

P R
O S T
O R

Michio Kaku

Budoucnost lidstva

Náš úděl mezi hvězdami

Jakmile si uvědomíte, že galaxie možná překypuje obyvatelnými planetami, už se nikdy na noční nebe nebudete dívat tak jako předtím. Až astronomové identifikují tyto planety o velikosti Země, dalším úkolem bude zjistit, zda se v jejich atmosféře vyskytuje kyslík a vodní pára, známky života, a pokusit se zachytit rádiové vlny, které by signalizovaly existenci inteligentní civilizace. Takový objev by byl jedním z přelomových okamžiků lidských dějin, srovnatelným s ovládnutím ohně. Nejenže by redefinoval náš vztah ke zbytku vesmíru; zároveň by změnil náš osud.

**P R
O S T
O R**

**P R
O S T
O R**

Michio Kaku

P R
O S T
O R

Michio
Kaku

Budoucnost lidstva

Náš úděl mezi hvězdami

přeložil Jan Petříček

PRAHA | 2024

Michio Kaku
BUDOUCNOST LIDSTVA
Náš úděl mezi hvězdami

Z anglického originálu
The Future of Humanity.
vydaného nakladatelstvím Doubleday
v New Yorku v roce 2018,
přeložil Jan Petříček.
Vydal PROSTOR, nakladatelství, s. r. o.,
Nad Spádem 649/10, 147 00 Praha 4,
v roce 2024 jako svou 713. publikaci
a 136. svazek edice Střed.
Odpovědná redaktorka Nora Cuhrová.
Jazyková korektura Hana Mertová.
Grafická úprava Toman Design.
Sazba Adam Lederer (ProAL).
Vytiskla tiskárna FINIDR, s. r. o., Český Těšín.
V českém jazyce vydání druhé. Stran 424.

THE FUTURE OF HUMANITY
Copyright © 2018 Michio Kaku

Czech edition © PROSTOR 2019, 2025
Translation © Jan Petříček 2019

ISBN 978-80-7260-619-1

Mé milující ženě Shizue
a mým dcerám Michelle a Alyson

Obsah

Prolog	13
Úvod. Vstříc víceplanetárnímu druhu	21
Část I	
Opuštění Země	33
1. Příprava ke startu	35
2. Nový zlatý věk kosmických letů	55
3. Těžba v nebesích	76
4. Na Mars – za každou cenu!	85
5. Mars: zahradní planeta	102
6. Vstříc plynným obrům, kometám a ještě dál	126
Část II	
Výprava ke hvězdám	143
7. Roboti ve vesmíru	145
8. Stavba hvězdoletu	177
9. Dalekohled Kepler a planety v hloubi vesmíru	213
Část III	
Život ve vesmíru	233
10. Nesmrtelnost	235
11. Transhumanismus a technologie	260
12. Hledání mimozemského života	283
13. Vyspělé civilizace	310
14. Opuštění vesmíru	363
Poznámky	383
Doporučená literatura	396
Autorská práva k ilustracím	399
Poděkování	401
Rejstřík	407

Prolog

Jednoho dne asi před sedmdesáti pěti tisíci lety lidstvo málem vyhnulo.¹

Gigantická exploze v Indonésii zahalila nebe ohromným oblakem prachu, kouře a smetí, který sahal tisíce kilometrů daleko. Erupce sopky Toba byla tak silná, že je považována za nejmohutnější vulkanickou událost posledních pětadvaceti milionů let. Vyvrhla do vzduchu nepředstavitelných 2800 kilometrů krychlových horniny. Rozsáhlá území v Malajsii a Indii byla pokryta až devítimetrovou vrstvou sopečného popela. Jedovatý kouř a prach nakonec odpluly nad Afriku a zanechaly za sebou smrt a zkázu.

