



# Zemřít na Marsu

**Když Elon Musk výhodně prodal svůj podíl v internetovém platebním systému PayPal, asi málokdo tušil, že napře síly právě do aerokosmického průmyslu. Natož že se v něm udrží... O vizích, výhrách i dílčích nezdarech SpaceX jsme si povídali s popularizátorem kosmonautiky Dušanem Majerem**

Ptala se Jana Žďárská

**D**nes již není pochyb, že se **Elon Musk** nejen udržel ve hře, ale navíc vytrhl z letargie i výrobní kolosy, jež se aerokosmickým průmyslem dosud zabývaly. V současné době stojí se svou společností SpaceX takřka na prahu plánované mise k rudé planetě a říká: „*Chtěl bych na Marsu zemřít, ovšem nikoliv během přistání...*“ Že jde o cestu nabitou událostmi a zajímavostmi, dokládá i fakt, že se nám z **obsáhlého rozhovoru s Dušanem Majerem, šéfredaktorem portálu Kosmonautix.cz**, nepodařilo na následující stránky dostat zdaleka vše.

**?** Popularizaci kosmonautiky se věnujete velmi aktivně. Jak jste se k ní dostal?

Vlastně tak trochu náhodou. Už v dětství jsem sice vnímal, že Američané provozují raketoplány a že vzniká Mezinárodní vesmírná stanice. Dokonce jsem si lepil její papírový model. Ale to bylo tak všechno.

Na střední škole jsem uvažoval, že bych se rád živil něčím, co souvisí s médií. Založil jsem si tedy blog a prezentoval na něm vše, čemu jsem říkal „postřehy“. Obsah byl tudíž různý a opravdu mu vůbec nevěvodila kosmonautika. Až jednou jsem při hledání zajímavostí narazil na informaci, že má startovat raketoplán. Napsal jsem o tom a zjistil, že mě dané téma hodně baví. A záhy jsem v tom byl až po uši... Pak už šlo všechno ráz na ráz: Začal jsem připravovat videa, založil jsem internetové diskusní fórum, ze kterého se v dalších letech stal webový portál Kosmonautix.cz.

**?** A kdy jste se začal popularizací kosmonautiky živit?

V roce 2012, díky výrobě videí pro portál Stream.cz. A od roku 2019 působím v internetové televizi Mall.tv, kde prezentuju pořady Krátké vesmírné zprávy, Vesmírné zprávy, Vesmírná technika a Vesmírné starty.

**?** Co pro vás znamená ocenění Akademie věd?

Velmi si vážím každého ocenění, ať už pochází od odborné veřejnosti, nebo od čtenářů. Ocenění našich projektů od Akademie věd je pro mě neskutečně prestižní a jde také o motivaci do budoucna: Já i celá redakce se snažíme dostát očekáváním a udržet nastavenou laťku.

**?** K nejvýraznějším osobnostem současného aerokosmického průmyslu patří bezpochyby Elon Musk. Nad výčtem jeho aktivit se až tají dech. Je opravdu tak výjimečný člověk, nebo spíš skvělý manažer?

Lidí jako Elon Musk se nepochybně nerodí mnoho. Pojí se v něm různé vlastnosti, některé dobré, jiné o něco méně. Je to především vizionář, který dokáže vidět v technologii potenciál už v jejím počátku. Také je cílevědomý a zvládá hned několik

požaduje i od svých zaměstnanců. Přesto je o práci ve SpaceX velký zájem – lidé považují za čest tam pracovat a podílet se na posouvání hranic.

**?** Musk se narodil v jihoafrické Pretorii, což není jako nejlepší místo, kde začít dělat „díru do světa“. Kudy vedla jeho cesta?

