



Lidstvu nehrozí jen změna klimatu

Se současnou vyspělou vědou a technikou by **překonání klimatických problémů** mělo být mnohem snadnější

Podle některých klimatických alarmistů hrozí, že pokud okamžitě radikálně nesnižíme produkci skleníkových plynů, **stane se Země do třiceti, či dokonce deseti let neobyvatelnou, respektive zanikne civilizace, jak ji známe.** I bez současného problému lidstvem vyvolané globální změny klimatu nás však příroda fatálně ohrožuje, například záblesk gama záření. Budoucnost by však alespoň teoreticky nemusela být natolik černá.

VÁCLAV HOŘEJŠÍ
molekulární imunolog



Globální změně klimatu, k níž zřejmě podstatně přispívá spalování fosilních paliv, se věnuje stále větší pozornost. Zdá se, že velmi zeslábl donedávna vlivný hlas klimatických skeptiků, reprezentovaný u nás nejvýrazněji Václavem Klausem starším. Evidentní také je, že nepřijatelně znečišťujeme životní prostředí odpady, intenzivním zemědělstvím a rybolovem, ohrožujeme spoustu druhů živočichů i rostlin a ničíme ornou půdu i moře.

Donedávna jsem byl přesvědčen, že klimatičtí aktivisté, jejichž dnes nejnámější představitelkou je švédská studentka Greta Thunbergová, jsou příliš hysteričtí a jejich apokalyptické předpovědi silně přehnané. Stále více střízlivě uvažujících odborníků se však začíná domnívat, že se opravdu velmi pravděpodobně schyluje k velkému problému či přímo katastrofě.

Například britský odborník na udržitelný rozvoj profesor Jem Bendell zveřejnil loni studii *Deep Adaptation: A Map for Navigating Climate Tragedy* (Velká adaptace. Mapa pro navigaci klimatickou tragédií), ve které dospívá k závěru, že kolaps naší civilizace je jistý a nastane pravděpodobně v průběhu 20 let. Podobně vyznívá článek amerického novináře Davida Wallace-Wellse *The Uninhabitable Earth* (Neobyvatelná Země), který před dvěma roky vyšel v časopise *Intelligence*.

Zvyšování průměrné teploty

Podle těchto dvou a mnoha dalších „alarmistů“ patří mezi největší problémy především nárůst průměrné teploty atmosféry a oceánů, způsobovaný neustálým zvyšováním koncentrace skleníkových plynů, zejména oxidu uhličitého (CO₂). Ten – a také například metan nebo vodní pára – brání úniku tepla ze zemské povrchu do horních vrstev atmosféry, podobně jako skleněné nebo plastové stěny zahradnických skleníků.

Oxid uhličitý vzniká také mnoha přírodními procesy, například jej vydechujeme, a je naopak spotřebováván především při procesu fotosyntézy, čímž se až donedávna udržovala jeho konstantně nízká koncentrace v atmosféře. V poslední době jej ale začalo výrazně přibývat především lidskou činností – spalováním fosilních paliv, na němž je založena většina dnešní energetiky, průmyslové a zemědělské výroby a dopravy.

Na tomto energetickém zdroji stojí celá moderní technická civilizace, která začala zhruba před třemi sty lety a nastarovala do té doby nevídaný rozvoj. Větši-



ILUSTRACE RICHARD CORTÉS

nou si to příliš neuvědomujeme, ale tento fenomén je v dějinách naprosto nevídaný – zatímco rozdíl v životních podmínkách lidí žijících před dvěma tisíci lety a v 17. století byl malý, rozdíl mezi 18. a 21. stoletím je ve všech ohledech obrovský.

Vyšší koncentrace oxidu uhličitého

Obsah CO₂ v atmosféře byl ještě před několika desítkami let téměř stejný jako před začátkem průmyslové revoluce – přibližně 300 ppm (parts per million, částic na jeden milion, zhruba 0,03 procenta). Od té doby však nastal prudký nárůst a dnešní koncentrace přesahuje 400 ppm a nadále stoupá – naposledy byla tak vysoká úroveň CO₂ v atmosféře před 14 miliony let. Tento nárůst je ve shodě s fyzikálně podloženými výpočty doprovázen růstem průměrných teplot mnoha oblastí, obzvláště výrazně v Arktidě.