Zkuste si na chvílku představit, jaký chaos tato kataklyzmatická událost vyvolala. Naše předky trýznil spalující žár a oblaka šedého prachu, která zatemnila nebe. Mnohé z nich

udusily a otrávilily husté saze a prach. Pak teploty prudce poklesly a nastala „sopečná zima“. Všude, kam oko dohlédlo, rostlinstvo a zvířata museli ve zpustošené krajině pátrat po drobných zbytcích potravy a většina lidí zemřela hladu. Vypadalo to, jako by celá Země umírala. Ti nemnozí, kdo přežili, měli jediný cíl: utéct co nejdále od opony smrti, která se snesla na jejich svět.

Nápadné důkazy o tomto kataklyzmatu se možná nacházejí v naší krvi.²

Genetici si povšimli zvláštní skutečnosti, a sice že libovolní dva lidé mají téměř identickou DNA. Oproti tomu libovolní dva šimpanzi mohou vykazovat větší genetické rozdíly než celá lidská populace. Matematicky vzato může tento fenomén vysvětlit teorie, podle které byla v době zmíněné exploze většina lidského rodu vyhubena, takže zůstalo jen několik málo z nás – asi dva tisíce lidí. Pozoruhodným souběhem okolností se z této špinavé, otrhané tlupy stali dávní Adamové a Evy, jejichž potomstvo nakonec zalidnilo celou planetu. Všichni jsme skoro klony jeden druhého, jsme bratři a sestry, potomci maličké, houževnaté skupiny lidí, která by se snadno vešla do tanečního sálu moderního hotelu.

Zatímco se tito lidé plahočili křížem krážem po pusté krajině, neměli ani ponětí, že jednoho dne jejich potomci budou vévodit všem koutům planety.

Když dnes hledíme vstříc budoucnosti, vidíme, že události z doby před sedmdesáti pěti tisíci lety byly možná generální zkouškou na budoucí katastrofy. Na to jsem si vzpomněl roku 1992, když jsem se doslechl ohromující novinu, že byla poprvé objevena planeta obíhající kolem vzdálené hvězdy. Nyní mohli astronomové dokázat, že existují planety mimo naši sluneční soustavu. To byla zásadní změna paradigmatu v našem chápání vesmíru. Rozesmutnilo mne však, když jsem se dozvěděl další podrobnosti: tato vzdálená planeta obíhá kolem mrtvé hvězdy (pulzaru), jež v minulosti

vybuchla v supernovu, čímž pravděpodobně zahubila vše, co snad mohlo na dané planetě žít. Věda nezná žádnou formu života, která dokáže přežít ničivý výtrysk jaderné energie doprovázející explozi blízké hvězdy.

Pak jsem si představoval civilizaci žijící na té planetě, vědomou si toho, že její mateřské slunce umírá, jak naléhavě buduje rozsáhlou flotilu kosmických korábů schopnou přepravit ji do jiné sluneční soustavy. Na planetě zavládne naprostý chaos, zatímco se zoufalí lidé v panice budou rvát o posledních pár míst na odplouvajících lodích. Představoval jsem si hrůzu pocítovanou těmi, kdo byli ponecháni napospas smrti, když jejich slunce explodovalo.

Je stejně nevyhnutelné jako zákony fyziky, že lidstvo bude jednoho dne čelit události, která ohrozí samotné jeho přežití. Budeme však stejně jako naši předkové mít sílu a odhodlání potřebné k tomu, abychom se udrželi naživu, a dokonce prospívali?

Když přehlédneme všechny formy života, které kdy na Zemi existovaly, od mikroskopických bakterií po mohutné lesy, těžkopádné dinosaury a podnikavé lidské bytosti, zjistíme, že více než 99,9 procenta z nich nakonec vymřelo. To znamená, že vyhynutí je norma, že od počátku máme v rukou špatné karty. Když se prokopáme půdou, na které stojíme, a odkryjeme fosilní záznamy, nalezneme doklady o mnoha prastarých životních formách. Jen několik málo jich však přežilo dodnes. Před naším příchodem se zrodily miliony živočišných druhů; zažily svých pět minut slávy a potom uchřadly a vymřely. To je příběh života.

Můžeme sebevíc milovat pohled na dramatické a romantické západy slunce, vůni čerstvého mořského větru a teplé letní dny – jednoho dne to přesto všechno skončí a planeta pro nás přestane být obyvatelná. Příroda nám nakonec přestane být nakloněna a my ztratíme její přízeň, jako ji ztratily všechny ony vyhynulé formy života.

