UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

FAKULTA SOCIÁLNÍCH VĚD

Institut politologických studií

Bohumil Doboš

Astropolitika mimozemských těles vnitřní sluneční soustavy

Diplomová práce

Praha 2014

Autor práce: **Mgr. Bohumil Doboš**

Vedoucí práce: **PhDr. Michael Romancov, PhD.**

Rok obhajoby: 2014

Bibliografický záznam

DOBOŠ, Bohumil. *Astropolitika mimozemských těles vnitřní sluneční soustavy*. Praha, 2014. ?? s. Diplomová práce (Mgr.) Univerzita Karlova, Fakulta sociálních věd, Institut politologických studií. Katedra politologie. Vedoucí diplomové práce PhDr. Michael Romancov, PhD.

Abstrakt

Práce se zabývá geopolitikou vnitřní sluneční soustavy se zaměřením na tělesa mimo planetu Zemi. Práce se nejprve zabývá definicemi, vymezením zkoumaného prostoru a zkoumaných otázek. Po ujasnění těchto problémů a osvětlení základů astrofyziky nutných pro pochopení specifik astropolitika se práce přesouvá k problematice aktérů. Jsou zde definování jak státní, tak i nestátní aktéři, jejich kapacit a potenciál pro aktivní účast na kolonizaci vesmíru. Práce se poté zabývá jednotlivými zkoumanými tělesy – zemským Měsícem, Marsem a jeho měsíci, a menšími tělesy jako asteroidy. V závěrečné kapitole jsou přiblíženy další faktory významné pro dobývání vesmíru jako otázka suverenity a militarizace a na základech těchto faktorů je vytvořeno několik modelů kolonizace vesmíru. V závěru jsou shrnuty všechny poznatky a je načrtnuta geopolitická mapa nejbližšího okolí „modré planety“.

Abstract

The work deals with geopolitics of inner solar system with focus on extraterrestrial celestial bodies. First part deals with definitions, delimitation of researched territory, and definition of researched questions. Afterwards, we deal with basics of astrophysics which is necessary precondition for understanding specifics of astropolitics and the issue of space-faring actors. Here, both state and non-state actors, their capacities and ability to become colonizing actor, are assessed. The work continues with exploration of single celestial bodies – Earth´s Moon, Mars and its moons, and smaller bodies like asteroids. The final chapter scratches the issues crucial for space colonization such as sovereignty and weaponization. Based on these factors, few models

of space colonization are presented. Conclusion then sums up all our findings and geopolitical map of “blue planet´s” neighbourhood is presented.

Klíčová slova

Geopolitika, vesmír, astropolitika, Země, Měsíc, Mars, vnitřní sluneční soustava

Keywords

Geopolitics, outer space, astropolitics, Earth, Moon, Mars, inner solar system

Rozsah práce: 145 274 znaků

Prohlášení

1. Prohlašuji, že jsem předkládanou práci zpracoval samostatně a použil jen uvedené prameny a literaturu.
2. Prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného titulu.
3. Souhlasím s tím, aby práce byla zpřístupněna pro studijní a výzkumné účely.

V Praze dne Bohumil Doboš

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval Michaelu Romancovovi za vedení této práce. Dále bych rád poděkoval všem osobám, které mi k napsání pomohli ať už vytvořením prostředí vhodného k psaní, tak i pomocí jak z odborného, tak i gramatického hlediska.

Univerzita Karlova v Praze
Fakulta sociálních věd
Institut politologických studií

Projekt diplomové práce

Astropolitika mimozemských těles vnitřní sluneční soustavy

Obor: Politologie
Řešitel: Bc. Bohumil Doboš
Vedoucí: PhDr. Michael Romancov, PhD.

Souhlasím s vedením práce:

Charakteristika tématu:

V navrhované práci se chci věnovat astropolitickým důsledkům možnosti lidské interakce s dalšími vesmírnými tělesy mimo vlastní planetu Zemi. Toto téma začalo být znovu aktuální vzhledem k plánům na vystavění lunární orbitální stanice, které byly opět prezentovány v USA a na její využití při získávání surovin jak z blízkých asteroidů, tak i ze zemského Měsíce. Další plány, které znovu připoutaly pozornost k tomuto tématu, jsou např. plány NASA na přitažení jednoho z asteroidů k oběžné dráze Země, či plány na kolonizaci Marsu pomocí dobrovolníků, kteří by neměli možnost návratu zpět na Zemi. V mojí práci bych se rád zabýval jak možnostmi, které pozemští aktéři mají k aktivitě mimo bezprostřední okolí Země, tak i jejich astropolitickými konsekvencemi.

Na navrhované i hypotetické možnosti dalšího postupu lidského osídlení nejbližšího vesmírného prostoru bych pak rád aplikoval některé geopolitické teorie a postupy zabývající se jak střety ohledně zisku nerostného bohatství, tak i možnosti vzniku tzv. safe havens, které podle jednoho směru geopolitických teoretiků budou vznikat jako ochrana socioekonomicky privilegovaných skupin obyvatel vůči náporu imigrantů z méně vyspělých oblastí (R. Kaplan, aj.). V práci tak navrhuji aplikaci těchto konceptů v kontextu dobývání dalších významných bodů v blízkém vesmíru.

Existující literatura:

Literatura věnující se geopolitickým implikacím vesmírných výprav nemůže být považována za vyčerpávající. I když nalezneme práce věnující se problematice astropolitiky, toto téma je prozatím v širším diskursu spíše opomíjené. Co se týče specificky námi vybraného tématu, většina astropolitické literatury se problematikou mimozemských těles zabývá pouze okrajově. Jediným odborným časopisem věnujícím se dané problematice je pak časopis Astropolitcs. V teoretické části tak budeme moci využít poznatků z oboru politické geografie, v praktické se pak uchýlíme spíše k pracím z oblasti astronomie. V literatuře z oborů mimo politickou geografii se téma osidlování mimozemských těles objevuje často a mnoho odborníků se tomuto fenoménu věnovalo, pokusíme se tudíž využít jejich poznatky pro naše potřeby.

Metodologie a teoretické ukotvení:

Cílem práce je identifikace aktérů a predikce možných sporů, které může vyvolávat vesmírná aktivita mimo bezprostřední zemskou orbitu. Použitím

geopolitických konceptů týkajících se souboje o nerostné suroviny a problematiky pokusu o izolaci ze strany nejbohatší části obyvatel Země v kombinaci se základními koncepty astropolitiky získáme teoretický půdorys, na kterém se pokusíme naší otázku zodpovědět. Jako empirický materiál nám poslouží publikace, které vznikají především v oblasti astronomie a zabývají se jak možností dosažení jednotlivých mimozemských těles, tak i ziskem nerostných surovin na těchto objektech a jejich případným možným osídlením. Jako hlavní zkoumaná tělesa bude vybrán zemský Měsíc a planeta Mars. Pozornost bude věnována i dalším tělesům – hlavně nejbližším asteroidům.

Souboj o nerostné suroviny je jedním z ústředních témat zkoumání mezinárodní politiky posledních let. Obzvlášť významným je souboj o energetické suroviny, ale také jiné druhy materiálů. Vnitřní sluneční soustava nabízí jedno z možných řešení pro aktéry na dostatečné technologické úrovni, aby byli schopni tyto suroviny využít. Pokud vynecháme největší energetický zdroj v podobě Slunce, můžeme jako hlavní popud vzhledem k energetické politice identifikovat možnost získání Helia-3 z povrchu Měsíce. Tento jinak na Zemi vzácný izotop hélia je vhodným palivem pro potenciální elektrárny využívající jadernou fúzi. Okolní tělesa – Měsíc, či asteroidy – jsou také místem, kde se dají nalézt další na Zemi vzácné sloučeniny a nerosty, které mohou být využity jak pro další vesmírný průzkum, tak i pro pokračující technologický pokrok.

Co se týče budování safe-havens, teorie nám říká, že existuje možnost pokračování značně nerovného rozvoje lidstva, což povede ke stále silnějším pokusům chudších obyvatel dostat se do oblastí s vyšší mírou bohatství. Tyto oblasti se budou snažit tomuto přílivu čelit uzavřením všech přístupových cest, které nejsou potřebné pro přežití těchto komunit. Do budoucna to může vézt i k přesunu nejbohatší vrstvy právě mimo planetu Zemi, kde by byli fyzicky v podstatě nedosažitelní.

Co se týče astro-strategického úhlu pohledu, cesta do vesmírného prostoru má spoustu úskalí, které jsou zneužitelné v případné konfrontaci. Ať jde o existenci odpalovacích zařízení na Zemi. Nutnost využít oběžnou dráhu, kde je nepředvídatelný pohyb značně omezený, či existenci jiných fyzikálních determinantů (Van Allenovy radiační pásy, Langrangovy body). Tyto a další strategická kritéria budou hrát roli v posuzování možnosti jednotlivých aktérů dosáhnout na zisky ve vesmírném prostoru, v identifikaci hlavních sporných bodů a v předpovědi konfliktního potenciálu.

Osnova:

Úvod

Teoretické koncepty – v této části se budeme věnovat geopolitickým teoriím, ze kterých budeme v celé práci vycházet a vytvoříme základ pro empirické pozorování

Vymezení zkoumaného prostoru – v další kapitole vymezíme prostor vnitřní sluneční soustavy a definujeme tělesa, kterým se budeme věnovat

Aktéři a přístup do vesmíru – před samotným zkoumáním využitelnosti vesmírného prostoru definujeme aktéry (státní i nestátní), kteří se pravděpodobně zapojí, či mají šanci se zapojit, do zkoumaných procesů. Navíc je potřeba také poznat cesty, jakými se dá vesmírného prostoru dosáhnout, jejich průchodnost a technologie potřebné k využití mimozemských těles.

Měsíc – v kapitole věnované zkoumání využitelnosti zemského Měsíce nejdříve přiblížíme fyzickou geografii Měsíce a dále se budeme věnovat možnostem těžby a výstavby trvalých osídlení na povrchu, či orbitě, Měsíce. Následně se také pokusíme určit důležité strategické body na, nebo v okolí, našeho satelitu a nejvhodnější formy případného využití, nebo dokonce kolonizace tohoto tělesa.

Mars – v kapitole věnované Marsu budeme postupovat analogicky k minulé kapitole

Další tělesa – v následující části se podíváme na další významná tělesa vnitřní sluneční soustavy (asteroidy, planetka Ceres, atd.), které mohou také sloužit jako cíl výprav do vesmírného prostoru.

Kooperace vs. konflikt, konfliktní body – v poslední kapitole zhodnotíme konfliktní potenciál případných vesmírných výprav a pokusíme se pomocí námi zvolených teorií zhodnotit možný charakter výprav do hlubšího vesmíru. Také zde definujeme nejpravděpodobnější konfliktní body, o které se dá očekávat mezi jednotlivými aktéry spor.

Závěr

Základní literatura:

Arbatov, A. (2009). Chapter 23: Russian Perspectives on Spacepower. V P. H. C. Lutes, *Towards the Theory of Spacepower.* Washington DC: Institute for National Strategic Studies.

Arnantatmula, V. (2013). U.S. Initiative to Place Weapons in Space: The Catalyst for a Space-Based Arms Race with China and Russia. *Astropolitics* , stránky 132-155.

Bear, G. (13. Listopad 2010). Biospace 21. *Astropolitics* , stránky 37-41.

Bekey, I. (2009). Chapter 9: The Long-term Outlook for Commercial Space. V P. H. C. Lutes, *Towards the Theory of Spacepower.* Washington DC: Institute for National Strategic Studies.

Brearley, A. (22. Září 2006). Mining the Moon: Owning the Night Sky? *Astropolitics* , stránky 43-67.

Brown, T. (2012). Space and the Sea: Strategic Considerations of the Commons. *Astropolitics* , stránky 234-247.

Cedigaz. (24. Říjen 2012). *Natural Gas in the World 2012*. Získáno 29. Září 2013, z CEDIGAZ: http://www.cedigaz.org/surveys/annual_surveys.html#reserves

Cohen, M. M. (2009). *Proposal to the International Space University 2010 Space Studies for a Technical Project on an Asteroid Mining Mission*. Získáno 4. Březen 2013, z http://www.astrotecture.com/NEOs_&_Asteroids_files/20090923.REV.Asteroid_Mining_Syllabus_Proposal.pdf

Correll, R. R. (2009). Chapter 26: Emerging Actors. V P. H. C. Lutes, *Towards the Theory of Spacepower.* Washington DC: Institute for National Strategic Studies.

D´Souza, M. R., Otalvaro, D. M., & Singh, D. A. (2006). *Harvesting Helium-3 from the Moon.* Worcester: Bakalářská práce, Worcester Polytechnic Institute.

David, L. (2. Říjen 2012). *NASA Mulls Deep-Space Station on Moon´s Far Side*. Získáno 12. Listopad 2013, z Space.com: www.space.com/17856-nasa-deep-space-station-moon-farside.html

de Pater, I., & Lissaur, J. (2001). *Planetary Sciences.* Cambridge: Cambridge University Press.