Už jako dítě velmi rád četl, k jeho oblíbeným knihám patřila série Nadace od Issaca Asimova. Již v deseti letech se začal výrazně zajímat o počítače, používal Commodore VIC-20. Výpočetní technika ho zaujala natolik, že se podle dostupných manuálů naučil sám programovat. Ve dvanácti letech vytvořil v jazyce Basic počítačovou hru Blastar a už tehdy předvedl obchodnický talent, když ji následně výhodně zpeněžil. Obdivoval možnosti, jež nabízely některé jiné země, a toužil se dostat do Ameriky. A protože jeho

je dodnes velmi úspěšný. S využitím peněz, jež utržil za svůj podíl v PayPal, poté založil kosmickou společnost SpaceX. Navíc vede automobilku Tesla Inc. a je předsedou firmy SolarCity. Kde spočívají jeho priority?

Jednoznačně ve SpaceX. Musk tam působí jako zakladatel, výkonný ředitel i hlavní technolog. Prezidentkou a hlavní provozní ředitelkou je Gwynne Shotwellová, kterou časopis Forbes v roce 2019 zařadil na pětadesáté místo v žebříčku sta nejmočnějších žen světa. Ve firmě pracuje přes sedm tisíc zaměstnanců a jejím primárním cílem je provést revoluci v kosmonautice razantním snížením cen za vynášení nákladů. Musk se zároveň netají, že jeho nejvyšší metou je dostat lidi na Mars.

**?** Jak se společnost propracovala až do výběrových řízení na nosiče družic?

## Lidi jako Elon Musk se bezesporu mnoho nerodí. Kombinují se v něm dobré i trochu horší vlastnosti

Vizualizace představ firmy SpaceX aneb všechny cesty Elona Muska vedou na Mars...

projektů najednou. Nepatří mezi manažery a ředitele, kteří sice skvěle ovládají byznys, ale nerozumějí tomu, co jejich firma dělá technicky. Často jedná přímo s inženýry a aktivně se podílí na vývoji určitých technologií. Na druhou stranu je tak trochu workoholik a stejné pracovní tempo

matka pocházela z Kanady, pomohla mu tam již před jeho osmnáctými narozeninami odcestovat, přestože Elonův otec nesouhlasil.

**?** V Americe, kam zbýval z Kanady jen krůček, Musk vyvinul a spoluvlastnil internetový platební systém PayPal, který

Výrobní program jí umožnil zařadit se po bok United Launch Alliance, která vyrábí rakety Delta a Atlas. Když se vybíraly nosiče pro třetí generaci družic GPS, získala SpaceX z prvních šesti zakázek rovnou pět, především díky nižším nákladům na start – a to už o něčem vypovídá. ULA se do jednoho z výběrových řízení ani nepřihlásila, protože nechtěla znovu prohrát. Nyní však chystá raketu Vulcan, která bude levnější a modulární, takže se pravidla hry možná opět změni.

**?** SpaceX nedávno začala na oběžnou dráhu vypouštět nevídané množství družic konstelace Starlink – a dočkala se rozporuplných reakcí odborné i laické veřejnosti. Jak tento počínání vnímáte?

Myslím, že družice teď potkává to, čím před desítkami let prošel automobilový a letecký průmysl či internet. Dané obory dlouho fungovaly, pak najednou nastal masivní rozvoj technologií a jejich počty řádově rostly. Platí přitom, že každá technická novinka části lidí pomůže a části naopak ublíží. Proto je vždy třeba zvážit, jak velké tyto dvě skupiny jsou. Starlink má umožnit spolehlivý přístup

## Kdo je...

### Dušan Majer (\*1987)

Narodil se v Jihlavě a vystudoval soukromé všeobecné gymnázium AD FONTES. Od roku 2009 se věnuje popularizaci kosmonautiky formou videí, článků i přednášek. Založil webový portál Kosmonautix.cz, na němž denně vycházejí minimálně dva články z oboru, a dodnes stojí v čele jeho redakce. Články se věnují historii, současnosti i blízké budoucnosti kosmonautiky – ať už státní, či soukromé. Sedm let tvořil Dušan Majer pro Stream.cz pořad Dobývání vesmíru, který v rámci soutěžní přehlídky SCIAP několikrát ocenila

Akademie věd ČR. Od roku 2019 přešel na internetovou televizi Mall tv, kde vznikají jeho pořady Vesmírné zprávy, Krátké vesmírné zprávy, Vesmírná technika a Vesmírné starty.