Dlouhé dějiny života na Zemi ukazují, že organismy v nepřátelském prostředí nutně potká jeden ze tří možných osudů. Mohou prostředí opustit, adaptovat se na ně, anebo zemřít. Pohlédneme-li však dostatečně daleko do budoucnosti, dříve nebo později budeme čelit tak ohromné katastrofě, že adaptace bude takřka nemožná. Buď opustíme Zemi, anebo vymřeme. Jiná možnost není.

Tyto pohromy v minulosti nastávaly opakovaně a další nevyhnutelně nastanou i v budoucnu. Země už prošla pěti velkými cykly vymírání, během kterých z jejího povrchu zmizelo až 90 procent všech forem života. To, že nás čeká další takové vymírání, je stejně jisté, jako že zítra vyjde slunce.

V horizontu desetiletí na nás číhají hrozby, které nejsou přírodní, ale které na sebe z většiny strojíme sami svou vlastní pošetilstí a krátkozrakostí. Čelíme nebezpečí globálního oteplování, při němž se proti nám obrátí sama zemská atmosféra. Čelíme nebezpečí moderních válek, jež vzrůstá spolu s tím, jak se jaderné zbraně šíří do některých z nejméně stabilních oblastí planety. Čelíme hrozbě biologických zbraní, např. AIDS nebo eboly šířících se vzduchem, přenášených pouhým kýchnutím. Tímto způsobem by mohlo vymřít více než 98 procent lidského rodu. Dále nás ohrožuje nárůst obyvatelstva, které spotřebovává zdroje zběsilou rychlostí. Od jistého okamžiku možná překročíme nosnou kapacitu Země a potká nás ekologický armagedon, při němž se budeme přetahovat o poslední zbývající zásoby na planetě.

Vedle kalamit, které vyvoláváme sami, existují také přírodní pohromy, nad nimiž nemáme skoro žádnou moc. V horizontu tisíců let hrozí nástup nové doby ledové. Během uplynulých sto tisíc let byl zemský povrch z většiny pokryt až 800 metry pevného ledu. Bezútěšná ledová krajina dovedla mnoho živočichů k záhubě. Před deseti tisíci lety pak nastala obleva. Toto krátké oteplení přineslo náhlý rozmach lidské civilizace a umožnilo člověku, aby se rozšířil po planetě a prosperoval.

K tomuto rozkvětu však došlo během doby meziledové, což znamená, že během následujících deseti tisíc let nás pravděpodobně čeká příchod další doby ledové. Až nastane, naše města zmizí pod horami sněhu a civilizaci rozdrťí led.

Dále hrozí, že se supervulkán pod Yellowstonekým národním parkem probudí ze svého dlouhého spánku, rozevře Spojené státy vedví a zahltí Zemi dusivým, jedovatým oblakem sazí a popela. K předchozím erupcím došlo před 630 000, 1,3 milionu a 2,1 milionu let. Vždy je od sebe dělilo asi 700 000 let; během následujících 100 000 let nás tak možná čeká další ohromná erupce.

V horizontu milionů let čelíme hrozbě dalšího nárazu asteroidu nebo komety, podobného tomu, který přispěl k vyhynutí dinosaurů před 65 miliony let. Tehdy balvan o průměru asi deseti kilometrů dopadl na mexický poloostrov Yucatán a vyvrhl do vzduchu mračna planoucího prachu, který dopadal zpět na zemi. Jako tomu bylo v mnohem menším měřítku v případě exploze Toby, oblaka popela po čase zakryla slunce a způsobila celosvětový pokles teplot. Jak odumírala vegetace, potravní řetězec se zhroutil. Býložraví dinosauři umřeli hladu, brzy následování svými masožravými příbuznými. Nakonec v důsledku této katastrofické události vyhybnulo 90 procent všech forem života na Zemi.