Dolman, E. C. (2005). *Astropolitik: classical geopolitics in the space age.* London: Frank Cass Publishers.

Dolman, E., & Cooper Jr., H. (2009). Chapter 19: Increasing the Military Uses of Space. V C. Lutes, P. Hays, & col., *Towards the Theory of Spacepower.* Washington DC: Institute for National Strategic Studies.

Dudley-Flores, M., & Gangale, T. (2012). Forecasting the Political Economy of the Inner Solar System. *Astropolitics* , stránky 183-233.

EIA. (2013). *2012 World Proved Reserves*. Získáno 29. Září 2013, z U.S. Energy Information Administration: http://www.eia.gov/countries/index.cfm?view=reserves

Elhefnawy, N. (2003). Territorializing space? revisiting an old idea. *Astropolitics* , stránky 55-63.

EnerGeopolitics. (2010). *The Competing Geopolitics of Energy in the Early 21st Century*. Získáno 8. Březen 2013, z http://energeopolitics.com/about/the-competing-geopolitics-of-energy-in-the-early-21st-century/

ESA. (1. Červen 2011). *A European Vision*. Získáno 4. Prosinec 2013, z European Space Agency: http://www.esa.int/About_Us/Welcome_to_ESA/A_European_Vision

ESA. (2013). *Our Missions*. Získáno 4. Prosinec 2013a, z European Space Agency: http://www.esa.int/ESA/Our_Missions

ESA. (30. Září 2013). *What Is ESA?* Získáno 4. Prosinec 2013, z European Space Agency: http://www.esa.int/About_Us/Welcome_to_ESA/What_is_ESA

France, M., & Sellers, J. (2009). Chapter 4: Real Constrinats on Spacepower. V P. H. V C. Lutes, *Towards the Theory of Spacepower.* Washington DC: Institute for National Strategic Studies.

Gallagher, N. (2010). Space Governance and Iternational Cooperation. *Astropolitics* , stránky 256-279.

Garrett, L., & Noble, R. (Listopad/Prosinec 2013). Biology´s Brave New World. *Foreign Affairs* .

Gaudet, G., & Lasserre, P. (February 2011). THE EFFICIENT USE OF MULTIPLE SOURCES OF A NONRENEWABLE RESOURCE UNDER SUPPLY COST UNCERTAINTY. *International Economic Review* , stránky 245-258.

Glassner, M. I. (1996). *Political Geography.* New York: John Wiley & Sons, Inc.

Hickman, J. (8. Březen 2012). How Plausible is Chinese Annexation of the Moon? *Astropolitics: The International Journal of Space Politics & Policy* , stránky 84-92.

Hickman, J. (2010). Viewpoint: Extraterrestrial National Territory and the International System. *Astropolitics* , stránky 62-71.

Chapman, M. (2007). *The Geology of Mars: Evidence from Earth-Based Analogs.* Cambridge: Cambridge University Press.

Cheng, D. (2009). Chapter 24: Spacepower in China. V P. H. C. Lutes, *Towards the Theory of Spacepower.* Washington DC: Institute for National Strategic Studies.

IAEA. (Říjen 2009). *World Distribution of Uranium Deposits (UDEPO) with Uranium Deposit Classification*. Získáno 29. Září 2013, z International Atomic energy Agency: http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_1629_web.pdf

IAU. (2013. Červen 2013). *Near Earth Asteroids*. Získáno 31. Srpen 2013, z International Astronomical Union: http://iau.org/public/themes/neo/nea/

IAU. (2006). *Resolution B5*. Získáno 31. Srpen 2013, z International Astronomical Union: http://www.iau.org/static/resolutions/Resolution_GA26-5-6.pdf

ISRO. (2013). *Space Missions*. Získáno 9. Prosinec 2013, z Indian Space Research Organisation : http://www.isro.org/satellites/spacemissions.aspx

JAXA. (2013). *Research on Lunar, Planetary Science*. Získáno 9. Prosinec 2013, z Japan Aerospace Exploration Agency: http://www.jaxa.jp/projects/sas/planetary/index_e.html

Jurist, J., Dinkin, S., & Livingston, D. (2006). Low Cost Earth Orbit Access: A Look at Physics, Economics, and Reality. *Astropolitics* , stránky 295-331.

Kaplan, R. D. (1994, February). The Coming Anarchy. *The Atlantic Monthly* , pp. 44-76.

Klein, J. J. (8. Březen 2012). The Influence of Technology on Space Strategy,. *Astropolitics: The International Journal of Space Politics & Policy* , stránky 8-26.

Larson, A. (Léto 2007). The Geopolitics of Oil and Natural Gas. *New England Journal of Public Policy* , stránky 215-219.

Launius, R. (2012). Imprisoned in a Tesseract: NASA´s Human Spaceflight Effort and the Prestige Trap. *Astropolitics* , stránky 152-175.

Lele, A. (2005). China: A Growing Military Space Power. *Astropolitics* , stránky 67-75.

Lempert, D. (2011). Living in Space: Cultural and Social Dynamics, Opportunities and Challenges in Permanent Space Habitats. *Astropolitics* , stránky 84-111.

Lutes, C. D., & Hays, P. L. (2011). *Towards a Theory of Spacepower: Selected Essays.* Washington DC: National Defense University Press.

Maguire, J. M. (2010). United States Space Strategy and Program Development Challenges. *Astropolitics* , stránky 194-201.

Machay, M., & Pochylá, J. (2013). European Attitudes Toward Space Exploration and Exploitation. *Astropolitics* , stránky 203-217.

NASA. (1997). *Exploring the Moon.* National Aeronautics and Space Administration.

NASA. (2013a). *Solar System Exploration: China*. Získáno 6. Prosinec 2013, z National Aeronautics and Space Administration: http://solarsystem.nasa.gov/missions/profile.cfm?Sort=Nation&Nation=China

NASA. (2013b). *Solar System Exploration: Russia*. Získáno 5. Prosinec 2013, z National Aeronautics and Space Agency: http://solarsystem.nasa.gov/missions/profile.cfm?Sort=Nation&Nation=Russia

Oberg, J. E. (2009). Chapter 22: International Perspectives: Russia . V P. H. C. Lutes, *Towards the Theory of Spacepower.* Washington DC: Institute for National Strategic Studies.

Pace, S. (2011). Chapter 7: Merchant and Guardian Challenges in the Exercise of Spacepower. V C. D. Lutes, & P. L. Hays, *Towards a Theory of Spacepower: Selected Essays.* Washington DC: National Defense University Press.

Paracha, S. (2013). Military Dimensions of the Indian Space Program. *Astropolitics* , stránky 156-186.

Pasco, X. (2009). Chapter 25: The European "Spacepower"? A Multifaceted Concept. V &. P. C. D. Lutes, *Towards the Theory of Spacepower.* Washnigton DC: Institute for National Strategic Studies.

Perfilyev, N. (2010). The Sino-Russian Space Entente. *Astropolitics* , stránky 19-34.

Pfaltzgraff Jr, R. L. (2009). Chapter 3: International Relations Theory and Spacepower. V P. H. C. Lutes, *Towards the Theory of Spacepower.* Washington DC: Institute for National Strategic Studies.

PMM. (2013). *Mars/Earth Comparison Table*. Získáno 22. Únor 2014, z Phoenix Mars Mission: http://phoenix.lpl.arizona.edu/mars111.php

Rapp, D. (2. Srpen 2007). Solar Power Beamed from Space. *Astropolitics* , stránky 63-86.

Romancov, M. (Jaro 2003). From Geopolitics to Astropolitics. *New Presence: The Prague Journal of Central European Affairs* , stránky 19-21.

Sadeh, E. (2011). Chapter 13: Spacepower and the Environment. V C. D. Lutes, & P. L. Hays, *Towards a Theory of Spacepower: Selected Essays.* Washington DC: National Defense University Press.

Sadeh, E. (2010). Report: United States-China Space Dialogue Project. *Astropolitics* , stránky 7-18.

Sen, S., Carranza, S., & Pillay, S. (2010). Multifunctional Martian habitat composite material synthesized from in situ resources. *Advances in Space Research* , stránky 582-592.

Shimizu Corporation. (2013). *Lunar Solar Power Generation -LUNA RING-* . Získáno 27. Leden 2014, z Shimizu Corporation: http://www.shimz.co.jp/english/theme/dream/lunaring.html

Smith, G. P., & Thompson, A. D. (8. Březen 2012). Creating a Sustainable Manned Orbital Spaceflight Industry. *Astropolitics: The International Journal of Space Politics & Policy* , stránky 68-83.

Smith, G. P., & Thompson, A. D. (2012). Creating a Sustainable Manned Orbital Spaceflight Industry. *Astropolitics* , stránky 68-83.

Spohn, T., & Schubert, G. (2009). *Planets and Moons.* Amsterdam: Elsevier Science Ltd.

Spudis, P. D. (2009). Chapter 12: The Moon: Point of Entry to Cislunar Space. V P. H. C. Lutes, *Towards the Theory of Spacepower.* Washington DC: Institute for National Strategic Studies.

Spudis, P. D. (2005). Solar System Science and Exploration. *Johns Hopkins APL Technical Digest* , stránky 315-320.

Steinberg, A. (2012). Weapons in Space: The Need to Protect Space Assets. *Astropolitics* , stránky 248-267.

Strahan, D. (2007). *The Last Oil Shock.* Londýn: John Murray Publishers.

Sumida, J. (2011). Chapter 1: Old Thoughts, New Problems: Mahan and the Consideration of Spacepower. V C. Lutes, & P. Hays, *Towards a Theory of Spacepower: Selected Essays.* Washington DC: National Defense University Press.

White House. (28. Červen 2010). *White House*. Získáno 29. Listopad 2013, z National Space Policy of the United States of America: http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/national_space_policy_6-28-10.pdf

Williams, P. (2008). *From the New Middle Ages to a New Dark Age: The Decline of the State and U.S. Strategy.* Carlisle: Strategic Studies Institute.

Wingo, D. (2009). Chapter 8: Economic Development of the Solar System: The Heart of a 21st centruy Spacepower theory. V P. H. C. Lutes, *Towards the Theory of Spacepower.* Washington DC: Institute for National Strategic Studies.

Worden, S. P., & Sponable, J. (2006). Access to Space: A Strategy for the Twenty-First Century. *Astropolitics* , stránky 69-83.

Zubrin, R. (2009). Chapter 11: Victory from Mars. V P. H. Lutes, *Towards the Theory of Spacepower.* Washington DC: Institute for National Strategic Studies.

Zubrin, R. (1996). *The Case for Mars: The Plan to Settle the Red Planet and Why We Must.* New York: Touchstone.

Obsah

Seznam zkratek 4

1 Úvod 5

2. Teoretické zakotvení a vymezení prostoru 8

2.1. Astropolitika 8

2.2. Geopolitika nerostných surovin 9

2.3. Teorie „safe-havens“ 11

2.4. Vesmírné právo 12

2.5. Terminologie 14

2.6. Vymezení zkoumaného prostoru 15

3. Přístup do a pohyb ve vesmíru 16

3.1. Vstup do vesmírného prostoru 16

3.2. Pohyb ve vesmírném prostoru 18

4. Aktéři 22

4.1. USA 22

4.2. ESA 25

4.3. Ruská federace 26

4.4. Čínská lidová republika 27

4.5. Menší státní aktéři 29

4.5.1. Indie 29

4.5.2. Japonsko 30

4.6. Nestátní aktéři 30

4.7. Shrnutí 31

5. Měsíc 33

5.1. Základní geografické údaje 33

5.2. Měsíc jako zdroj energie ... 34
5.3. Neenergetické suroviny ... 36
5.4. Měsíc a safe-haven ... 37
5.5. Geopoliticky významné body ... 38
5.6. Astropolitika a Měsíc ... 38
5.6.1. Měsíc jako brána k další kolonizaci ... 38
5.6.2. Měsíc jako těžební kolonie ... 39
5.6.3. Měsíc jako opravářský dok ... 40
5.6.4. Měsíc jako výzkumná laboratoř ... 40
5.6.5. Měsíc jako vojenská základna ... 41
6. Mars ... 42
6.1. Základní geografické údaje ... 42
6.2. Mars jako zdroj energie ... 43
6.3. Neenergetické suroviny ... 44
6.4. Mars a safe-haven ... 45
6.5. Geopoliticky významné body ... 46
6.6. Astropolitika a Mars ... 47
6.6.1. Mars jako vědecká kolonie ... 47
6.6.2. Mars jako stabilní kolonie ... 48
6.6.3. Mars jako zdroj surovin ... 48
6.6.4. Mars jako přepravní centrum ... 49
6.6.5. Mars jako vojenský komplex ... 49
7. Menší tělesa ... 51
7.1. Základní geografické údaje ... 51
7.2. Menší tělesa jako zdroje energie ... 52
7.3. Neenergetické suroviny ... 53
7.4. Menší tělesa a safe-haven ... 54