## Elon Musk s administrátorem NASA Jimem Bridenstinem (uprostřed) při prohlídce v ústředí SpaceX v Hawthorne

k vysokorychlostnímu internetu z většiny obydleného světa (viz Fakta).

### ? Projekt mimo jiné působí nemalé problémy astronomům. Čím družice jejich pozorování ruší?

Každá družice je na oběžné dráze nějakým způsobem „vidět“. Ještě jsme totiž nevymysleli, jak ji stoprocentně zakrýt. I při „ztemnění“ v optickém spektru svítí v infraskopu, a budeme-li s ní chtít komunikovat, bude vidět také v rádiovém spektru.

### ? Nakolik si to Elon Musk uvědomuje?

SpaceX se snaží na připomínky astronomů reagovat, proto zavádí různá opatření pro snížení odrazivosti družic. Dokonce vznikla pracovní skupina, ve které jsou zastoupeni profesionální astronomové, a společně se pokoušejí situaci vyřešit. Sluneční záření odráží každá družice. SpaceX se



### ? Družice Starlink jsou nejvíc vidět po vypuštění, tedy když se nacházejí na nižší orbitě. Kdy se dostanou na vyšší dráhu? A zlepší se pak situace?

Přechod na finální orbitu trvá různým družicím různě dlouho, a to záměrně kvůli zaplňování různých rovin oběžné dráhy.

### ? Mohla by se SpaceX na rozvoji vesmírných teleskopů podílet?

Ano, dá se to předpokládat. Finance získané vynášením družic by mohla investovat například do vypouštění satelitů s kosmickými teleskopy. Astronomové mají v daném případě poměrně štěstí, protože SpaceX se situací zabývá a chce ji řešit. Myslíte, že by třeba Čína brala nějaké ohledy?

## Družice teď procházejí tím, co před dekádami potkalo automobilový a letecký průmysl či internet

podářilo vyvinout speciální nátěr, jenž snížil odrazivost o padesát procent. Zdá se to sice poměrně hodně, ale cílem astronomů je snížit ji minimálně o řád.

## » fakta

### VOBLEŽENÍ DRUŽIC

Cílem konstelace **Starlink** společnosti SpaceX je zajistit v následujícím desetiletí celoplanetární pokrytí vysokorychlostním internetem. Mělo by jít o soustavu přibližně **12 tisíc družic**, jejich počet však možná vzroste až na **42 tisíc**. Satelity, vynášené na oběžnou dráhu po 60 kusech, mají zpočátku jasnost okolo 2–3 mag; lze je tedy spatřit pouhými očima i v oblastech se světelným znečištěním.

Obecně však můžeme říct, že zhruba tři měsíce po startu už jsou všechny na finálních dráhách ve výšce pěti set padesáti kilometrů. Během těchto úprav trajektorie se používá metoda snižující jejich odrazivost: Oproti dřívějšímu mají jinak orientovaný fotovoltaický panel, který tak odráží méně světla k Zemi. Druhý „zlepšovák“ tvoří stínítko z pěny, jež propouští rádiové vlny, ale nikoliv světelné záření, takže brání odrazům světla od antén na břiše družice.

### ? SpaceX na uvedeném příkladu ukazuje, jak rychle a pohotově umí reagovat. Myslíte si, že by celá kontroverzní situace mohla přinést i něco dobrého?

Mohla by významně podpořit rozvoj kosmických teleskopů umístěných na oběžné dráze. Dosud bylo méně nákladné postavit dalekohled na Zemi, což by se nyní mohlo změnit. Nebude to levné, nebude to rychlé, ale ve výsledku to může astronomii pomoci.

### ? Jak jsme již zmínili, vizí Elona Muska je provést revoluci v kosmonautice. Podařilo se mu to vývojem a následnou výrobou lehkého nosiče Falcon 1?

