

Mendelova univerzita v Brně
Provozně ekonomická fakulta

Ekonomická efektivita vesmírného turizmu

Bakalárska práca

Vedúci práce:

Ing. Bc. Martin Machay, Ph.D.

Tereza Cosentinová

Brno 2015

Na tomto mieste by som rada poďakovala vedúcemu mojej bakalárskej práce Ing. Bc. Martinovi Machayovi, Ph.D. za všetky jeho rady, cenné pripomienky, čas strávený konzultáciami, ochotu a trpezlivosť, s ktorou k tvorbe práce pristupoval. Bez neho by nielenže práca nebola tým, čím je, no predovšetkým by nikdy nevznikla. Rada by som tiež poďakovala Kevinovi Heathovi, zakladateľovi spoločnosti Wapoint2space, ktorý si našiel zopár minút a poskytol mi dodatočné informácie o tréningových programoch pre komerčné lety do vesmíru. Ďalej chcem poďakovať mojej rodine a priateľom Terke, Natálii, Michalovi, Monike a Lucii, ktorí mi boli oporou aj v tých najťažších časoch.

Čestné prehlásenie

Prehlasujem, že som túto prácu: **Ekonomická efektivita vesmírneho turizmu** vypracovala samostatne a všetky použité pramene a informácie sú uvedené v zozname použitej literatúry. Súhlasím, aby moja práca bola zverejnená v súlade s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách v znení neskorších predpisov, a v súlade s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Som si vedomá, že sa na moju prácu vzťahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brne má právo na uzatvorenie licenčnej zmluvy a použitie tejto práce ako školského diela podľa § 60 odst. 1 Autorského zákona.

Ďalej sa zaväzujem, že pred spísaním licenčnej zmluvy o využití diela inou osobou (subjektom) si vyžiadam písomné stanovisko univerzity o tom, že predmetná licenčná zmluva nie je v rozpore s oprávnenými záujmami univerzity, a zaväzujem sa uhradiť prípadný príspevok na úhradu nákladov spojených so vznikom diela, a to až do ich skutočnej výšky.

V Brne dňa 18. mája 2015

Tereza COSENTINOVÁ

Abstract

Cosentinová, T. The Economic Efficiency of Space Tourism. Bachelor thesis. Brno: Mendel University, 2015.

Space tourism is a relatively new industry, which is changing almost constantly. During last 15 years of viable orbital flights only eight people were lucky enough to experience this opportunity. The aim of this thesis is to find out whether or not space tourism is economically efficient nowadays. First of all, the essential information about space tourism and its categories are given to the reader. Second of all, the market analysis is made from the demand and the supply side as well. In the end of the first part the unique public-private partnership model is described and possible economic impacts, caused by the industry reaching its full potential, stated. In the analytical part the cost analysis is made. It is focused mainly on the former NASA programme Space Shuttle and commercial company SpaceX. The set of recommendations for continuing in economically efficient space tourism industry is given in the very end of the bachelor thesis.

Keywords

Space tourism, commercial spaceflight, economic efficiency, cooperation, PPP, cost analysis, Space Shuttle, COTS, SpaceX

Abstrakt

Cosentinová, T. Ekonomická efektivita vesmírného turizmu. Bakalárska práca. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015.

Vesmírny turizmus je pomerne novým, dynamicky sa vyvíjajúcim odvetvím. Počas 15 rokov aktívnej prevádzky orbitálnych letov však len osem členov verejnosti dostalo šancu túto možnosť využiť. Cieľom práce je preto zistiť, či je vesmírny turizmus v súčasnej dobe ekonomicky efektívny. V prvej časti práce je čitateľovi predstavený vesmírny turizmus a jeho podoby. Následne je prevedená tržná analýza zo strany dopytu a ponuky. V ďalšom texte sa práca zameriava na spoluprácu verejného a súkromného sektora a prezentuje prípadné ekonomické dopady plného rozvoja odvetvia. V analytickej časti je prevedená nákladová analýza aplikovaná na NASA program Space Shuttle a spoločnosť SpaceX. V závere práce je uvedený súbor odporúčaní pre pokračovanie v ekonomicky efektívnom rozvoji odvetvia.

Kľúčové slová

Vesmírny turizmus, komerčné lety do vesmíru, ekonomická efektivita, spolupráca, PPP, nákladová analýza, Space Shuttle, COTS, SpaceX

Obsah

1	Úvod a cieľ práce	13
1.1	Úvod.....	13
1.2	Cieľ práce.....	13
2	Súčasný stav	14
2.1	Vesmírny turizmus	14
2.2	Trh vesmírneho turizmu	18
2.2.1	Dopyt.....	18
2.2.2	Ponuka.....	26
2.2.3	Spolupráca	29
2.3	Ekonomický vplyv vesmírneho turizmu	33
3	Vlastná práca	37
3.1	Metodika.....	37
3.2	Nákladová analýza	39
3.2.1	Space Shuttle a NASA.....	39
3.2.2	COTS, CRS a SpaceX	43
3.2.3	Zhrnutie	45
3.3	Odporúčania.....	46
4	Záver	48
5	Literatúra	50
	Zoznam použitých skratiek	58
A	Kilogramové zaťaženie	60

Zoznam obrázkov

Obr. 1	Možný scenár mimoorbitálneho (lunárneho) ST	17
Obr. 2	Porovnanie záujmu o suborbitálny let po vypočutí rozdielnych opisov	20
Obr. 3	Porovnanie záujmu o orbitálny let po vypočutí rozdielnych opisov	21
Obr. 4	Dôležitosť jednotlivých aktivít počas suborbitálneho letu	22
Obr. 5	Dôležitosť jednotlivých aktivít počas orbitálneho letu	22
Obr. 6	Cena, ktorú sú účastníci ochotní zaplatiť za suborbitálny let	23
Obr. 7	Cena, ktorú sú účastníci ochotní zaplatiť za orbitálny let	24
Obr. 8	Preferovaná kúpa v hodnote 100 000 USD	24
Obr. 9	Preferovaná kúpa v hodnote 5 miliónov USD	25

Zoznam tabuliek

Tab. 1	Tržný dopyt po vesmírnom turizme	19
Tab. 2	NAFCOM odhad výrobných nákladov Falcon 9 prístupom <i>cost plus fee</i>	32
Tab. 3	Rozdiel medzi „otvoreným“ a „zatvoreným“ svetom	35
Tab. 4	Náklady programu Space Shuttle v roku 2008 a 2009	39
Tab. 5	Počet kilogramov vynesných na LEO vesmírnym turistom Guyom Lalibertém	42
Tab. 6	Položky zahrnuté v cene pobytu na ISS	42
Tab. 7	Podrobnosti programu COTS spoločnosti SpaceX	44
Tab. 8	Nákladové parametre Falcon 9 a Dragon	44
Tab. 9	SpaceX v programe CRS po 6 misiách	45

1 Úvod a cieľ práce

1.1 Úvod

Jurij Gagarin, Alan Shepard, Neil Armstrong, Buzz Aldrin. Tí všetci majú jednu vec spoločnú. Boli priekopníkmi svojej doby a pomohli sformovať svet do dnešnej podoby. Stali sa symbolom nových možností, ich úspechy podnietili očakávania, túžby a fantázie mnohých generácií.

Každý, kto zažil pristátie Apolla 11 na Mesiaci, si dodnes pamätá, kde vtedy bol a čo robil. Táto udalosť sa neodmysliteľne zapísala do ľudskej histórie a vzbudila v obyčajných ľuďoch nádej, že možno raz budú schopní podobnú cestu zažiť aj oni. Z tejto nádeje sa zrodil vesmírny turizmus, ktorý stavia na názore, že vesmír by mal byť intelektuálne a fyzicky dostupný všetkým, nielen hrstke vyvolených (Rovetto, 2013).

Hoci myšlienka na vznik tohto odvetvia je viac než 40 rokov stará, vesmírny turizmus je stále vo svojich počiatkoch. Prečo je tomu tak? Ako je možné, že ľudstvo za túto dobu videlo len zopár vesmírnych turistov? A čo bráni tomu, aby bol takýto zážitok prístupný širokej verejnosti? To sú len niektoré z otázok, ktoré stoja za vznikom tejto bakalárskej práce a na ktoré, ako pozorný čitateľ už určite tuší, sa práca pokúsi odpovedať pomocou skúmania ekonomickej efektivity v odvetví.

1.2 Cieľ práce

Cieľom bakalárskej práce je „za použitia štandardných mikroekonomických nástrojov previesť analýzu efektivity vesmírneho turizmu v súčasnej dobe a na základe výsledkov predložiť súbor odporúčaní pre budúci ekonomicky efektívny rozvoj súkromnej dopravy osôb na a za obežnú dráhu“. Práca si kladie za úlohu odpovedať na výskumnú otázku „Je vesmírny turizmus v súčasnej dobe ekonomicky efektívny?“

Pre naplnenie hlavného cieľa je práca rozdelená na dve časti. V teoretických východiskách je najprv čitateľ oboznámený s vesmírnym turizmom a jeho delením, je prevedené zmapovanie trhu vesmírneho turizmu spolu s náhľadom na mieru spolupráce medzi verejným a súkromným sektorom a sú načrtnuté ekonomické dimenzie skúmanej problematiky. Vo vlastnej práci sa zaoberám prevedením nákladovej analýzy za použitia verejne dostupných dát z rozpočtov National Aeronautics and Space Administration (NASA) a oficiálnych dokumentov, ktoré sa viažu k jednotlivým programom a misiám. Na základe výsledkov je predložený súbor odporúčaní pre pokračovanie v ekonomicky efektívnom vývoji odvetvia.

2 Súčasný stav

Než sa v práci dostaneme k hodnoteniu ekonomickej efektivity, je viac ako potrebné venovať priestor teoretickým východiskám a poodhaliť stav, v ktorom sa odvetvie vesmírneho turizmu dnes nachádza. V tejto kapitole si preto objasníme čo je vesmírny turizmus a aké formy ST rozlišujeme. Tiež sa zameriame na situáciu na trhu ST zo strany dopytu a ponuky a opíšeme princíp spolupráce vládnych agentúr a súkromných dopravných spoločností. V závere kapitoly načrtneme ekonomické dopady, ktoré ďalší rozvoj tohto odvetvia vyvolá. Prvá časť práce tak zosumarizuje tie najdôležitejšie poznatky, bez ktorých by čitateľ len ťažko chápal opodstatnenosť prevádzanej nákladovej analýzy a záverov z nej plynúcich.

2.1 Vesmírny turizmus

Keď prví ľudia opustili jaskyne a zahládali sa na oblohu nad sebou, nepochybne si kládli otázku, čím všetky tie svetlá sú a čo znamenajú. Ako hovorí Aristoteles (350 p. n. l.) vo svojom diele *Metafyzika*: „Všetci ľudia od prirodzenosti túžia po poznaní.“ Túžba poznať sa v priebehu storočí formovala až do podoby, ktorú vidíme dnes. Ľudia chcú neustále objavovať nové veci, získať nové poznatky ale najmä sa ďalej vyvíjať.

Prirodzeným dôsledkom tohto vývoja je aj vesmírny turizmus (ST). Vesmír je fascinujúci – plný dobrodružstva a neznámeho. Preto bolo len otázkou času, kedy dávny podnet pre vznik tohto odvetvia, vyvolaný úspechmi ako Sputnik či program Apollo, vyústi v jeho konkrétnu realizáciu. Dnes je ST stále vo svojich počiatkoch, no v posledných rokoch zaznamenal výrazný pokrok. Ako však tento pojem chápať a aké podoby vesmírneho turizmu máme očakávať? Odpovede na tieto otázky sa u odbornej verejnosti líšia.

Podľa Moroza (2011) je vesmírny turizmus intenzívne sa rozvíjajúcim odvetvím vesmírneho priemyslu, pričom týmto termínom sa rovnako označujú všetky extrémne výpravy (turistické, vzdelávacie i obchodné) presahujúce Kármánovu hranicu¹ ako aj všetky výpravy na pozemné miesta, ktoré sú spojené s odvetvím astronautiky.

Omnoho lepší pohľad ponúka čitateľom Kotíková (2013), ktorá vesmírny turizmus definuje ako organizované cestovanie do vesmíru, ktoré za úplatu zabezpečuje špecializovaná organizácia, ktorá zároveň pre túto činnosť disponuje technikou najvyššej kvality.

Hoci vyššie uvedené charakteristiky sú nesporne pre načrtnutie obrazu o ST viac ako prínosné, obom chýba ten najdôležitejší detail, ktorý robí z účastníkov letov do vesmíru turistov – cestu si financujú samostatne z vlastných finančných prostriedkov. Ich hlavným motívom pre výlet do vesmíru je osobný prospech, väčšinou naplnenie dávneho sna. Nie je teda možné, aby na tieto súkromné cesty pri-

¹ Kármánova hranica sa nachádza približne vo výške 100 km nad hladinou mora a predstavuje medzinárodne uznávanú hranicu zemskej atmosféry a vesmíru (FAI, 2012).

spievala niektorá z vládnych organizácií alebo dokonca zamestnávateľ². Preto som sa po dlhej úvahe rozhodla pre potreby tejto práce definovať pojem *vesmírny turizmus* ako „samofinancované organizované cestovanie členov verejnosti do vesmíru a späť“, pričom vesmírom možno chápať „priestor rozprestierajúci sa nad Kármánovou hranicou.“

Ako vesmírny turizmus chápať sme si vysvetlili vyššie. Avšak v ďalšom texte uvidíme, že pojem ST nie je spájaný len priamo s vesmírnymi letmi. Existuje aj menej finančne náročná alternatíva prevádzaná na zemskom povrchu. Vo vlastnej časti práce je od tejto podoby neskôr abstrahované. Odôvodnenie je jednoduché - skúmať ekonomickú efektivitu tejto formy by nemalo žiadny prínos. Ide väčšinou o návštevy hvezdární, kempov či štartovacích centier. Tieto výlety sú pomerne bežné a finančne dostupné každej vrstve spoločnosti. Z budúceho hľadiska nezohrávajú v odvetví kľúčovú úlohu a ich možný ďalší rozvoj nebude rapídne pôsobiť na ekonomiku. Svojou existenciou sú však významné najmä v dnešnej počítačovej fáze ST, pretože budujú silnú základňu potenciálnych záujemcov o skutočné vesmírne lety.

Najčastejšie používaným delením odvetvia je 5 úrovňový variant Laing a Croucha (2004), ktorí rozlišujú ST:

- virtuálny,
- pozemný,
- predvesmírny,
- suborbitálny,
- nízko/vysoko orbitálny.

Virtuálny vesmírny turizmus za použitia najnovších technológií sprostredkuje zážitok návštevy vesmíru bez toho, aby účastníci opustili pohodlie svojich sedadiel. Tento variant je najvhodnejší pre tých, ktorí sa buď príliš boja alebo si takýto výlet nemôžu z finančného hľadiska dovoliť. V budúcnosti sa budú takto vysielat' priame prenosy z kamier sond či vesmírnych lodí online alebo vo vesmírnych centrách. Významné plus tejto kategórie je jej udržateľnosť – nezaťažuje vesmírne prostredie a znižuje objem spálených pohonných hmôt (Laing a Crouch, 2004).

Medzi *pozemný* vesmírny turizmus zaraďujeme návštevy múzeí, výstav, vesmírnych kempov, tematických zábavných parkov či prihládanie na štart rakiet a iných strojov. Medzi najpopulárnejšie miesta v USA patrí National Air and Space Museum vo Washingtone, DC. alebo Johnson Space Centre v Houstone. Spoločnosť

² Prvým nevládnym účastníkom letu do vesmíru bol Charles D. Walker, ktorý sa zúčastnil troch letov na palube Space Shuttle (1984-1985) ako nákladový odborník pre spoločnosť McDonnell Douglas. Po ňom nasledoval senátor Jake Garn a ďalšie NASA programy ako „Teacher in Space“ a plánovaný „Journalist in Space“, od ktorého však po nehode raketoplánu Challenger bolo upustené. Za prvého vesmírneho turistu je považovaný Dennis Tito (2001), ktorý absolvoval tvrdý polročný tréning, previedol niekoľko experimentov a sám zaplatil približne 20 mil. USD (Hudgins, 2002, str. x).

Space Adventures v roku 2002 zorganizovala výpravu do austrálskeho vnútrozemia, aby klientom ponúkla tie najlepšie podmienky pre sledovanie úplného zatmenia Slnka. V Rusku je obľúbený výcvikový tábor Star City (Laing a Crouch, 2004). Mimoriadnej obľube sa teší výstava Gateway to Space (Brána do vesmíru).

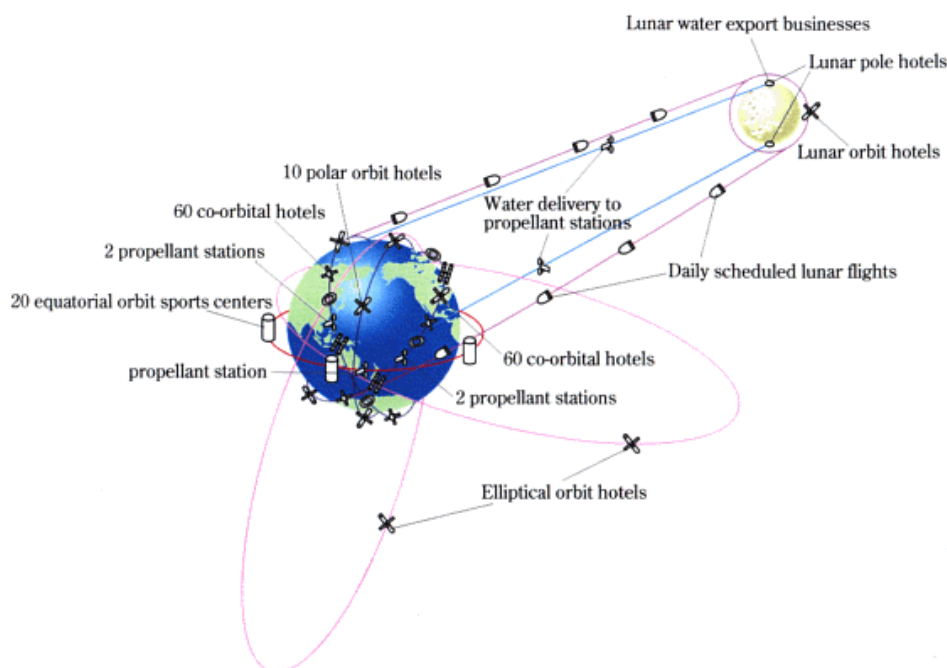
Do *predvesmírnej* kategórie zaraďujeme lety do vysokej nadmorskej výšky a parabolické lety. Tie umožnia účastníkom zažiť stav beztiaže aspoň na pár sekúnd, či pozorovať povrch Zeme z približne 25 km (Laing a Crouch, 2004).

Suborbitálny vesmírny turizmus je najperspektívnejšou formou ST v blízkej budúcnosti. Pri tomto type letov už vesmírna loď dosiahne hranicu vesmíru, no nie je schopná vystúpiť až na obežnú dráhu. Inými slovami trajektória letu kopíruje hranicu atmosféry. Let, ktorý dosiahne výšku minimálne 100 km n. m. (Kármánovu hranicu), sa pokladá za let suborbitálny (Güven et al., 2012). V tejto výške už cestujúcividia zakrivenie Zeme a temnotu vesmíru, pričom zažijú aj stav beztiaže približne po dobu 2 - 3 minút. Potrebný tréning na túto cestu trvá približne 4 týždne a okrem iného zahŕňa všeobecné poznatky (technické parametre stroja a základy ovládania); fyzickú (kondičný výcvik, mikrogravitácia), psychologickú (zvládanie stresu) a mentálnu pripravenosť a špecifický tréning pre konkrétnu misiu (virtuálna simulácia letu, nácvik špecifických úkonov potrebných počas letu), ktorú účastník absolvuje. Stanovené podmienky sú v súlade s právnou reguláciou Federal Aviation Administration (FAA) a Aerospace Medical Association (AMA) (McGee et al., 2011). Cena takéhoto letu sa odhaduje v rozmedzí 100 000 – 250 000 USD.