7.5. Geopoliticky významné body 54
7.6. Astropolitika a menší tělesa 55
7.6.1. Menší tělesa jako zdroj surovin 55
7.6.2. Menší tělesa jako zásobovací kolonie 55
7.6.3. Menší tělesa a vědecký výzkum 55
7.6.4. Menší tělesa jako vojensko-strategické body 56
7.6.5. Menší tělesa jako trupy vesmírných lodí 56
8. Budoucnost kolonizace nebeských těles 57
8.1. Povaha aktérů 57
8.2. Konfliktní a kooperační potenciál 59
8.3. Militarizace vesmíru 60
8.4. Suverenita a mimozemské politické jednotky 61
8.5. Modely kolonizace 63
8.6. Astropolitická mapa vnitřní sluneční soustavy 66
9. Závěr 68
Bibliografie 71
Přílohy 76
Seznam příloh: 76
Přílohy: 77

Seznam zkratek

ARTEMIS – Acceleration, Reconnection, Turbulence and Electrodynamics of the Moon´s Interaction with the Sun

AU – Astronomická jednotka (Astronomical Unit)

ESA – Evropská vesmírná agentura (European Space Agency)

IAU – Mezinárodní astronomická unie (International Astronomical Union)

InSight - Interior Exploration Using Seismic Investigations, Geodesy and Heat Transport

ISRO – Indická organizace pro vesmírný výzkum (Indian Space Research Organisation)

ITER – International Thermonuclear Experimental Reactor

JAXA – Japonská agentura pro výzkum vzdušného a kosmického prostoru (Japan Aerospace Exploration Agency)

LADEE – Lunar Atmosphere and Dust Environment Explorer

LCROSS – Lunar Crater Observation and Sensing Satellite

LRO – Lunar Reconnaissance Orbiter

MAVEN – Mars Atmospheric and Volatile Evolution

MRO – Mars Reconnaissance Orbiter

NASA – Národní agentura pro letectví a vesmír (National Aeronautics and Space Administration)

NEO – Objekt v blízkosti Země (Near Earth Object)

PHA – Potenciálně nebezpečný asteroid (Potentially Hazardous Asteroid)

1 Úvod

Vesmír v současnosti představuje nejrozsáhlejší sféru pro možnou lidskou aktivitu a velkou naději pro budoucí rozvoj života lidské populace. I přesto, že se lidská aktivita ve vesmírném prostoru projevuje přímo již přes padesát let a člověk dokázal přistát na Měsíci již před více jak čtyřiceti lety, zdá se, že aktivita v tomto prostoru po konci souboje dvou supervelmocí z období studené války utichla. Na druhou stranu můžeme vnímat ohromný rozvoj aktivity nejrůznějších aktéru v přímém okolí Země. Zemské orbity se tak stávají frekventovaným místem aktivit jednotlivých státních i nestátních jednotek. Dalším logickým krokem ve využití vesmírného prostoru po zaplnění nejbližšího okolí planety Země je využití nejbližších těles v okolí naší planety.

Pro odvětví geopolitiky je nejdůležitějším atributem kontrola území a teritoriální určení jednotlivých aktérů. V oblasti vesmíru však platí poněkud jiné zákonitosti než na planetě Zemi, které byly poprvé významně zohledněny v Dolmanově Astropolitce (2005). Zákonitosti fyziky zde vytvářejí poněkud jiné podmínky, než je potřeba fyzické kontroly jistého území a tato Dolmanova čtvrtá sféra geopolitiky[1] tak vytváří značná specifika. Pokud však naši pozornost obrátíme k nebeským tělesům, vracíme se alespoň částečně i do oblasti klasické geopolitiky. Podíváme-li se na možnosti, které nám přináší případná kolonizace velkých potenciálně obyvatelných těles vnitřní sluneční soustavy – Měsíce a Marsu – všimneme si existence jistých území, které jsou pro lidskou aktivitu vhodnější než oblasti jiné. Kombinací fyzikálních zákonitostí pohybu ve vesmírném prostoru a existence těchto těles získáme mapu, která ukazuje možné konfliktní body případného budoucího souboje o ustanovení stálých kolonií mimo Zemi a její oběžnou dráhu. Cílem této práce je pokusit se podobnou mapu když už ne vytvořit, tak alespoň naznačit.

Druhým důležitým geopolitickým faktorem je důvod, proč o ustanovení kolonií ve vesmírném prostoru vůbec soutěžit. V tomto ohledu se v práci zaměříme na důvody dva – nebeská tělesa jako zdroj mnoha surovin, které nejsou na Zemi přítomny v neomezeném množství a jako možnost úniku ze Země ať už před přelidněním, nebo před případnou globální katastrofou. Nejbližší okolí planety Země je plné těles, která skýtají obrovský potenciál pro těžbu nejrůznějších surovin, a to těch jak vhodných ke stavbě či výrobě nejrůznějších látek a materiálů, tak i zdrojů energetických. Potenciální

[1] Předchozí tři jsou pevnina, moře a vzduch

možnost rozsáhlejší kolonizace Měsíce a Marsu může taktéž přinést možnost zrodu alternativního útočiště pro část populace planety Země.

Práce se bude nejdříve věnovat teoretickému vymezení konceptů, se kterými budeme pracovat a fyzickému vymezení prostoru ve kterém budeme tyto koncepty zkoumat. Navíc také budeme muset probrat některé fyzikální zákonitosti vstupu a pohybu ve vesmíru, které jsou nezbytné pro pochopení geopolitických procesů v této oblasti. Dále se pokusíme pojmenovat aktéry a jejich možnosti v oblasti využití vzdálenějšího vesmíru[2]. Po identifikaci všech těchto základních parametrů se pustíme do analýzy jednotlivých těles. Prvním bude těleso nejbližší - zemský Měsíc. Měsíc je potenciálně důležitý z obou teoretických hledisek, na jedné straně jako zásobárna mnoha surovin – některých se na planetě Zemi vůbec nenacházejících –, a na straně druhé jako možné místo výstavby významnější stále kolonie. Následovat bude jediná v současnosti reálně obyvatelná planeta naší sluneční soustavy mimo Zemi samotnou a to Mars. Dále se budeme věnovat rozboru využitelnosti menších těles pohybujících se po vnitřní sluneční soustavě, a to jak z pohledu surovinového využití tak i výstavby menších kolonií, které mohou fungovat jako zásobovací stanice pro vesmírné lodě pohybující se na delší vzdálenosti - či jako vojenská stanoviště, atd. Na závěr se pokusíme vytvořit ucelený obraz, který by nám měl představit mapu potenciálních významných strategických bodů v oblasti vnitřní sluneční soustavy.

Potřeba existence podobného rozboru se zdá minimální vzhledem k tomu, že posledních několik desetiletí nevidíme v oblasti vzdálenější od Země žádnou významnou lidskou aktivitu s pominutím aktivity čistě vědecké. Toto se však může rychle změnit. Průzkum Marsu nabírá dříve nevídaných obrátek. Lidé vytvořili vesmírnou stanici se stálou posádkou. Umělé sondy studují nebo cestují i do nejzapadlejších oblastí naší sluneční soustavy a astronomové studují vše od Slunce přes planety, trpasličí planety, až po asteroidy pohybující se v různých vzdálenostech od Země. K tomuto musíme připočíst, že se lidstvo pravděpodobně blíží k další energetické krizi a navíc můžeme očekávat další soupeření o pozici supervelmoci v rámci pozemské politiky, které se může projevit snahou prokázat svou dominanci ve vesmírném prostoru.

[2] Zde jsme částečně limitováni přístupností zdrojů, jelikož stránky ruské a čínské vesmírné agentury ve své anglické verzi nefungují kvalitně a tak budeme u těchto agentur závislí na sekundární literatuře a přehledu ze stránek americké NASA. Údaje NASA budou, vzhledem ke své přístupnosti a spolehlivosti, také využívány jako primární zdroj fyzikálních údajů o jednotlivých tělesech.

V naší analýze se vyhneme problematice zemské orbity, kde v současnosti probíhá, mimo vědecký výzkum, veškerá lidská aktivita ve vesmírném prostoru. Zemská orbita - hlavně tzv. nízká orbita a geostacionární orbita – je důležitým teritoriem pro současný rozvoj života na Zemi. Z vědeckého a ekonomického hlediska se zde nacházejí satelity umožňující komerční aktivity tak rozdílné jako sledování počasí a vysílání televizního signálu. Z vojensko-bezpečnostního hlediska se zde nachází špionážní satelity vhodné pro sledování strategických cílů kdekoliv po světě. Naším zaměřením na mimozemská tělesa se však pokusíme vymanit z geocentrického přístupu k vesmírnému prostoru a vymezit význam těchto těles pro další expanzi lidské civilizace, přičemž význam těchto těles pro politickou situaci na Zemi bude jen jedním ze zkoumaných faktorů.

2. Teoretické zakotvení a vymezení prostoru

2.1. Astropolitika

Prvním konceptem, který potřebujeme osvětlit pro naší další analýzu, je pojem astropolitika. Termín astropolitika pochází z práce E. Dolmana s příznačným názvem Astropolitik (2005)[3]. Jak již bylo uvedeno v úvodu, Dolman věří, že každý ze čtyř prostorů – země, voda, vzduch a vesmír – je místem, kde se zákonitě musí objevit konflikt mezi aktéry, kteří se snaží tyto prostory buď obsadit, nebo využít k projekci své moci. Proto je podle něj možnost stálé spolupráce ve vesmírném prostoru pouhou fikcí a je nevyhnutelné, že se zde objeví konfliktní linie. Tyto spory pak mohou vést až k ozbrojené konfrontaci. Kooperace je podle jeho názoru pouze vynucená okolnostmi studené války, kdy se obě strany obávaly převahy druhé strany v tomto těžko dosažitelném prostoru, a proto zablokovaly militarizaci vesmíru a naopak zdůrazňovaly nutnost spolupráce. Vesmír je však, stejně jako každý jiný prostor, možné zkoumat různými přístupy a realistické hledisko je pouze jedním z možných nástrojů - ve zkoumání vesmírného prostoru však stále hledisko zanedbávané.

Samotný konfliktní potenciál by však nestačil k tomu, aby byl vesmírný prostor zkoumán z pohledu politické geografie, či geopolitiky. Co je nutné zdůraznit je fakt, že i když se ve vesmírném prostoru jako takovém nesetkáme s klasickými faktory, které ovlivňují geopolitiku na planetě Zemi – pohoří, řeky, moře, populační střediska, existence etnických a náboženských skupin, atd. – má vesmír svá specifika, která vytvářejí možnost strategického a v jisté slova smyslu i „geografického“ modelování tohoto prostoru. V oblasti mimo vesmírná tělesa totiž místo klasických geografických faktorů působí v obdobném smyslu faktory fyzikální – primárně gravitace. Pomocí sledování gravitačních vlivů jednotlivých těles ve spojení s dalšími fyzikálními vlivy jako radiace, sluneční záření, efekty spojené s magnetickými poli těles, atd. můžeme vytvořit strategickou mapu, která bude mít obdobný efekt na strategické využití vesmírného prostoru, jako má mapa zemského povrchu na vojensko-strategické úvahy na Zemi. Právě sledováním těchto jevů a jejich aplikací na moc jednotlivých aktérů ve vesmírném prostoru, implikacemi aktivit vesmírných hráčů na jejich postavení na Zemi, a možnostmi, které naskýtá vesmírný prostor, se zabývá obor zvaný astropolitika.

[3] Pokud není specifikováno jinak, je následující podkapitola napsána na základě této knihy.

Dolman ve své teorii rozlišuje čtyři základní části vesmírného prostoru – Zemi, zemský vesmír, Měsíc a měsíční prostor a oblast sluneční soustavy. Prvními dvěma oblastmi se budeme zabývat v kapitolách věnujících se aktérům a možnostem přístupu do vesmíru, dalším dvěma ve zbytku práce. Stejně tak budou v následujících kapitolách prozkoumány i základní fyzikální efekty důležité pro pochopení možností využití vesmírného prostoru.

2.2. Geopolitika nerostných surovin

Pro zkoumání geopolitiky nerostných surovin ve vztahu k využití vesmírných těles, je užitečné, rozdělit si suroviny, o které probíhá na Zemi geopolitický souboj, do dvou kategorií. Primárně energetické a primárně neenergetické suroviny.