Šlo o začátek a ty, jak známo, bývají těžké. Výroba Falconu 1 byla pro SpaceX důležitá. Firma si potřebovala ověřit, že zvládne postavit funkční nosič, u kterého plánovala znovupoužitelnost prvního stupně. Raketa dokázala vynést na nízkou oběžnou dráhu až šest set sedmdesát kilogramů nákladu a Musk do ní vkládal velké naděje.

### ? Falcon 1 je však nesplnil, a SpaceX se proto pustila do výroby zbrusu nového těžšího nosiče Falcon 9. Bylo to kvůli haváriím, které testování „jedničky“ provázely?

V průběhu testování Falconu 1 skutečně nastalo pro Elona Muska krušné období, protože z pěti startů z kosmodromu Omelek Island skončily hned první tři nezdařem. Čtvrtý, 28. září 2008, se konečně podařil a nosič dosáhl nízké oběžné dráhy. Při svém pátém startu 14. srpna 2009 jako historicky první zcela soukromě financovaná kosmická raketa na kapalné pohonné látky úspěšně vynesl na oběžnou



dráhu Země umělou družici, konkrétně RazakSAT o hmotnosti sto osmdesát kilogramů.

Firma především potřebovala silnější nosič, který by zvládl vynášet nákladní loď Dragon. Opustila proto Falcon 1 a dala se do vývoje Falconu 9. Jeho nosnost postupně vzrostla na třináct a půl tuny a během patnácti startů došlo jen k jediné havárii.

## **?** Pro Muska je zásadní znovupoužitelnost komponentů. Jak se SpaceX učila „chytat“ vracející se stupně?

Po testech se zařízením Grasshopper, na kterém nasbírala první zkušenosti s motorickým přistáváním, přešla na zkoušky se skutečnými prvními stupni, jež vynášely náklad a běžně by bez užítu končily na dně oceánu. Začínalo se zvolna, vybraly se souřadnice v moři a sledovalo se, zda se tam stupeň „treffi“. Pak se přidala další úroveň, a to vyklopit nad daným místem nohy a zkusit dosáhnout v nulové výšce nulové rychlosti.

**?** Elon Musk avizoval, že zachycení a následná repase prvního stupně vyžadují méně polovinu nákladů na výrobu nového a poletová údržba je poměrně levná – na rozdíl od raketoplánů. Kolik stálo naučit první stupeň přistávat? Zhruba miliardu dolarů. Ale s každou zkouškou se SpaceX posouvala dál. Když už měli dost zkušeností, povolali do služby přistávací plošiny přibližně o rozměrech fotbalového hřiště. Přistání se dlouho nedařilo, ale byl vidět pokrok.

**?** SpaceX jde ovšem ještě dál a usiluje o zachycení a znovupoužití aerodynamických krytů...

Chytání krytů, respektive jejich polovin představuje další logický krok na cestě k maximální recyklaci a snížení nákladů na start. Každá polovina krytu stojí zhruba tři miliony dolarů, a navíc se nevyrábějí zrovna snadno. Jedná se o uhlíkový kompozit, který se vypéká v obří peci – v autoklávu. Jeho produkce je nejen drahá, ale i zdlouhavá. Jelikož by kryt pohodlně pojal americký školní autobus, musí být obrovský i autokláv. A pokud se má zvyšovat frekvence startů, mohla by právě výroba krytů znamenat „úzké hrdlo“.

**?** Jakým způsobem se aerodynamický kryt chytá, když nemůže přistát sám? SpaceX začala celý systém testovat pomocí vrtulníku, z něhož se poloviny krytu shazo-

## **Dosud bylo levnější postavit teleskop na Zemi. Nyní by se situace mohla změnit**

valy a poté na říditelném padáku klesaly do sítě lodi Mr. Steven. Návlek vypadal dobře, ale v ostrém provozu se stále nedařilo. Firma tedy prodloužila ramena lodi, čímž se plocha sítě téměř čtyřikrát zvětšila. Přesto se úspěch dostavil až poté, co se plavidlo přejmenovalo na GO Ms. Tree... Ani v současné době není ještě proces vyladěný: Někdy se nepovede zachytit žádnou z polovin krytu, občas skončí v síti pouze jedna a jednou každá loď zachytila „svoji“ půlku.

