v kosmu, je chladněji.

sněhových koulí nejrůznějších velikostí a tvarů, nejspíš také vedlejší produkt vzniku našeho slunečního systému, když se jeho stávající členové rodili z prachu dávno zaniklých hvězd. Je to takzvaný *Kuiperův pás*. Odsud už naše Slunce vypadá jen jako špendlíková hlavička, prostě jedna z mnoha hvězd. Do těchto vzdálených oblastí zřejmě dopadne jen nepatrně tepla, ale jisté změny tu probíhají.

Čas od času je jedna z těchto špinavých ledových koulí působením srážky nebo jiného silového působení vypuzena z této poklidné vzdálené dráhy kolem Slunce. Když je vržena směrem k Slunci, časem se dostane do teplejších oblastí, a jak se stále rychleji prodírá slunečním zářením, začne postupně roztávat a za sebou zanechává dlouhý chvost drobných, ledem pokrytých kamenů zářících ve slunečním světle; stane se jedním z těch zázračných kosmických těles, kterým říkáme *kometry*. Na jedné z nich přistál v listopadu 2014 robotický modul Philae vypuštěný Evropskou kosmickou agenturou, aby prozkoumal povrch komety. Sonda Rosetta, která ji ke kometě donesla, dál krouží kolem komety letící ke Slunci, aby studovala, jak se její povrch a vnější vrstvy postupně vypaří...

Ubohé Pluto – které nedávno degradovali z planety na trpasličí planetu –, je také součástí tohoto ledového pásu spolu s (přinejmenším) dalšími dvěma trpasličími planetami jménem Haumea a Makemake. Je zvláštní si uvědomit, že Pluto se svým měsícem Charonem je od Slunce tak vzdálené a dráha, kterou musí urazit během jednoho oběhu, je tak dlouhá, že ještě neuplynul ani celý jeho rok od chvíle, kdy bylo objeveno a nazváno planetou, do chvíle, kdy bylo tohoto titulu zbaveno – o 76 pozemských roků později. Pozemským astronomům trvalo celá desetiletí, než zjistili, že Pluto je velké jen asi jako čtvrtina našeho Měsíce. Na špinavě hnědém Plutu, kolem kterého právě plujete, se přejmenování nijak neprojevalo a zakrátko už zůstává za vámi, jak se vzdalujete stále dál z bezpečí naší zářící

hvězdy.\* Mezitím mjíte další trpasličí planety a další komety a vidíte zmrzlé světy, které ještě nikdo neobjevil, ale pak už je vaše pozornost cele soustředěna na gigantickou kouli, která svou velikostí překonává všechno, co jste dosud viděl.

Všechny planety, trpasličí planety, asteroidy a komety, které jste viděli, leží více méně na plochem disku, v jehož středu září Slunce. Ale to, co vidíte teď, už v něm neleží. Zásobárna miliard miliard miliard potenciálních komet tvoří obrovitý sférický mrak, který jako by zaujímal všechny prostor mezi Sluncem a říší ostatních hvězd. Tato zásobárna se nazývá *Oortovo mračno*.

Jeho velikost bere dech.

Tvoří hranici říše našeho Slunce, která obsahuje všechny členy naší kosmické rodiny, rodiny zvané *Sluneční soustava*.

Za touto hranicí vstupujete na nezmapovaná území a zamíříte k hvězdě, o níž soudíte, že je naší sluneční soustavě nejbližší. Byla objevena v roce 1915. Před sto lety. V době, kdy jsme začínali mít představu, jak náš vesmír vypadá. Jmenuje se *Proxima Centauri*.

\* Poprvé v historii se až k Plutu dostala kosmická sonda NASA jménem New Horizons, která prostudovala jeho povrch z těsné blízkosti – bylo to v červenci 2015.

Vaše tělo pořád ještě spočívá na pláži kdesi na naší planetě, ale vaše mysl je nyní nejdál od Země, kam se kdy pozemský objekt dostal.\* Když jste proletěli Oortovým mračnem, opustili jste sluneční soustavu a ocitli se v říši jiné hvězdy. Překročili jste tu matně definovanou hranici, a jako by vám vesmír chtěl ukázat, co taková hranice znamená, vidíte, jak se tady na periferii sluneční soustavy pár komet rozhodlo změnit své dráhy: z velice protáhlé křivky kolem Slunce přešly na protáhlou dráhu kolem jiné hvězdy, kolem Proximy Centauri, hvězdy, k níž právě míříte.

Proxima Centauri patří ke skupině hvězd, kterým říkáme červení trpaslíci. Je mnohem menší než Slunce (asi sedmkrát menší i lehčí) a je rudě zbarvená, čímž se vysvětluje její název. Červení trpaslíci jsou ve vesmíru běžné hvězdy, vědci si dokonce myslí, že tvoří většinu hvězd na obloze.

Jak se k Proximě přibližujete, vidíte, jak neustále prudce kolísá její jas a jak hvězda chaoticky vyvrhuje obrovské množství žhavé hmoty.

Jestlipak kolem tohohle rozhněvaného červeného trpaslíka obíhají nějaké planety? Žádné nevidíte.