Celá tisíciletí jsme žili v blažené nevědomosti o tom, že Země je obklopena rojem potenciálně smrtonosných balvanů. Teprve v posledním desetiletí začali vědci kvantifikovat skutečné riziko velkého nárazu. Nyní víme, že existuje několik tisíc NEO (*near-Earth objects*, objektů blízkých Zemi) s trajektoriemi protínajícími oběžnou dráhu Země, které představují ohrožení pro život na planetě. K červnu 2017 jich bylo z katalogizováno 16 294. To jsou však jen ty, které jsme objevili. Astronomové odhadují, že se ve sluneční soustavě nachází možná několik milionů nezmapovaných objektů, jež se pohybují v blízkosti Země.

Jednou jsem s astronomem Carlem Saganem vedl rozhovor věnovaný této hrozbě. Sagan zdůraznil, že žijeme v „kosmické střelnici“, obklopeni potenciálními nebezpečími. Je jen otázka času, řekl mi, kdy velký asteroid zasáhne Zemi. Kdybychom tyto asteroidy mohli nějakým způsobem osvětlit, viděli bychom, jak na nočním nebi září tisíce výhružných světelných bodů.

I za předpokladu, že se všem výše zmíněným nebezpečím vyhneme, je zde jedno další, které všechna ostatní zastíňuje. Za pět miliard let se Slunce zvětší do podoby ohromné rudé hvězdy, která zaplní celé nebe. Slunce bude tak obrovité, že se oběžná dráha Země bude nacházet uvnitř jeho žhnoucí atmosféry, a spalující žár v tomto pekle znemožní existenci života.

Na rozdíl od všech ostatních organismů na planetě, které mohou jen pasivně vyčkávat, až se naplní jejich úděl, my lidé jsme pány vlastního osudu. Naštěstí dnes vytváříme nástroje, které zlepší naše výchozí šance, abychom se nestali jednou z 99,9 procenta forem života odsouzených k záhubě. V této knize se setkáme s průkopníky, kteří mají energii, vizi a prostředky k tomu, aby změnili osud lidstva. Setkáme se se snílky, kteří věří, že lidstvo může žít a vzkvétat mimo povrch Země. Budeme analyzovat revoluční technické pokroky, jež nám umožní opustit planetu a usídlit se jinde ve sluneční soustavě, ba i za jejími hranicemi.

Existuje-li však nějaké poučení, které si můžeme vzít z dějin, pak je jím to, že kdykoli lidstvo čelilo existenční krizi, předvedlo se vždy v nejlepším světle a posunulo se k ještě vyšším cílům. Objevitelský duch je v nějakém smyslu uložen v našich genech a pevně zabudován do naší duše.

Dnes však čelíme možná největší výzvě ze všech: musíme opustit povrch Země a vznést se do vesmíru. Fyzikální zákony hovoří jasnou řečí; dříve nebo později se střetneme s globálními krizemi, které ohrozí samu naši existenci.

Život je příliš křehký, než aby byl uložen na jediné planetě, vydán napospas všem těm hrozbám, které na Zemi číhají.

Jak mi řekl Sagan, potřebujeme nějakou pojistku. Sagan soudil, že bychom se měli stát „dvouplanetárním druhem“. Jinak řečeno, musíme vypracovat záložní plán.

V této knize prozkoumáme dějiny, výzvy a možná řešení, která se nám nabízejí. Cesta, která před námi leží, nebude snadná a bezpochyby nás čeká mnoho komplikací, nemáme však na výběr.

Poté, co naši předkové před sedmdesáti pěti tisíci lety skoro vyhnuli, odvážili se vydat vpřed a začali osídlovat celou Zemi. Jak doufám, tato kniha načrtne kroky potřebné k překonání překážek, jimž budeme nevyhnutelně čelit. Možná je naším osudem, abychom se stali víceplanetárním druhem žijícím mezi hvězdami.

Úvod

Vstříc více- planetárnímu druhu

Je-li ve hře naše dlouhodobé přežití, máme vůči vlastnímu druhu odpovědnost vydat se na jiné světy.

– Carl Sagan

Dinosaurři vymřeli, poněvadž neměli vesmírný program. A pokud i my vymřeme, protože nebudeme mít vesmírný program, dobře nám tak.