Energetické suroviny na Zemi jsou obnovitelné a neobnovitelné a jejich hlavním významem je zisk energií pro chod společnosti. Co se týče obnovitelných zdrojů, je spor o ně značně limitovaný, jelikož si je nelze snadno přivlastnit. Vítr, či sluneční záření nelze převézt z jednoho místa na druhé, a dokud nebudou státy zabírat území s větší energetickou výnosností, či si pronajímat části teritoria jiných států pro své vlastní elektrárny, nedočkáme se v tomto ohledu větší aktivity v geopolitickém slova smyslu. Třetí hojně využívaný obnovitelný zdroj – voda – již však podobný potenciál skýtá. Problém s úpravou koryt řek je sice primárně spojený s problémem získání pitné vody, či zavlažováním, ovšem problém energetiky a stavby přehrad je taktéž přítomný.

Co se týká neobnovitelných zdrojů, je situace v mnohém zajímavější. Mezi hlavní energetické zdroje vyskytující se na planetě Zemi můžeme řadit ropu, zemní plyn, hnědé a černé uhlí, uran, a jiné alternativní zdroje postavené na bázi těchto zmíněných[4]. Zásoby těchto surovin jsou jasně geograficky lokalizované, a tudíž je zápas o ně představitelný a reálný. Místa s největší koncentrací těchto surovin jsou následující. U ropy je odhadováno, že dvě třetiny veškerých zásob se nacházejíc v oblasti Blízkého východu (Larson, 2007). Největší prokázané zásoby jsou lokalizovány na území Saúdské Arábie, Venezuely, Kanady, Íránu, Iráku, Kuvajtu, Ruska a Spojených Arabských Emirátů (EIA, 2013). Do tohoto seznamu musíme ještě zařadit objevy z Arktidy, Jihočínského moře, Střední Asie, či Afriky. Co se týče zemního plynu, největší zásoby nalezneme na území bývalého Sovětského svazu a na

[4] Břidlicový plyn, těžké oleje, atd.

Blízkém východě (Cedigaz, 2012). Uhlí je využíváno spíše jako lokální zdroj a proto ho zde nebudeme brát v potaz. Pokud se podíváme na zásoby uranu, hlavní zásoby nalezneme v Austrálii, Kanadě, Kazachstánu, Rusku a Spojených státech amerických (IAEA, 2009). Všechny tyto suroviny navíc trpí problémem své neobnovitelnosti[5]. Jak se budou zásoby ztenčovat a jejich cena vzrůstat, budou se jednotliví aktéři snažit přejít na alternativní zdroje energie a jednou z možností je i zisk energie z vesmírného prostoru – ať už přenosem solární energie ze zemské orbity, či Měsíce, nebo vytvořením technologií pro jadernou fúzi a těžbou Helia-3 (He-3) na nebeských tělesech. Existují i další alternativy zisku energetických surovin. Jak už podle mnohých značně neekologická a riziková těžba alternativních ropných derivátů, či přechod na takzvanou vodíkovou ekonomiku, přičemž samotný zisk vodíku je značně energeticky náročný[6]. Tomuto tématu se však budeme blíže věnovat v kapitole 4.

Neenergetické zdroje mohou trpět podobným konfliktním potenciálem jako neobnovitelné energetické suroviny. Jelikož jsou jejich naleziště přísně geograficky limitované je, hlavně u vzácnějších surovin, konflikt snadno předvídatelný a v mnoha částech světa i probíhající. Pokud se podíváme na interní konflikty v mnoha částech světa, můžeme na jejich pozadí najít jako jeden z motivů, či jako zdroj financování, právě nerostné suroviny. V tomto ohledu je důležité zmínit, že mnoho vesmírných těles je složeno z, či obsahuje velké množství, vzácných surovin, které se na Zemi objevují pouze ve velice limitovaném množství a narůstající cena jednotlivých komodit navázaná na jejich klesající množství může vést k zvýšení rentability těžby ve vesmírném prostoru.

Ke geoekonomickým a geopolitickým argumentům pro možnou budoucí těžbu ve vesmíru – cena a souboj s jinými aktéry na Zemi – je třeba přidat ještě jeden, kterým ukončíme tuto podkapitolu. Pro vstup do vesmírného prostoru a aktivitě v něm je třeba dosažení značného technologického rozvoje. Technologicky vyspělí aktéři usilující o ubývající suroviny na Zemi tak budou postaveni před otázku, zdali více důvěřují své geopolitické síle na Zemi, kterou si zajistí přísun surovin z nestabilních oblastí naší planety, nebo své technologické vyspělosti, díky níž si zajistí tyto suroviny mimo naší planetu a dokážou je využít.

[5] Pro problémy spojené s tímto tématem nahlédněte např. do (Strahan, 2007).
[6] Alespoň dle (D´Souza, Otalvaro, & Singh, 2006)

2.3. Teorie „safe-havens“

Další teorií, kterou využijeme při našem výzkumu je teorie „safe-havens“, neboli teorie zaměřující se na vznik bezpečných útočišť pro část populace, která si život v takovýchto útočištích může dovolit. Tato idea je, obzvlášť ve spojení s vesmírným prostorem, poměrně stará, avšak v současnosti nabírá nových dimenzí. Pojďme si tedy připomenout jak historický pohled na vesmírné kolonie jako útočiště před zkažeností pozemských interakcí a zbraní hromadného ničení, či nějakou apokalypsou v podobě srážky Země s jiným dostatečně velikým vesmírným tělesem, tak i teorie vznikající od devadesátých let spojené s problematikou migrace a existence oblastí s větší koncentrací bohatství.

První z přístupů vznikal postupně po konci Druhé světové války, kdy bylo zřejmé, že přístup do vesmírného prostoru se vymanil z oblasti vědecko-fantastické literatury a je uskutečnitelný. Vzhledem k pokroku ve výzkumů zbraní hromadného ničení, hlavně zbraní termonukleárních, a jejich nosičů došlo u části autorů k vytvoření představy o možnosti úniku na mimozemská tělesa, jako formě ochrany před blížícím se konfliktem mezi světovými supervelmocemi a vytvořením útočiště, kde nebudou mít zbraně hromadného ničení své místo. Vzhledem k tomu, že ani jedna z velmocí si nemohla být jistá svou převahou ve vesmírném prostoru a převaha druhé by znamenala značnou taktickou nevýhodu, došlo k vytvoření několika smluv, které zaručovaly zákaz vyvážení zbraňových systémů mimo planetu Zemi. Tento vývoj dále posiloval myšlenky o vytvoření mimozemských kolonií oproštěných od zel pozemské civilizace a usilujících o zachování lidské rasy jako takové (Dolman, 2005; Dolman & Cooper Jr., 2009). Pokud budeme o podobné problematice uvažovat dnes, bude snaha o záchranu lidské rasy spojena spíše s problémy environmentální podstaty spojené s klimatickými změnami, případně s možnou kolizí planety Země a jiného vesmírného tělesa. I když se po konci studené války tento názor tolik neobjevuje, pokusíme se alespoň částečně zanalyzovat možnosti nebeských těles udržovat bez vnější pomoci dostatečně velkou lidskou posádku, která by byla schopna nezávislé reprodukce.

Druhá varianta teorie „safe-havens“ vychází z reality světa po skončení Studené války. Vzhledem k rozpadu mnoha státních struktur a znovuobjevení, či zintenzivnění občanských válek, nacionalistických a etnických konfliktů, či náboženského radikalismu se začaly objevovat hlasy předpovídající uzavření stabilních a prosperujících komunit před anarchickým, násilným a chudým okolím. Tento efekt byl

popsán už R. Kaplanem jako „prostorná limuzína“ projíždějící městem plným chodoby a bídy. V globálním měřítku budou podle Kaplanova díla z roku 1994 tímto luxusním automobilem jezdit občané Evropy, Severní Ameriky a části pacifického pobřeží Asie, zatímco zbytek bude žít v nuzném okolí (Kaplan, 1994). Podobnou ideu představuje i P. Williams, který představuje svět ve kterém většina států upadne do chaosu a pouze nejsilnější a nejrozvinutější dokáží přestát bez významných změn dotýkajících se terotriální kontroly a životní úrovně svých obyvatel (Williams, 2008). Přemýšlení o tomto problému na státní úrovni nám však příliž pro naši problmatiku nepomůže. Pokud se podíváme na totožné téma z perspektivy zaměřené na menší jednotky můžeme sledovat, že se již dostáváme do situace, která nám dovoluje přemýšlet i v intencích mimo naší planetu. Zatímco imigrační zákony nepřestěhují všechny občany do kolonií na Marsu, aby je odřízly od migrantů z jiných konců Země - pro mnoho obyvatel by byl podobný krok navíc nepřijatelný -, vidíme v současnosti snahy mnoha bohatých obyvatel států s vysokým podílem chudého obyvatelstva, nebo žijících v oblastech s velkou kriminalitou, o odpojení svých životů od většiny společnosti. Pokud by došlo ke zlevnění vesmírných letů, což je jeden z hlavních předpokladů intenzivnějšího využívání vesmírného prostoru, není nereálné, že by tato vrstva společnosti vytvořila dokonale odřízlé kolonie na Měsíci, či Marsu, popřípadě na jiných tělesech. Pravděpodobnost této eventuality také prozkoumáme v následujícím textu.

2.4. Vesmírné právo

V průběhu druhé poloviny dvacátého století vzniklo několiv smluv pokoušejících se upravit vztahy mezi aktéry ve vesmírném prostoru. I když mnohé z těchto smluv nebyly vesmírnými aktéry ratifikovány, je užitečné tyto smlouvy prozkoumat, jelikož i přes jejich právní neúčinnost upravují mezinárodní režim ve vesmírném prostoru.

První smlouvou, kterou zde zmíníme, je Limited Test Ban Treaty z roku 1963, na kterou navázala Comprehensive Test Ban Treaty v roce 1996. Tyto smlouvy svým signatářům zakazují provádět ve vesmírném prostoru testy jaderných zbraní. Další smlouvou je Outer Space Treaty z roku 1967, zakazující umístění zbraní hormadného ničení ve vesmíru a vytváření vojenských základen mimo planetu Zemi. Tato smlouva také ustavuje povinnost mírového využití vesmírného prostoru. Další smlouvou, která měla zabránit militarizaci vesmíru byla ABM Treaty z roku 1972 mezi Sovětským

svazem a USA, která zakazovala vytváření protibalistických systémů fungujících z vesmíru. USA tuto smlouvu v roce 2002 vypověděly. Konvence o registraci objektů vyslaných do vesmírného prostoru z roku 1974 vytváří jasné instrukce ohledně zodpovědnosti za jednotlivé objekty vyslané do vesmíru. Tato smlouva také zajišťuje státocentrickou kontrolu přístupu do vesmíru, jelikož každé těleso vyslané mimo zemskou atmosféru musí být registrováno vládou některého státu. Moon Treaty z roku 1984 usiluje o demilitarizaci vesmírných těles a prohlašuje je společným dědictvím lidského pokolení. Tuto smlouvu však žádná z vesmírných mocností neratifikovala (Sadeh E. , 2011). Důležitou smlouvou je právě Outer Space Treaty z roku 1967. Tato smlouva zabraňuje možnosti vlastnictví jednotlivých vesmírných těles a odmítá přenos principu suverenity mimo Zemi. Přesto však nezabraňuje využívání nebeských těles. Podle této smlouvy, stejně jako Moon Treaty, tak sice nemůže žádný stát vznést požadavek na suverénní postavení na určitém tělese, či části tělesa, ovšem kdokoliv má právo zde ustavit kolonii, či základnu a využívat suroviny, které se na těchto tělesech nacházejí a provádět jakoukoliv nevojenskou činnost. Moon Treaty navíc ukládá povinnost otevření všech vesmírných instalací pro užití ostatními aktéry (Pace, 2011).

I když žádná z těchto dohod nemá, vzhledem k tomu, že jí žádný významný stát s vesmírnými ambicemi nepodepsal, velký právní dopad, jejich faktický vliv na využití vesmíru je velký. Dodnes je v podstatě nepřípustná militarizace vesmíru a žádný z aktérů se, zdá se, nesnaží tento status quo prolomit (Dolman & Cooper Jr., 2009). Dalším problémem je, že žádná ze smluv nevytváří autoritativní mechanismy pro posuzování porušení těchto smluv a neurčuje, jak mají být výnosy z vesmírných aktivit v realitě sdíleny pro zmiňované dobro všeho lidstva. Celkově vesmírné právo taxativně upravuje pouze malé množství aktivit. Výslovně tak zakazuje pouze umisťování zbraní hromadného ničení do vesmíru a militarizaci nebeských těles a chrání pouze satelity určené k potvrzení dodržování smluv[7] a těch určených pro krizovou komunikaci (Gallagher, 2010). Navíc je také stále brána v potaz otázka suverenity na mimozemských tělesech a problémů s vybudováním kolonií a jejich správou. Otázka suverenity na mimozemských vesmírných tělesech tak zůstává i nadále velice spornou a zdá se, že bude vyřešena až při případném sporu v době, kdy bude vybudování podobných základen skutečně aktuální a nevyhnutelné.

[7] Sledování počtu jaderných zařízení z vesmíru pro potvrzení dohod o odzbrojení atd.