\* Nejvzdálenější pozemský objekt je sonda Voyager 2 vyslaný do vesmíru agenturou NASA v roce 1977. V roce 2013 se sonda dostala na okraj sluneční soustavy. Stále ještě vysílá na Zemi signály a reaguje na nové příkazy ze Země. Předpokládá se, že její baterie vydrží do roku 2025. V roce 2016 dorazil její signál na Zemi po 18 hodinách a 40 minutách putování rychlostí světla. Jak se bude sonda vzdalovat, bude se tato doba prodlužovat. Koho zajímají aktuální informace o její poloze, nalezne je na stránce [www.voyager.jpl.nasa.gov](http://www.voyager.jpl.nasa.gov).

Škoda. Vybudovat slušné bydlení na planetě obíhající kolem Proximy by sice bylo velice obtížné, ale zato by měla místní civilizace zajištěnu dlouhou budoucnost. Až naše Slunce vybuchne, Proxima bude stejná jako teď. A pokud je nám známo, bude zářit stejně jako teď ještě po dobu zhruba třistanásobku současného stáří vesmíru. To je dlouho, ať měříme čas jakkoliv.

Jelikož je Proxima menší než naše Slunce, nepatrná atomová jádra, která ji tvoří, se přetavují ve větší atomy mnohem pomaleji než ve Slunci. Velikost hvězdy je důležitá. Čím je hvězda větší, tím kratší je její doba života... A pro obíhající planety je zase klíčová jejich vzdálenost od hvězdy. Aby na povrchu planety byla voda v kapalné podobě (a aby tam mohl existovat život, jak ho my známe), planeta nesmí být ani příliš chladná, ani příliš horká. Proto planeta nesmí být ani příliš daleko, ani příliš blízko od hvězdy, kolem níž obíhá. Pásmo kolem hvězdy, v němž může na obíhající planetě existovat voda v kapalném skupenství, se nazývá Obyvatelná zóna (*Goldilocks-zone*). Takhle najít nějakého jiného červeného trpaslíka, kolem něhož by obíhala v té správné vzdálenosti planeta! Ta by se mohla podobat našemu vláděnému světu a přitom trvat prakticky neomezeně dlouho...

Maličko se špatným svědomím za takové hříšné myšlenky se otočíte, abyste se zadívali na svůj rodný solární systém, na rodný svět. Očekáváte, že naše Slunce bude zářit jasněji než ostatní zářivé body na obloze, ale nic takového nevidíte a náhle na vás dolehne nesmírnost kosmických vzdáleností.

Kdyby nešlo o vaše nehmotné já, ale teď tu místo vás byl skutečný vesmírný cestovatel, jak dlouho by trvalo, napadne vás, než by jeho signál dorazil na Zem?

Kdybyste byl vybavený mezihvězdným mobilním telefonem, mohl byste při každém zastavení zkusit zavolat přátelům a podělit se s nimi o své objevy. Mobilní telefony přeměňují hlas na signál šířící se rychlostí světla, takže při

rozhovoru mezi dvěma místy na Zemi se komunikace zdá okamžitá. V mezihvězdném prostoru jsou ale vzdálenosti obvykle příliš velké a žádná komunikace se nezdá okamžitá. Z Měsíce na Zem cestuje signál asi jednu sekundu. Odpovědi to trvá stejně dlouho. Kdybychom stáli na Měsíci a zeptali se kamaráda, který je na Zemi, jestli nás vidí dalekohledem, jeho odpověď dorazí za dvě sekundy.

Komunikovat ze Slunce by bylo náročnější. Vzdálenost mezi Sluncem a Zemí urazí světlo asi za 8 minut a 20 vteřin. Rozhovor začíná být zdlouhavý, protože na odpověď si počkáte víc než 16 minut. Měřeno kosmickými vzdálenostmi je ovšem Slunce hned vedle. Když vytočíme něčí číslo tady, poblíž Proximy Centauri, zazvoní příslušný telefon na Zemi za čtyři roky a dva měsíce. Takže odpověď na vaši otázku nedorazí dřív než za osm let a čtyři měsíce.

A to jsme pořád ještě u hvězdy, která je Zemi hned po Slunci nejbližší. I tak na vás ale dolehlo, jak daleko od domova jste se ocitli, a rozhlížíte se po nějakém orientačním bodě, abyste se neztratili.

Vzpomenete si na nádhernou Mléčnou dráhu, která byla tak dobře vidět z pláže onoho tropického ostrova, a tak se rozhlédnete, kde ten bílý světlý pás teď je. Ke svému překvapení vidíte, že Mléčná dráha už nevypadá jako přímá tlustá bílá čára, ale spíše jako skloněný prstenec, jehož některé části jsou jasnější než jiné. Vy sami se nacházíte někde uvnitř. Také si uvědomíte, že pokud Mléčná dráha vypadala ze Země jako bělavý proužek, bylo to proto, že ji Země pod vašimi nohama z většiny zakrývala.

Jelikož u Proximy Centauri jste žádnou planetu nenašli, zamíříte bez nějakého dlouhého přemýšlení k nejjasnější části Mléčné dráhy.

Zatím to ještě nevíte, ale míříte ke středu uskupení čítajícího asi 300 miliard hvězd. Uskupení, kterému se říká *galaxie*.