V rámci *orbitálneho* turizmu vesmírna loď dosiahne takej nadmorskej výšky, pri ktorej bude schopná aspoň jedenkrát obletieť Zem po jej obežnej dráhe. Typickým príkladom orbitálneho turizmu na nízku obežnú dráhu (LEO) sú všetky doteraz uskutočnené súkromné lety na Medzinárodnú vesmírnu stanicu (ISS). Cestujúci po celú dobu zažívajú stav beztiaže, obiehajú okolo Zeme avidia východ Slnka každých 90 minút. Takáto cesta vyžaduje veľmi tvrdú prípravu, ktorá zahŕňa zvládanie každodenných úkonov pri nulovej gravitácii až po vysokošpecializované úlohy a trvá pol roka (Güven et al., 2012). Výcvik prebieha v ruskom tábore Star City. Podľa slov prvého vesmírneho turistu Dennisa Tita (2002) mu jeho absolvovanie zabralo približne 800 hodín plných inštrukcií, nácvikov núdzových scenárov, evakuačných procedúr, základných schopností prežitia, základov inžinierskych systémov, štartu, pristávania a simulácie stavov beztiaže. Cena za let tejto kategórie sa pohybuje v rozmedzí 20 až 50 miliónov USD.

Güven et al. (2012) rozlišujú okrem vyššie spomenutých foriem ešte *mimoorbitálny* ST. V tomto prípade sa destinácia letov nachádza v medziplanetárnej trajektórii - napríklad cesta na Mesiac. Autori predpokladajú, že práve cesty tohto typu budú v budúcnosti patriť pre svoju dobrodružnosť a exotickosť medzi najvyhládávanejšie. Mesiacu ako destinácii snov sa venuje obrovská pozornosť už od prvého pristátia ľudskej posádky na jeho povrchu. Takéto zájazdy sú však nereálne až dovedy, kým budú na Mesiaci vybudované potrebné zariadenia a vybavenia. Aj napriek tomu v roku 2011 agentúra Space Adventures predala jedno z dvoch volných miest za približne 150 miliónov USD (FAA, 2015).

Bližšou štúdiou mimoorbitálneho ST sa zaoberá Collins (2000), ktorý predpokladá nástup tohto odvetvia približne 20 rokov po počiatku rutinných orbitálnych letov. Jeho možná podoba je zobrazená na Obr. 1. Podľa jeho výpočtov predpokladaného počtu pasažierov by v tomto období malo byť v prevádzke približne 100 orbitálnych hotelov³, každý s kapacitou 350 osôb. V ďalšom rozvoji odvetvia môžu byť použité ako prestupné stanice do vzdialenejších destinácií (Mars či Európa).



Obr. 1 Možný scenár mimoorbitálneho (lunárneho) ST
Zdroj: Collins, 2000.

Pri letoch orbitálnych a mimoorbitálnych Rovetto (2013) zdôrazňuje potrebu vývoja takej technológie, ktorá dokáže eliminovať škodlivé účinky dlhodobého vplyvu mikrogravitácie na ľudský organizmus. Je jasné, že kým nebude tento dopad dostatočne preskúmaný a technológie pokročilé, mimoorbitálne lety s ľudskou posádkou zostanú naďalej nereálne.

V rámci snahy posunúť tieto poznatky zase o krok ďalej koncom marca 2015 odleteli americký astronaut Scott Kelly a ruský kozmonaut Michail Kornijenko na ročnú misiu na ISS⁴. Počas celej doby budú spolupracovať na výskume, ktorý sa zameriava na niekoľko kľúčových oblastí. V prípade takto podrobnej štúdie by výsledky mali pomôcť objasniť zdravotné, psychologické a biomedicínske zmeny,

³ Myšlienkou výroby obývatel'nych objektov vo vesmíre sa už od roku 1990 zaoberá spoločnosť Bigelow Aerospace. Najnovší modul B330 by mal byť pripravený na testovanie do konca roku 2017 (Bigelow Aerospace, 2015). Prvotnú ideu hotela na Mesiaci vyjadril Barron Hilton v roku 1967 so svojím konceptom „Lunar Hilton“ (Hilton, 1967).

⁴ Štandardná dĺžka takýchto operácií je 6 mesiacov.

ktorým sú astronauti vystavení počas dlhých letov (NASA, 2015c). Pochopiť príčinu a následky prispeje k nájdeniu vhodného riešenia, čím sa spoločnosť zase o trochu priblíži k ďalšiemu rozvoju vesmírneho turizmu.

2.2 Trh vesmírneho turizmu

Samotná túžba po cestovaní do vesmíru, ktorú vyvolalo Apollo 11, k vytvoreniu životaschopného odvetvia nestačí. Potenciálni podnikatelia potrebujú poznať potenciálnu klientelu a jej rozsah. Práve preto sa táto kapitola zameriava na trh ST z hľadiska dopytu a ponuky. V kapitole budú uvedené hlavné faktory, ktoré ovplyvňujú dopyt po ST a na ich základe bude profilovaný typický vesmírny turista. Takisto sa kapitola zameriava na stručnú vývojovú charakteristiku odvetvia a predstavuje najdôležitejších hráčov súčasnosti a blízkej budúcnosti. V závere kapitoly je predstavená jedinečná forma spolupráce verejného a súkromného sektora na poli vesmírnej dopravy.

2.2.1 Dopyt

Preferencie a ľudské správanie takisto ako ponuka statkov a služieb sa neustále menia. Zatiaľ čo v minulosti ponuka určovala dopyt, dnes je tomu v prípade cestovného ruchu naopak. Väčšia nasýtenosť trhu, rastúci záujem spotrebiteľov o seba samých, vyššie disponibilné príjmy a rastúci fond voľného času. To všetko ovplyvňuje vznik nových dodávateľských príležitostí (Ryglová, 2009).

Existencia dopytu je z hľadiska ST kľúčová. Odvetvie, ktoré je tak technologicky a kapitálovo náročné, by bez istoty dostatočného zázemia kúpychlivej verejnosti nikdy nemohlo vzniknúť a prežiť. Existuje však dopyt po vesmírnom turizme? Ak áno, v akej miere? To sú otázky, ktoré zamestnávajú viacerých odborníkov už približne 20 rokov. Ich výsledky a odhady sú prezentované v nasledujúcom texte.

Prvý tržný prieskum skúmajúci existenciu dopytu po vesmírnom turizme sa uskutočnil v roku 1993 v Japonsku. Do šetrenia bolo zapojených 3 030 Japoncov všetkých vekových kategórií. Výsledky boli jednoznačné – viac než 70 % respondentov do 60 rokov a približne 80 % respondentov do 40 rokov potvrdilo, že by za svoj život chceli aspoň raz navštíviť vesmír. Navyše približne 70 % opýtaných bolo ochotných zaplatiť za túto cestu svoj trojmesačný plat⁵ (Collins et al., 1994).

Rovnaká metodika bola o dva roky neskôr použitá pri prieskume na území Spojených štátov amerických a Kanady. Náhodne bolo vybraných 1 020 domácností všetkých vekových kategórií s prístupom k telefónu. Prieskum bol zložený zo 17 otázok, ktoré zisťovali záujem o cestu do vesmíru, preferovanú dĺžku pobytu a cenu, ktorú by boli účastníci pripravení zaplatiť, vyjadrenú v mesačných platoch. Viac než 60 % opýtaných vyjadrilo záujem o let do vesmíru. Najviac túto možnosť vítali ľudia do 40 rokov (až 80 %), najmenej ľudia cez 60 rokov (25 %). V každej vekovej kategórii však muži prejavili o takúto cestu väčší záujem. V problematike dĺžky pobytu sa ideálnymi javilo niekoľko dní, týždeň či trochu dlhšia doba. Práve

⁵ Približne 260 000 Kč v cenách roku 2014.

túžba dlhšieho pobytu predpovedá potrebu vesmírneho ubytovania. Ak takéto zariadenie nebude k dispozícii, vesmírny turizmus nikdy nedosiahne svoj plný potenciál (Collins et al., 1995). Z cenového hľadiska až 45 % opýtaných bolo pripravených zaplatiť za takúto cestu svoj trojmesačný plat. Pre 18 % respondentov bola prijateľná cena na úrovni ich polročného zárobku. Približne 11 % bolo pripravených minúť na výlet do vesmíru svoj ročný plat⁶. Najdôležitejším poznatkom však je, že až dve tretiny všetkých účastníkov prieskumu uviedlo, že by radi vesmír navštívili viac než len raz (Collins et al., 1995).

Podobné prieskumy boli prevedené aj v Nemecku a Veľkej Británii s približne rovnakými výsledkami. Zosumarizovaním predchádzajúcich prác založených na rovnakej metodike vznikol prvý odhad tržného dopytu po vesmírnom turizme z globálneho hľadiska, ktorý je uvedený v Tab. 1⁷.

Tab. 1 Tržný dopyt po vesmírnom turizme

Cena letu	Počet cestujúcich za rok
\$1 000	20 000 000
\$10 000	5 000 000
\$100 000	400 000
\$250 000	1 000
\$500 000	170

Zdroj: Crouch, 2001.

Crouch (2001) uvádza, že každý prieskum, ktorý pomáha pochopiť motívy a tým znižovať investičné riziko, má obrovský význam. V prevedených štúdiách však vidí niekoľko nedostatkov. Aby spoločnosti boli ochotné podstúpiť riziko spojené s budovaním úplne nového trhu, tržné prieskumy musia mať väčšiu výpovednú hodnotu. Hlavnú úlohu vo všetkých prípadoch hrala otázka „Existuje trh pre vesmírny turizmus?“, prípadne „Aká je jeho veľkosť vzhľadom k meniacej sa cene letu?“. Hoci výška ceny je v odvetví ST hlavným faktorom determinujúcim tržný dopyt, zďaleka nie je jediným. Do úvahy vstupuje mnoho ďalších atribútov ako dĺžka cesty, podmienky na palube lodi, množstvo dostupných aktivít a zážitkov pred, počas a po lete ako aj vnímaná úroveň bezpečnosti. Skutočná veľkosť trhu bude takisto závisieť od počtu poskytovateľov služieb, načasovaní vstupu do odvetvia, konkurencieschopnosti produktov a dynamiky trhu či technologického rozvoja (Crouch, 2001).

Významným faktorom je aj motivácia. Túžba po dobrodružstve, viditeľná v Richardovi Bransonovi⁸ či Dennisovi Titovi, je hnacím motorom prekonania rizík

⁶ Priemerný mesačný plat sa v roku 1995 pohyboval približne na hranici 2 000 USD. V roku 2014 sa priblížil k hranici 3 600 USD (Social Security Administration, 2014).

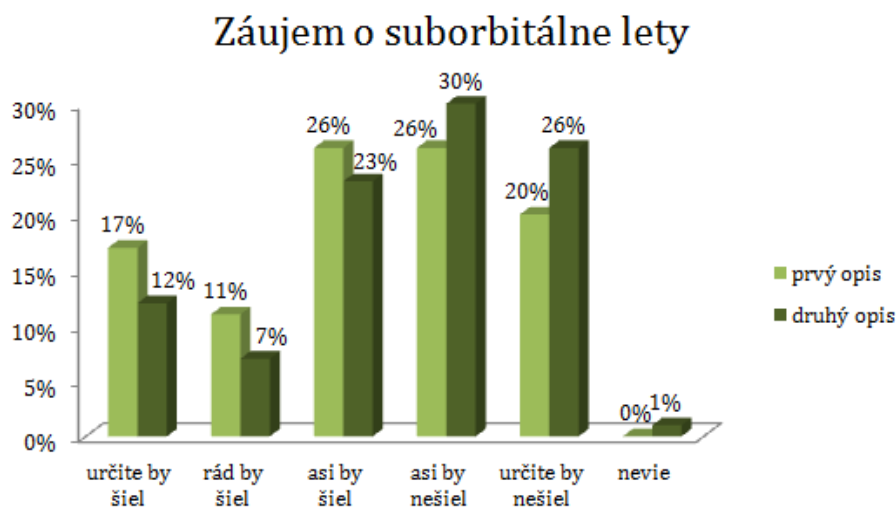
⁷ Hoci práca bližšie nešpecifikuje druh ST, ku ktorému je odhad tržného dopytu vzťahovaný, vzhľadom na uvedené cenové kategórie sa pravdepodobne jedná o suborbitálny vesmírny turizmus.

⁸ Richard Branson je zakladateľom spoločnosti Virgin Galactic, ktorá je jedným z najdôležitejších hráčov na dnešnom trhu ST. Viac o Virgin Galactic pojednáva kapitola 2.2.2 Ponuka.

a ľudských limit. Motivácia prispieva k splneniu osobných snov či ambícií, a práve preto bude prvotný trh ST tvorený dobrodruhmi. Najvýraznejším problémom sa však javí nerozlišovanie medzi potenciálnym a efektívnym tržným dopytom. V prípade predchádzajúcich štúdií sa vždy otázky zameriavali na ochotu platby či predstavu o jej výške. Nikto sa nezameral na výšku úspor respondentov či ich disponibilný príjem (Crouch, 2001).

Z tohto dôvodu možno ako prelomovú hodnotiť štúdiu spoločnosti Futron⁹ z roku 2002, ktorá sa zamerala priamo na bonitnú klientelu. Do štúdie zapojili približne 450 domácností, ktorých ročný príjem dosiahol minimálnu výšku 250 000 USD, alebo ktoré disponovali vlastným kapitálom v minimálnej výške 1 milión USD. Stanovenie týchto podmienok zvyšuje výpovednú hodnotu prieskumu a jeho štatistickú významnosť, keďže to bude práve táto skupina obyvateľstva, ktorá si bude môcť cesty do vesmíru v počiatkoch odvetvia dovoliť (Futron, 2002).

Štúdia sa zameriava najmä na stanovenie veľkosti trhu, odhadu rastového potenciálu a charakteristické črty, ktoré spájajú záujemcov o ST, avšak zohľadňuje aj mnohé iné aspekty ako fyzickú kondíciu či preferovanú dĺžku tréningu. Respondentom predstavila dve podoby vesmírneho turizmu – suborbitálnu a orbitálnu – pričom boli pripravené dva rozdielne opisy týchto letov. V prvom opise boli uvedené všetky atraktivity s letom spojené, druhý bol viac realistický a zameral sa na možné komplikácie a vedľajšie efekty. Rozdielny záujem o suborbitálne a orbitálne lety, spôsobený odlišným opisom zážitku, je zobrazený na Obr. 2 a Obr. 3 (Futron, 2002).

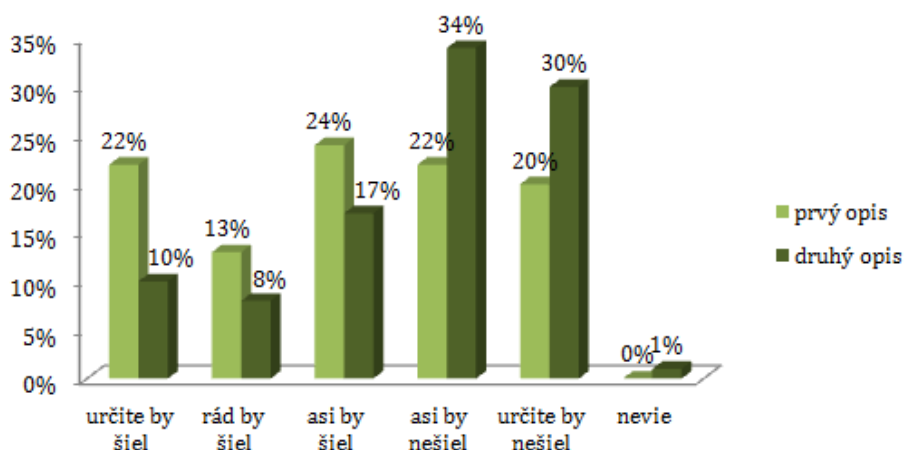


Obr. 2 Porovnanie záujmu o suborbitálny let po vypočutí rozdielnych opisov
Zdroj: Futron, 2002.

⁹ Futron Corporation sa špecializuje na odhad trhov vesmírneho priemyslu a ich predpokladaný budúci vývoj (Futron, 2002, str. 1).

Porovnaním výsledkov je zrejmé, že realistický opis má vplyv na prejavovaný záujem a dopyt. V prípade suborbitálnych letov (Obr. 2) vidíme výrazný rozdiel v kategórii veľmi istých účastníkov, a to až 5 percentných bodov. Naopak najmenší efekt mal realistický opis na skupinu, ktorá vyjadrila svoj záujem pomerne neisto. Omnoho väčší vplyv realistického opisu je však pozorovateľný v prípade orbitálnych letov (Obr. 3). Počet respondentov, ktorí si boli svojou účasťou na orbitálnom lete takmer úplne istí, sa po realistickom opise znížil o 12 p. b. Rovnaká zmena je viditeľná v prípade skupiny, ktorá by si asi orbitálny let nekúpila.

Záujem o orbitálne lety



Obr. 3 Porovnanie záujmu o orbitálny let po vypočutí rozdielnych opisov
Zdroj: Futron, 2002.

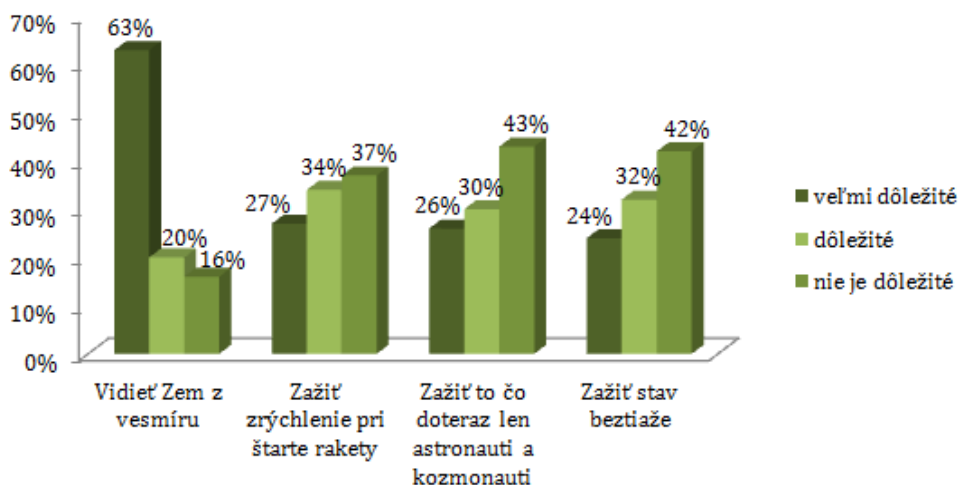
Pre lepšie pochopenie spotrebiteľských preferencií bola do prieskumu zaradená otázka, týkajúca sa atraktivity jednotlivých zážitkov, s ktorými boli respondenti oboznámení v prvom opise jednotlivých druhov letu. V kategórii suborbitálnych letov (Obr. 4) bol za najdôležitejší označený pohľad na Zem z vesmíru. Práve táto informácia môže byť kľúčová pre tvorcov designu suborbitálnych dopravných systémov. Ako najmenej dôležitý zážitok určili respondenti jedinečnosť letu, ktorý bol dovtedy prístupný len astronautom a kozmonautom.

V kategórii orbitálnych letov (Obr. 5) je za najdôležitejší aspekt považovaná vysoká spoľahlivosť dopravného systému a takisto samotný pobyt vo vesmíre. Za najmenej dôležitý zážitok bol označený pobyt na ISS. Z tohto hľadiska je možné usúdiť, že potenciálnym účastníkom by nevydilo absolvovať svoj pobyt na niektorej inej vesmírnej stanici, ak by bola táto možnosť dostupná.