2.5. Terminologie

Před samotným vymezením zkoumaného prostoru a pojmenováním těles, kterými se budeme zabývat, je potřeba naznačit terminologii, která se bude v průběhu práce objevovat. Při popisu vesmírných těles se budeme řídit terminologií ustanovenou Mezinárodní astronomickou unií (IAU). Prvním významným pojmem je definice planety, která způsobila v roce 2006 kontroverze tím, že vyřadila ze seznamu planet Pluto. Planeta je těleso obíhající Slunce, s dostatečnou hmotou, aby mělo přibližně kulatý tvar a které dokázalo vyčistit svou oběžnou dráhu od jiných objektů. Oproti tomu trpasličí planeta je těleso, které taktéž obíhá Slunce a má dostatečnou hmotu, aby mělo téměř sférický tvar, ale nedokázalo vyčistit okolí své oběžné dráhy. Dále toto těleso nesmí být satelitem (IAU, Resolution B5, 2006). Další kategorií jsou přirozené satelity, což je jakékoliv přirozeně vzniklé těleso, které obíhá jiné těleso mimo Slunce, bez rozdílu typu tohoto obíhaného tělesa[8] (de Pater & Lissaur, 2001). Další používané pojmy budou asteroidy a komety. Asteroidy jsou menší tělesa, která však obíhají Slunce. Komety jsou tělesa s velmi eklipticky oběžnou dráhou Slunce a při svém oběhu se na jedné straně dostávají až téměř ke Slunci a na druhé se ocitají na okraji sluneční soustavy. Tato tělesa společně s dalšími malými objekty a trans-neptunskými tělesy jsou pojmenovány jako Malá tělesa uvnitř sluneční soustavy[9] (IAU, Resolution B5, 2006).

I když se asteroidy nacházejí převážně v pásu mezi Marsem a Jupiterem, můžeme najít i spoustu objektů pohybujících se v blízkosti zemské oběžné dráhy. IAU zavedla pojem Objekt v blízkosti Země (Near Earth Objects, NEO) pro asteroidy pohybující se ve vzdálenosti do 1,3 astronomické jednotky (AU) od Slunce[10]. Z těchto asteroidů se dále vymezuje kategorie Potenciálně nebezpečných asteroidů (Potentially Hazardous Asteroid, PHA) pro objekty dostatečné velikosti pohybujících se ve vzdálenosti do přibližně dvacetinásobku vzdálenosti mezi Zemí a Měsícem okolo zemské oběžné dráhy (IAU, Near Earth Asteroids, 2013).

[8] Nezáleží, zda jde o planetu, trpasličí planetu, či jiný objekt.
[9] Small Solar System Bodies
[10] 1 AU = vzdálenost Země od Slunce

2.6. Vymezení zkoumaného prostoru

V následující kapitole se budeme zabývat oblastí vnitřní sluneční soustavy. Tento prostor bude vymezen pásem asteroidů nacházejícího se mezi planetou Mars a Jupiter. V tomto prostoru se nachází jedna hvězda, čtyři planety, tři planetární satelity, jedna trpasličí planeta a nespočet dalších menších těles. Vzhledem ke zvolenému tématu se však nebudeme zabývat všemi těmito tělesy. Prvně vynecháme naší hvězdu – Slunce. Jde sice o největší zdroj energie v celé sluneční soustavě ovšem využití tohoto zdroje je vzhledem k technologickým nárokům možné pouze z větší vzdálenosti, a to z jakéhokoliv dalšího tělesa uvnitř námi zkoumané oblasti. Dále budou opomenuty dvě nejvnitřnější planety naší sluneční soustavy Merkur a Venuše. Obě dvě tyto planety jsou vzhledem ke své malé vzdálenosti od Slunce, a v případě Venuše i nehostinnému klimatu, nevhodné pro přímé lidské osídlení, nebo jakékoliv jiné využití. Vynechána bude taky samozřejmě planeta Země.

Přímo se tak zaměříme na zbylá tělesa se zvláštním důrazem na zemský satelit – Měsíc – jako nejbližší a nejdostupnější cíl vesmírné kolonizace a na planetu Mars. Okrajově se podíváme na dva satelity planety Mars, Phobos a Deimos. Posledními zkoumanými objekty budou právě menší tělesa pohybující se ve vnitřní sluneční soustavě. Zde se primárně zaměříme na NEO, ale i možnost využití objektů v asteroidovém pásmu pro případný další rozmach lidské kolonizace do vzdálenějších částí naší sluneční soustavy. V této lokaci se tak zaměříme jak na asteroidy, tak i na trpasličí planetu Ceres, která se nachází právě v asteroidovém pásu.

3. Přístup do a pohyb ve vesmíru

V další kapitole se budeme zabývat fyzikálními aspekty fungování ve vesmírném prostoru. Prvně se zaměříme na vstup do vesmírného prostoru a problematiku pozemských odpalovacích základen a ve druhé části se podíváme na mechaniku pohybu mimo zemskou atmosféru.

3.1. Vstup do vesmírného prostoru

Počátkem každé vesmírné výpravy je, alespoň prozatím, planeta Země. Odpoutání se od zemské gravitace a vstup do vesmírného prostoru je energeticky vysoce náročný proces, který má významná specifika upravující možnosti vynesení různých nákladů na různé typy orbit. Prvním důležitým faktorem je takzvané „startovací okno“. To vyznačuje čas, kdy je možné určité těleso vyslané z určitého místa určitým směrem dostat na určitou počáteční orbitu. V návaznosti na pozici odpalovací střediska a zvolenou orbitu může toto okno trvat v řádu minut, ale i hodin denně. Je zde sice možnost prodloužit toto okno díky úpravě směru pohybu rakety v průběhu letu, ale je důležité zdůraznit, že pro přímý výstup na danou orbitu se musí orbita a místo odpalovacího zařízení, alespoň jednou denně protnout, což je v praxi zajištěno kombinací dvou faktorů. Prvně všechny stabilní orbity musí protínat či kopírovat rovník, čili nezáleží, zda se základna nachází na severní či jižní polokouli, a za druhé musí být sklon orbity stejný (jedno okno denně), nebo větší (dvě okna denně) než je zeměpisná šířka odpalovacího zařízení (France & Sellers, 2009).

Druhým důležitým momentem je samotná poloha odpalovacího zařízení. Prvním důležitým faktorem nutným pro určení vhodné polohy odpalovacího zařízení je okolí tohoto zařízení. Vzhledem k rizikům spojeným se starty do vesmíru je nutné, aby se tyto základny nacházely v málo obydlených oblastech, kde je možné provést start nad nezalidněnou oblastí ideálně bez leteckého provozu. Dalším faktorem je rychlost otáčení planety Země. Jelikož Země rotuje kolem vlastní osy, je možné využít její rychlost při vzletu rakety a tím zvýšit nosnost odpalovaných zařízení. Tato rychlost, vhledem k otáčení okolo zemské osy, která protíná Zemi na pólech, je nevyšší na rovníku a se zvyšující se zeměpisnou šířkou se snižuje. Využít jí lze navíc pouze v případě startu směrem na východ. Při zvolení opačného směru má i opačný účinek. Výjimkou je umístění nákladu na polární orbitu a vysoce stabilní orbity se sklonem 63,4

respektive 116,6 stupňů k rovníku, při jejichž dosažení je nejvýhodnější odpal ze základen na dálném severu, či z Antarktidy (63,4 stupňů severní či jižní šířky a výše), kvůli úspoře paliva. Proto můžeme nalézt odpalovací zařízení i na dálném severu, například ruskou stanici Pleseck, které využívají své pozice právě ke startům na polární, či podobné velmi nakloněné orbity[11] (France & Sellers, 2009; Dolman E. C., 2005). Vzhledem k tomu, že je téměř nemožné lokaci základny používané pro vesmírné lety utajit, je prvním bezpečnostním rizikem v případné konfrontaci spojené s vesmírnou dimenzí právě útok na tuto základnu. Dále je pak možné při znalosti, alespoň přibližné cílové orbity zneškodnit startující těleso při průletu atmosférou.

Dalším důležitým prvkem je i samotné fungování nosných raket. Tvorba nových zařízení je velice nákladná a technologicky a vědecky náročná činnost, avšak tento výzkum je pro budoucnost vesmírných výprav klíčový. Jak uvádí Francis a Sellers, pro dosažení své orbity využívají všechny přepravní prostředky minimálně dvoustupňové nosné rakety a některá zařízení dokonce až stupně čtyři. Vzhledem k současnému vývoji technologií je nepravděpodobné, že se v blízké budoucnosti dočkáme vynálezu nového systému raketového pohonu a tak musí šetření probíhat hlavně v oblasti zlevňování a zefektivňování ostatních technologií a v oblasti miniaturizace nákladu (France & Sellers, 2009). Problémem stojícím v cestě komercializaci lidského pobytu ve vesmíru je tak hlavně cena, která je definována nejen náklady na samotný start a misi vesmírné lodi, ale i na výzkum, vývoj a pojištění, které je v případě vesmírných letů značně nákladné. Pravděpodobně se tak komerčních letů s lidskou posádkou ve výrazném měřítku dočkáme až ve chvíli, kdy dojde k masivnímu rozvoji sub-orbitálních letů, jejichž technologie zlevní přístup do a fungování ve vesmírném prostoru[12]. I přes všechny technologické snahy a využití fyzikálních efektů podporujících nosnost zmiňovaných výše, je procento váhy odpalovacího systému pouze asi dvacet procent celkové hmotnosti zařízení, kdy okolo osmdesáti procent zabírá palivo. Tento poměr se však výrazně nemění ani při možném alternativním způsobu odpalu (ze vzduchu, horizontálně) a tyto alternativy navíc skýtají další úskalí. Čistě komerční přístup

[11] Mapa základen pro vesmírné starty je přiložena jako Příloha 1 této práce.
[12] Přesto můžeme sledovat rozvoj komerčních aktivit hlavně ve spojení s provozem umělých satelitů a zásobováním ISS.

k rozvoji pilotovaných orbitálních letů je tak v současnosti nepravděpodobný a nejdříve musí dojít ke zlevnění aktivit s tímto spojených[13] (Jurist, Dinkin, & Livingston, 2006).

3.2. Pohyb ve vesmírném prostoru

Pro pochopení pohybu těles ve vesmíru je důležité si uvědomit, že tento pohyb je závislý na gravitačních silách jednotlivých těles a pohyb zde probíhá po oběžných drahách a ne po přímkách. Pohyb mezi jednotlivými orbitami probíhá po takzvaných Hohmannových přepravních orbitách, což je kombinace dvou zažehnutí, prvního, které vyvede objekt z jeho stávající orbity a druhého, který ho zbrzdí na cílové orbitě. Tento způsob pohybu mezi orbitami je tak energeticky nejvýhodnějším. Pro pochopení pohybu umělých satelitů a jiných lidsky vyrobených těles ve vesmíru je nejdůležitější sledovat energetickou náročnost jednotlivých pohybů, a to dokonce více, než celkovou vzdálenost, kterou musí jednotlivá tělesa urazit (France & Sellers, 2009; Dolman E. C., 2005).

France a Sellers uvádí pět hlavních environmentálních rizik pro tělesa pohybující se ve vesmírném prostoru. Tato rizika jsou následující: nulová gravitace; atmosférické efekty v blízkosti Země; vakuum; riziko srážky; radiace a přítomnost nabitých částic. Nulová gravitace vytváří problémy spojené s funkčností některých zařízení a negativně ovlivňuje lidskou psychiku a fyzický stav (ochabování svalstva, slábnutí kostí, atd[14].). Atmosférické jevy jsou spojeny jak s fyzickým odporem, na který mohou tělesa narazit vzhledem k nestálosti hranice atmosféry, tak s přítomností atomického kyslíku ve svrchních vrstvách atmosféry, který poškozuje mnoho zařízení (snížení citlivosti senzorů, degradace materiálů, atd.). Vystavení vakuu může vést k degradaci přístrojů vhledem k uvolnění plynu chyceného v nedokonale zpracovaných materiálech, chladnému svaření, které vzniká, když se k sobě „přilepí“ dva povrchy původně oddělené slabou vrstvou vzduchu, která ve vakuu zmizí, díky čemuž může dojít k tepelnému přenosu, který může způsobit pád teplot některých částí pod funkční hodnotu. Šance, že se umělý satelit, či jiné těleso, srazí s jiným přirozeným, či umělým předmětem se stále zvyšuje. Do Země narazí ročně několik tisíc tun přirozených

[13] Problematika vstupu do vesmírného prostoru je také rozváděna v (Worden & Sponable, 2006). Rozvojem komerčních aktivit, které by mohly vézt ke zlevnění přístupu do vesmíru se zabývá například (Bekey, 2009).