Skeptici namítají, že nárůst teplot je jen krátkodobý výkyv způsobený přírodními jevy (zvýšenou sluneční aktivitou), což se nedá žádným experimentem doká-

Skeptici namítají, že nárůst teplot je jen krátkodobým výkyvem způsobeným přírodními jevy. Zdá se ale v podstatě jisté, že dnešní sofistikované klimatologické modely vypracované experty jsou správné.



zat ani vyvrátit. Zdá se ale v podstatě jisté, že dnešní sofistikované klimatologické modely vypracované experty, nikoli alarmistickými aktivisty jsou správné a že velká většina pozorovaného nárůstu teplot je způsobena zvýšením koncentrace oxidu uhličitého.

V některých katastrofických scénářích se za nebezpečí také považuje, že oxid uhličitý je ve vysokých koncentracích zdravotně závadný, respektive dokonce toxický. Tato obava by ale byla skutečně namísto až u nerealisticky extrémně vysokých koncentrací odpovídajících více než 20násobku dnešní koncentrace; dvoj- či trojnásobně vyšším koncentracím bychom byli vystaveni například v nedostatečně větraných místnostech.

Samotný nárůst průměrných teplot o několik stupňů by také zdánlivě nemusel mít žádné katastrofální následky – například v mírném pásu bychom žili v podmínkách podobných dnešním subtropickým. Je však třeba si uvědomit, že již dnes žijí stamiliony lidí v tropických oblastech za letních teplot na horní hranici snesitelnosti (nad 45 stupňů Celsia), zejména tam, kde je současně vysoká vlhkost vzduchu.

V těchto oblastech jsou často již nyní velké problémy s nedostatkem vody, jež by se při dalším oteplování ještě zhoršily, čímž by se zřejmě rozšířila rozloha

pouští – pravděpodobně by byly postiženy i mnohé dnes hustě obydlené krajiny v jižní Evropě, na Blízkém východě či v Indii.

Oteplování arktických oblastí

Hlavní problémy spojené i s relativně malým zvýšením průměrných globálních teplot ale spočívají v něčem jiném – především v tání polárních ledovců a v následném zvýšení hladiny oceánů a změnách mořských proudů. Vzhledem k tomu, že stamiliony lidí žijí v pobřežních oblastech, zvýšení hladiny moře o několik, ba jediný metr by mělo velmi vážné ekonomické a sociální důsledky.

Další velký problém spočívá v tom, že oteplování v arktických oblastech začíná být spojeno s roztáváním permafrostu, tedy „věčně zmrzlé“ země. Na těchto územích tak začíná potíže se stabilitou komunikací a budov, především by se však z této rozmrzlé vrstvy uvolňovaly další skleníkové plyny, zejména metan, který je krátkodobě mnohem účinnějším skleníkovým plynem než CO₂.

Podobný a možná ještě větší problém by pravděpodobně nastal po zvýšení teploty moří s uvolňováním velkých objemů metanu z mořských hlubin, kde se vyskytuje za nízké teploty pod mořským dnem ve značném množství ve formě pevných hydrátů metanu nazývaných též „metanový led“. Snížení, nebo dokonce úplné odstranění zalednění polárních oblastí by navíc vyvolalo efekt „pozitivní zpětné vazby“ a vedlo k ještě intenzivnějšímu oteplování.

Snížila by se totiž odrazivost (albedo) zaledněné a zasněžené části zemského povrchu, takže by se mnohem nižší podíl slunečních paprsků než doposud odrážel zpět do prostoru. Úplné roztání všech polárních pevninských ledovců by vedlo ke katastrofálnímu zvýšení hladiny oceánů o více než 100 metrů. (Tento proces by ale pravděpodobně trval stovky, či spíše tisíce let.)

Bez přičinění člověka

Je třeba poznamenat, že v dávné minulosti – před desítkami až stovkami miliónů let – byla hladina CO₂ i průměrné teploty většinou mnohem vyšší, třeba i o více než deset stupňů Celsia, než nyní. To bylo pravděpodobně způsobeno jednak změnami intenzity slunečního záření, jednak intenzivní sopečnou činností, která však zpočátku krátkodobě prudce snižovala teploty, protože popílek a kouř bránil přístup slunečních paprsků.

I relativně nedávno se bez přičinění člověka v některých obdobích méně výrazně zvyšovaly lokální teploty – v Evropě v 10. až 13. století („středověká klimatická anomálie“) – a z té doby pochází i paradoxní název Grónska, Greenland, tedy Zelená země.