Za najproblémovejšiu skutočnosť, s ktorou boli respondenti oboznámení v realistickom opise letov, je v prípade suborbitálneho ST označená povinnosť zostať počas celého letu pripútaný v sedadle. Pri orbitálnom ST viac ako 50 % opýtaných uviedlo, že prípadné ľahké zdravotné komplikácie po návrate z vesmíru či počas letu na ich ochote zúčastniť sa letu nič nemenia. Ako problémový bol označený polročný tréning vo výcvikovom tábore v Rusku a samotný let v ruskom do-

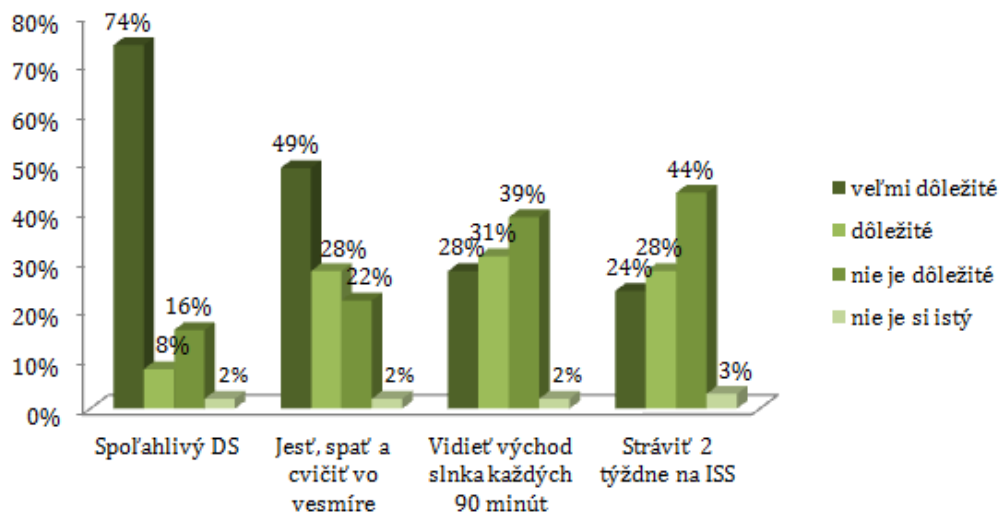
pravnom systéme. Tento problém by však mal byť so vstupom iných (napríklad amerických, japonských či európskych) dopravných systémov na trh odstránený, a práve preto je tu viditeľný potenciál pre nových poskytovateľov dopravných služieb (Futron, 2002, str. 14, 19–20).

Dôležitosť zážitkov



Obr. 4 Dôležitosť jednotlivých aktivít počas suborbitálneho letu
Zdroj: Futron, 2002.

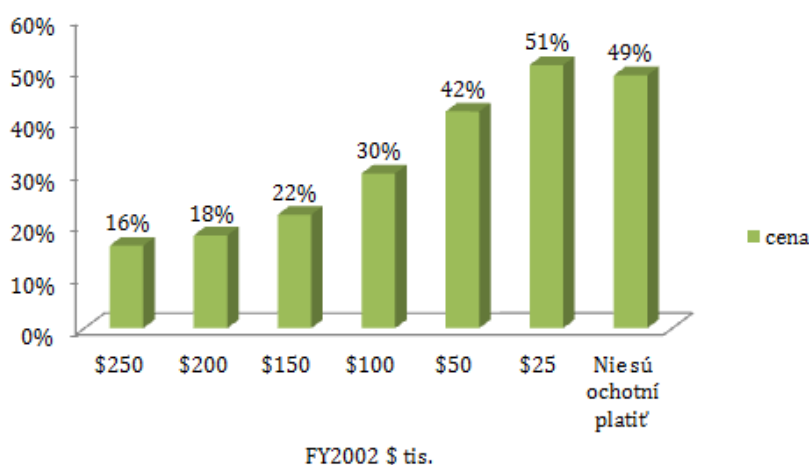
Dôležitosť zážitkov



Obr. 5 Dôležitosť jednotlivých aktivít počas orbitálneho letu
Zdroj: Futron, 2002.

Najdôležitejším faktorom je aj v tomto prípade cena. Tá bola v štúdiu odvodená od cien aktuálnych v roku 2002. Pre suborbitálny let (Obr. 6) bola vtedajšia cena odhadovaná na 100 000 USD, avšak kvôli neschopnosti predvídať jej vývoj na neexistujúcom trhu, bol v štúdiu použitý omnoho širší rozsah. Ak respondent označil za prijateľnú niektorú z uvedených vyšších cien, automaticky sa predpokladá, že akceptoval aj všetky ceny nižšie. Najvyššia cena bola stanovená na 250 000 USD, s ktorou hneď súhlasilo 16 % opýtaných. Približne polovica respondentov by však nebola ochotná zaplatiť za suborbitálny let ani 25 000 USD.

Ochota platiť

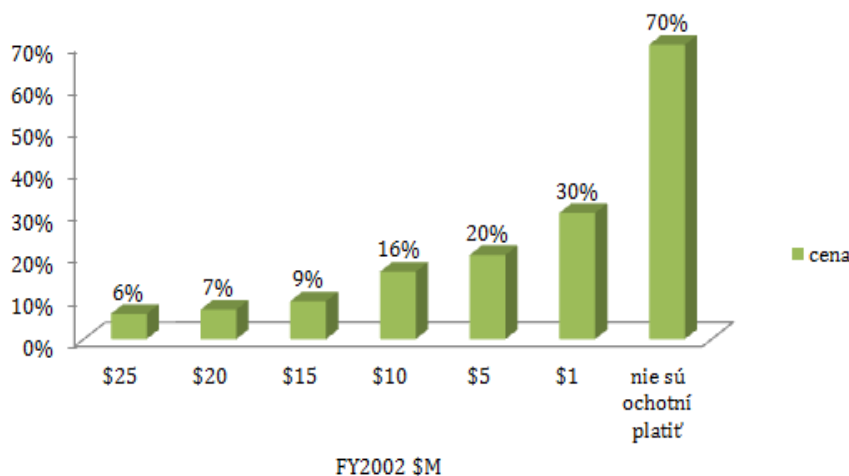


Obr. 6 Cena, ktorú sú účastníci ochotní zaplatiť za suborbitálny let
Zdroj: Futron, 2002.

Ako základná cena za orbitálny let (Obr. 7) bolo stanovených 20 miliónov USD – čiastka, ktorú v roku 2001 zaplatil agentúre Space Adventures Dennis Tito. Na základe technických a ekonomických analýz, takisto ako množstve konzultácií s odborníkmi odvetvia, štúdia predpokladá, že cena za orbitálny let sa bude postupom času mierne znižovať¹⁰ (Futron, 2002, str. 20). Z tohto dôvodu bola vytvorená pomerne široká škála cien, zohľadňujúca ich budúci pokles, v snahe predpovedať vývoj tržného dopytu. Ak respondent označil za prijateľnú niektorú z vyšších cien, automaticky sa predpokladá, že akceptoval aj všetky ceny nižšie. S najvyššou cenou 25 miliónov USD súhlasilo 6 % opýtaných. Výrazný nárast záujemcov sa objavil s cenovou hranicou 10 miliónov USD. Avšak až 70 % respondentov nebolo ochotných za orbitálnu cestu zaplatiť ani 1 milión USD.

¹⁰ Z dnešného pohľadu vidíme, že tento predpoklad stále nebol naplnený. Cena orbitálnych letov dokonca v čase rastie. V roku 2001 až 2006 na kúpu letu stačilo 20 miliónov USD, v roku 2009 bola cena dvojnásobná (Moskowitz, 2009). V štúdiu sa však počíta s viac než jedným poskytovateľom dopravných služieb, teda s trhom, na ktorom je prítomná konkurencia.

Ochota platby

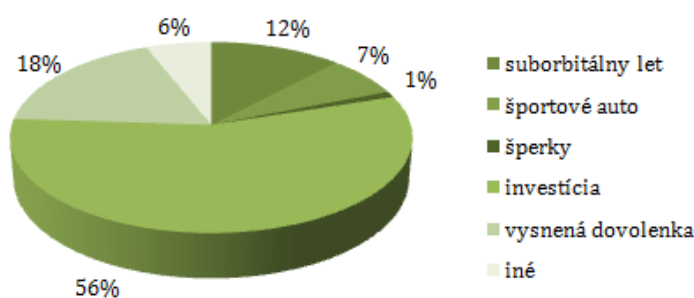


Obr. 7 Cena, ktorú sú účastníci ochotní zaplatiť za orbitálny let

Zdroj: Futron, 2002.

Štúdia ponúkla aj náhľad do spotrebných výdajov domácností. Jedna z posledných otázok sa týkala nákupných preferencií v prípade, že ich diskrečný zostatok¹¹ musí byť použitý na nákup 1 statku. Pri suborbitálnych letoch sa jednalo o čiastku 100 000 USD. Respondenti si mohli vybrať zo statkov zobrazených na Obr. 8. Až 56 % opýtaných si zvolilo možnosť investície¹², suborbitálny let by si zakúpilo 12 % respondentov.

Preferovaná kúpa



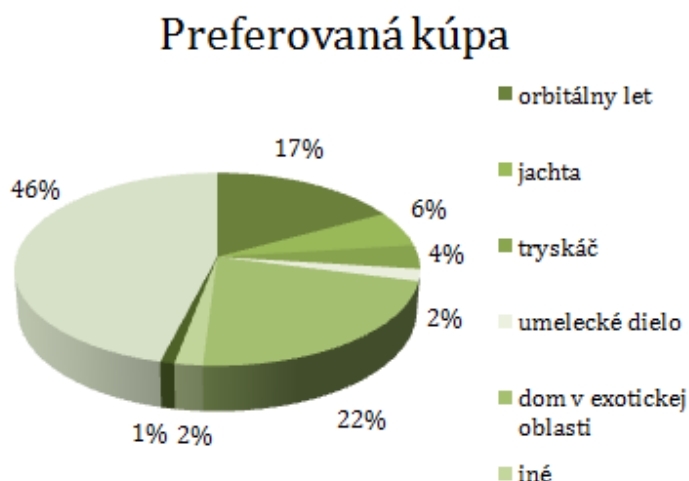
Obr. 8 Preferovaná kúpa v hodnote 100 000 USD

Zdroj: Futron, 2002.

¹¹ Diskrečný zostatok je termín označujúci tú časť reálnych príjmov, s ktorou môžu domácnosti voľne nakladať, po uhradení mandatórnych výdajov - bývanie, jedlo, energie, náklady na zdravotnú starostlivosť (Informačný inštitut, 2010). Jedná sa teda o tú časť disponibilného dôchodku, ktorá môže byť použitá na spotrebu luxusných statkov.

¹² Termín investícia je v štúdiu používaný z finančného hľadiska. Je samozrejmé, že z ekonomického pohľadu sa jedná o úspory.

Pri orbitálnych letoch sa jednalo o čiastku 5 miliónov USD. Respondenti si mohli vybrať zo statkov zobrazených na Obr. 9. Orbitálny let bol jasnou voľbou pre 17 % opýtaných. Najviac respondentov (až 46 %) by si zvolilo iný statok, ktorý nebol v ponuke uvedený.



Obr. 9 Preferovaná kúpa v hodnote 5 miliónov USD

Zdroj: Futron, 2002.

Zhrnutie

Na základe prevedenej štúdie Futron (2002) usudzuje, že by suborbitálne lety mohlo absolvovať 15 000 pasažierov ročne do roku 2021. Cena letov prvých 5 rokov zostane rovnaká – 100 000 USD – avšak do roku 2021 poklesne približne na polovicu. Rastúcim počtom pasažierov a klesajúcou cenou je odvetvie schopné generovať ročné príjmy vo výške niekoľkých miliónov USD (v roku 2021 takmer 800 miliónov USD). Orbitálne lety by v rovnakom období mohlo absolvovať 60 pasažierov ročne. V tom istom roku by pri predpokladanej cene 5 miliónov odvetvie generovalo zisky vo výške 300 miliónov USD.

Viac než polovica respondentov (52 %) uviedla, že na ich voľbu cesty do vesmíru nemá vplyv sektorové zaradenie výrobcu či prevádzkovateľa dopravných systémov, ani doba ich úspešnej prevádzky. Takisto ako v predchádzajúcich štúdiách aj Futron (2002) označuje trh, najmä orbitálneho vesmírneho turizmu, za pomerne elastický. Zmeny dopytovaného počtu letov sú sprevádzané výraznými skokmi pri poklese ceny na 5 miliónov USD, neskôr pri hranici 1 milióna USD.

Vesmírny turista

Na základe prevedených prieskumov možno vesmírnych turistov charakterizovať ako ľudí do 55 rokov so silným sklonom k dobrodružstvu a riskantnému správaniu. Ich fyzická kondícia je na priemernej úrovni či lepšia. Čas, ktorý strávia na dovolenke, ročne prekročí 1 mesiac. Pracujú na trvalý úväzok alebo ako živnostníci. Aktívne sa zaujímajú o vesmír, všetci navštívili planetárium či múzeum o vesmíre. Niektorí pozorovali štarty raketoplánov (Futron, 2002).

2.2.2 Ponuka

V predchádzajúcom texte sme sa venovali situácií na trhu z hľadiska dopytu. V tejto podkapitole sa preto zameriame na ponukovú stranu a v nasledujúcom texte si stručne načrtujeme príčinu rozvoja odvetvia a charakterizujeme najvýznamnejšie spoločnosti dnešnej doby.

Hlavný podnet pre rozvoj súkromných spoločností venujúcich sa doprave osôb do vesmíru poskytla súťaž pod názvom Ansari XPRIZE v roku 1996. Za jej vznikom stál predpoklad, že problémom rozvoja tohto odvetvia nie je nedostatok finančných prostriedkov medzi vtedajšími účastníkmi dobrodružnej turistiky či dopytu na iných trhoch, ale nedostatok licencovaných, nízkonákladových a spoľahlivých strojov. Jej cieľom teda bolo vytvoriť bezpečnú, znovu použiteľnú a súkromne financovanú ručne riadenú vesmírnu loď pre troch ľudí. Víťaz musel v časovom horizonte dvoch týždňov dvakrát vystúpiť do výšky 100 km nad hladinou mora a následne bezpečne pristáť. 4. októbra 2004 loď SpaceShipOne americkej spoločnosti Mojave Aerospace Ventures úspešne pristála po druhom pokorení 100 kilometrovej hranice a vyhrala odmenu 10 miliónov USD (XPRIZE, 2014).

Najmä vďaka Ansari XPRIZE dnes na trhu pôsobí hneď niekoľko subjektov, ktoré sa pokúšajú o to, čo vládne agentúry neboli schopné za 50 rokov dosiahnuť – umožniť prístup do vesmíru obyčajným ľuďom za dostupné ceny. Niektoré z nich sa venujú zlepšovaniu technológii (Lockheed Martin, Golden Spike, XCOR Aerospace), iné sa sústredia priamo na dopravné služby či konštrukcie obývatel'ných vesmírnych objektov (Bigelow Aerospace, Excalibur Almaz, Blue Origin). Všetky tieto spoločnosti môžu byť od svojho primárneho cieľa vzdialené zopár rokov či celú dekádu. Hoci sa jednotlivé technológie líšia, všetky sú uskutočniteľné, avšak príliš vysoké náklady na vývoj, testovanie a prevádzku sú stále problémom, ktorý pretrvávajú (McCoy, 2002). Špecifickým subjektom je Mars One - holandská nezisková organizácia, ktorej cieľom je vybudovať ľudskú kolóniu na Marse do roku 2025. Štvorčlenné posádky budú vybrané zo žiadateľov, ktorí uhradili administratívny poplatok. Prvá z nich by mala vyštartovať v roku 2024, ďalšie vždy s odstupom dvoch rokov. Let je jednosmerný¹³ (Mars One, 2015a).

Hoci vyššie zmienené firmy sústavne pracujú na svojich projektoch a postupne sa blížia k ich naplneniu, nepatria medzi hlavných hráčov na dnešnom trhu ST. Preto sa v nasledujúcom texte zoznámime s tromi najvýznamnejšími subjektmi, ktoré dnes určujú vývoj vesmírneho turizmu a ovplyvňujú jeho ďalší rozvoj v budúcnosti – *Space Adventures*, *Virgin Galactic* a *Space Exploration Technologies Corporation (SpaceX)*.

Space Adventures

Space Adventures (SA) ako prvú spoločnosť špecializujúcu sa na súkromnú dopravu osôb do vesmíru založil v roku 1998 Eric Anderson a dodnes je jedinou agentúrou, ktorá vesmírne orbitálne lety sprostredkúva. Ich hlavnou víziou je sprístupniť

¹³ Aj napriek tomu, že neexistuje vidina návratu späť na Zem sa do výberového konanie prihlásilo približne 200 000 ľudí. Momentálne prebieha tretie kolo so 100 finalistami (Mars One, 2015b).

vesmír verejnosti a vytvoriť nové zážitky, ktoré budú ľudí ďalej inšpirovať. Takisto podporujú hľadanie nových spôsobov finančne únosného, no zároveň bezpečného a spoľahlivého prístupu do vesmíru. Vo svojich počiatkoch SA prevádzala najmä lety vo vysokej nadmorskej výške či parabolické lety, ktoré umožňujú účastníkom zažiť niekoľko sekúnd v stave beztláče. V roku 2001 však umožnila prvému samoplacovi Dennisovi Titovi pobyt na ISS a tým premenila vesmírny turizmus z teoretického konceptu v skutočnosť (SA, 2014a).

Od tejto doby sprostredkovala ďalších 7 letov pre šiestich klientov¹⁴. Zatiaľ posledným turistom bol v roku 2009 Guy Laliberté, spoluzakladateľ Cirque du Soleil (SA, 2014c). Ďalšou plánovanou účastníčkou je operná speváčka Sarah Brightman, ktorá v januári tohto roku začala svoj výcvik v ruskom kempe Star City. Jej let je naplánovaný na začiatok septembra 2015 a na ISS stráví 10 dní. Brightman zaplatí za tento zážitok najviac z doterajších účastníkov – približne 52 miliónov USD (RT, 2015).

Za takmer 14 rokov prevádzkovania orbitálnych letov pre verejnosť je 8 účastníkov zúfalo málo. Zriedkavosť týchto výprav nie je spôsobená nedostatočným záujmom o tieto cesty ani výškou ceny, no nedostatočnou kapacitou. Odkedy NASA zastavila dopravu svojich astronautov na ISS raketoplánom Space Shuttle, plne sa spolieha na ruský Soyuz, ktorý však disponuje len tromi miestami. A práve tento spôsob dopravy používa aj Space Adventures, ktorá v spolupráci s ruskou agentúrou Roscosmos pred rokom 2011 dopĺňala voľnú kapacitu záujemcami o orbitálne pobyty. Táto situácia by sa však mala čoskoro zmeniť.

V rámci Commercial Crew Program (CCP), ktorý vytvorila NASA v snahe podporiť rozvoj súkromnej a efektívnej dopravy do vesmíru, vyhrala spoločnosť Boeing kontrakt na dopravu amerických kozmonautov na ISS (NASA, 2014a). V lodi, ktorú budú pre tieto účely prevádzkovať, však bude vždy jedno miesto rezervované pre klienta Space Adventures (SA, 2014b). Z titulu nového spôsobu dopravy a uvoľnenej kapacity Soyuzu môžeme predpokladať, že budúci účastníci orbitálneho vesmírneho turizmu budú na svoj pobyt čakať kratšie a ich počet preto porastie.

Virgin Galactic

Spoločnosť Virgin Galactic založil v roku 2004 britský podnikateľ Richard Branson ako jednu z vetiev Virgin Group. Jej hlavným cieľom je vyvinúť komerčný letecký stroj, ktorý bude schopný suborbitálnych letov a umožniť tak súkromné lety na hranicu vesmíru. Pre tieto účely zostrojili v spolupráci s The Spaceship Company, Scaled Composites a Mojave Aerospace loď SpaceShipTwo, ktorá technologicky nadväzuje na víťazný projekt Ansari XPRIZE SpaceShipOne (Wikipedia: Virgin Galactic, 2015).