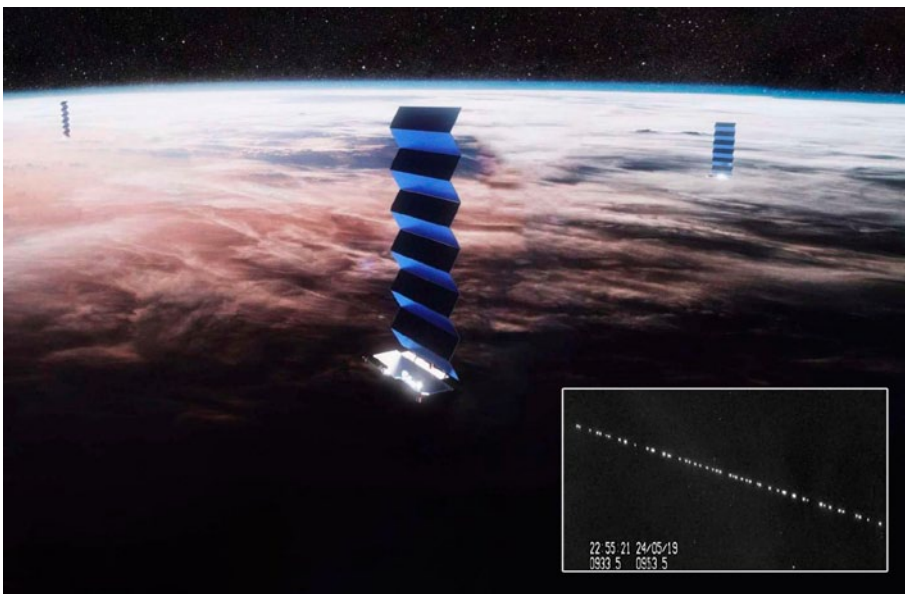
## **Slovníček**

**COTS neboli Commercial Orbital Transportation Services** představuje program NASA, jehož cílem bylo pomoci soukromým firmám vyvinout technologie potřebné k dopravě nákladu a posádek na ISS, a soutěžit tak o možnost zásobovat vesmírnou stanicí.

**Artemis** je program NASA, v jehož rámci mají astronauti zamířit na Měsíc a založit tam trvalou základnu. První nepilotovaný let, v podání rakety Space Launch System s lodí Orion, by se mohl uskutečnit už letos.

**?** Po úspěchu Falconu 9 se SpaceX zaměřila na vývoj těžkotonážního nosiče. Nakolik je znovupoužitelný? Falcon Heavy představuje nejsilnější v současnosti používanou raketu a navíc lze zachránit všechny stupně kromě horního a také aerodynamický kryt. Nosič sestává z centrálního stupně, tedy konstrukčně zesíleného prvního stupně Falconu 9, a ze dvou postranních, které tvoří lehce modifikované první stupně „devítky“. Centrální i postranní stupně jsou navrženy k autonomnímu vertikálnímu motorickému přistání po splnění misi: Oba postranní přistávají na zemi, zatímco centrální dosedá na oceánskou plošinu.

**?** Elon Musk se chce zapojit i do transportu nákladu a astronautů na ISS. Vyvinul proto loď Dragon, která dokáže vozit náklad nejen na stanici, ale i zpět na Zemi. Proč je zpáteční cesta tak náročná?



**Družice konstelace Starlink jsou na obloze zpočátku velmi jasné. Lze je tudíž v podobě šňůry perel spatřit pouhým okem i v oblastech se světelným znečištěním**

Dragon představuje komerční nepilotované plavidlo, které SpaceX vyvinula v rámci programu COTS (viz *Slovníček*). Momentálně jde o jedinou nákladní kosmickou loď, jež létá k ISS a vrací se zpět. K návratu na Zemi totiž potřebuje tepelný štít, aby neshořela při vstupu do atmosféry. Musí mít i padáky pro měkké přistání, přičemž to vše něco váží na úkor vyneseného nákladu. Stejně tak je návrat mnohem složitější než u lodí bez štítu, jež má pouze shořet v atmosféře.