Na druhé straně zhruba před dvanácti tisíci lety, na konci poslední doby ledové, byla kompletně zaledněna Skandinávie a hladina oceánů o několik desítek metrů nižší než dnes, takže tam, kde je dnes Severní moře, žili lidé. A tam, kde je dnes Černé moře, byla pravděpodobně před asi šesti tisíci lety velká a zřejmě obydlená proláklina s jezerem.

Zvýšení teplot o několik stupňů by zřejmě výrazně změnilo proudění vzduchu v atmosféře i systém mořských proudů – pravděpodobně by se oslabil, či dokonce zanikl teplý Gólfský proud, který zásadně ovlivňuje podnebí zejména v západní a severní Evropě. Paradoxně by se pak mohly tyto oblasti výrazně ochladit.

V těch nejkatastrofějších a zřejmě zcela nepravděpodobných scénářích se počítá i s možností, že by se na Zemi stalo to, co možná pradávno na Venuši – nárůst teplot až o stovky stupňů a vypaření oceánů.

Pokračování na straně 12

Lidstvu nehrozí jen změna klimatu

Dokončení ze strany 11

Řešení

Je zřejmé, že lidstvo má velký problém. Otázkou ovšem je, jak jej vyřešit. Nejlepší by bylo nějak opět odčerpávat přebytečný CO₂ z atmosféry. Pro něco takového sice existují celkem jednoduché technologické postupy, ale jsou použitelné jen v malém měřítku. Kdyby se přece jen podařilo něco takového zvládnout, potřebovali bychom například nádrž dlouhou asi 2500 kilometrů, širokou jeden kilometr a hlubokou sto metrů na uskladnění zkapalněných přebytečných, lidmi vyprodukovaných asi 800 miliard tun CO₂.

Naopak proveditelný je zcela přírodní postup – podpora vychytávání CO₂ fotosyntetizujícími rostlinami a mořskými řasami, například rozšiřováním dnešních lesů a masivní výsadbou stromů ve stepích či pouštích. Obrovské množství uhlíku (celkem více než ve všech rostlinách a v atmosféře dohromady) je uloženo v půdě ve formě pozůstatků odumřelých organismů, humusu a půdních mikroorganismů, takže účinným prostředkem by bylo i zabraňovat degradaci půdy a postupujícímu rozšiřování polopouští a pouští.

Mnohem více uhlíku než v suchozemských rostlinách je ale uloženo v mořských řasách a jiných organismech, takže odstraňování nadbytečného CO₂ by se případně dalo efektivně podpořit záměrným „hnojením“ moří, které by ovšem mohlo mít nežádoucí důsledky. Více než čtvrtina CO₂ vyprodukovaného lidskou činností se ale zachycuje i rozpouštěním v poměrně chladné mořské vodě, což ale vede k okyselení vody, které škodí některým citlivým organismům, například korálům.

Geoingenžerské návrhy

Jinou možností by bylo snížit množství sluneční energie dopadající na zemský povrch a tím kompenzovat skleníkový efekt způsobovaný spalováním fosilních paliv – objevily se „geoingenžerské“ návrhy rozptýlit do horních vrstev atmosféry aerosoly, které by pohlcovaly část slunečního záření. To by asi bylo se značnými náklady uskutečnitelné.

Poněkud děsivé jsou ale návrhy, že by tuto umělou mlhu mohly tvořit kapičky kyseliny sírové... V této souvislosti je zajímavé, že výrazné snížení kouřových emisí z průmyslových zdrojů i domácností sice přineslo mnohem kvalitnější ovzduší, ale paradoxně přispělo ke zvýšení množství sluneční energie zahřívající zemský povrch. Asi nejrealističtější jsou přístupy založené na radikálním snížení další produkce skleníkových plynů.

Kdybychom toho byli schopni během krátké doby, zřejmě by se stabilizovala dnešní, dosud celkem přijatelná hladina CO₂ v atmosféře a časem by možná přírodní procesy vedly i k jejímu poklesu. Zatím ale navzdory snahám o mezinárodní dohody emise CO₂ a jiných skleníkových plynů každoročně rostou a zřejmě dost dlouho porostou.

Zaznívají i názory, že pokud okamžitě radikálně snížíme produkci skleníkových plynů, stane se Země do 30 či snad dokonce deseti let „neobyvatelnou“, respektive že „zanikne civilizace, jak ji známe“. Pod těmito hesly dnes demonstrují a stávkují studenti a obviňují generaci rodičů, že jim nezodpovědným chováním připravila chmurnou budoucnost. Budoucnost by však alespoň teoreticky nemusela být natolik černá. Naši asi hlavní nadějí je současná pokročilá věda a technika a schopnost uvažovat racionálně.