SpaceShipTwo (SS2) ponesie 6 pasažierov a dvoch pilotov. Do vzduchu sa dostane pomocou nosného lietadla WhiteKnightTwo, ktoré ju približne vo výške 15 km vypustí. Hneď po oddelení SS2 zapáli svoj motor a zrýchli na niekoľkonásobok rýchlosti zvuku. Približne po minúte a prekonaní atmosféry sa motor opäť vypne a loď bude ticho pokračovať v ústrety vesmíru. Za jeho hranicou budú môcť

¹⁴ Charles Simonyi letel so spoločnosťou hneď dvakrát – v apríli 2007 a v máji 2009 (SA, 2014c).

cestujúci konečne opustiť svoje sedadlá a vychutnať si na pár minút stav beztláče a výhľad na našu planétu. Potom sa pripravia na návrat na Zem. Keď SS2 vstúpi späť do atmosféry, vysunie krídla, s ktorých pomocou bezpečne pristane (VG, 2015c). Na túto cestu, ktorej cena je približne 250 tisíc USD, dnes spoločnosť eviduje viac než 700 záujemcov z približne 50 krajín sveta (VG, 2015b).

V júli 2008 Richard Branson oznámil, že sa prvý let uskutoční začiatkom roku 2010 (Mirchandani, 2008). V nasledujúcich rokoch bol však tento dátum priebežne oddáľovaný až na začiatok februára 2015, kvôli mnohým problémom, ktoré sa objavili pri testovacích letoch¹⁵. Avšak koncom roka 2014 bolo jasné, že ani tentoraz sa v stanovenom termíne prvé výpravy neuskutočnia. Počas skúšobného letu 31. októbra došlo k nehode, ktorá vyústila v smrť jedného z pilotov a ťažké zranenia druhého. Vyšetrenie National Transportation Safety Board (NTSB) ukázalo, že problém spôsobilo predčasné vysunutie krídiel určených na manévrovanie lietadla pri návrate na zem (Garside et al., 2014).

Je zrejmé, že táto nehoda poznačí ďalší rozvoj vesmírneho turizmu. Do akej miery môžeme len odhadovať. Netreba však zabúdať, že pri rozvoji takto technologicky náročných odvetví¹⁶ je vždy v hre veľké riziko, aj ľudských životov. Pri snahe o zníženie nákladov a sprístupnenie technológie širšej verejnosti sa uplatňuje metóda pokus – omyl, ktorá silne kontrastuje s doterajším hlavným prístupom NASA. Tá si u svojich projektov nestanovila nákladovú efektívnosť ako kľúčový bod pre ich prevedenie, ale vysoký výkon a iné technické parametre. Práve tento prístup často predražuje a predlžuje realizáciu plánovaných projektov až do takej miery, že sú nakoniec zrušené. Oproti tomu súkromná sféra je riadená nákladmi a ich vzťahom k výnosom. Technické požiadavky ustupujú do pozadia, dôležité sú náklady na vývoj, prevádzku a určenie rovnováhy medzi investovaným kapitálom a primeranými výnosmi (Poole, 2002).

VG kladie veľký dôraz na bezpečnosť, ktorá je pre nich smerodajná pri všetkých programových rozhodnutiach. Zároveň však v rámci svojej vízie „Zajtrajšok bude lepší než dnešok“ (VG, 2015a), aj napriek nehode z októbra 2014, pokračujú vo vývoji začatej technológie. Momentálne konštruktérsky tím VG pracuje na dokončení SS2 so sériovým číslom dva (VG, 2014).

Okrem vyššie spomenutých výletných letov sa VG zameriava na suborbitálne lety pre vedecké účely a vypúšťa malé satelity na obežnú dráhu. V budúcnosti plánujú svoje služby rozšíriť o ponuku orbitálnych letov s ľudskou posádkou (Wikipedia: Virgin Galactic, 2015).

SpaceX

Spoločnosť SpaceX bola založená v roku 2002 podnikateľom Elonom Muskom, ktorý sa po mnohých podnikateľských úspechoch rozhodol zamerať na svoj celoživotný záujem o vesmír. Pôvodne plánoval darovať NASA potrebné financie pre vznik skleníka na Marse a dokázať tak, že život na tejto planéte je možný. Keď však zistil,

¹⁵ Najväčším z nich bolo nedostatočné zrýchlenie SS2 na prekonanie gravitácie a vstup do otvoreného vesmíru (Wikipedia: Virgin Galactic, 2015).

¹⁶ Akými boli aj námorníctvo či letectvo.

že NASA program kolonizácie Marsu neplánuje v blízkej budúcnosti realizovať, rozhodol sa dosiahnuť tento cieľ sám a vyvinúť potrebnú znovupoužiteľnú technológiu, ktorá by znížila náklady na vesmírnu dopravu a umožnila tak uskutočniť aj veľmi vzdialené lety (Geron, 2013).

Dnes SpaceX zamestnáva viac než 3000 ľudí a na svojom konte má dva dopravné systémy Falcon 1 a Falcon 9¹⁷ a vesmírnu loď Dragon. Práve vďaka ich vývoju vyhrala kontrakt s NASA v rámci programu Commercial Orbital Transportation Services (COTS) na prevádzanie pravidelných zásobovacích letov na ISS. Prvý úspešný let sa uskutočnil v máji 2012 a SpaceX tak vstúpila do histórie ako prvá súkromná spoločnosť, ktorej loď sa úspešne pripojila k ISS (SpaceX, 2014a). Od roku 2017 by spoločne s firmou Boeing mala zabezpečovať dopravu amerických astronautov na ISS v rámci programu Commercial Crew Development (CCDev). Pre túto misiu pripravujú novú verziu Dragon v2 usposobenú ľudskej posádke s kapacitou 7 osôb. Prvé testovacie lety prebehnú v roku 2016 (SpaceX, 2014b). Práve väčšia kapacita než zamýšľaný počet dopravovaných astronautov by mohla viesť k ponuke zvyšných sedadiel súkromným záujemcom o orbitálne lety.

Vidíme, že príchodom SpaceX sa zmenil vesmírny priemysel ako sme ho dotedy poznali. Je však dôležité si uvedomiť, že bez NASA a jej zmeny v prístupe k spolupráci so súkromnými spoločnosťami, by SpaceX nikdy nebola schopná presadiť sa do takej miery, akú vidíme dnes (Musk, 2012).

Práve na špecifickú spoluprácu medzi verejným sektorom, ktorý je zastupovaný NASA, a súkromným sektorom sa zameriame v nasledujúcej podkapitole.

2.2.3 Spolupráca

Vo všeobecnosti v spoločnosti prevláda názor, že vesmír je príliš drahý na to, aby v tomto odvetví prežili súkromní podnikatelia. Práve preto bola doprava osôb do vesmíru až donedávna čisto vládna záležitosť. Žiadna súkromná spoločnosť nedisponovala dostatočne veľkou zásobou finančných prostriedkov, aby bola schopná pokryť všetky štádiá primárneho výskumu, vývoja, konštrukcie, testovania, konečnej prevádzky a vysokého rizika bez vládnej podpory. Konkrétna realizácia dopravy do vesmíru a späť zostala po mnoho rokov na vládnych agentúrach, ktoré tak vytvorili vo svojich krajinách monopol.

Problémy spojené s monopolom sú známe už z počiatkov ekonomických teórií. Monopolisti udržiavajú trvalý nedostatok statkov na trhu tým, že nikdy plne nekryjú efektívny dopyt. Práve z dôvodu výsadného postavenia na trhu a neexistencie konkurencie, je monopolná cena vždy tou najvyššou možnou cenou (Smith, 2001, str. 56). Všetky vládne agentúry vo svojich krajinách tento postoj v priebehu rokov aktívne zastávali. Neefektívnosť nimi vynakladaných prostriedkov len zvyšovala náklady na výskum a vývoj a markantne tak jednotlivé programy predražovala, čo nakoniec viedlo k ich úplnému zrušeniu (Collins, 2006). V súvislosti neefektívneho využívania rozpočtu NASA, ktorý v priebehu posledných

¹⁷ Momentálne je vo fáze výroby dopravný systém Falcon Heavy, ktorá dokáže na LEO vyniesť až 53 000 kg a stane sa tak najsilnejšou dodnes vyrobenou raketou (SpaceX, 2015).

rokov dosahuje výšky okolo 16 miliárd USD ročne, upozorňuje Collins (2006) na komerčný projekt SpaceShipOne, ktorý bol úspešne zrealizovaný s celkovými nákladmi 20 – 25 miliónov USD v priebehu troch rokov. Táto čiastka zodpovedá približne sume, ktorú NASA minie každý deň ešte pred obedom.

Aby však kapitola nepôsobila len negatívny dojem, je dôležité poznamenať, že sa v priebehu rokov objavilo niekoľko náznakov zo strany politických lídrov USA o väčšie zapojenie súkromného sektoru do vesmírneho priemyslu a zníženie nákladovej náročnosti programov prevádzaných pod kontrolou NASA¹⁸. Prvá väčšia zmena nastala za vlády prezidenta Reagana, ktorý vo svojom vyhlásení predstavil koncept podpory rozvoja komercializácie vesmíru a ktorého snahou bolo odstrániť vstupné bariéry, znížiť náklady vesmírnych operácií a podporiť vznik budúcich prevádzkovateľov súkromných dopravných systémov. Svojim Nariadením o komerčnej vesmírnej politike podmienil založenie Kancelárie pre komerčnú vesmírnu dopravu (OCST)¹⁹ pod správou Department of Transportation (DoT). Hlavnou úlohou OCST bolo povzbudzovať, podporovať a uľahčovať prevádzku komerčných dopravných systémov (Paine, 1986, str. 153). Ako sa však uvádza v Správe komisie po nehode raketoplánu Challenger, miesto toho aby súkromné spoločnosti vyvíjali vlastnú snahu o dopravu užitočného nákladu do vesmíru a prevádzanie vedeckých pokusov v netypickom prostredí, radšej využívali možnosť participácie na vedeckých programoch NASA, a to tiež len v obmedzenom počte (Paine, 1986, str. 154). Ďalšie výrazné náznaky zmien sa objavili v roku 2004 v The President's Vision for US Space Exploration. Vtedajší prezident Bush ml. po prvýkrát do cieľov NASA v rámci prevádzky ISS zahrnul podporu komerčných možností prevádzania dopravy a ďalších služieb zabezpečujúcich chod ISS a iných prieskumných misií za hranicou nízkej obežnej dráhy Zeme (Bush, 2004).

Avšak skutočná zmena vo financovaní programov a v spolupráci so súkromným sektorom nastala až s príchodom súčasného prezidenta Obamu. Dovtedy prevádzaný systém vesmírnej dopravy (Space Shuttle) astronautov na ISS mal byť v priebehu roka 2011 vyradený. Obama sa rozhodol zrušiť program Constellation²⁰ Bushovej administratívy a otvoriť dvere súkromnému sektoru, aj za cenu dočasného výpadku dopravy amerických astronautov a intenzívnej spolupráci s agentúrou

¹⁸ Úplne prvú snahu o spoluprácu so súkromným sektorom pripisuje Ferguson (2013, str. 84) administratíve prezidenta Kennedyho. Za jeho vlády došlo k vytvoreniu prieskumných zmlúv medzi vládnymi subjektmi FAA a NASA a súkromnými spoločnosťami Boeing a Lockheed o možnej konfigurácii systému nadzvukovej prepravy (SST). Prílišné komplikácie v oblasti designu a neochoty súkromných leteckých spoločností podstúpiť vysoké riziko s SST spojené nakoniec viedlo k zrušeniu projektu (Ferguson, 2013, str. 85).

¹⁹ Dnes známa ako AST pod vedením FAA.

²⁰ Tento krok, okrem iných, privítal Spencer, ktorý vyjadruje istú dávku skepsy nad zdarným koncom programu. Už v jeho počiatkoch boli viditeľné rozpočtové nedostatky a tým spôsobené znižovanie požiadaviek na technologickú vyspelosť systému. Takisto celý program sa až príliš podobal programu Apollo spred viac než 40 rokov. Preto bol od začiatku odsúdený k neúspechu a jednalo sa len o "an illusion, wrapped in denial" (Spencer, 2010).

Roscosmos (Anderson, 2013). Vo svojom programe Národnej vesmírnej politiky jasne stanovuje, že pre skutočnú podporu rozvoja komerčného sektora by mali ministerstvá a agentúry „nakupovať a používať komerčné vesmírne služby a kapacity až do maximálnej miery využitia, ak sú tieto voľne prístupné na trhu a spĺňajú nároky vlády Spojených štátov“ (Obama, 2010, str. 10). Taktiež ďalej špecifikuje, že „vývoj vládnych systémov má prebiehať len v tom prípade, ak takýto systém podporuje národný záujem a neexistuje vhodný nákladovo-efektívny komerčný systém, americký či zahraničný, ktorý je dostupný alebo sa v blízkej dobe dostupným stane“ (Obama, 2010, str. 10).

Takto záväzné programové vyhlásenia priamo podporili snahu bývalého riaditeľa NASA Michaela Griffina, ktorý hneď po svojom nástupe do funkcie v roku 2005 vytvoril Commercial Crew and Cargo Program Office (C3PO), ktorá počas piatich rokov alokovala približne 500 miliónov USD v rámci podpory vývoja a testovania komerčných dopravných systémov²¹. Neskôr bola táto čiastka navýšená o ďalších 300 miliónov USD (Gerstenmaier, 2011, str. 3). C3PO hneď v nasledujúcom roku spustila program COTS a zmenila tak dovtedy zabehnutý systém partnerstva NASA a súkromného sektora (NASA, 2014b).

Na základe programových špecifík, obsiahnutých v početných Space Act Agreements (SAA)²², NASA stanovuje len účel použitia a technické požiadavky na budúci dopravný systém. Všetko ostatné – od designu až po zamýšľanú kapacitu – je v kompetencií súkromných spoločností, ktoré sa tak môžu sústrediť na ziskovosť, nízkonákladovosť a celkovú efektivitu vyvíjaných prostriedkov. NASA v prípade potreby slúži ako odborný konzultant a poskytuje tak technologické zázemie, na ktorom môžu výrobcovia stavať (Anderson, 2013). Pre každého partnera jednajúcего pod SAAs v tomto programe je vytvorený individuálny plán vopred dohodnutých míľnikov – v okamihu ich splnenia NASA zaplatí partnerovi za tento úspech fixne stanovenú čiastku²³. V prípade, že výrobca tento cieľ nedosiahne, žiadnu vládnú podporu nedostane. Oproti klasickému „*cost plus fee*“ prístupu, pri ktorom sú spoločnostiam preplácané celkové náklady na projekt plus istá garantovaná odmena²⁴, tak dochádza k výraznej úspore vládnych prostriedkov. Upustením od starého modelu NASA podnietila rast konkurencie na trhu a urýchlila šírenie nových inovácií (Anderson, 2013).

Vyššie uvedené závery potvrdila aj oficiálna analýza založená na NASA – Air Force Cost Model (NAFCOM) odhadujúca celkové náklady na vývoj dopravného systému Falcon 9 spoločnosti SpaceX v programe COTS. Analýza odhaduje náklady v rámci metodiky *cost plus fee* z dvoch výrobných hľadísk – samostatný vývoj sys-

²¹ Najvýznamnejšími programami pod jej vedením je COTS a CCDev.

²² SAAs sú primárnym nástrojom NASA pri uzatváraní spolupráce so súkromnými spoločnosťami, ktoré zabezpečujú široké spektrum služieb a technológií, ktoré nespádajú do jej kľúčovej kompetencie (NASA, 2014e).

²³ Programový plán najúspešnejšej spoločnosti SpaceX pozostáva zo 40 míľnikov a celkovej finančnej podpory v hodnote 396 miliónov USD (Gerstenmaier, 2011, str. 3).

²⁴ Najčastejšie vyjadrená percentuálne vo vzťahu k celkovým nákladom.

tému agentúrou NASA a vývojový postup SpaceX. Podrobnosti sú uvedené v Tab. 2 (NASA, 2011).

Tab. 2 NAFCOM odhad výrobných nákladov Falcon 9 prístupom *cost plus fee*

Položky	Váha (kg)	<i>Cost plus fee</i> Prístup SpaceX			<i>Cost plus fee</i> Prístup NASA		
		DDT&E	Letová jednotka	Celkom	DDT&E	Letová jednotka	Celkom
		(FY2010 \$M)	(FY2010 \$M)	(FY2010 \$M)	(FY2010 \$M)	(FY2010 \$M)	(FY2010 \$M)
Prvý stupeň (vrátane motorov)	17 726	\$614	\$87	\$701	\$1 535	\$206	\$1 741
Druhý stupeň (vrátane motora)	2 957	\$331	\$12	\$343	\$608	\$44	\$652
Odmena (12,5 %)		\$118	\$12	\$130	\$268	\$30	\$298
Programová podpora (10 %)		\$107	\$4	\$111	\$241	\$21	\$262
Nepredvídané udalosti (30 % systém, 10 % motor)		\$251	\$11	\$262	\$674	\$68	\$742
Stupeň systémovej integrácie		\$106	\$5	\$111	\$258	\$24	\$282
Celkom	20 683	\$1 527	\$131	\$1 658	\$3 584	\$393	\$3 977

Položka váha predstavuje hmotnosť jednotlivých stupňov dopravného systému prepočítanú na kilogramy, DDT&E vyjadruje náklady na design, vývoj, testovanie a evaluáciu dopravného systému. Všetky odhadované náklady sú uvedené v miliónoch USD v cenách roku 2010.

Zdroj: NASA, 2011.

Z vyššie uvedených výpočtov je vidieť, že ak by vývoj Falcon 9 prebiehal klasickým prístupom NASA, jeho celkové náklady by sa pohybovali v rozmedzí 1,7 až 4 miliárd USD. Skutočné celkové náklady na Falcon 9, potvrdené aj spoločnosťou SpaceX a NASA, však činili 390 miliónov USD (Messier, 2011). Príčiny takto výrazných rozdielov nie sú presne stanovené, no súvisia s netradičným prístupom k spolupráci medzi verejným a súkromným sektorom v rámci tohto projektu. Hlavnými potenciálnymi faktormi však sú obmedzená rola NASA v celom priebehu vývoja, menej použitých klasických NASA postupov či menšie režijné náklady (Messier, 2011). Tak či onak, analýza potvrdzuje, že zvolením správneho prístupu sa dajú náklady na vývoj nových dopravných systémov výrazne znížiť a ušetrené zdroje použiť inak.

Táto nová podoba public – private partnership (PPP) so sebou nesie nesporné výhody. Ako uvádza Savas (2005, str. 16), PPP, ako forma privatizácie, znižuje rolu vlády alebo zvyšuje rolu súkromného sektora, v uspokojovaní potrieb spoločnosti. Anderson (2013) v tomto kontexte dodáva, že práve ušetrený čas a prostriedky,

ktoré NASA nemusí venovať na rutinné vesmírne lety, budú použité k tomu, k čomu bola agentúra skutočne založená – k primárnemu výskumu a objavovaniu hlbok vesmíru.

Tým, že sa NASA zameria na hlbší prieskum vesmíru než doteraz, zostane pravdepodobne celá obsluha ISS súkromným spoločnostiam. S týmto zámerom vznikol aj CCP²⁵, spomínaný v predchádzajúcej podkapitole. Tento krok podporuje odborná verejnosť aj súkromní podnikatelia. V rámci tejto vízie Richards²⁶ (2012) presadzuje názor „... *If it needs to be done once, that's a government opportunity; if it needs to be done repetitively, that's a business opportunity.*“ Takéto rozdelenie úloh, okrem už spomenutého šetrenia vládnych prostriedkov, prinesie milióny dolárov americkým spoločnostiam a podporí tak ďalší rozvoj tohto odvetvia, tvorbu pracovných miest a ekonomický rast krajiny.