[14] Tyto jevy popisuje např. (Bear, 2010)

materiálů jako prach, meteority, atd. Dalších několik stovek, či tisíců, tun odpadu v blízkosti Země je navíc vyprodukováno lidskou aktivitou[15]. I přes sledování pohybu větších těles a trosek kolem Země je většina těchto těles moc malá pro efektivní sledování a přesto mohou tato malá tělesa napáchat významné škody[16]. Nakonec je zde přítomen problém přítomnosti nabitých částic ze Slunce a radiace. Tyto fenomény mohou způsobit degradaci materiálů, při silných slunečních erupcích může dojít k vyřazení komunikačních zařízení a solární vítr může vychýlit tělesa z jejich orbit (France & Sellers, 2009).

Fenoménem spojeným s vesmírnou radiací je i existence takzvaných Van Allenových radiačních pásů. Tyto pásy vznikají kontaktem solárních částic s elektromagnetickým polem Země, které tyto částice zachytává a tím zapříčiňuje vznik těchto radiačních polí[17]. Kolem Země (a každého dalšího tělesa ve Sluneční soustavě s magnetickým polem) se nachází dva (vnější tvořený převážně elektrony a vnitřní tvořený protony i elektrony) a při specifických podmínkách i tři tyto pásy. Radiace z těchto pásů, ze Slunce a kosmické záření mohou způsobit čtyři typy škod – nabití jednotlivých částí objektů prolétávajících oblastí s vysokou koncentrací nabitých částic, kdy náhlé vybití může ohrozit řadu systémů jako solární panely, či elektroniku; vysokorychlostní dopad takových částic, které mohou poškodit senzory, či jinou elektroniku; jednotlivé případy, kdy se nějaká nabitá částice dostane z vnějšího prostředí do elektrických obvodů, či jiné elektroniky, kde může způsobit např. vymazání paměti počítačů; dlouhodobé poškození vlivem vystavení záření. Je tedy nutné, aby všechna vesmírná plavidla byla vybavena speciální ochranou proti účinkům vesmírné radiace (France & Sellers, 2009).

Posledním důležitým fenoménem, který zde musíme zmínit, je gravitační interakce jednotlivých těles ve vesmíru, která vede k vytvoření Lagrangeových bodů[18]. Tyto body vznikají v oblastech, kde spolu interagují gravitační pole dvou těles, v případě Země tak můžeme nalézt tyto body v blízkosti naší planety v důsledku

---

[15] V roce 2007 došlo k podepsání předpisů připravených InterAgency Space Debris Coordination Committee, sekcí OSN věnující se mírovému využití vesmírného prostoru (UNCOPOUS) a jejímu přijetí Valným shromáždění, avšak přijetí a naplňování těchto přepisů je dobrovolné a slabé a tudíž nedostatečné pro řešení daného problému (Gallagher, 2010).

[16] Nebezpečím vesmírného odpadu na oběžné dráze se dále zabývá např. (Smith & Thompson, 2012; Brown, 2012).

[17] Obrázek viz příloha 2

[18] Obrázek viz příloha 3

interakce s gravitací Měsíce a značně dále v důsledku interakce se Sluncem. V těchto bodech se gravitační pole obou těles vyruší a těleso zde může zůstat (téměř) absolutně nehybné vůči relativní pozici menšího objektu na orbitě okolo většího a tělesa umístěná do těchto bodů mohou zůstat v těchto místech téměř permanentně. V případě Langrangeových bodů vzniklých interakcí Země a Měsíce jsou v důsledku vlivu Slunce stabilní pouze body L4 a L5. Všechny tyto body jsou svou povahou také na vrcholu „gravitační studny" a tudíž ve výhodném postavení při případném vybudování vojenských kapacit. Body spojené s interakcí Země a Slunce jsou neměnné vůči pozici Země na orbitě a již dnes jsou využívány ke sledování slunečních bouří a podobných jevů, které mohou ohrozit vesmírná plavidla okolo Země. Je také zajímavé podotknout, že je energeticky výhodnější dosáhnout solárních Lagrangeových bodů vzdálených několik měsíců letu, než povrchu Měsíce. Lagrangeovy body jsou také potenciálně významné pro případný pohyb mezi Měsícem a Zemí a mohou zde být umístěny stanice určené pro přenos materiálů mezi jednotlivými vesmírnými loděmi, pro doplňování zásob, atd. (Wingo, 2009; Pfaltzgraff Jr, 2009; Spudis, 2009). V současnosti se již spekuluje o možném vybudování vesmírné stanice s případnou stálou lidskou posádkou v bodě L2 lunárních Lagrangeových bodů umístěného za odvrácenou stranou Měsíce a také na potenciálně nejvzdálenějším místě, kam by se jakýkoliv člověk ve vesmíru do současné doby dostal. O vybudování této stanice se píše ve spojitosti s plány americké agentury NASA a případné mezinárodní spolupráci ve stylu ISS. Postavení takové základny v tomto místě má několik výhod. Za prvé je toto místo odrušeno od jakéhokoliv záření a vysílání ze Země a je tak vhodné pro vědecký výzkum, za druhé je v blízkosti Měsíce a mohlo by sloužit jako důležitý mezičlánek pro kolonizaci Měsíce a za třetí by se tato stanice mohla stát i stanovištěm pro vyslání astronautů na planetu Mars (David, 2012).

Jak jsme si tedy stručně ilustrovali, vstup do vesmírného prostoru a pohyb v něm jsou velice komplexní záležitosti zahrnující lokaci odpalovacího zařízení, technologii raketových motorů, ale i vlivy slunečního záření, radiace a hlavně gravitace. I když se vesmír popisuje jako prostor s nulovou gravitací[19], je nutné si uvědomit, že gravitační interakce mezi jednotlivými tělesy je, alespoň při pohybu v okolí Země, klíčovým hlediskem pro pohyb a energetická náročnost spojená s vystoupáním z povrchu Země a

[19] Angličtina pro tento jev užívá vhodné spojení „free-fall environment" (doslova prostředí bez pádu)

s pohybem mezi orbitami jednoho i různých těles je v současnosti hlavním měřítkem náročnosti jednotlivých vesmírných cest.

4. Aktéři

Posledním bodem, který je nutné prozkoumat před samotným zkoumáním vybraných vesmírných těles je otázka existence a kapacit pozemských aktérů, kteří budou pravděpodobně aktivně zapojeni v budování mimozemských kolonií. Prvním kritériem, ze kterého budeme v této kapitole vycházet, je předpoklad Davida Lemperta, který se zmiňuje o vysoké pravděpodobnosti naplnění tvrzení, že se souboj o vesmírná tělesa uskuteční mezi současnými silnými pozemskými aktéry, a to za předpokladu, že nedojde k technologickému kolapsu a tento souboj se uskuteční v horizontu maximálně pěti až šesti generací (Lempert, 2011). Naším druhým východiskem pro výběr relevantních aktérů bude rozvoj současných vesmírných kapacit. Zvlášť se budeme věnovat čtyřem státním aktérům s existující, či budovanou, vlastní vesmírnou navigační sítí – Spojeným státům americkým (GPS), Evropské vesmírné agentuře (Galileo), Rusku (GLONASS) a Číně (Beidou). Tyto čtyři aktéry tedy považujeme za hlavní pravděpodobné aktéry souboje o mimozemská tělesa a právě Lempertovy silné aktéry. Dále shrneme ambice menších vesmírných mocností a na závěr se budeme věnovat možnostem nestátních aktérů v oblasti kolonizace mimozemských těles.

4.1. USA

Prvním zkoumaným aktérem jsou Spojené státy americké - jediný stát, který kdy vyslal své občany na povrch jiného vesmírného tělesa. Americké snahy o vstup do vesmíru začaly již po skončení Druhé světové války, avšak na intenzitě nabraly až po začátku Studené války v souvislosti se soupeřením se Sovětským svazem, a to hlavně vzhledem k počáteční převaze svého soupeře, která se projevila vysláním první družice a člověka na zemskou orbitu. Jako hlavní organizace, která stojí za rozvojem amerických vesmírných snah je NASA, ustanovená v roce 1948.

Současná americká vesmírná strategie je značně rozvrácená a ve fázi tranzice[20]. Hlavními problémy amerického vesmírného programu jsou v současnosti finance a nejistá budoucnost domácích přepravních kapacit po ukončení programu raketoplánů v roce 2010. První problém je spojen s efekty ekonomické krize, která propukla v roce 2008 a má vliv na všechny části rozpočtu Spojených států, financování NASA

[20] Blíže se tomuto tématu věnuje například (Maguire, 2010)

nevyjímaje. Z tohoto důvodu je značně nejisté, zda můžeme ze strany této agentury očekávat v nejbližší době nějaké nákladné mise, přičemž od konce misí Apollo k Měsíci na počátku sedmdesátých let nedošlo k pilotovanému letu mimo nízkou oběžnou dráhu Země. Druhý problém je spojen s nutností výměny zastarávajících raketoplánů za nový způsob přepravy. George Bush ml. v roce 2004 ohlásil konec vesmírných misí raketoplánů na rok 2010 a zahájil projekt zaměřený na nalezení nového způsobu přepravy amerických kapacit a astronautů na orbitu a případně dále do vesmíru. Vzhledem k finanční krizi byl však administrativou prezidenta Obamy projekt nazvaný Constellation pozastaven a byla vyhlášena nová vesmírná strategie, která počítá s větším zapojením soukromého sektoru, přičemž cíle a výsledky této strategie jsou prozatím značně nejasné. V rámci nové strategie by mělo dojít k vytvoření jednoduššího přepravního zařízení, než jakým byly raketoplány, za využití některých prvků jak z vysloužilých raketoplánů, tak i těch vyvinutých za dobu trvání projektu Constellation. Dále je prioritou americké vesmírné strategie péče o Mezinárodní vesmírnou stanici, která má sloužit nejméně do roku 2020, ovšem ke které nemá v současnosti NASA přímý pilotovaný přístup (Maguire, 2010; Launius, 2012).

Pokud se podíváme na současné plány americké vlády v oblasti vesmírné strategie, všimneme si, že si americká vláda, alespoň v rétorické rovině, uvědomuje problém nedostatečných kapacit pro cestu do mimozemského prostoru a zpomalování rozvoje nových technologií. Dále je uváděna ambice Spojených států být v čele snah o mezinárodní kooperaci v rámci snah o další využití vesmírného prostoru a jeho zabezpečení. Jak bylo zmíněno výše, velký důraz je také kladen na spolupráci s domácím komerčním sektorem, který má dopomáhat státním agenturám v rozvoji vesmírných programů a má navíc podpořit domácí soukromý sektor při vývoji vesmírných technologií. V této strategii jsou také jasně uvedeny některé cíle, které se jasně týkají námi zkoumané problematiky – do roku 2025 poslat pilotovanou misi za orbitu Měsíce na některý z asteroidů a do konce třicátých let dvacátého prvního století na Mars (White House, 2010). Tyto cíle jsou však menší, než ty původně navrhované administrativou prezidenta Bushe, jak je například patrné ze zrušení projektu Constellation.

Nakonec je potřeba se ještě podívat na aktivní a plánované mise NASA směřující k využití, či průzkumu, námi vybraných těles[21]. Co se týče aktivních misí zaměřených na námi zkoumaná tělesa, je NASA poměrně aktivní. Co se týče Měsíce má NASA v aktivní službě projekty jako LADEE (projekt skončil 18. 4. 2014 pádem sondy na povrch Měsíce) zkoumající například Měsíční atmosféru, sondy ARTEMIS, které operují v lunárních Lagrangeových bodech L1 a L2, a LRO zkoumající povrch Měsíce, a nedávno ukončené projekty jako LCROSS, který potvrdil přítomnost vody na Měsíci. Dále zde můžeme zmínit například projekt Mini-RF, který využíval právě LRO a indickou sondu Chandaryaan-1 ke zkoumání pólů Měsíce, o jejichž významu bude zmínka později. NASA také plánuje vyslání mise na povrch Měsíce, a to do oblasti jižního pólu do takzvaného Aitkenova kráteru, který má, vzhledem k poloze ve stálém stínu, skýtat zásoby ledu a přinést objevy týkající se původu těles ve sluneční soustavě. Mise tak bude také neoficiálně průzkumem možného místa vhodného pro vybudování měsíční kolonie. Pokud se podíváme na mise k planetě Mars, nejvýznamnějšími misemi jsou pravděpodobně tři vozítka, která úspěšně na povrchu „rudé planety“ přistála v letech 2004 (Opportunity a Spirit) a 2012 (Curiosity). Vozítka Opportunity a Curiosity jsou stále funkční a dále zasílají data o povrchu a geologickém složení Marsu - například potvrzení, že Mars byl pravděpodobně v minulosti vhodným místem pro vznik života. Dalšími misemi jsou například MRO sledující povrch Marsu s důrazem na hledání důkazů (historické) přítomnosti vody na povrchu, či MAVEN, který byl v listopadu 2013 vyslán k Marsu s cílem zkoumat jeho atmosféru a vlivy, které vedly k její degradaci. Mezi plánovanými misemi nalezneme například plánovanou misi InSight, která by se měla k Marsu vydat v roce 2016 a studovat jeho geologické složení a vnitřní procesy, ExoMars Rover plánovaný na rok 2018 by měl být dalším vozítkem vyslaným na povrch Marsu s cílem hledat známky života a s vrtnou soustavou v rámci své výbavy, Mars 2020 Rover, jako další ze série vozítek, nebo Mars Sample Return, který by měl zpět k Zemi přivézt vzorky nabrané na Marsu. Posledními misemi, které nás budou zajímat, jsou mise k menším tělesům ve vnitřní sluneční soustavě. Zde se jedná hlavně o sondu Dawn, která zkoumá velká tělesa v asteroidovém pásu za oběžnou dráhou Marsu a v současnosti se blíží k trpasličí planetě Ceres, přičemž v minulosti již prozkoumala jeden z největších objektů v tomto pásu a to asteroid Vesta, nebo nedávno ukončenou misi Deep Impact, která studovala složení a chování komet. Pro budoucnost

[21] Informace v tomto odstavci jsou převzaté z oficiálního webu NASA www.nasa.gov

NASA projektuje, či plánuje mise jako Asteroid Retrieval Mission, která by měla přitáhnout jeden menší asteroid na oběžnou dráhu Měsíce, OSIRIS-REx, který by měl přinést zpět na Zemi vzorky z asteroidu 1999 RQ36, nebo misi Comet Hopper, sondu, která by měla opakovaně přistát na povrchu komety a pozorovat změny v jejím složení v souvislosti s přibližováním ke Slunci.