Náhrada fosilních paliv

Je však nutné co nejrychleji výrazně omezit či spíše úplně odstranit energetické využívání fosilních paliv, a přitom, pokud možno, zachovat civilizační vymoženosti, na které jsme si zvykli. Tímto směrem se nynější plány ubírají, přičemž se klade důraz především na využití obnovitelných zdrojů energie, především slunečního záření a energie větru. Ty však z řady důvodů mohou nahradit fosilní zdroje v globálním měřítku jen částečně.

Je proto třeba rychle opustit značně iracionální negativní postoj k jaderným elektrárnám a jít tímto směrem – měl by se maximálně podporovat výzkum a vývoj moderních jaderných reaktorů. A především by se mělo maximální úsilí soustředit na budoucí fúzní reaktory.

Zvládnutí této výroby elektrické energie by mělo podobně převratný význam jako v minulosti využití fosilních paliv.

Umožnilo by to dokonce pustit se i do energeticky velmi náročných projektů, jako je odsolování mořské vody a vyřešení stále palčivějšího problému nedostatku vody v mnoha oblastech světa.

Jsem přesvědčen, že kdyby na podporu tohoto výzkumu a vývoje věnovalo mezinárodní společenství jen deset procent toho, co lidstvo dává nesmyslně na zbrojení, úspěch by se dostavil během zhruba 20 až 30 let. A na překlenutí těch několika desítek let bych viděl jako nejlepší podstatně posílit budování jaderných elektráren v kombinaci s obnovitelnými zdroji energie, především solárními.

Je neuvěřitelné, že v současnosti je problém zajistit několik desítek miliard eur na financování doposud nejnadějnějšího projektu výstavby potenciálního prototypu termojaderného reaktoru ITER ve francouzském Cadarache, který se chronicky zpožďuje, dokonce musely být z finančních důvodů radikálně omezeny jeho původně plánované ambiciózní cíle.

Emisně čisté elektrárny

Existuje i spousta příležitostí, jak výrazně snížit energetickou a surovinovou náročnost řady lidských činností. Nesmírně se například plýtvá vodou při převládajících primitivních metodách zavlažování, mimořádně energeticky náročná je produkce masa – vhodnými (daňovými) nástroji by šlo podstatně omezit jeho spotřebu na úroveň obvyklou třeba v mém dětství.

Podobně by bylo možné výrazně omezit intenzitu letecké dopravy – je absurdní, aby například vědci cestovali na vzdálené konference, jsou-li k dispozici videokonference a jiné online možnosti. Užitečné by bylo i masové zavedení genetiky modifikovaných plodin odolných

Zdá se, že na odvrácení nepříznivých důsledků spalování fosilních paliv je pozdě. Technická opatření a postupné radikální snížení produkce skleníkových plynů by však mohly odvrátit nejhorší scénáře.



vůči suchu, škůdcům a vhodných i pro hospodaření bez orby, vůči nimž je obdobný iracionální odpor jako vůči jaderné energetice – paradoxně aktivistů, kteří se angažují v boji proti člověkem vyvolaným změnám klimatu.

Důležité také je, nakolik přispívají ke globální produkci skleníkových plynů různé země – například Západ, tedy Evropská unie a USA, dohromady produkuje asi 25 procent, Čína (s téměř dvojnásobnou populací) asi 30, Indie jen sedm, Rusko pět či Japonsko čtyři procenta.

Některá z možných opatření ale situaci řeší jen marginálně – i kdybychom například zrušili veškerou leteckou dopravu, snížilo by to emise skleníkových plynů jen asi o dvě procenta, úplně přestali jezdit v autech asi o 15 procent či zcela chovat hovězí dobytek asi o deset procent.

Postupný přechod na elektromobily je také chvályhodný, ale je třeba zajistit, aby se pro ně potřebná elektrina vyráběla

v emisně „čistých“ elektrárnách. To, že některé malé země, například Norsko nebo Rakousko, už dnes produkují minimum CO₂, nemá v globálním měřítku prakticky žádný reálný význam. I kdyby celá EU od zítřka zcela přestala produkovat škodlivé emise, globálně by je to snížilo jen asi o devět procent.

Je jasné, že je třeba se celosvětově soustředit na podstatné – co nejrychleji opustit fosilní zdroje energie a přechodně je nahradit zejména jadernou energetikou a perspektivně, doufejme, termojadernou.