Viac o ekonomických dopadoch finančne únosného prístupu do vesmíru a s tým spojeným rozvojom vesmírneho turizmu pojednáva nasledujúca kapitola.

2.3 Ekonomický vplyv vesmírneho turizmu

V predchádzajúcej podkapitole sme videli, že podnetov pre skutočný rozmach vesmírneho turizmu je dostatok z oboch tržných strán avšak bez vládnej podpory by žiadny z týchto plánov nebol reálny. Klasickými vládnymi motívmi pre vesmírne aktivity je národná prestíž, národná bezpečnosť a prieskum (Higginbotham, 2002). Prečo sa teda vládne agentúry podieľajú na spoluvytváraní priaznivejších podmienok pre súkromnú dopravu nákladu a osôb na obežnú dráhu? Ktorý z motívov touto podporou sledujú?

Odpoveď na obe otázky nájdeme v programe COTS. Jeho vytvorením dala NASA najavo, ktorým smerom sa chce v blízkej budúcnosti uberať. Ako už bolo vyššie spomenuté, hlavným cieľom tejto koncepcie je vytvorenie novej efektívnejšej dopravy nákladu a osôb na obežnú dráhu (NASA, 2012b). Avšak samotný vývoj a využívanie technológie pre vládne účely na rapídne zníženie nákladov nestačí²⁷. Pre skutočne nízke ceny vesmírnych letov (aké vidíme dnes napríklad v letectve) je potrebná ich častá a pravidelná prevádzka, aby sa poskytovateľom otvorila ďalšia príležitosť znižovania nákladov v podobe úspor z rozsahu. V tomto prípade sa už nejedná o pár vládnych letov ročne na ISS, ale o niekoľko stoviek až tisíc letov. V čom sa skrýva pre tak veľké číslo dostatočný potenciál? Vo vesmírnom turizme.

Podľa McCoya (2002) rozvoj ST vplýva na všetky hlavné vládne motívy pre prevádzanie vesmírnych aktivít. Pre toto odvetvie je typická vysoká úroveň bezpečnosti a spoľahlivosti a zároveň nízke ceny prístupu do vesmíru. Tieto faktory podporujú vznik veľkých a výnosných oblastí podnikania, z ktorých budú ťažiť

²⁵ V programe CCP sú hlavnými partnermi spoločnosti SpaceX, Boeing a Blue Origin (NASA, 2014a).

²⁶ Zakladateľ spoločnosti Moon Express, ktorej cieľom je návrat na Mesiac a ťažba jeho surovín (Moon Express, 2015).

²⁷ Ako príklad môžeme uviesť momentálnu cenu dopravy amerického astronauta na ISS – v Soyuze za 72 mil. USD, so SpaceX (od roku 2017 v rámci programu COTS) za 58 mil. USD (Sheridan, 2015).

mnohé sektory, národnú bezpečnosť nevynímajúc. Takisto podporuje ďalší prieskum vesmíru – rozpočty programov na ľudské objavovanie Marsu či kolonizáciu Mesiaca sa zefektívnením prístupu do vesmíru výrazne znížia. Snád' ani netreba zdôrazňovať, že ST je prestíž sám o sebe a jeho rozvoj je podporovaný celosvetovým záujmom²⁸.

Sú však vyššie spomenuté výhody všetkým čo môže rozvoj tohto odvetvia ponúknuť? Pozorný čitateľ určite tuší, že sa za ST skrýva oveľa viac. *Technologický pokrok* v podobe finančne únosného prístupu do vesmíru podporuje *ekonomický rast*, ku ktorému sa neodmysliteľne viaže zvyšujúca sa *zamestnanosť*.

Pre pokračovanie ľudskej civilizácie je potrebná rastúca svetová ekonomika s prístupom k zvyšujúcemu sa objemu zdrojov. Všetky navzájom súperiace spoločenské skupiny môžu svoju situáciu zlepšiť len vtedy, ak rastie ekonomika ako celok. Tento rast je podmienený vytváraním nových odvetví. Štandardnými sektormi, od ktorých dnes vláda očakáva nárast zamestnanosti sú informačné technológie, energetika, robotika či cestovný ruch. Mnohé z týchto odvetví sa už zamerali na rozvojové krajiny, ktoré veľmi výrazne v posledných rokoch technologicky pokročili. V leteckých konštrukciách však rozvinuté krajiny majú stále konkurenčnú výhodu, a práve preto vo vesmírnom turizme leží ich potenciál budúceho ekonomického rastu a zamestnanosti (Collins a Autino, 2010).

Bekey (1998) uvádza, že zníženie nákladov na 1 % dnešnej ceny za štart²⁹ v kombinácii s rastom nového spotrebiteľského trhu vesmírnych služieb by podporilo mnoho komerčných aktivít vo vesmíre a vyústilo v tvorbu nových obchodných príležitostí na Zemi aj mimo nej. Collins (2002) sa domnieva, že pre naplnenie tejto vízie už dávno disponujeme potrebnými vedomosťami, avšak zdržanie zo strany vládnych agentúr a ich neochoty podporiť rozvoj súkromnej dopravy osôb do vesmíru je príčinou pretrvávajúcich vysokých cien. Mnoho rokov bol totiž ST vnímaný ako triviálna aktivita bez ekonomickej hodnoty, zbytočné plytvanie peňazí. Vesmír však nie je bariérou ale morom príležitostí, z ktorého ľudia nečazia (Collins, 2004).

Ako príklad takýchto príležitostí volí Collins (1998) vesmírne hotely. Po ich vzniku bude potrebné široké spektrum firiem, ktoré sa budú venovať ich zásobovaniu a poskytovaniu špecifických služieb, počnúc konštrukciou a cateringom a dodávkami vody či vzduchu končiac. A ako sa podobné aktivity na obežnej dráhe a za ňou budú postupne vyvíjať, otvára sa potenciál trhov mimozemských surovín a materiálov³⁰ získaných z Mesiaca či asteroidov v blízkosti našej planéty. Hoci práve orbitálne hotely by mohli byť v primárnej etape ich hlavnými spotrebiteľmi, existencia týchto trhov eliminuje obavy z vyčerpania zdrojov našej planéty.

Vidinu obmedzenosti zdrojov a vznikajúcu hrozbu bojov o stávajúce zásoby vyjadril aj bývalý predseda Európskej komisie Jacques Delors v rámci obhajoby zvýšeného financovania obranných síl Nemecka a Francúzska (Spalton, 2004). Pri

²⁸ Vid' kapitola 2.2.1 Dopyt.

²⁹ Približne 200 USD/kg v cenách roku 2010.

³⁰ Ľad, voda, kyslík, dusík a iné zdroje.

predstave neustáleho rastu počtu obyvateľov, ktorí sú uväznení na malej planéte a postupne mŕňajú svoje zásoby je budúci boj o ich drahocenné zvyšky len logickým záverom (Collins, 2006). V tejto predstave sa však nijako neráta s mimozemskou ťažbou surovín. Dnes je toto riešenie nereálne, z titulu drahého prístupu do vesmíru, no práve rozvoj ST má moc rapídne znížiť tieto náklady, ako už bolo vyššie spomenuté. Stačí len trocha námahy a nové zdroje v nelimitovanom množstve sa stanú dostupnými – solárna energia, suroviny, minerály či dodatočný priestor pre život povedú ku globálnemu zvyšovaniu životnej úrovne (Collins, 2006).

Rozdiel medzi ekonomikou otvoreného a zatvoreného sveta v koncepte mimozemskej ťažby zdrojov vyjadruje Tab. 3.

Tab. 3 Rozdiel medzi „otvoreným“ a „zatvoreným“ svetom

Zatvorený svet	Otvorený svet
Jednorazový dopravný systém	Znovupoužiteľný dopravný systém
Rastúca nezamestnanosť	Nové odvetvia
Pracovná neistota	Šíriaci sa blahobyť
Vyčerpávanie zdrojov	Neobmedzené zdroje
Zničené životné prostredie	Zachované životné prostredie
Bohatí vs. chudobní	Mier v spoločnosti
Fašizmus	Demokracia
Vojna	Mierový rast

Zdroj: Collins, 2006.

Z vyššie načrtnutého scenára je tiež zrejmé, že množstvo potenciálnych pracovných miest je obrovské. Rozvoj ST generuje pracovné pozície od inžinierov cez konštruktérov, údržbárov, leteckú posádku až po personál orbitálnych hotelov a ich dodávateľov. Je preto viac ako potrebné, aby si túto skutočnosť naplno uvedomili vládne agentúry a vlády samotné a pokračovali v podpore rozvoja súkromnej dopravy do vesmíru v snahe znížiť nezamestnanosť, ktorá v mnohých technologicky vyspelých štátoch v posledných dekádach nadobúdala dvojciferné hodnoty (Collins, 2006).

Vznik nových odvetví a z nich prameniacych pracovných pozícií nie je však jediným prínosom ST pre ekonomiku. Tak ako každá vesmírna aktivita aj ST stavia na *inováciách*. Jeho rozvojom môžeme predpokladať početné technologické pokroky takmer v každom odvetví vrátane vzniku nových materiálov, nových postupov v inžinierstve a konštruktérstve, dokonalejšiu elektroniku, robotiku či letové simulácie (Collins, 2006). K inováciám neodmysliteľne v tomto odvetví patria *spin-offy* – komerčné produkty či služby, ktoré boli vyvinuté na základe spolupráce s vládnu organizáciou, napr. NASA, v rámci výskumu alebo vývojových dohôd, použitím vládnych licencovaných patentov, vybavenia, profesionálnej asistencie či informačnej databázy (Wikipedia: NASA Spin-off technologies, 2015). Z tohto pohľadu

možno aj ST vnímať ako „*príjemný spin-off, ktorý vznikol zo serióznych vesmírnych aktivít*“ (Van Pelt, 2005).

Vplyv vesmírnych aktivít na *vzdelanie* je všeobecne známy. Pre deti a mladých ľudí je vesmír fascinujúcim objektom. Mnoho rozličných organizácií vytvorilo vzdelávacie vesmírne programy, ktoré zahŕňajú satelitný design, konštrukciu malých rakiet či simuláciu vesmírnych letov. Avšak odkedy Apollo 11 pristálo na Mesiaci, ľudia pomaly strácali záujem o vesmír a o operácie v ňom prevádzané. Práve vesmírny turizmus je cesta, ako im tento fenomén opäť priblížiť. Možnosť, že by raz mohli do vesmíru letieť sami a za dostupnú cenu by v mladej generácii vzbudila väčší záujem o vesmír a podporila tak väčší záujem o vedecké, matematické, technické a inžinierske³¹ vysokoškolské obory, ktoré sú z dôvodu klesajúceho počtu študentov vo viditeľnom úpadku (Webber, 2013). Práve dostatok skúsených a kvalifikovaných ľudí bude potrebný, aby sa ST a vesmírny priemysel ako celok mohol rozvinúť do svojho plného potenciálu (Rovetto, 2013).

³¹ V januári 2015 bolo v Bielom dome usporiadané stretnutie zaoberajúce sa potrebou vzdelávania v oblasti vedy, techniky, inžinierstva a matematiky. V rámci neho študenti všetkých vekových kategórií diskutovali s vedcami a naviazali priame spojenie s ISS a jej astronautmi (Larson, 2015).

3 Vlastná práca

Po zosumarizovaní tých najdôležitejších poznatkov, ktoré sa viažu k odvetviu vesmírneho turizmu, sa v tejto kapitole zameriam na nákladovú analýzu. V podkapitole metodika sa zoznámime so zjednodušeniami a predpokladmi, ktoré museli byť v rámci práce prijaté. V ďalšom texte prevediem nákladovú analýzu odvetvia a odpoviem na výskumnú otázku „Je vesmírny turizmus v súčasnej dobe ekonomicky efektívny?“. V závere kapitoly je predložený súbor odporúčaní pre ďalší vývoj odvetvia.

3.1 Metodika

Odvetvie vesmírneho turizmu je veľmi špecifické. Hoci v samotných čiastkových výpočtoch nákladovej analýzy nie sú použité netypické metódy, pre jej prevedenie bolo potrebné stanoviť niekoľko zjednodušení a predpokladov, o ktorých pojednáva nasledujúci text.

Vo vlastnej časti práce sa, ako už bolo vyššie spomenuté, zameriam na *nákladovú analýzu v prípade orbitálneho vesmírneho turizmu s destináciou ISS*. Takto zvolený druh ST zodpovedá výskumnej otázke, keďže je to práve orbitálny ST, ktorý je v súčasnej dobe ako jediný skutočne prevádzaný.

Čo si však predstaviť pod ekonomickou efektivitou v tomto odvetví? V mikroekonomickej teórii sa najčastejšie posudzuje ekonomická efektivita z Paretovho pohľadu, kedy sa obe tržné strany nachádzajú vo svojom optime. Vtedy, za predpokladu kardinalistického prístupu k úžitku, sú si medzný úžitok (MU) a medzné náklady (MC) rovné.

Racionálne sa správajúci spotrebiteľ maximalizuje svoj úžitok spotrebou statkov. Svoje optimum potom nájde vtedy, keď je prínos spotrebovanej jednotky statku rovnako veľkým ako náklady na jeho spotrebu. Optimum spotrebiteľa potom možno vyjadriť ako $MU = p$ (Ševela, 2011) a ekonomickú efektivitu ako $p = MC$.

Z mikroekonomickej teórie ďalej vieme, že racionálne sa správajúca firma sa snaží maximalizovať svoj zisk, ktorý je možné vyjadriť ako rozdiel medzi celkovými príjmami a celkovými ekonomickými nákladmi (Soukup, 2003, str. 76). V snahe maximalizovať svoj zisk, firma vyrába vo svojom optime pri rovnosti medzných príjmov (MR) a medzných nákladov (MC) (Ševela, 2011, str. 94).

Aby však prevedenie nákladovej analýzy bolo vôbec možné, musel byť na trhu prijatý *predpoklad dokonalej konkurencie*, pretože odvetvie ST je veľmi premenlivé a rýchlo sa vyvíja. Ako v každom novom odvetví v ňom takisto existuje vysoká miera konkurencie medzi výrobcami. Náklady aj príjmy sa preto menia neustále s každým technologickým pokrokom hoci aj malého rozsahu a súkromné spoločnosti údaje o svojich príjmoch a nákladoch nezverejňujú ani ich neposkytujú³². Ne-

³² Počas písania práce som sa viackrát pokúšala nadviazať kontakt so spoločnosťami Virgin Galactic, Space Adventures a SpaceX, avšak ani jedna mi nebola ochotná poskytnúť takéto citlivé informácie.

dostupné MR tak na trhu dokonalej konkurencie môžu byť nahradené odvoditeľnými výpočtami tržných cien (p), ktoré sú totožné. Ekonomickú efektivitu potom možno vyjadriť vzťahom $MR = MC$.

Predpoklad dokonalej konkurencie nám otvára dvere k úspešnému prevedeniu nákladovej analýzy. Nedostupnosť dát týkajúcich sa nákladov totiž v mnohých prípadoch neumožňuje zistiť hodnotu nákladov spojených s dodatočnou jednotkou výstupu. Práve v týchto situáciách sa uplatní predpoklad maximalizácie zisku dokonale konkurenčnej firmy, ktorá vyrába vo svojom optime a zameriam sa priamo na *vzťah priemerných príjmov* (alebo tržnej ceny za jednotku produkcie) *a priemerných nákladov*. Pokiaľ sú priemerné príjmy ($AR = p$) väčšie než priemerné náklady (AC) pri úrovni optimálneho výstupu firmy, firma realizuje ekonomický zisk (Ševela, 2011, str. 95). Práve tvorba ekonomického zisku napovedá, že firma svoju činnosť prevádza efektívne, má v jej realizácii pokračovať a zotrvať v odvetví.

Z tak často spomínanej neochoty súkromných spoločností poskytovať potrebné dáta, vyplýva jedno z posledných zjednodušení tejto práce. Pre všetky výpočty, ktoré sú v ďalšom texte prevádzané, boli použité len *oficiálne dostupné dáta z rozpočtov NASA a tlačových správ spoločnosti SpaceX*. Zvolenie týchto dvoch subjektov má svoje opodstatnenie, pretože práve ich jedinečná spolupráca v programe COTS umožňuje aspoň čiastočnú transparentnosť nákladov a príjmov jednej zo súkromných spoločností, ktorá na trhu vesmírneho turizmu bude v budúcnosti zastávať významné postavenie. NASA, ako jediná vládna organizácia pôsobiaca v krajine demokratického charakteru, je prirodzenou voľbou pre získavanie a spracovanie dostatočne dôveryhodných dát. Navyše sa týmto prístupom otvára možnosť posúdiť efektivitu porovnateľných programov z hľadiska ich prevádzkovateľa a jeho sektorového zaradenia.

Práve s porovnateľnosťou jednotlivých programov sa spája posledný bod, s ktorým musí byť čitateľ pred prevedením nákladovej analýzy oboznámený. V ďalšom texte sa bude pracovať s dopravnými systémami, ktoré sú svojou účelnosťou a technologickou náročnosťou odlišné. Aby sme mohli medzi sebou porovnať komerčný systém Falcon 9 a Dragon s americkým Space Shuttle či ruským systémom Soyuz, je potrebné zvoliť jednotku, ku ktorej sa budú jednotlivé ukazovatele vzťahovať. Vo vesmírnom priemysle sa z tohto dôvodu zaviedol *systém prepočítavania nákladov a cien na kilogram užitočnej váhy*, ktorý bol vyneseny na LEO. Nahliadať na vesmírnych turistov ako na náklad môže byť spočiatku trochu úsmevné. Tento prístup však umožňuje porovnať efektivitu dopravných systémov s ľudskou posádkou s tými, ktoré pre ľudí ešte uspôsobené nie sú, no v blízkej dobe budú, pretože práve ľudia sú užitočným nákladom budúcnosti.

Po zhrnutí všetkých predpokladov a zjednodušení, ktoré boli prijaté, môžeme stanoviť hypotézy, ktoré budú v práci testované a prejsť priamo k nákladovej analýze.

- H_0 : Vesmírny turizmus je ekonomicky efektívny
- H_1 : Vesmírny turizmus nie je ekonomicky efektívny

3.2 Nákladová analýza

Na zvolenú problematiku je možné nahliadať z viacerých hľadísk. V tejto práci sú aplikované dva prístupy založené na skúmaní efektivity v odvetví. V prvom prístupe sa zameriame na efektivitu amerického vesmírneho programu Space Shuttle v kontexte vesmírneho turizmu. Hoci sa v rámci tohto programu vesmírny turizmus nikdy neuskutočnil, práve raketoplán je najporovnateľnejším dopravným systémom k ruskému Soyuzu, ktorý sa pre orbitálny ST využíva od samého začiatku. Druhý prístup skúma, ako sa menia náklady a ceny na kilogram užitočnej váhy pri zapojení súkromného sektora, konkrétne spoločnosti SpaceX, do rutinných zásobovacích letov na ISS. Tento pohľad nám umožní nazrieť do nie až tak vzdalenej budúcnosti, kedy ST bude prevádzaný čisto súkromnými firmami, bez potreby spolupráce s vládnymi agentúrami.

3.2.1 Space Shuttle a NASA

Space Shuttle je jedným z najznámejších programov NASA. Počas tridsiatich rokov prevádzky bolo v rámci programu vykonaných 135 misií (NASA, 2015d). Pre potreby tejto práce boli k ďalším výpočtom vybrané roky 2008 a 2009, keďže sa jedná o posledné roky, v ktorých zároveň prebiehal program Space Shuttle aj aktívny orbitálny ST.