Zkušební premiéra Dragonu se odehrála 8. prosince 2010 a tehdy poprvé se kosmické plavidlo vyvinuté soukromou společností úspěšně dostalo na oběžnou dráhu a vrátilo se na Zemi. V říjnu 2012 již plně naložený Dragon odstartoval k ISS.

## Nejsilnější raketa současnosti Falcon Heavy absolvovala první testovací let 6. února 2018, a to s oběma již použitými bočními stupni

### ? Bude se SpaceX s Dragonem podílet i na letech k budoucí stanici Gateway na oběžné dráze Měsíce?

NASA před několika měsíci vybrala první zásobovací loď, která má vozit náklady na Gateway (viz *Fakta*). Dostala označení Dragon XL, ale po klasickém nákladním Dragonu zdědila pouze název. Konstrukčně se jedná o úplně jiné plavidlo, na něž se kladou odlišné požadavky. Zatímco Dragon strávil u ISS sotva měsíc, Dragon XL má u Gateway zůstat třeba i půl roku, a to v mnohem drsnějších pod-



tepelný štít, takže se nebude vracet do zemské atmosféry.

## Aerodynamický kryt se podařilo zachytit, teprve když se loď Mr. Steven přejmenovala na GO Ms. Tree

### ? V současné době SpaceX vyrábí Dragon 2, a to jak v nepilotované, tak pilotované verzi. Jaké je hlavní poslání této lodi?

Nákladní verze Dragon Cargo 2 a Crew Dragon jsou primárně určeny k dopravě nákladu, respektive astronautů na ISS. Případně mohou sloužit i pro transport k soukromým vesmírným stanicím, například k plánované základně společnosti Bigelow Aerospace, nebo obecně pro kosmickou turistiku.

mínkách. Vynášet jej zřejmě bude raketa Falcon Heavy.

SpaceX má železko v ohni i v programu Artemis (viz *Slovníček*). V dubnu NASA vybrala tři firmy – Blue Origin, Dynetics a právě Muskovu společnost – které budou pracovat na pilotovaných lunárních landerech. SpaceX přihlásila do výběrového řízení upravenou loď Starship, jejíž konstrukce se má zjednodušit, aby se minimalizovalo riziko zpoždění vývoje: Neponese například

### ? Revoluce v kosmickém programu se tedy Muskovi zdařila. Nyní zbývá naplnit druhou část jeho vizí, a to cestu k Marsu...

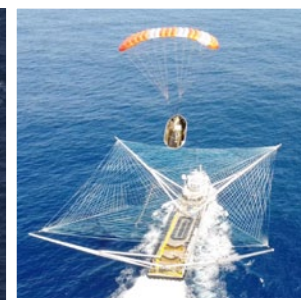
Musk počítá pro rudou planetu s raketou Super Heavy a lodí Starship. Rozhodně vidí potřebu snížit finanční náklady na let k Marsu, včetně znovupoužitelnosti komponent. Plavidlo by měly pohánět kyslíko-metanové motory Raptor a Musk uvažuje o tankování na oběžné dráze s tím, že by se palivo pro zpáteční cestu vyrobilo přímo na Marsu.

### ? Nakolik je osídlení rudé planety vůbec rozumné?

Moje babička říkala: „Nedávej všechna vajíčka do jednoho košíku.“ Může se stát cokoliv – náraz asteroidu, výbuch supervulkánu, jaderná válka, nebo lidstvo napadne nějaký virus jako nyní. To vše by dokázalo naši civilizaci spolehlivě vymazat z povrchu zemského. Proto je dobré mít se kam uchýlit, i když to zcela jistě nebude snadné.

### ? Přesto – nebylo by vhodnější, kdyby na Mars letěli místo lidí roboti?

Stroje k Marsu již létají a vedou si dobře. Pokud by se však Země v budoucnu skutečně stala neobyvatelnou, těžko budeme chtít zachraňovat stroje. Kolonie na rudé planetě by znamenala pojistku, že lidstvo přežije.