Neúnosné předlídění

Další, ale málo diskutovaný problém představuje téměř neúnosné předlídění Země. Je sice pravda, že lidé žijící v nejméně předlíděných a chudých zemích zanechávají mnohem menší „uhlíkovou stopu“ než my, blahobytní Západané, ale to se mění – i tyto lidé postupně chtějí žít pohodlně, a tedy energeticky náročně jako my.

Zdá se však, že se tento problém postupně zmenšuje. Podle seriózních demografických odhadů do konce století naroste počet obyvatel Země z dnešních zhruba 7,5 miliardy na přibližně 10,5 miliardy a pak se začne snižovat. Toto snižování se už odehrává ve většině rozvinutých zemí a v Číně, porodnost je ale stále velmi vysoká zejména v řadě afrických zemí.

V této části světa by se měla věnovat pozornost antikoncepci osvětě a motivaci k omezení porodnosti. Nejúčinnějším a neselehávajícím prostředkem je výrazné zvýšení životní úrovně a dobré sociální zabezpečení, takže bohaté země by se měly i v tomto směru mnohem více, a zejména efektivněji angažovat. Je to v jejich zájmu, neboť jinak budou muset řešit stále intenzivnější problémy s migranty.

Je pravděpodobné, že pokud půjde vývoj dosavadním směrem a životní úroveň se bude zvyšovat i v dosud chudých, zejména afrických zemích, začne se v příštím století počet obyvatel Země snižovat. Zvyšování životní úrovně však nejen omezí porodnost, ale i výrazně zvýší energetickou náročnost, spotřebu vody a mnoha již dnes nedostatkových surovin.

Nezbývá než doufat, že se mezitím podaří zvládnout hlavní problém – vyřešit náhradu fosilních energetických zdrojů, optimálně zvládnutím využití termojaderné energie. Pak by se i problém předlídění asi stal podstatně méně naléhavý.

Oprávněné obavy

Zdá se, že na odvrácení nepříznivých důsledků spalování fosilních paliv je pozdě a že jde jen o to, nakolik závažné budou. Existuje však šance, že se kombinací technických opatření, jež umožní adaptaci na zhoršené životní podmínky, a postupného radikálního snížení produkce skleníkových plynů podaří odvrátit nejhorší scénáře.

I v minulosti lidstvo zažilo velké změny, například doby ledové či gigantické sopečné erupce s globálními důsledky. Zdá se, že kvůli takovým katastrofám byli naši dávní předkové několikrát jen krůček od úplného zániku lidského druhu. Se současnou vyspělou vědou a technikou by překonání takových klimatických problémů mělo být mnohem snazší.

Obavy, že v důsledku předlídění brzy dojdou některé důležité přírodní zdroje, nelze bagatelizovat, ale na druhé straně lze doufat, že i s těmito problémy si lidstvo poradí díky vědeckému a technickému pokroku – vývoji úsporných technologií a zejména emisně „čistých“ energetických zdrojů. Hlavním předpokladem úspěchu tohoto optimistického vývoje je ale dostatečná mezinárodní spolupráce a racionální a efektivní společenské uspořádání, pokud možno na celém světě.

Pokud ale převládnu sobecké nacionalistické sklony, reálně hrozí války o surovinové zdroje a světovou nadvládu, které by mohly drasticky globálně snížit počet obyvatel, a navíc fatálně zhoršit životní prostředí – například radiačním zamořením. Ačkoliv jsem bytostný optimista, obávám se, že něco takového nastane...

Přesun mimo Zemi

I bez současného problému lidstvem vyvolané globální změny klimatu nás příroda fatálně ohrožuje. De facto žijeme na pomyslném terči kosmické střelnice a je jen otázkou času, kdy nás nějaká střela zasáhne, jak už se v minulosti mnohokrát stalo. Jde o asteroidy a komety, které jsou sice ve srovnání s rozměry Země nepatrné, ale mohou přivodit celoplanetární katastrofu podobnou té na konci druhohor, jež vyhubila dinosaury – a otevřela cestu k rozvoji našinců.

Pomineme-li populární možnosti útoku hypotetických mimozemských civilizací, z kosmu nás potenciálně fatálně ohrožují další hrozby, například záblesk gama záření. Pokud by jeho zdroj (supernova) byl dostatečně blízko a výtrysk směřoval přímo k Zemi, znamenalo by to zřejmě okamžitý konec téměř všeho živého. Příroda nás ohrožuje i jinak. Zásadní hrozbou jsou výbuchy supervulkánů nebo obecně intenzivní sopečná činnost.