Tab. 4 Náklady programu Space Shuttle v roku 2008 a 2009

Rok	Počet štartov	TC Space Operations	kg		AC (TC/kg)		MC	MC/kg	
			Zistené	Kapacita	Zistené	Kapacita		Zistené	Kapacita
2008	4	5 871,8	54 654	115 212	107 436	50 965	-	-	-
2009	5	6 236,9	64 418	144 015	96 819	43 307	365,1	37 392	12 676

TC na vesmírne operácie sú uvedené v miliónoch USD v cenách roku 2014. Priemerné náklady (TC/kg) sú uvedené v tisícoch USD v cenách roku 2014. MC na štart sú uvedené v miliónoch USD a MC/kg v tisícoch USD v cenách roku 2014.

Zdroj: [51], [60] - [68], [77].

V Tab. 4 sú uvedené náklady na program Space Shuttle v zvolenom období. V roku 2008 boli celkovo 4 štarty raketoplánu a v roku 2009 sa uskutočnilo štartov 5. Do položky celkové náklady na vesmírne operácie sú zahrnuté náklady na raketoplán, prevádzku ISS a podporu jednotlivých misií z letovej centrály. Hoci sú tieto náklady označené ako celkové, je potrebné rozlišovať medzi celkovými nákladmi programu a celkovými nákladmi obdobia. V našom prípade sa jedná o celkové náklady dvoch období – roku 2008 a 2009. Tieto náklady sú tvorené prevažne nákladmi variabilnými, keďže sa bezprostredne týkajú práve prevádzky raketoplánu či medzinárodnej vesmírnej stanice. Sú v nich však zahrnuté aj náklady fixné, ktoré sa viažu ku konkrétnym obdobiam a týkajú sa softwarového vylepšenia či vyššej systémovej integrácie. Celkové náklady jednotlivých programov, vrátane nákladov na výskum,

vývoj a testovanie, sú omnoho vyššie a boli plne uhradené z predchádzajúcich vládnych rozpočtov. Z tohto dôvodu nie sú v našich výpočtoch zohľadnené.

Najdôležitejšiu časť tabuľky tvoria kilogramy vynesené na nízku obežnú dráhu, na ktoré je možné nahliadať z dvoch strán. V prvom stĺpci je uvedené množstvo kilogramov, ktoré sa skutočne na LEO v rámci jednotlivých misií vynieslo³³. V stĺpci označenom ako kapacita je uvedené celkové množstvo užitočnej váhy, ktoré mohlo byť na LEO vynesené pri plnom využití dostupnej kapacity, a to 28 803 kg pri každom štarte (Sadeh, 2002, str. 211). V oboch rokoch NASA v rámci svojich misií naplnila menej než polovicu dostupnej kapacity. Práve tieto údaje nám v prvotnej fáze analýzy môžu napovedať, že vládny Space Shuttle pravdepodobne nebude ekonomicky efektívny.

S nevyužitou kapacitou úzko súvisia aj priemerné náklady na kilogram. Tie sú v prípade skutočne vynesenej užitočnej váhy približne dvakrát vyššie než pri plnom využití letovej kapacity. Správanie NASA tak môžeme porovnať k leteckým spoločnostiam, ktorým sa nepodarí svoj let plne obsadiť. V oboch prípadoch je raz nevyužitá kapacita navždy stratená, no náklady s letom spojené musia byť aj tak uhradené. Táto povinnosť potom pripadá spoločnosti, ktorá takéto lety prevádzkuje.

Náklady na dodatočný štart v roku 2009 činili približne 365 miliónov USD a rozdiel vo vynesenej užitočnej váhy na LEO bol 9 764 kg. Jednoduchým podeľením získame hodnotu MC na dodatočne vynesenej užitočnej váhy reálnym aj kapacitným prístupom. Ak uvažujeme ideálnu situáciu, v ktorej je letová kapacita plne využitá, hodnota MC/kg je 12 676 USD. Predajná cena, za ktorú bolo možné umiestniť kilogram užitočnej váhy na palubu Space Shuttle, nadobúdala hodnotu 14 278 USD (Sadeh, 2002, str. 211). Ak budeme na NASA nahliadať ako na súkromnú firmu, môžeme tvrdiť, že agentúra vyrába vo svojom optime. Hoci platí vzťah $p \neq MC$, samotný rozdiel medzi uvedenými hodnotami je približne 1 600 USD. Túto čiastku je možné vo vesmírnom priemysle považovať za zanedbateľnú, keďže rozpočty na jednotlivé časti programov siahajú do výšky niekoľkých miliárd.

Úplne iná situácia však nastáva, ak kapacita letov nie je naplnená. V tomto prípade vidíme, že MC/kg nadobúdajú hodnotu 37 392 USD a ani vzdialene sa k hodnote tržnej ceny nepribližujú. Tá však neodráža skutočný vývoj na trhu a je pevne stanovená vzhľadom na ideálny stav. V tomto prípade nemožno situáciu považovať za efektívnu.

Ak sa zameriame na hodnotu priemerných nákladov vidíme, že vo všetkých prípadoch sú tieto väčšie než tržná cena. Dokonca aj v ideálnom stave je NASA v strate približne 29 000 USD/kg, nehovoriac o 90 000 USD, ktoré prerobila v roku 2008 na kilogram užitočnej váhy. Pri takýchto výpočtoch je vhodné si položiť otázku, prečo NASA, vzhľadom k svojim skutočným nákladom, tak podhodnocuje predajnú cenu za kg/LEO?

Odpoveď je jednoduchá – NASA nie je založená za účelom maximalizácie zisku a v prípade hospodárskeho výsledku v podobe straty jej ako jedinej vládnej agen-

³³ Presné hodnoty sú uvedené v prílohe A.

túre svojho druhu nehrozí bankrot a odchod z odvetvia, preto aplikovať na ňu teóriu racionálne sa správajúcej firmy môže byť ošemetné. Navyše ak by predajná cena odrážala skutočné náklady s prevádzkou raketoplánu spojené, nikto by si umiestnenie užitočného nákladu na palubu Space Shuttle nekúpil. Záujemcovia si totiž môžu medzi dopravnými systémami vyberať a bez problémov si tak zvoliť najpriateľnejšiu alternatívu. Avšak Space Shuttle nebol vyrobený pre komerčné účely. Jeho primárnym cieľom bol ďalší prieskum vesmíru, postavenie a prevádzka ISS, servisné lety k Hubblovmu teleskopu a iné misie. Preto stanovená cena za dopravu kilogramu užitočnej váhy na LEO bola odvodená len od nákladov na štart raketoplánu, ktoré sú približne 350 - 400 miliónov USD (Sadeh, 2002, str. 211), a nezahŕňa v sebe žiadne fixné náklady. Prípadné komerčné využitie³⁴ dopravného systému je tak vládou silne dotované ako aj mnoho iných odvetví v rôznych krajinách³⁵. Napriek tomu aj pri cene 14 278 USD/kg patrí Space Shuttle vo svojej kategórii k tým najdrahším dopravným systémom, a práve preto o umiestnenie užitočného nákladu na týchto letoch nikdy nebol veľký záujem. Nespornou výhodou však je obmedzené preťaženie raketoplánu, kvôli prítomnosti ľudskej posádky na palube a zníženie tak možnosti poškodenia užitočnej váhy.

V Tab. 4 vidíme, že hodnota AC pri využití plnej kapacity raketoplánu a zohľadnení celkových nákladov na programové obdobie je 50 965 USD, resp. 43 307 USD. Priemerné náklady na kilogram užitočnej váhy sú s rastúcim počtom štartov klesajúce. Ak by NASA stanovila v zvolených obdobiach predajnú cenu na úrovni 47 000 USD a predala zvyšnú kapacitu súkromnému sektoru, bola by schopná pokryť náklady, ktoré sa k voľnej kapacite viažu. Ako sme si vyššie ukázali, pre klasické komerčné využitie by táto cena nebola adekvátne, no čo ak by sa prebytočná kapacita využila k prevádzke vesmírneho turizmu? Aká je vôbec cena, ktorú vesmírny turista zaplatí za kilogram vynesenej na LEO?

Hoci presné kilogramové náročnosti a limity na vesmírneho turistu nie sú známe či jasne stanovené, môžeme sa aspoň pokúsiť o ich odhad. V Tab. 5 sú uvedené jednotlivé položky, ktoré sa viažu k pobytu na ISS. Konkrétne výpočty sú aplikované na posledného vesmírneho turistu Guy Lalibertého, ktorý v roku 2009 strávil na ISS 11 dní.

V stĺpci označenom ako kg/deň sú uvedené hmotnosti položiek, ktoré sa menia v závislosti na dĺžke pobytu. Naopak v stĺpci kg/pobyt sú uvedené tie hmotnosti, na ktoré dĺžka pobytu nemá vplyv. V stĺpcoch s titulkom hore a dole je za pomoci symbolov znázornené, koľkokrát je konkrétna položka vo výpočte započítaná, keďže je potrebné zohľadniť nielen kilogramy, ktoré boli pre vesmírneho turistu na ISS vyvezené, ale aj tie, ktoré budú musieť byť po jeho pobyte opäť znesené.

Official Flight Kit (OFK) je balíček, ktorý je súčasťou každého NASA letu a nesie v sebe vlajky, suveníry, logá a iné predmety partnerských organizácií,

³⁴ Napríklad vypúšťanie satelitov na obežnú dráhu, testovanie materiálov na vplyv mikrogravitácie či iné vedecké pokusy.

³⁵ Za zmienku stojí poľnohospodárstvo v EÚ, energetický priemysel na Ukrajine či železničná doprava na Slovensku.

miest, štátov či sponzorov³⁶. Astronaut Personal Kit (APK) je balíček, ktorého obsah si stanovuje každý astronaut zvlášť.

Tab. 5 Počet kilogramov vnesených na LEO vesmírnym turistom Guyom Lalibertém

Položka	kg/deň	kg /pobyt	Hore	Dole
Kyslík	0,84	9,24	dohromady	
Voda	11,00	121,00	✓	✗
Jedlo	2,13	23,43	✓	✗
Obaly	0,36	3,96	✓	✓
Oblek		141,00	✓	✓
Odpad	1,00	11,00	✗	✓
Padák		12,00	✓	✓
Účastník		90,00	✓	✓
OFK		8,00	✓	✓
APK		0,68	✓	✓
CELKOM			675,95 kg	

Zdroj: [17], [41], [52] - [54].

Celková hmotnosť užitočného nákladu vneseného na LEO činila v prípade Guya Lalibertého približne 676 kg. Za svoj 11 dňový pobyt na ISS zaplatil v prepočte 44 miliónov USD (Moskowitz, 2009). Netreba však zabúdať, že táto čiastka sa vzťahuje na celý produkt, ktorý si Laliberté zakúpil. V cene tak okrem samotného letu a pobytu na ISS bol zahrnutý aj polročný tréning v ruskom výcvikovom tábore, zapožičanie troch vesmírnych oblekov³⁷, letenky a pobyt v prestupných stanicích. Jednotlivé položky sú zohľadnené v Tab. 6.

Tab. 6 Položky zahrnuté v cene pobytu na ISS

Položka	Cena (FY 2014 \$)
Tréning	2 000 000
Vesmírne obleky	12 000 000
Letenky	10 040
Let a pobyt na ISS	29 989 960

Zdroj: [17] a [23].

³⁶ V roku 2010 sa na palube misie STS-131 týmto spôsobom dostala do vesmíru slovenská vlajka poslaná krajským mestom Trenčín a tričko s obrázkom trenčianskeho hradu (NASA, 2010b, str. 3).

³⁷ Prvý oblek účastník využíva počas tréningu, druhý priamo pri lete a pobyte a tretí slúži ako záloha. Hodnota každého z nich je približne 12 000 000 USD (Freudenrich, 2003).

Najväčšiu položku z vyššie uvedených tvoria vesmírne obleky. Celková hodnota ich zapožičania, opotrebovania a využitia je odhadovaná na 12 miliónov USD. Po konzultácii s odborovým špecialistom Kevinom Heathom, zakladateľom a generálnym riaditeľom spoločnosti Waypoint2space, ktorá sa zameriava na suborbitálne aj orbitálne tréningy pre účastníkov komerčných letov, môžeme cenu za polročný tréning v ruskom výcvikovom tábore Star City odhadnúť na 2 milióny USD. Na samotný let a pobyt na ISS tak pripadá približne 30 miliónov USD zo zaplatenej čiastky. Jednoduchým podelením tejto sumy počtom vnesených kilogramov zistíme, že predajná cena za kg/LEO je približne 44 364 USD. Táto hodnota sa priveľmi nelíši od nami stanovenej predajnej ceny, za ktorú by NASA mala voľnú kapacitu predávať, aby aspoň pokryla svoje náklady. Ak by teda kapacita bola ponúknutá v rámci odvetvia vesmírneho turizmu, nepochybne by svojho kupujúceho našla.

Ak porovnáme zistenú predajnú cenu za kg/LEO v odvetví vesmírneho turizmu s MC/kg pri dodatočnom štarte raketoplánu z Tab. 4, v reálnom prístupe platí vzťah $p \neq MC$ a $p < AC$. NASA sa teda určite nenachádza vo svojom optime ($MR > MC$) a jednotlivé lety prevádzkuje so stratou. Ak si predstavíme priebeh krivky MC , pri 5 štartoch ročne sa agentúra nachádza v jej klesajúcej časti³⁸. Racionálne sa správajúca firma by v tomto bode nevyrábala, keďže „*individuálna ponuka dokonale konkurenčnej firmy odpovedá krivke medzných nákladov od jej priesečníka s krivkou priemerných variabilných nákladov*“ (Ševela, 2011), čiže len rastúcej časti krivky MC . NASA preto mala zvýšiť počet štartov a lepšie využívať kapacitu raketoplánu, aby svoje neefektívne jednanie odstránila.

Avšak orbitálny ST nie je doménou Space Shuttle ale ruského dopravného systému Soyuz. Odhadované náklady spojené so štartom Soyuzu sú približne 51 miliónov. Celková kapacita ponúkaná súkromnému sektoru je 7 000 kg (Sadeh, 2002, str. 211). Priemerné náklady na kilogram tak nadobúdajú hodnoty 7 286 USD. Z výpočtov vidíme, že predajná cena je väčšia než hodnota AC . Za predpokladu, že firma vyrába vo svojom optime, v tomto prípade generuje zisk, v prevádzke svojej činnosti by mala pokračovať a v odvetví zotrvať. Jej počínanie môžeme hodnotiť ako ekonomicky efektívne. A keďže je to práve Soyuz, ktorý dopravu vesmírnych turistov zabezpečuje, môžeme túto podkapitolu uzavrieť tvrdením, že vesmírny turizmus je v súčasnej dobe ekonomicky efektívny. Úžitok, ktorý spotrebiteľovi prináša je väčší než priemerné spotrebované zdroje a, pri predpoklade dokonalej konkurencie, v dnešnej dobe zodpovedá medzným nákladom, ktoré sa k nemu viažu.

3.2.2 COTS, CRS a SpaceX

Na predchádzajúcich výpočtoch sme si ukázali, ako veľmi neefektívne bol vládny Space Shuttle prevádzkovaný. Aj napriek tomu bol program aktívny až do roku 2011, kedy došlo k jeho ukončeniu. Jeho nástupcami sa stali súkromne vyvinuté dopravné systémy v rámci programu COTS. V nasledujúcom texte sa zameriame na hodnotenie ekonomickej efektívnosti systémov Falcon 9 a Dragon, ktoré práve

³⁸ Tento fakt vyplýva z priebehu funkcie zisku ako ho prezentuje Ševela (2011) na str. 93.

v spolupráci s NASA vznikli, a ktoré v súčasnej dobe zabezpečujú servisné lety na ISS pod taktovkou programu Commercial/Cargo Resupply Services (CRS).

Najprv sa zameriame na program COTS, v ktorom NASA celkovo alokovala 800 miliónov USD zmluvným súkromným spoločnostiam. V predchádzajúcom texte sme spomínali, že špecifický program vytvorený pre SpaceX pozostával zo 40 míľnikov a celkovej dotácie vo výške 396 miliónov USD. Aká bolo však hodnota celkových nákladov, ktoré boli potrebné pre úspešný vývoj Falcon 9 a Dragon? Podrobnosti sú uvedené v Tab. 7.

Tab. 7 Podrobnosti programu COTS spoločnosti SpaceX

Položka	Suma (\$M)
COTS celkovo	800
Dotácia SpaceX	396
TC SpaceX	454
Rozdiel	- 58

Zdroj: NASA, 2014b, str. 58.

Celkový vývoj dopravných systémov realizovala spoločnosť SpaceX so stratou 58 miliónov USD. Dôležitou súčasťou programu COTS však bola prípadná zmluva na určitý počet zásobovacích letov na ISS, ak vybrané spoločnosti dokážu splniť všetky požadované NASA parametre a míľniky jednotlivých programov. To sa SpaceX podarilo, a tak v roku 2008 získala zmluvu na 12 zásobovacích letov v programe CRS o celkovej hodnote 1,6 miliárd USD (NASA, 2012b, str. 83). Pre nás potrebné parametre vyvinutých dopravných systémov sú uvedené v Tab. 8.

Tab. 8 Nákladové parametre Falcon 9 a Dragon

Dopravný systém	TC/štart (\$M)	Kapacita (kg)	AC (\$/kg)
Falcon 9	61,2	13 150	4 654
Dragon	133,3	6 000	22 222

Zdroj: [87] a [89].

Hoci celkové náklady na štart systému Dragon nie sú dostupné, je možné v tomto prípade použiť dáta vyplývajúce z programu CRS. Ak NASA za 12 letov zaplatí 1,6 miliárd USD, priemerná cena za jeden let je 133,3 milióna USD. Pri predpoklade využitia plnej kapacity tak priemerné náklady budú totožné s priemernými príjmami. V tomto konkrétnom krátkom období by každý dodatočný štart bol spojený s rovnakými nákladmi, pretože NASA stanovuje jednotlivé lety podľa potreby a cena každého letu je fixná, bez ohľadu na dátum jeho prevedenia či kapacitného využitia. Dochádza tak k unikátnemu prípadu, kedy platí vzťah $AC = MC = AR = MR$, v prípade využitia plnej kapacity. Ako však neskôr uvidíme, táto situácia v praxi nenastáva.

Čitateľ by si mohol klásť otázku, prečo sa náklady na dovezenie kilogramu užitočnej váhy na LEO tak výrazne líšia, ak sú oba systémy prevádzkované a vyrobené tou istou spoločnosťou? Odpoveď sa skrýva v systémovej náročnosti. Výrazne lacnejší Falcon 9 je vhodný na vypúšťanie satelitov či testovanie užitočného nákladu na vplyv mikrogravitácie. Dragon je systém omnoho pokročilejší a technologicky náročnejší. Práve vďaka svojej schopnosti pripojiť sa k ISS umožňuje dopravu takého užitočného nákladu, s ktorým je potrebné ďalej manipulovať či prevádzkať vedecké pokusy.

Do dnešného dňa (máj 2015) bolo úspešne realizovaných 6 zásobovacích misií na ISS. SpaceX tak z celkovej zmluvnej čiastky získala presnú polovicu – 800 miliónov dolárov. Podrobnejšie údaje sú uvedené v Tab. 9.

Tab. 9 SpaceX v programe CRS po 6 misiách

Program	Štarty	TR (\$M)	TC (\$M)	kg		Cena (\$/kg)	
				Zistené	Kapacita	Zistené	Kapacita
CRS	6	800	367,2	9 789	36 000	81 724	22 222

Zdroj: [44] - [49], [55].

SpaceX v rámci CRS generuje zisk (po pokrytí straty z predchádzajúceho programu z Tab. 7) takmer vo výške 375 miliónov USD (rozdiel medzi TR a TC z Tab. 9). Účasť v tomto programe sa jej bezpochyby oplatí. Aj v tomto prípade vidíme výrazné rozdiely medzi celkovou a reálne využitou kapacitou zásobovacích letov, s ktorou sú spojené aj enormné rozdiely vo výške priemerných cien za kilogram užitočnej váhy. Hoci NASA nevyužíva dostupnú kapacitu letov naplno, jedná v súlade so zmluvou z roku 2008. V tej stanovila, že za dobu trvania spolupráce vynesie na LEO v 12 letoch minimálne 20 000 kg. Po 6 letoch je takmer na polovici minimálnej hranice a na svoje zvyklosti sa v tomto programe až neuveriteľne drží vopred vytýčeného plánu.