– Larry Niven

Jako malý jsem četl trilogii Isaaca Asimova *Nadace*, jež je oslavována jako jedna z největších ság v dějinách science fiction. Ohromilo mne, že si Asimov, místo aby psal o přestřelkách s laserovými pistolemi a o vesmírných válkách proti mimozemšťanům, položil prostou, ale hlubokou otázku: Jak na tom lidská civilizace bude za padesát tisíc let? Co je náš konečný osud?

Ve své průlomové trilogii Asimov vykreslil obraz lidstva rozšířeného po celé Mléčné dráze, obývajících miliony planet, jež drží pohromadě ohromná Galaktická říše. Lidstvo doputovalo tak daleko, že se umístění původní domoviny, která této velké civilizaci dala zrod, ztratilo v mlhách prehistorie. A vzhledem k tomu, kolik pokročilých společností je po galaxii rozseto a kolik lidí je vzájemně svázáno komplexní sítí ekonomických vztahů, je výsledný vzorek tak velký, že lze matematicky předpovídat budoucí běh událostí, jako kdyby šlo o pohyb molekul.

Před lety jsem dr. Asimova pozval, aby proslavil přednášku na naší univerzitě. Když jsem poslouchal jeho uvážlivá slova, překvapila mne širě jeho znalostí. Posléze jsem mu položil otázku, která mě zajímala už od dětství. Co jej inspirovalo k napsání knih o Nadaci? Jak přišel na téma tak obsáhlé, že zahrnuje celou galaxii? Bez váhání odpověděl, že mu jako inspirace posloužil vzestup a pád Římské říše. Příběh říše umožňuje sledovat, jak se během jejích bouřlivých dějin odvíjel osud římského lidu.

Začal jsem přemítat, zda i dějiny lidstva nemají své osudové určení. Snad je naším údělem, abychom nakonec vybudovali civilizaci pokrývající celou Mléčnou dráhu. Možná se náš osud skutečně skrývá ve hvězdách.

Mnohá ze základních témat Asimovova díla prozkoumal ještě před ním Olaf Stapledon ve svém průkopnickém románu *Tvůrce hvězd* (Star Maker). Jeho hrdina sní o tom, že nějakým způsobem vystoupá do vesmíru až ke vzdáleným planetám. Zatímco ve formě čistého vědomí pádí galaxií a cestuje

z jedné hvězdné soustavy do druhé, může pozorovat podivuhodné mimozemské říše. Některé zažijí velkolepý rozkvět, který přinese éru míru a bohatství, jiné dokonce se svými kosmickými loděmi vybudují mezihvězdná impéria. Další se zhroutí pod tlakem zášti, svárů a válek.

Mnoho revolučních myšlenek Stapledonova románu přejala pozdější vědecko-fantastická díla. Hrdina knihy *Tvůrce hvězd* například odhalí, že vysoce vyspělé civilizace často svou existenci záměrně tají před nižšími civilizacemi, aby je nedopatřením nekontaminovaly pokročilými technologiemi. Tato myšlenka se podobá základní směrnicí, jednomu z vůdčích principů Federace ze seriálu *Star Trek*.

Náš hrdina dále narazí na civilizaci tak důmyslnou, že své mateřské slunce uzavřela do ohromné koule, aby využila všechnu jeho energii. Tento koncept, jemuž se později dostalo názvu Dysonova sféra, je nyní běžnou součástí děl sci-fi.

Hrdina pozná rovněž rasu, jejíž příslušníci jsou navzájem ve stálém telepatickém kontaktu. Každý zná nejniternější myšlenky ostatních. Tato představa předznamenává společenství Borgů ze *Star Treku*, v němž jsou jednotlivci mentálně propojeni a podřízeni vůli Úlu.

Na konci románu se pak setkáme se samotným Tvůrcem hvězd, nebeskou bytostí, která vytváří celé vesmíry, každý s vlastními fyzikálními zákony, a hraje si s nimi. Náš vesmír je jenom jednou součástí multiverza. Hrdina knihy v naprostém ohromení sleduje, jak Tvůrce hvězd vymýšlí nové úchvatné světy a odhazuje ty, které se mu nelíbí.