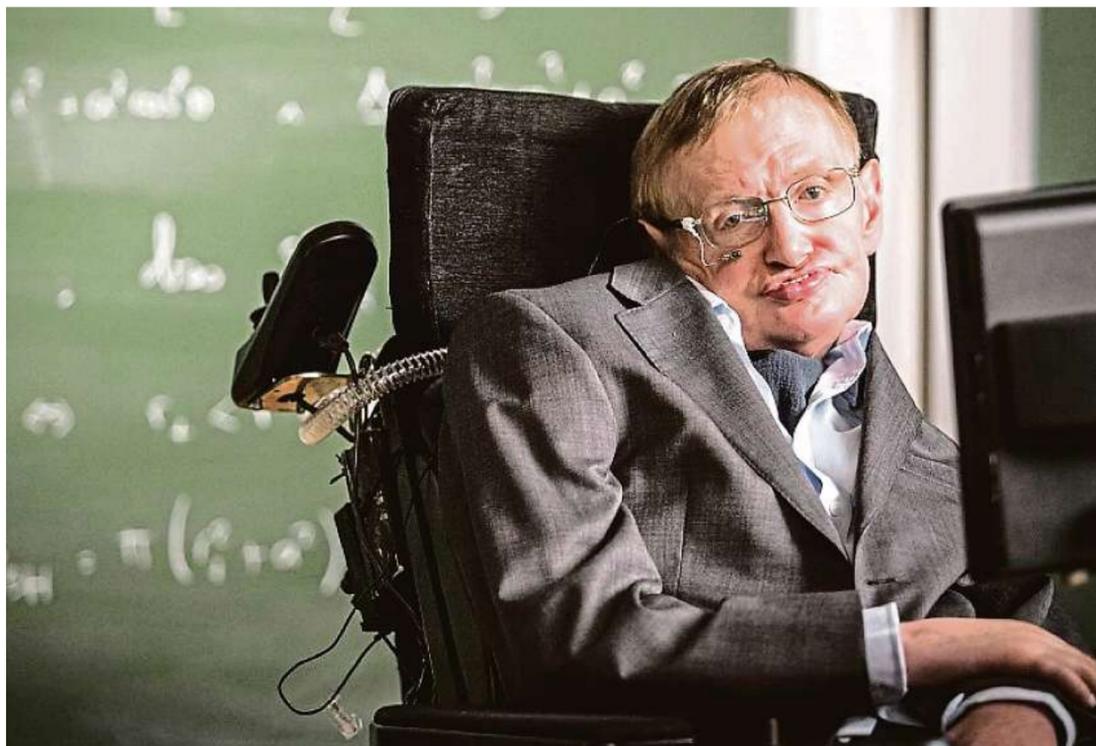
Reálná je i možnost nakažlivé choroby s vysokou úmrtností, například superagresivní typ chřipky podobný tomu, který na konci první světové války zahubil až 100 milionů lidí. Vážné důsledky by měly i mimořádně silné sluneční bouře – vyřadily by většinu elektrických zařízení, poškodily rozvodné sítě a zničily telekomunikační satelity. Relativně často také nastává přepólování zemského magnetického pole, které může vést ke krátkodobě (několik set let) ztrátě ochrany Země před kosmickým zářením.

Asi jedinou možností, jak se před některou z těchto přírodních hrozeb ochránit, je přesunout část lidstva mimo Zemi – na vhodnou planetu nebo aspoň obří kosmickou stanicí podobnou třeba Červenému trpaslíkovi z televizního seriálu. Tímto tématem se zabývá sci-fi literatura, ale vyjadřoval se k němu i nedávno zesnulý geniální fyzik Stephen Hawking. Doufám, že něco takového lidstvo uskuteční v příštích několika stech letech a že do nás do té doby nic fatálně neprašťí. A především že si sami nezpůsobíme žádnou katastrofu.

Autor působí v Ústavu molekulární genetiky Akademie věd České republiky



Katastrofa. Jem Bendell, britský odborník na udržitelný rozvoj, se domnívá, že naše civilizace zřejmě zkolabuje v průběhu 20 let. FOTO PROFIMEDIA



Návrh. Podle zesnulého fyzika Stephena Hawkinga by část lidstva mohla před přírodními hrozbami ochránit přesun mimo Zemi. FOTO REUTERS