V oboch prípadoch (reálnom aj ideálnom) je hodnota tržnej ceny vyššia než priemerné náklady na kg/LEO. Za predpokladu, že firma vyrába vo svojom optime, je momentálna situácia v tomto odvetví ekonomicky zisková.

3.2.3 Zhrnutie

Na základe prevedenej nákladovej analýzy je možné tvrdiť, že vesmírny turizmus je v dnešnej dobe ekonomicky efektívny. Nevyvraciam tak pravdivosť nulovej hypotézy.

Hoci výsledky prevedených výpočtov hovoria jasne, je potrebné na tomto mieste ešte raz pripomenúť početné predpoklady a zjednodušenia, ktoré museli byť v rámci práce prijaté, ako aj nedostupnosť oficiálnych dát, ktoré sa k tomuto dynamicky sa rozvíjajúcemu odvetviu viažu.

V jednotlivých čiastkových trhoch, na ktorých sa vesmírny turizmus prakticky realizuje, alebo v blízkej budúcnosti realizovať bude, vidíme efektívnosť. Tá však v nijakom prípade nebola súčasťou vládneho dopravného systému Space Shuttle,

kde výrazné nevyužitie dostupnej kapacity zbytočne užívalo vzácne zdroje. Len v zvolených rokoch 2008 a 2009 NASA nevyužila približne 110 000 kg. Pri celkovej letovej kapacite 28 803 kg to znamená takmer 4 prázdne lety z prevedených 9. Pri nákladoch 414 miliónov za štart vidíme, že hodnota nevyužitej kapacity je približne 1,6 miliárd. Ako sme však vyššie uviedli, ak by táto bola ponúknutá potenciálnym vesmírnym turistom, predajná cena by sa výrazne od dnešných nelíšila. Neefektívnosť v počínaní NASA môžeme vidieť aj v tých rokoch, kedy posádka raketoplánu nelietala v plnom počte. Prečo prebytočné sedadlá neboli ponúknuté tým, ktorí za ne boli ochotní zaplatiť aj nemalé čiastky?

Isté odôvodnenie nám ponúka ďalší NASA projekt s názvom Teacher in Space, ktorého cieľom bolo opäť prebudiť záujem verejnosti o národný vesmírny program, inšpirovať študentov, oceniť prínos učiteľov pre spoločnosť a zvýšiť záujem o vedu, matematiku a iné technické predmety. Z mnohých záujemcov o tento program bola nakoniec vybraná Christa McAuliffe, ktorá za výraznej pozornosti médií nastúpila v roku 1986 na palubu raketoplánu Challenger, ktorý krátko po svojom štarte vybuchol. Nehodu neprežil nikto z posádky. Neskôr boli všetky podobné programy, spojené s letmi civilistov, zrušené. Po tejto skúsenosti sa nemôžeme veľmi diviť, že NASA sa do predaja sedadiel a prebytočnej kapacity práve nehrnie.

Ani táto udalosť však nič nemení na tom, že čisto vládne programy vyvolávajú vysokú neefektívnosť vynakladaných prostriedkov. Preto zapojenie súkromného sektora bolo správnym krokom k zvýšeniu efektivity odvetvia. O ďalších potenciálnych krokoch s priaznivým dopadom na odvetvie vesmírneho turizmu pojednáva posledná podkapitola tejto práce.

3.3 Odporúčania

Aj keď sa situácia v odvetví na základe dostupných dát ukázala ako efektívna, v nasledujúcom texte je uvedených niekoľko odporúčaní pre pokračovanie v ekonomicky efektívnom rozvoji odvetvia.

Jedným z hlavných problémov, prečo odvetvie vesmírneho turizmu ani v dnešnej dobe nenadobúda svoj plný potenciál, je ľudské vnímanie. Príliš dlhou pôsobnosťou čisto vládnych subjektov vo vesmírnom priemysle, sa v spoločnosti zakotvila predstava, že vesmír a prístup doň je príliš drahý na to, aby v ňom mohli byť prevádzané iné aktivity, než tie vládne. Áno, vesmír je dnes drahý. Bude takým navždy? Určite nie. Ak vládne agentúry budú v podpore vývoja súkromných dopravných systémov pokračovať, prístup do vesmíru vplyvom nových efektívnych technológií zlacnie. Nové systémy sa veľmi rýchlo rozšíria naprieč ekonomikami a vesmír sa tak stane dostupným aj pre tých podnikateľov, ktorým predtým vysoké náklady spojené s designom, vývojom a testovaním nových dopravných systémov bránili vstupu na trh. Len dostatočne efektívny dopravný systém dokáže túto bariéru odstrániť.

Vytvorenie špecifických programov zameraných na spoluprácu so súkromným sektorom ako COTS, CRS alebo CCDev bolo veľmi dobrým krokom zo strany NASA pre získanie nového a lacnejšieho systému dopravy na ISS. Samotná agentú-

ra tak ušetrila mnoho času a prostriedkov, ktoré mohla venovať na misie, ktoré zatiaľ v kompetencii súkromného sektora nie sú. V tvorbe takýchto programov by mala určite ďalej pokračovať, lebo inovačné prístupy zapojených spoločností, najmä snaha SpaceX o vytvorenie úplne znovupoužiteľného dopravného systému, majú pre odvetvie neoceniteľný prínos.

Vládna podpora však nemusí byť obmedzená len priamym zazmluvnením spoločností. Vytvorením systému štátnych pôžičiek so zvýhodnenou úrokovou sadzbou špecializovaných na odvetvie vesmírneho turizmu, obmedzenie regulácií a byrokratických povinností pri žiadostiach o testovanie nepilotovanej prevádzky vývojových systémov či vydávanie jednorazových experimentálnych povolení by výrazne urýchlilo rozvoj odvetvia. Príjemný stimul by spôsobilo aj určité daňové zvýhodnenie spoločností špecializujúcich sa v tomto odvetví. Avšak nevyhnutnosťou sa javí prevedenie komplexného tržného prieskumu, ktorý by potvrdil parciálne výstupy dodnes prevedených prác. Aktualita a dôveryhodnosť tržného prieskumu pritiahne k odvetviu vesmírneho turizmu dodatočných investorov, ktorí dnešné prieskumy nepovažujú za dostatočné. Aby však podstúpili pomerne vysoké riziko s trhom ST spájané, je potrebné eliminovať pretrvávajúce nejasnosti do čo najvyššej možnej miery.

Hoci vládna podpora je v odvetví jedným z najdôležitejších faktorov determinujúcich budúci priaznivý rozvoj, mnohokrát sa práve jej premenlivosť stáva príčinou neefektívneho jednania. Častá fluktuácia tvorcov národných vesmírnych politík a stratégií zvyšuje rizikovosť jednotlivých programov, keďže každý z nich má inú predstavu o tom, čomu primárne by sa vládna agentúra mala venovať. Takisto je viac ako bežné, že ak sa realizácia projektu príliš predražuje a predlžuje, dodatočné prostriedky sa zo štátnych či agentúrnych rozpočtov uvoľňujú veľmi ťažko a program prejde najprv okresaním požadovaných parametrov a technologickej vyspelosti až je nakoniec zrušený úplne. Práve súkromné spoločnosti, ktoré s vládnymi agentúrami spolupracujú na vývoji v rámci týchto programov, sú si podstupovaného rizika vedomé a od začiatku s ním kalkulujú. Ak by sa národné programy viac scelili a nedochádzalo by u nich k tam razantným zmenám, súkromné spoločnosti by s týmto rizikom nemuseli až do takej miery rátať a hodnota nimi dodávaných komponentov by nepochybne klesla, ako aj celkové náklady na konkrétny program.

S už spomínaným ľudským vnímaním súvisí aj potreba obnoviť záujem spoločnosti o vesmírne aktivity a lepšie prezentovať opodstatnenosť vesmírneho prieskumu. To dokáže práve vesmírny turizmus, pretože možnosť civilistu letieť do vesmíru podnecuje v spoločnosti diskusiu. Nech už s komerčnými letmi občania súhlasia či nie, samotná ich realizácia vyvoláva vo väčšine z nich fascináciu a navracia do spoločnosti povedomie o vesmíre ako takom a jeho nekonečnosti. S týmto uvedomením nevyhnutne prichádza myšlienka o jeho hraniciach a konci.

A tým sa navraciame na úplný začiatok k nášmu tvrdeniu, že ľudia prirodzene túžia po poznaní. O Zemi toho vieme už dosť, je teda len prirodzené, aby sme sa v našej ceste vydali za jej obežnú dráhu, lebo niekde niečo neskutočné čaká na naše poznanie (Sagan, 1977, str. 58).

4 Záver

Vesmírny turizmus je nové a rýchlo sa rozvíjajúce odvetvie, ktoré však pre svoju technologickú náročnosť ešte stále nedosahuje svojho plného potenciálu. Jeho skúmaniu sa už mnohé roky venujú viacerí odborníci v oblasti marketingu, managementu, práva, technológii či poisťovníctva. Ekonomický náhľad do odvetvia však nie je veľmi rozšírený, a preto predkladaná práca ponúka pomerne ucelený pohľad na odvetvie aj z tohto hľadiska.

Pod vesmírnym turizmom je v práci chápané „samofinancované organizované cestovanie členov verejnosti do vesmíru a späť“. Táto definícia odvetvia zodpovedá hlavnej výskumnej otázke, ktorou sa práca zaoberá. Byť účastníkom vesmírneho turizmu je však možné aj v jednoduchšej a menej finančne náročnej pozemskej forme, do ktorej je možné zaradiť návštevy hvezdární, planetárií či iných miest a výstav s vesmírom úzko spojených. Z tohto hľadiska je možné usúdiť, že takmer každý pozemšťan sa minimálne raz za svoj život stane aktívnym účastníkom vesmírneho turizmu bez toho, aby opustil bezpečný povrch našej planéty.

Omnoho väčší záujem však vzbudzujú v ľuďoch práve tie formy ST, pri ktorých sa účastníci dostanú za pomyselnú hranicu našej planéty. Od roku 1993 prebiehajú tržné prieskumy vo viacerých technologicky vyspelých štátoch sveta, ktoré sa zaoberajú potenciálnym tržným dopytom po suborbitálnych a orbitálnych letoch. Za doteraz najvýznamnejšiu môžeme považovať štúdiu spoločnosti Futron z roku 2002, ktorá potvrdzuje správnosť dovedy prevádzaných národných prieskumov. Zo štúdie vyplýva, že vesmírny turizmus má obrovský potenciál a záujem verejnosti. Do dvadsiatich rokov od začatia prevádzky suborbitálnych letov je odhadovaný ročný počet pasažierov približne 15 000. V prípade orbitálnych letov je z hľadiska zachovania výnimočnosti zážitku odhadovaných približne 60 pasažierov ročne. Len v jednom konkrétnom roku by tak odvetvie vygenerovalo minimálne 800 miliónov USD, resp. 300 miliónov USD. Trh teda jednoznačne skrýva veľký potenciál a s ďalším rozvojom sa bezpochybne stane trhom niekoľko miliardovým.

Práve skrytý potenciál je tým, čo láka súkromné spoločnosti a mnohých investorov do odvetvia. Tými najvýznamnejšími v dnešnej dobe sú Virgin Galactic, Space Adventures a SpaceX. Práve SpaceX bude pravdepodobne hrať v budúcnosti ST najdôležitejšiu úlohu. Jej zapojenie vo viacerých NASA programoch a početné úspechy na trhu vesmírneho priemyslu tomu nasvedčujú.

Zmena v postoji vládnej agentúry NASA k spolupráci so súkromným sektorom budúceho rozvoji odvetvia výrazne napomáha. Bez vládnej podpory by totiž SpaceX nebola schopná spomínané úspechy dosiahnuť. V odvetví stále pretrvávajú vysoké náklady spojené s designom, vývojom a testovaním nových dopravných systémov a máloktorá spoločnosť disponuje potrebnými prostriedkami až do takej miery. Úloha vlády je tak momentálne v odvetví nenahraditeľná, no po vyvinutí nových technológií, ktoré znížia kapitálovú náročnosť programov, a rozšírení týchto technológií naprieč ekonomikami, už nebude v takej miere potrebná. Malým stimulom v tomto období teda vláda podporuje nielen šetrenie budúcich štátnych

rozpočtov, ale najmä vytvorenie nových dynamických odvetví, ktoré sa k vesmírnemu turizmu, a vesmírnemu priemyslu všeobecne, viažu.

Vesmírne aktivity často ustupujú do pozadia pozemských problémov. Pre aspoň časť z nich by však technologický pokrok vo vytvorení finančne únosného prístupu do vesmíru mohol byť riešením. Podporila by sa tak tvorba nových podnikateľských príležitostí, pracovných miest, ekonomický rast a celkový spoločenský blahobyť. Otvorením našej ekonomiky aj za hranice planéty môžeme čerpať z ďalších možností, ktoré vesmír ponúka a vyhnúť sa katastrofickým scenárom, ktoré sa tak rady stávajú námetmi úspešných hollywoodskych trhákov.

Hoci dnes v odvetví pretrvávajú vysoké náklady, znamená to jeho neefektívnosť? Z prevedenej nákladovej analýzy sme zistili, že nie nevyhnutne. Vysoké náklady stoja v pozadí vysokých predajných cien. Vo väčšine prípadov však vždy predajná cena bola vyššia než priemerné náklady na kilogram vyneseny na nízku obežnú dráhu. Za predpokladu dokonalej konkurencie a firiem vyrábajúcich vo svojom optime, bol vo väčšine jednotlivých programov a dopravných systémov generovaný zisk, ktorý bol hlavným faktorom pri určovaní efektivity odvetvia. Jediný neefektívny prístup bol identifikovaný v programe Space Shuttle americkej vládnej agentúry NASA. Ako hlavný problém neefektívneho jednanja bola vyhodnotená nevyužitá kapacita. Pri letoch naplnených len z polovice sa výška priemerných nákladov vyšplhala až na 107 436 USD, resp. 96 819 USD. To je viac než dvojnásobok ceny, ktorú zaplatí vesmírny turista za kilogram užitočnej váhy vyneseny na ISS za pomoci ruského systému Soyuz. Každý kilogram užitočného nákladu, ktorý sa dostal do vesmíru na palube Space Shuttle, tak mal, bez prehánania, hodnotu zlata.

Zapojenie súkromného sektora sa však ukázalo ako veľmi dobré riešenie. Rutinné lety na ISS sú obstarané zazmluvneným partnerom a NASA sa tak môže sústrediť na aktivity, pre ktoré bola v prvom rade založená – primárny výskum a hĺbkový prieskum vesmíru. Nové systémy dopravy sú nákladovo menej náročné a znižujú tak ceny jednotlivých programov. V súčasnej dobe sú náklady na 1 kg/LEO vynesené systémom Falcon 9 4 654 USD, resp. 22 222 USD v prípade systému Dragon a letov na ISS, a predpokladá sa ich ďalší pokles. V porovnaní s prevádzkou NASA sa jedná o výrazné zlepšenie a krok vpred k ďalšiemu rozvoju odvetvia vesmírneho turizmu, ktorého jediným obmedzením, po jeho skutočnom začiatku, bude ľudská predstavivosť.

5 Literatúra

1. ANDERSON, C. Rethinking public - private space travel. In: *Space Policy*. 2013, Vol. 29, No. 4, pp. 266-271. ISSN: 0265-9646.
2. ARISTOTELES. *Metafyzika*. 3. vyd., V nakl. Petr Rezek 2. Editor Antonín Kříž, Petr Rezek. Praha: Rezek, 2008, 482 p. ISBN 978-80-86027-27-2.
3. BEKEY, I. Economically Viable Public Space Travel. In: *Proceedings of 49th IAF Congress*. 1998 [cit. 2015-02-26]. Dostupné z: http://www.spacefuture.com/archive/economically_viable_public_space_travel.shtml
4. BIGELOW AEROSPACE. *B330*. 2015 [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://bigelowaerospace.com/b330/>
5. BUSH, G. W. *A Renewed Spirit of Discovery: The President's Vision for U. S. Space Exploration*. Washington, D. C.: Bush, 2004 [cit. 2015-03-27], 10 p. Dostupné z: <http://history.nasa.gov/renewedspiritofdiscovery.pdf>
6. COLLINS, P. a A. AUTINO. What the growth of a space tourism industry could contribute to employment, economic growth, environmental protection, education, culture and world peace. In: *Acta Astronautica*. 2010, Vol. 66, No. 11, pp. 1553-1562. ISSN 0094-5765.
7. COLLINS, P. et al. Commercial Implications of Market Research on Space Tourism. In: *Journal of Space Technology and Science*. 1994, Vol. 10, No. 2, pp. 3-11. ISTS 94-g-21p.
8. COLLINS, P. et al. *Demand for Space Tourism in America and Japan, and its Implications for Future Space Activities*. American Astronautical Society, 1995 [cit. 2015-04-09] AAS vol. 91, pp. 601-610. Paper No. AAS 95-605. Dostupné z: http://www.spacefuture.com/archive/demand_for_space_tourism_in_america_and_japan.shtml
9. COLLINS, P. Meeting the Needs of the New Millennium: Passenger Space Travel and World Economic Growth. In: *Space Policy*. 2002, Vol. 18, No. 3, pp. 183-197. ISSN 0265-9646.
10. COLLINS, P. *Space Tourism: Recent Progress and Future Prospects*, verzia STA-IF [iný]. 2004 [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: http://www.spacefuture.com/archive/space_tourism_recent_progress_and_future_prospects.shtml
11. COLLINS, P. The Economic Benefits of Space Tourism. In: *JBIS*. 2006, Vol. 59, pp. 400-411. ISSN 0007-084X.
12. COLLINS, P. Tourism in Low Earth Orbit: The Trigger for Commercial Lunar Development? In: *ASCE Proceedings of Space '98*. 1998 [cit. 2015-03-05]. Dostupné z:

- http://spacefuture.com/archive/tourism_in_low_earth_orbit_the_trigger_for_commercial_development.shtml
13. CROUCH, G. Researching the Space Tourism Market. In: *Annual Conference Proceedings of the Travel and Tourism Research Association*. 2001 [cit. 2015-04-12]. Dostupné z: http://www.spacefuture.com/archive/researching_the_space_tourism_market.shtml
 14. FAA. *The Annual Compendium of Commercial Space Transportation: 2014*. Washington DC: FAA Office of Commercial Space Transportation. 2015, 197 p. Dostupné z: http://commercialspace.pbworks.com/w/file/fetch/93116967/FAA_Annual_Compendium_2014.pdf
 15. FAI. 100 km Altitude Boundary for Astronautics [online]. 2012 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: [HTTP://WWW.FAI.ORG/ICARE-RECORDS/100KM-ALTITUDE-BOUNDARY-FOR-ASTRONAUTICS](http://WWW.FAI.ORG/ICARE-RECORDS/100KM-ALTITUDE-BOUNDARY-FOR-ASTRONAUTICS)
 16. FERGUSON, R. G. *NASA's first A: Aeronautics from 1958 to 2008*. Washington, D. C.: NASA History Program Office, 2013, 293 p. NASA SP-2012-4412.
 17. FREUDENRICH, C. *How Space Suits Work: Modern Space Suit EMU* [online]. 2003 [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: <http://science.howstuffworks.com/space-suit4.htm>
 18. FUTRON CORPORATION. *Space Tourism Market Study: Orbital space travel & destinations with suborbital space travel*. Bethesda, MD, 2002 [cit. 2015-04-13], 69 p. Dostupné z: http://www.futron.com/upload/wysiwyg/Resources/Reports/Space_Tourism_Market_Study_2002.pdf
 19. GARSIDE, J. et al. Virgin Galactic space plane's re-entry system activated early, say investigators. In: *The Guardian* [online]. 2014 [cit. 2015-03-18]. Dostupné z: <http://www.theguardian.com/science/2014/nov/02/virgin-galactic-spaceship-two-crash-investigators-fuel-warnings>
 20. GERON, T. Elon Musk: SpaceX Testing New Reusable Rockets. In: *Forbes* [online]. 2013 [cit. 2015-03-19]. Dostupné z: <http://www.forbes.com/sites/tomiogeron/2013/03/09/elon-musk-spacex-testing-new-reusable-rockets/>
 21. GERSTENMAIER, W. H. *Statment of Associate Administrator for Space Operations* [online]. Washington, D. C.: U. S. House of Representatives, 2011 [cit. 2015-03-29]. Dostupné z: http://science.house.gov/sites/repUBLICANS.science.house.gov/files/documents/hearings/052611_Gerstenmaier%20Testimony.pdf
 22. GUVEN, U. et al. *Space As A Dream Destination To A Mankind: Space Tourism Flight Design With Economical And Technological Feasibility*, verzia GLEX-2012-14. [iný]. Washington, D. C., 2012.