Ve světě, kde bylo rádio pořád považováno za technologický zázrak, byl Stapledonův průkopnický román pořádný šok. Představa civilizace brázdící vesmír působila v třicátých letech 20. století absurdně. V té době byla vrcholem pokroku vrtulová letadla, která jen stěží zvládla vystoupat nad oblaka, takže možnost cestovat mezi hvězdami vypadala zoufale nerealisticky.

Román *Tvůrce hvězd* se setkal s okamžitým úspěchem. Arthur C. Clarke jej označil za jedno z nejlepších vědecko-fantastických děl v dějinách. Podnítil představivost celé generace poválečných autorů sci-fi. U běžného čtenářstva však román vprostřed chaosu a brutality druhé světové války brzy upadl v zapomnění.

Objev nových planet

Nyní když družice Kepler a týmy astronomů na zemském povrchu objevily asi čtyři tisíce planet obíhajících kolem jiných hvězd v galaxii Mléčná dráha, vnucuje se otázka, zda civilizace popsané Stapledonem neexistují doopravdy.

Roku 2017 vědci z NASA objevili ne pouze jednu, ale celých sedm planet o velikosti Země obíhajících kolem blízké hvězdy, která je od Země vzdálená pouhých třicet devět světelných let. Z těchto sedmi planet jsou tři dostatečně blízko mateřské hvězdě, aby se na nich mohla vyskytovat tekoucí voda. Astronomové budou velmi brzy schopni ověřit, zda atmosféra těchto a dalších planet obsahuje vodní páru. Protože voda je „univerzální rozpouštědlo“, kde se mohou smísit organické sloučeniny, z nichž se skládá molekula DNA, vědci možná budou moci ukázat, že podmínky nutné pro život jsou ve vesmíru běžné. Snad máme velmi blízko k objevu svatého grálu planetární astronomie, totiž dvojníka naší planety Země.

Zhruba v téže době učinili astronomové další průlom, když objevili Proximu Centauri b, planetu o velikosti Země obíhající kolem Proximy Centauri, naší po Slunci nejbližší hvězdy, vzdálené jen 4,2 světelného roku. Vědci už dlouho předpokládají, že tuto hvězdu prozkoumáme jako jednu z prvních.

Uvedené planety jsou jen několika málo příklady nových položek v ohromné „Encyklopedii extrasolárních planet“, která se aktualizuje prakticky každý týden. Obsahuje podivné, neobvyklé sluneční soustavy, o jakých si Stapledon mohl jen nechat zdát – včetně soustav, kde kolem sebe navzájem obíhají čtyři a více hvězd. Mnozí astronomové se domnívají, že i to nejbizarnější uskupení planet, jaké si dovedete vymyslet, pravděpodobně někde skutečně existuje (neodporuje-li základním fyzikálním zákonům).

To znamená, že můžeme zhruba vypočítat, kolik planet velkých jako Země se v naší galaxii vyskytuje. Jelikož obsahuje zhruba sto miliard hvězd, může se jen v Mléčné dráze nacházet dvacet miliard planet o velikosti Země, které obíhají kolem hvězd podobných Slunci. A protože s pomocí našich přístrojů dokážeme spatřit miliardu galaxií, můžeme odhadnout, kolik planet velkých jako Země existuje v pozorovatelném vesmíru: ohromující dvě miliardy bilionů.

Jakmile si uvědomíte, že galaxie možná překypuje obyvatelnými planetami, už se nikdy na noční nebe nebudete dívat tak jako předtím.

Až astronomové identifikují tyto planety o velikosti Země, dalším úkolem bude zjistit, zda se v jejich atmosféře vyskytuje kyslík a vodní pára, známky života, a pokusit se zachytit rádiové vlny, které by signalizovaly existenci inteligentní civilizace. Takový objev by byl jedním z přelomových okamžiků lidských dějin, srovnatelným s ovládnutím ohně. Nejenže by redefinoval náš vztah ke zbytku vesmíru; zároveň by změnil náš osud.