Návrat prvního stupně na mořskou plošinu už SpaceX zvládla, zachycení odhozených aerodynamických krytů ještě navcvičuje





**?** Let posádky na Mars provází také mnoho etických otazníků. Jakou jistotu potřebujeme mít, že tam lidé doletí ve zdraví?

Ano, kde leží ta pomyslná hranice? Ze zkušeností víme, že pokud mají lidé možnost něco udělat, otázka obvykle nezní, zda to udělají, ale kdy. Spoustu nejasností určitě vyřeší stanice Gateway u Měsíce, což nás v oblasti technologií a vlivu na člověka při pobýtech v meziplanetárním prostoru hodně posune. Osobně si myslím, že by cestu k Marsu mohla zastavit jen jedna věc: zjištění, že se tam vyskytuje život.

**?** Máte na mysli, pokud by se v některém z marsovských vzorků podařilo objevit živé organismy? A nebylo by potom naopak ještě důležitější se tam vydat a zjistit o životě na rudé planetě víc?

Záleželo by samozřejmě na konkrétních podmínkách. Objev nějakého dávného mikrobiálního života, či spíš stop po něm, by asi nevedl. Ovšem v případě živých mikroorganismů bychom riskovali. Nemáme žádnou představu, jak by působily na astronauty. Ostatně až se za nějakých deset let podaří dopravit vzorky z Marsu na Zemi, bude se s nimi pracovat s maximální opatrností. Analýza se odehraje v laboratořích, jejichž zabezpečení odpovídá místům, kde se pracuje třeba s viry typu eboly. Důvod tkví právě v tom, že nevíme, co budou vzorky obsahovat – a nikdo nebude chtít riskovat. Poslat člověka na planetu, o níž víme, že hostí živé mikroorganismy, by znamenalo velké riziko.

**?** Pokud by se tedy k Marsu letět mohlo, čeká nás zásadní otázka: Kdy k tomu dojde?

Podle původních plánů se měl první testovací let lodi Starship na oběžnou dráhu

**Premiérový let Crew Dragonu s posádkou k ISS znamenal loni v květnu další z velkých milníků pro SpaceX i celou kosmonautiku (vizualizace zachycuje přilet ke stanici)**

## » fakta

### BRÁNA DO HLUBIN KOSMU

**Gateway** neboli „brána“ je plánovaná vesmírná stanice, umístěná na tzv. **cislunární oběžné dráze Měsíce**. Jedná se o mezinárodní projekt pod vedením NASA, s účastí Evropské kosmické agentury, Japonska, Kanady a Ruska. Základna bude menší než ISS a nepočítá se u ní s trvalým osídlením. Na palubě má pobývat čtyřčlenná posádka, s možností uskutečňovat výsadky na lunární povrch. Gateway se bude podílet na přípravě pilotovaného letu k Marsu i na testování nových technologií, a stane se tak „bránou“ do hlubokého vesmíru. Její první moduly by mohly zamířit do kosmu v roce 2023.

## Cestu k Marsu by zřejmě zastavila pouze jedna věc: zjištění, že tam existuje život

uskutečnit už loni, nicméně došlo zatím pouze ke dvěma „skokům“ do výšky sto padesáti metrů. Co se týče pilotované výpravy na Mars, odložíme-li růžové brýle, člověka na rudé planetě nečekám před rokem 2040. Ale rád se budu mýlit. ↻

*Mgr. Jana Žďárská působí jako místopředsedkyně Kosmologické sekce České astronomické společnosti, pracuje na Fyzikálním ústavu AV ČR. K astronomii ji v dětství přivedl otec, v rámci její popularizace se věnuje zejména rozhovorům s vědeckými osobnostmi a reportážím z astronomických akcí*

**Prototyp lodi Starship s označením Mk1 se ze všech testovacích modelů zatím vzhledově nejvíc přiblížil finální verzi. Měl „skočit“ do výšky až 20 km, ale při tlakových zkouškách vybuchl**