23. HEATH, K., zakladateľ a generálny riaditeľ spoločnosti Waypoint2space, osobná komunikácia z dňa 29. 4. 2015.
24. HIGGINBOTHAM, J. Private Possibilities in Space. In: HUDGINS, E. L. *Space: the free-market frontier*. Washington, D. C.: Cato Institute, 2002, 259 p. ISBN 19-308-6518-X.
25. HILTON, B. Hotels in Space. In: *AAS Conference Proceedings*. 1967 [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: http://www.spacefuture.com/archive/hotels_in_space.shtml
26. HUDGINS, E. L. *Space: the free-market frontier*. Washington, D. C.: Cato Institute, 2002, 259 p. ISBN 19-308-6518-X.
27. INFORMAČNÍ INSTITUT. *Diskreční zůstatek lépe měří reálné příjmy českých domácností* [online]. 2010 [cit. 2015-04-12]. Dostupné z: http://www.petrcebulka.cz/informacniinstitut/Informacni_Institut/Aktuality/Entries/2010/8/31_TZ_Diskrečni_zustatek_lepe_merí_reálne_příjmy_českých_domácností.html
28. KOTÍKOVÁ, H. *Nové trendy v nabídce cestovního ruchu*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 207 p. ISBN 978-80-247-4603-6.
29. LAING, J. a G. CROUCH. Vacationing in Space: Tourism Seeks „New Skies“. In: *New Horizons in Tourism: Strange Experiences and Stranger Practices*. Cambridge, MA: CABI Pub., 2004, pp. 11-25. ISBN 0851998631.
30. LARSON, S. ISS astronauts teach kids what it's like to live in space. In: *The Daily Dot* [online]. 2015 [cit. 2015-03-11]. Dostupné z: <http://www.dailydot.com/technology/astronauts-iss-stem-white-house/>
31. MARS ONE. *Human Settlement on Mars* [online]. 2015a [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: <http://www.mars-one.com/>
32. MARS ONE. *The Mars 100: Mars One Announces Round Three Astronaut Candidates* [online]. 2015b [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: <http://www.mars-one.com/news/press-releases/the-mars-100-mars-one-announces-round-three-astronaut-candidates>
33. MCCOY, T. W. Structure of the Space Market: Public and Private Space Efforts. In: HUDGINS, E. L. *Space: the free-market frontier*. Washington, DC: Cato Institute, 2002, 259 p. ISBN 19-308-6518-X.
34. MCGEE, B. et al. *A Training Roadmap for Commercial Suborbital Spaceflight Participants*. 2011 [cit. 2015-02-18]. Dostupné z: http://www.academia.edu/5621985/A_Training_Roadmap_for_Commercial_Suborbital_Spaceflight_Participants
35. MESSIER, D. *NASA Analysis: Falcon 9 Much Cheaper Than Traditional Approach*. [online]. 2011 [cit. 2015-04-03]. Dostupné z: <http://www.parabolicarc.com/2011/05/31/nasa-analysis-falcon-9-cheaper-traditional-approach/>

36. MIRCHANDANI, R. *Branson Unveils Space Tourism Jet* [online]. 2008 [cit. 2015-03-17]. Dostupné z: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/7529978.stm>
37. MOON EXPRESS. *Why We Are Going Back* [online]. 2015 [cit. 2015-03-29]. Dostupné z: <http://moonexpress.com/#missions>
38. MOROZ, M. *Turystyka kosmiczna w Zjednoczonych Emiratach Arabskich*. Wrocław, 2011. Nепublikované. Uniwersytet Wrocławski.
39. MOSKOWITZ, C. *Billionaire Plans Space Artistry* [online]. 2009 [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: http://www.nbcnews.com/id/31108549/ns/technology_and_science-space/t/billionaire-plans-space-artistry/#.VU3-N_ntmkp
40. MUSK, E. In: WADE, L. *Not So Private Space: SpaceX – NASA Partnership Is Blasting Off* [online]. 2012 [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: <http://magazine.good.is/articles/not-so-private-space-the-spacex-nasa-partnership-is-blasting-off>
41. NASA. *Closing the Loop: Recycling Water and Air in Space* [online]. Washington, D. C., 2006 [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: [http://www.nasa.gov/pdf/146558main_RecyclingEDA\(final\)%204_10_06.pdf](http://www.nasa.gov/pdf/146558main_RecyclingEDA(final)%204_10_06.pdf)
42. NASA. *Commercial Crew Program* [online]. 2014a [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://www.nasa.gov/sites/default/files/files/CCTCapFactSheet.pdf>
43. NASA. *Commercial Orbital Transportation Services: A New Era in Spaceflight* [online]. Houston: Commercial Crew & Cargo Program Office, 2014b [cit. 2015-03-29], 118 p. Dostupné z: <http://www.nasa.gov/sites/default/files/files/SP-2014-617.pdf>
44. NASA. *CRS-1* [online]. Washington, D. C., 2012a [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: http://www.nasa.gov/pdf/694166main_SpaceXCRS-1PressKit.pdf
45. NASA. *CRS-2* [online]. Washington, D. C., 2013a [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: <http://forum.nasaspaceflight.com/index.php?topic=35009.0>
46. NASA. *CRS-3* [online]. Washington, D. C., 2014c [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: http://www.spacex.com/sites/spacex/files/spacexcrs-3_presskit_042014.pdf
47. NASA. *CRS-4* [online]. Washington, D. C., 2014d [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: http://www.nasa.gov/sites/default/files/files/SpaceX_NASA_CRS-4_PressKit.pdf
48. NASA. *CRS-5* [online]. Washington, D. C., 2015a [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: http://www.nasa.gov/sites/default/files/files/SpaceX_NASA_CRS-5_PressKit.pdf
49. NASA. *CRS-6* [online]. Washington, D. C., 2015b [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: http://www.nasa.gov/sites/default/files/files/SpaceX_NASA_CRS-6_PressKit.pdf

50. NASA. *Falcon 9 Launch Vehicle NAFCOM Cost Estimates* [online]. Washington, D. C.: The Office of Strategy Formulation, 2011 [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: http://www.nasa.gov/pdf/586023main_8-3-11_NAFCOM.pdf
51. NASA. *Fiscal Year 2010 Budget Estimates*. [online]. 2010a [cit. 2015-05-08]. Dostupné z: http://www.nasa.gov/pdf/345225main_FY_2010_UPDATED_final_5-11-09_with_cover.pdf
52. NASA. *Food For Space Flight* [online]. 2002 [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: <http://spaceflight.nasa.gov/shuttle/reference/factsheets/food.html>
53. NASA. *Human Needs: Sustaining Life During Exploration* [online]. 2007 [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: <http://www.nasa.gov/vision/earth/everydaylife/jamestown-needs-fs.html>
54. NASA. *Management Instruction* [online]. 1972 [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: http://www.collectspace.com/resources/flown_nasa_articlescarried.html
55. NASA. *NASA Commercial Orbital Transportation Services* [online]. 2012b [cit. 2015-02-25]. Dostupné z: <http://www.nasa.gov/offices/c3po/about/c3po.html>
56. NASA. *Official Flight Kit STS-131* [online]. 2010b [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: http://www.nasa.gov/pdf/436501main_sts131_official_flight_kit.pdf
57. NASA. *One Year Mission* [online]. 2015c [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: http://www.nasa.gov/content/one-year-mission/#.VOeBbPmG_VW
58. NASA. *Space Shuttle Era* [online]. 2015d [cit. 2015-05-08]. Dostupné z: http://www.nasa.gov/mission_pages/shuttle/flyout/index.html
59. NASA spin-off technologies. In: *Wikipedia* [online]. 2015 [cit. 2015-03-11]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/NASA_spin-off_technologies
60. NASA. *STS-119* [online]. Washington, D. C., 2009a [cit. 2015-05-08]. Dostupné z: http://www.nasa.gov/pdf/304681main_sts119_press_kit.pdf
61. NASA. *STS-122* [online]. Washington, D. C., 2008a [cit. 2015-05-08]. Dostupné z: http://www.nasa.gov/pdf/203212main_sts122_presskit2.pdf
62. NASA. *STS-123* [online]. Washington, D. C., 2008b [cit. 2015-05-08]. Dostupné z: http://www.nasa.gov/pdf/215905main_sts123_press_kit_b.pdf
63. NASA. *STS-124* [online]. Washington, D. C., 2008c [cit. 2015-05-08]. Dostupné z: http://www.nasa.gov/pdf/228145main_sts124_presskit2.pdf
64. NASA. *STS-125* [online]. Washington, D. C., 2009b [cit. 2015-05-08]. Dostupné z: http://www.nasa.gov/pdf/331922main_sts125_presskit_050609.pdf
65. NASA. *STS-126* [online]. Washington, D. C., 2008d [cit. 2015-05-08]. Dostupné z: http://www.nasa.gov/pdf/287211main_sts126_press_kit2.pdf
66. NASA. *STS-127* [online]. Washington, D. C., 2009c [cit. 2015-05-08]. Dostupné z: http://www.nasa.gov/pdf/358018main_sts127_presskit.pdf
67. NASA. *STS-128* [online]. Washington, D. C., 2009d [cit. 2015-05-08]. Dostupné z: http://www.nasa.gov/pdf/379392main_STS-128_Press_Kit.pdf

68. NASA. *STS-129* [online]. Washington, D. C., 2009e [cit. 2015-05-08]. Dostupné z: http://www.nasa.gov/pdf/398418main_sts129_press_kit.pdf
69. NASA. *The NASA Space Act Agreement: Partnering with NASA* [online]. 2014e [cit. 2015-03-29]. Dostupné z: <https://www.nasa.gov/open/plan/space-act.html>
70. OBAMA, B. *National Space Policy of the United States of America*. Washington, D. C.: The White House, 2010 [cit. 2015-03-28], 14 p. Dostupné z: https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/national_space_policy_6-28-10.pdf
71. PAINE, T. O. *Pioneering the Space Frontier: The Report of the National Commission on Space*. New York: Bantam Books, 1986 [cit. 2015-03-28], 203 p. ISBN 0-533-34314-9. Dostupné z: <http://history.nasa.gov/painerep/begin.html>
72. POOLE, R. W. Is This Any Way to Run Space Transportation? In: HUDGINS, E. L. *Space: the free-market frontier*. Washington, D. C.: Cato Institute, 2002, 259 p. ISBN 19-308-6518-X.
73. RICHARDS, R. D. *NASA versus Commercial Space?* [online]. 2012 [cit. 2015-03-29]. Dostupné z: <https://prizesandchallenges.wordpress.com/2012/09/10/bob-richards-nasa-versus-commercial-space/>
74. ROVETTO, R. The essential role of human spaceflight. In: *Space Policy*. 2013, Vol. 29, No. 4, pp. 225-228. ISSN 0265-9646.
75. RT. *Soprano in Space: 'Phantom of the Opera' Star Trains for ISS Flight in Russian Forest* [online]. 2015 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: <http://rt.com/news/225999-sarah-brightman-space-training/>
76. RYGLOVÁ, K. *Cestovní ruch: soubor studijních materiálů*. Vyd. 3., rozš. Ostrava: Key Publishing, 2009, 187 p. ISBN 978-80-7418-028-6.
77. SADEH, E. *Space politics and policy: an evolutionary perspective*. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2002, xviii, 520 p. ISBN 1402008791.
78. SAGAN, C. Seeking Other Worlds. In: *Newsweek*. New York: Newsweek, Inc., 1977, Vol. 90, No. 7, str. 58. ISSN 0028-9604.
79. SAVAS, E. S. *Privatization in the city: successes, failures, lessons*. Washington, DC: CQ Press, 2005, xiv, 335 p. ISBN 1-56802-957-8.
80. SHERIDAN, K. *Boeing will be first to carry US astronauts to space* [online]. 2015 [cit. 2015-02-25]. Dostupné z: <http://news.yahoo.com/boeing-first-carry-us-astronauts-space-201613955.html>
81. SMITH, A. *Pojednání o podstatě a původu bohatství národů*. Nové preprac. vyd. Preklad Vladimír Irgl. Praha: Liberální institut, 2001, 986 p. ISBN 80-86389-15-4.
82. SOCIAL SECURITY ADMINISTRATION. *Average wage index* [online]. 2014 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <http://www.ssa.gov/oact/cola/awidevelop.html>

83. SOUKUP, J. *Mikroekonomická analýza*. Vyd. 3. Slaný: Melandrium, 2003, 256 p. ISBN 80-86175-30-8.
84. SPACE ADVENTURES. *About Us* [online]. 2014a [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: <http://www.spaceadventures.com/about-us/>
85. SPACE ADVENTURES. *Space Adventures Congratulates Boeing On Continued Success In NASA's Commercial Crew Program: tlačová správa* [online]. 2014b [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: http://www.spaceadventures.com/press_releases/space-adventures-congratulates-boeing-on-continued-success-in-nasas-commercial-crew-program/
86. SPACE ADVENTURES. *Space Station* [online]. 2014c [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: <http://www.spaceadventures.com/experiences/space-station/>
87. SPACEX. *Capabilities and Services* [online]. 2015a [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: <http://www.spacex.com/about/capabilities>
88. SPACEX. *Company* [online]. 2014a [cit. 2015-03-19]. Dostupné z: <http://www.spacex.com/about>
89. SPACEX. *Dragon* [online]. 2015b [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: <http://www.spacex.com/dragon>
90. SPACEX. *Dragon Version 2: SpaceX's Next Generation Manned Spacecraft* [online]. 2014b [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: <http://www.spacex.com/news/2014/05/30/dragon-v2-spacexs-next-generation-manned-spacecraft>
91. SPALTON, E. Fashion Statement. In: *The Telegraph* [online]. 2004 [cit. 2015-03-11]. Dostupné z: <http://www.telegraph.co.uk/comment/letters/3608033/Fashion-statement.html>
92. SPENCER, H. *NASA moon plan was an illusion, wrapped in denial* [online]. 2010 [cit. 2015-03-28]. Dostupné z: http://www.newscientist.com/article/dn18515-nasa-moon-plan-was-illusion-wrapped-in-denial/#.VRcjSY6G_VU
93. ŠEVELA, M. *Mikroekonomie I: úvodní kurz*. Vyd. 1. Brno: Mendelova univerzita, 2011, 154 p. ISBN 978-80-7375-494-5.
94. TITO, D. Expanding the Dream of Human Space Flight. In: HUDGINS, E. L. *Space: the free-market frontier*. Washington, D. C.: Cato Institute, 2002, 259 p. ISBN 19-308-6518-X.
95. VAN PELT, M. *Space tourism: adventures in Earth's orbit and beyond*. New York: Springer, 2005, xiii, 217 p. ISBN 03-874-0213-6.
96. Virgin Galactic. In: *Wikipedia* [online]. 2015 [cit. 2015-03-16]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Virgin_Galactic
97. VIRGIN GALACTIC. *Our Vision of the Future* [online]. 2015a [cit. 2015-03-16]. Dostupné z: <http://www.virgingalactic.com/our-vision-of-the-future/>

98. VIRGIN GALACTIC. *Statement From Virgin Galactic (November 4, 2014)* [online]. 2014 [cit. 2015-03-18]. Dostupné z: <http://www.virgingalactic.com/press/statement-virgin-galactic-november-4-2014/>
99. VIRGIN GALACTIC. *Why We Go* [online]. 2015b [cit. 2015-03-16]. Dostupné z: <http://www.virgingalactic.com/why-we-go/>
100. VIRGIN GALACTIC. *Your Flight to Space* [online]. 2015c [cit. 2015-03-16]. Dostupné z: <http://www.virgingalactic.com/human-spaceflight/your-flight-to-space/>
101. WEBBER, D. Space tourism: Its history, future and importance. In: *Acta Astronautica*. 2013, Vol. 92, No. 2, pp. 138-143. ISSN 0094-5765.
102. XPRIZE. *Mojave Aerospace Ventures Wins the Competition That Started It All* [online]. 2014 [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: <http://ansari.xprize.org/teams>

Zoznam použitých skratiek

AMA - Aerospace Medical Association
APK – Astronaut Personal Kit
C3PO – Commercial Crew and Cargo Program Office
CCDev – Commercial Crew Development
CCP – Commercial Crew Program
COTS – Commercial Orbital Transportation Services
CRS – Commercial/Cargo Resupply Services
DoT – Department of Transportation
FAA – Federal Aviation Administration
FAI – Fédération Aéronautique Internationale
ISS – International Space Station
LEO – Low Earth Orbit
NAFCOM – NASA – Air Force Cost Model
NASA – National Aeronautics and Space Administration
NTSB – National Transportation Safety Board
OCST – Office of Commercial Space Transportation
OFK – Official Flight Kit
PPP – Public - private partnership
SA – Space Adventures
SAA – Space Act Agreement
SpaceX - Space Exploration Technologies Corporation
SS2 - SpaceShipTwo
SST – Supersonic Transport
ST – Space Tourism
STS – Space Transportation System/Space Shuttle
VG – Virgin Galactic

Prílohy

A Kilogramové zaťaženie

V nasledujúcich tabuľkách sú uvedené konkrétne množstvá kilogramov, ktoré boli v rámci zvolených programov a období skutočne vynesené na nízku obežnú dráhu a na základe ktorých bola prevedená nákladová analýza. V prvej tabuľke sú uvedené podrobnosti programu Space Shuttle (STS) v rokoch 2008 a 2009.

Množstvá kilogramov vynesných na LEO misiami STS v rokoch 2008 a 2009

Rok	Misia	kg/LEO	Zistené	Kapacita
2008	STS-122	15 182	54 654	115 212
	STS-123	9 942		
	STS-124	16 870		
	STS-126	12 655		
2009	STS-119	14 089	64 418	144 015
	STS-125	3 020		
	STS-127	9 636		
	STS-128	23 018		
	STS-129	14 655		

Zdroj: [51], [60] - [68], [77].

Druhá tabuľka vypovedá o nákladovej zaťažnosti misií SpaceX v programe CRS. Kilogramy znesené z ISS späť na zem neboli pri výpočtoch zohľadnené a sú uvedené len pre zaujímavosť. Pre vesmírny priemysel sú rozhodujúcim faktorom pri stanovovaní cien len kilogramy vynesené na LEO.

Množstvá kilogramov vynesných na LEO misiami SpaceX v programe CRS

Rok	Misia	kg/LEO		Zistené	Kapacita
		Hore	Dole		
2012	CRS-1	400	759	9 789	36 000
2013	CRS-2	544	1 043		
2014	CRS-3	2 268	1 633		
2014	CRS-4	2 268	1 724		
2015	CRS-5	2 359	1 633		
2015	CRS-6	1 950	1 361		

Zdroj: [44] - [49], [55].