Z výčtu misí je patrné, že NASA věnuje nebeským tělesům značnou pozornost. Patrně největší je věnována planetě Mars a z načrtnutých budoucích misí se dá usuzovat, že agentura směřuje k pilotovanému letu na Mars a pravděpodobně i založení kolonie na této planetě. Průzkum jižního pólu Měsíce nás vede k jasným domněnkám, že si je americká administrativa vědoma velkého astropolitického významu této oblasti a výzkum může být taktéž následován pokusem o kolonizaci. Co se týče menších objektů je nepozoruhodnějším plánem mise Asteroid Retrieval Mission, která by při případném úspěchu mohla vést ke komercionalizaci těžby NEO.

4.2. ESA

Evropská vesmírná agentura jako kooperativní projekt některých států Evropy vznikla v roce 1975 přeměnou z Evropské vesmírné výzkumné organizace, která vznikla v roce 1962 (ESA, 2011). Jejími členy jsou Rakousko, Belgie, Česká republika, Dánsko, Finsko, Francie, Německo, Řecko, Irsko, Itálie, Lucembursko, Nizozemí, Norsko, Polsko, Portugalsko, Rumunsko, Španělsko, Švédsko, Švýcarsko a Velká Británie. Další evropské a mimoevropské státy s ESA kooperují na některých konkrétních projektech (ESA, 2013b). Hlavním střediskem pro start vesmírných projektů ESA je Francouzská Guyana.

Největším současným problémem ESA je možná ztráta financování a podpory ze strany jednotlivých členů. Přesto že je ESA nejúspěšnější vesmírný projekt na evropském kontinentu, členské státy mají v podstatě dvě další možnosti jak se věnovat rozvoji vesmírného programu – skrze své vlastní projekty a skrze možný budoucí vesmírný program EU, přičemž v současnosti je tento program veden právě ESA, avšak Lisabonská smlouva nastiňuje možnost osamostatnění. Největším finančním podporovatelem ESA jsou Francie a Německo (Machay & Pochylá, 2013).

Evropský vesmírný program je původně vybudován na základě vesmírného programu Francie, která se snažila tímto programem dokázat svou nezávislost a jejíž vývoj vesmírných nosičů vedl až k výrobě úspěšných raket série Ariane. ESA jako

kooperativní projekt trpí hlavně heterogenitou příspěvků jednotlivých členů, které do nedávné doby znesnadňovaly budování složitějších systémů a vysílání náročnějších misí. Vesmírný program ESA je také budován jako zcela civilní[22] a jediné možné vojenské využití některé jeho části vychází z možnosti špionáže. Tento prvek může být vysvětlen právě kooperací více států, které si nemusí nutně věřit v bezpečnostní otázce natolik, aby spolupracovaly na umístění nějakých vojensky využitelných satelitů na orbitu. Evropský vesmírný program je tak nejvíce komerčně orientovaný ze všech velkých státních aktérů, kteří se do zkoumání vesmíru zapojují[23] (Pasco, 2009).

Pokud se podíváme na současné, či plánované mise k námi studovaným tělesům, nalezneme jich nesrovnatelně méně než v předchozím případě. Mezi tyto mise můžeme zařadit SMART-1 družici, která studovala mezi lety 2004 a 2006 měsíční povrch, Mars Express, který studuje povrch Marsu a projekt Rosetta, která má za cíl studium komet. Do budoucna jsou také plánované další projekty, které by se měly soustředit na studium planety Mars a mají za cíl po americkém vzoru vyslat ve spolupráci s Ruskem na povrch Marsu výzkumné vozítko (ESA, 2013a).

4.3. Ruská federace

Ruský vesmírný program je přímým následníkem programu sovětského, který stál spolu se svým americkým protivníkem na počátku vesmírného věku a položil základy moderních vesmírných technologií. Tato návaznost je sice pro ruské snahy velkou výhodou, zároveň se však zdá, že po většinu své nezávislosti ruský vesmírný program na tento odkaz ne pouze navazoval, ale přímo spoléhal. Toto je nejlépe vysledovatelné v oblasti lidských kapacit, kdy se průměrný věk pracovníků a expertů v ruském vesmírném průmyslu v post-sovětské éře dramaticky zvedl a tento nedostatek personálu se ukázal jako jeden z hlavních neduhů ruských vesmírných snah. Dalším problémem je financování. Financování ruského vesmírného programu je z velké části zajišťováno pronájmem kapacit jiným aktérům, čímž je na jednu stranu ruský vesmírný program méně závislý na státním rozpočtu a ekonomické situaci země, na druhou stranu je toto financování nejisté a neumožňuje dlouhodobé plánování (Oberg, 2009). Paradoxní však je, že Rusko klade na vesmírný program velkou váhu a vidí ho jako

[22] Toto je dobře patrné ze srovnání procesu budování systému jako GPS, nebo GLONASS a Evropského Galilea.
[23] Kooperace probíhá například s Kanadou či Ruskem a o vstup zažádali státy jako Izrael nebo Turecko.

významný indikátor národní síly a mocenského postavení a jeho ambice jsou mnohem větší než zdroje, které má agentura Roskosmos k dispozici (Arbatov, 2009). Toto je vidět například na vývoji odpalovacích zařízení typu Angara, který měl na přelomu tisíciletí předpoklady k tomu stát se nejmodernějším systémem svého druhu, ovšem jeho vývoj pronásledují odklady a problémy a nově je první test odhadován až na období kolem roku 2018.

Rusko využívá několika odpalovacích zařízení, mimo ty na svém území například ve spolupráci s ESA odpaluje své rakety z Francouzské Guayany. Závislost ruského programu na sovětském dědictví je také patrná ze stálého využívání raket třídy Sojuz, přičemž nové systémy typu Angara se stále nedostaly z plánovací fáze a vývoje do provozu. Celkově je ruský program spíše orientován na krátkodobé zisky, než dlouhodobý výzkum a tudíž celý ruský program zastarává. Navíc je zde další problém zkostnatělého ruského systému jako takového[24] (Oberg, 2009). Na druhou stranu je sovětské dědictví základem pro spolupráci s méně vyspělými vesmírnými mocnostmi. Nejdůležitější je v tomto ohledu asi spolupráce s Čínou. Čínský program je z velké části postaven na ruských technologiích a právě spolupráce s dynamickým čínským vesmírným programem může být budoucností pro ruský vesmírný výzkum (Perfilyev, 2010). Ruský vesmírný program se tak může reálně stát základem vesmírných programů nově nastupujících vesmírných mocností s ambicemi na pilotované i nepilotované lety a při zvýšení financování a důrazu na dlouhodobé projekty se stále ještě může udržet jako konkurenceschopný.

Co se týče misí k námi zkoumaným objektům, Rusko spolupracuje na projektu vyslání vozítka na Mars s ESA a také neúspěšně vyslalo k Marsu sondu Phobos-Grunt, na které spolupracovalo spolu s Čínou (NASA, 2013b)[25]. Další mise jsou sice ve fázi plánování, ovšem není jisté, jestli se je podaří agentuře Roskosmos realizovat.

4.4. Čínská lidová republika

Posledním velkým státním aktérem, kterým se budeme samostatně zabývat, je Čína. Přestože čínský vesmírný program započal již za vlády Mao Ce-tunga,

[24] Toto bylo patrné při pokusu o komercializaci projektu GLONASS, kdy v Rusku v době, kdy se měl tento systém uvézt do komerčního užití, platil zákon, který zakazoval osobám na ruském území znát svou zeměpisnou polohu s takovou přesností, jakou uváděl právě navigační systém GLONASS (Oberg, 2009).
[25] Informace převzaty ze stránky NASA z důvodu nefunkčnosti anglické verze stránek Roskosmosu.

k výraznému rozvoji došlo až s navázáním bližší spolupráce s ruským vesmírným průmyslem a v součinnosti s ekonomickým růstem v devadesátých letech minulého století (Perfilyev, 2010). V současnosti je čínský program již zcela nezávislý a i relativně vyspělý. Čína má několik vlastních odpalovacích zařízení, technologické možnosti jak do vesmíru vstoupit a v říjnu 2003 se stala třetí mocností, která úspěšně vyslala svého astronauta (tchaikonauta) na orbitu a bezpečně ho vrátila na Zem. Čínské kapacity jsou sice stále menší než kapacity např. americké NASA, ovšem vzhledem k odhodlanosti čínské vládnoucí vrstvy udělat z Číny vesmírnou mocnost, snaze získat skrze vesmírné výpravy prestiž, snaze o diversifikaci energetických zdrojů o zdroje z vesmíru a vnímání hrozby americké vojenské dominance ve vesmíru je pravděpodobné, že v nedaleké budoucnosti bude čínská vesmírná agentura s NASA úspěšně soupeřit. Čína také ve svém úsilí spolupracuje jak s Ruskem a v omezené míře s ESA, tak i s mnoha menšími státy. Čína se dále netají ambicemi vyslat na Měsíc a Mars nejen robotické, ale i pilotované mise. Čínské ambice jsou ve zkratce podporovány bezpečnostní hrozbou americké dominance ve vesmíru, snahou o získání prestiže, pokus o zisk dalšího energetického zdroje a snahou o technologický rozvoj (Cheng, 2009; Lele, 2005; Sadeh E. , 2010).

Co se týče čínských projektů a misí k objektům našeho zájmu, musíme hlavně zmínit čínský zájem o pozemský Měsíc. Co se týče sond, v nedávné době se k Měsíci úspěšně vydaly družice Chang´e 1 a 2, které jsou určeny ke zkoumání povrchu Měsíce a jako test technologických dovedností Číny pro budoucí výpravy. Na počátku prosince 2013 bylo k Měsíci vysláno čínské vozítko Chang´e 3/Yutu, které se tak stalo prvním objektem vyslaným ze Země na povrch Měsíce s cílem přežít dopad na povrch[26] od posledního přistání sovětské sondy Luna v roce 1976. Sonda v půlce prosince na Měsíci úspěšně přistála a vozítko „Nefritový králík“ započalo s průzkumem povrchu naší oběžnice. Co se týče misí k Marsu, jediným dosavadním pokusem Číny bylo zařízení na palubě ruské družice Phobos-Grunt, jejíž mise však skončila nezdarem (NASA, 2013a)[27].

[26] Na rozdíl od některých sond, které byly po ukončení své životnosti navedeny na kolizní dráhu s Měsícem a dopad cíleně nepřežily (např. americká sonda GRAIL).
[27] Informace převzaty ze stránek NASA kvůli nedostupnosti oficiálních stránek čínské vesmírné agentury.

4.5. Menší státní aktéři

Na světě nalezneme spoustu státních aktérů, kteří nějakým způsobem operují ve vesmírném prostoru. Ať už pouze vysláním satelitu na orbitu na palubě nosného zařízení některého jiného státu, nebo jako vlastníci kompletních domácích vesmírných kapacit. Vesmírný výzkum je většinou vnímán jako prostředek k posílení vlastních vojenských kapacit, či jako v případě východní a jižní Asie jde o prvek širšího geopolitického souboje. Nalezneme však i státy, které v rámci svého výzkumu míří i za hranici nízké, či geostacionární, orbity (Correll, 2009). V této souvislosti se budeme zabývat dvěma takovými aktéry – Indií a Japonskem.

4.5.1. Indie

Prvním státem, kterým se budeme zabývat, je Indie. Rozvoj indického vesmírného programu je relativně novodobá záležitost[28] a tento program je silně spojen s rozvojem vojenských kapacit Indie a jejím geopolitickým soutěžením s Čínou. Indie vnímá svůj program hlavně jako prostředek směřující k posílení svých vojenských kapacit ve vztahu k soupeření s Čínou a jako možnost otestovat potenciální vojenské technologie v rámci civilního vesmírného programu. Indie je také jedním ze států, který se pokoušel o spolupráci s Ruskem, ovšem projekt vyslání sondy na Měsíc byl nakonec z ruské strany ukončen a Indie na něm pokračuje vlastními silami, stejně jako na plánech vyslat k Měsíci pilotovaný let (Paracha, 2013).

Co se týče misí k námi zkoumaným tělesům, Indie vyslala v listopadu 2013 družici Mars Orbiter Mission určenou, jak název napovídá, ke zkoumání Marsu z jeho orbity. Družice nakonec i přes problémy s opuštěním zemské orbity zvládla zahájit svou cestu k planetě Mars. Dalším vyslaným satelitem je již dříve zmíněná sonda Chandrayaan-1, která operuje na orbitě Měsíce. Největším v blízké době plánovaným projektem je vyslání sondy Chandrayaan-2, která by měla donést k Měsíci vozítko, které by následně mělo přistát na jeho povrchu a provádět zde svůj průzkum (ISRO, 2013; Paracha, 2013).

[28] Mezi lety 2002 a 2013 došlo zhruba ke ztrojnásobení prostředků směřujících do indického vesmírného programu (Paracha, 2013).

4.5.2. Japonsko

Druhým menším státním aktérem je Japonsko. Japonský program je spojený s technologickou vyspělostí celého Japonska. Nejnovějším projektem, který vznikl v „zemi vycházejícího Slunce“ je plán na vybudování solární elektrárny na Měsíci[29]. O možnostech podobného plánu se zmíníme v následující kapitole. Co se týče misí, které Japonsko provádí, provedlo, či se chystá provést v blízké budoucnosti, jsou nejvýznamnějšími misemi Hayabusa (MUSES C) – satelit byl vyslaný ke zkoumání a získání vzorků z asteroidu 25143 Itokawa, které úspěšně v roce 2010 vrátil zpět na planetu Zemi – na kterou Japonsko plánuje navázat dalším satelitem věnujícím se zkoumání jednoho z NEO, a Kaguya (SELENE) vyslaný na orbitu Měsíce (JAXA, 2013).

4.6. Nestátní aktéři

Co se týče nestátních aktérů, tito, jak bylo možné vysledovat z předchozího textu, mají do budoucna plnit v oblasti našeho zájmu dva hlavní úkoly. Prvním je zlevnit přístup do vesmírného prostoru, druhým pak samotný rozvoj projektů na nebeských tělesech. Některé vesmírné agentury (ESA, NASA) v rámci svých kolaboračních snah počítají s větším zapojením soukromého sektoru a komercializací vesmírných letů právě z důvodu očekávaného zvýšení efektivity. Soukromé společnosti v současnosti již operují ve vesmíru díky velkému množství satelitů a dá se očekávat tlak na vývoj efektivnějších technologií a levnějších procesů vstupu do vesmíru, dále jsou nestátní aktéři stále významnější v procesu zásobování mezinárodní vesmírné stanice ISS kdy je v USA stále více spoléháno na soukromé společnosti jako SpaceX, či Orbital Sciences Corporation. Druhý efekt je pak demonstrován projekty, jako je výše zmíněný plán japonské společnosti Shimizu na výstavbu solární elektrárny na rovníku zemského Měsíce[30], či projektem Mars One, který cílí na vyslání posádky k planetě Mars, která by zde měla vybudovat kolonii bez možnosti návratu zpět na Zemi[31]. Další rozvoj aktivity soukromých subjektů je představitelný v souvislosti se zlevňováním vesmírných aktivit a prokázáním ziskovosti takového podniku. Tento efekt bude také

[29] viz např. http://www.independent.co.uk/life-style/gadgets-and-tech/japanese-engineers-plan-to-turn-the-moon-into-a-giant-solar-panel-station-8969866.html
[30] Projekt zde: http://www.shimz.co.jp/english/theme/dream/lunaring.html
[31] http://www.mars-one.com/en/

pravděpodobně souviset s energetickou krizí, která přiměje lidstvo hledat možnosti zisku energetických surovin mimo planetu Zemi (Dudley-Flores & Gangale, 2012).

4.7. Shrnutí

Co se týče aktérů, jejich motivací a možností, můžeme v nadcházejícím novém vesmírném závodě sledovat kooperativní i konfliktní prvky a státní i soukromé ambice. Nejrozsáhlejší a nejlépe financovaný program má svém vlastnictví americká NASA, která má také největší vesmírné ambice a nejvyšší množství prováděných misí. Vzhledem k napjaté situaci okolo rozpočtu Spojených států a relativně nízké prioritě vesmírného výzkumu v americké politice je NASA nucena vydat se cestou kooperace a komercializace. Nachází se tak v unikátní pozici, kdy se může stát základním článkem kooperace, která může vést jak k zpřístupnění širšího vesmíru, ale i k výstavbě měsíční orbitální stanice ve stylu ISS, s možným budoucím pilotovaným letem k Měsíci a na planetu Mars. Její aktivity směrem k průzkumu asteroidů jsou také možným prvním krokem k jejich komerčnímu využití.

ESA je velkým státním aktérem, který nejvíce usiluje o komercionalizaci vesmírných aktivit, avšak je ze zkoumaných aktérů také tím, který je nejvíce zaměřený na zemskou orbitu a čistě vědecký výzkum. Z tohoto pohledu je pravděpodobná spíše spolupráce na projektech jiných agentur, hlavně NASA, než vlastní rozsáhlá aktivita v oblasti využití nebeských těles. Na druhou stranu má Evropa značnou motivaci pro zisk Helia He-3 z povrchu Měsíce vzhledem k významnému rozvoji výzkumu jaderné fúze a stavbě největšího tokamaku na světě (ITER) v jižní Francii, který by měl vědu výrazně přiblížit k možnosti výroby elektrické energie právě jadernou fúzí[32].

Co se týče ruského programu, ten těží spíše ze své slavné minulosti. Rusko má sice plány na budoucí rozvoj svého vesmírného programu a pilotované mise na Měsíc, či Mars, ale vzhledem k současnému stavu jsou tyto plány spíše utopií. Na druhou stranu se velké zkušenosti s vesmírným programem ukazují jako velkou devízou umožňující Rusku spolupráci s ostatními vesmírnými mocnostmi na jejich vesmírných projektech. Rusko je také důležitým hráčem v oblasti dopravy zařízení na zemskou orbitu. Jeho zapojení do aktivit na mimozemských tělesech je tak představitelné spíše

[32] Výzkum jaderné fúze je nicméně značně rozvinutý i v USA a zmíněný reaktor je výsledkem mezinárodní spolupráce.

v kolaboraci, a to jak široké ve formě podobné ISS, tak i například participací na čínském vesmírném programu.

Čínský vesmírný program má sice vzhledem k zbylým třem velkým hráčům jisté zpoždění, ale stavba na ruských základech a ekonomický rozvoj Číny tuto mezeru rychle zmenšují. Čína se stala třetí zemí, která vyslala samostatně člověka do vesmírného prostoru a prvním aktérem, který vyslal od roku 1976 sondu na povrch Měsíce. Plány Číny jsou spojeny nejen s vědeckou a ekonomickou otázkou, ale i s problematikou národní prestiže a národní obrany spojené s vnímáním dominance USA ve vesmíru a energetickou bezpečnostní. Čína by se tak mohla stát motorem rozvoje rozsáhlejších vesmírných aktivit.

Dva menší státní aktéři mají k rozvoji vesmírných aktivit diametrálně rozličné důvody. Japonská aktivita je zaměřena spíše na technologickou stránku a navazuje tak na ekonomický model celého Japonska. Její ambice jsou tak jak vědecké, tak, jak se ukazuje, i komerční a energetické a jeho vesmírný program je tak zaměřený především na zkoumání NEO a Měsíce. Naproti tomu Indie vnímá svůj vesmírný program spíše jako reakci na rozvoj programu čínského a značný přínos k rozvoji možností využití mimozemských těles není, i přes deklarované snahy, příliš reálný.

Nestátní aktéři mohou plnit funkce doplňku mezinárodních kolaborací, rozvoje komercionalizace, ale ve výjimečných případech i motoru dalšího rozvoje. Vzhledem k tlaku na ekonomickou efektivitu mohou komerční a soukromé subjekty dodávat technologie a materiály nutné pro výzkum a využití vesmírných zdrojů za nižší cenu, než je tomu u státních subjektů. Při vytvoření vesmírné infrastruktury se mohou nestátní aktéři podílet na rozvoji vesmírného obchodu a napomoci s rozvojem této základní infrastruktury položené státy. Soukromí aktéři s dostatečným finančním zázemím mohou sami iniciovat projekty, které povedou ke zlomu ve využití vesmírných zdrojů a to ať už jde o plánovanou elektrárnu na Měsíci, či komerční výpravu na Mars.

5. Měsíc

V následujících kapitolách se budeme zabývat jednotlivými zkoumanými tělesy. Prvním zkoumaným tělesem je zemský Měsíc jako nejbližší dosažitelný objekt a jediné mimozemské těleso, na které byl již historicky veden pilotovaný let. Jednotlivé podkapitoly budou uvádět vybrané problémy spojené se zkoumáním Měsíce jako geopolitické jednotky a na závěr této kapitoly budou poznatky shrnuty v krátké analýze věnující se astropolitickému významu tohoto tělesa.

5.1. Základní geografické údaje

Prvně je důležité uvést základní geografické a další fyzikální parametry, ze kterých vychází mnohá specifika Měsíce jako geopolitické jednotky. Průměrná vzdálenost mezi Zemí a Měsícem je okolo 390 000 km. Povrch Měsíce činí 37,8 milionů km^2, což je přibližně rozloha odpovídající povrchu o něco většímu než má Afrika, či o něco menšímu povrchu než má Asie. Gravitace na povrchu Měsíce je přibližně šestinová oproti Zemi, Měsíc nemá žádnou výraznější atmosféru a jeden den zde trvá 27,3 pozemského dne. Tyto údaje jsou důležité z několika důvodů. Za prvé je nutné při případné kolonizaci, či jiném využití Měsíce, počítat s dopady nízké gravitace na živé organismy, hlavně lidi. Za druhé existuje podstatný problém s dopady veškerých těles na kolizní dráze s Měsícem na jeho povrch v plné rychlosti a velikosti – nedochází ke zbrzdění či spálení v atmosféře. Za třetí dlouhé trvání lunárního dne a noci vede nejen k problémům s velkými změnami teplot (-193 až +111°C), ale i problému zásobování kolonií energií jelikož během lunární noci není možné využívat solární energii. Dalším potenciálně důležitým faktem je rozdělení Měsíce na výšiny a moře. Vrchoviny jsou oblasti vytvořené převážně dopady jiných těles na povrch Měsíce a bez výrazných známek vulkanické aktivity, zatímco moře – pokrývající asi 16% povrchu Měsíce – jsou tvořeny zatuhlou lávou. Význam těchto dvou typů oblastí bude přiblížen v podkapitole věnující se nerostným surovinám. Měsíc má navíc značné zásoby látek nutných pro udržení případné základny v provozu – kyslík a vodík pro vytvoření dýchatelného vzduchu a pitné vody, případně uhlík a dusík pro pěstování rostlin, či jako nutná příměs vzduchu. Navíc také existuje předpoklad, že se na měsíčních pólech skrývají poměrně zajímavá množství ledu, a to v oblastech, které jsou díky okrajům

kráterů v trvalém stínu. Zisk pitné vody by se tak ještě více zjednodušil[33]. Dále se na Měsíci nachází suroviny nutné k výstavbě stále kolonie či k jejímu rozšiřování (hlavně kovy, ale zahříváním lunární půdy se dají získat i další stavební materiály), což by značně zlevnilo její výstavbu, jelikož dovoz jakýchkoliv surovin ze Země – gravitační studny – na Měsíc je velice ekonomicky i energeticky náročný (NASA, 1997; Brearley, 2006).

5.2. Měsíc jako zdroj energie

Prvním důležitým důvodem proč zahájit kolonizaci Měsíce je možnost zisku důležitých energetických surovin, či přímo energie, pro její využití na Zemi. Vzhledem k absenci organických energetických surovin – ropy, zemního plynu, uhlí, atd. - v nejbližším okolí planety Země se zde budeme zabývat dvěma tématy – možností využití solární energie jak navrhováno například japonskou společností Shimizu a těžbou izotopu Helia-3. Oba tyto návrhy sice vypadají na první pohled futuristicky a na hraně zájmu vědecké a vědecko-fantastické literatury, oba jsou však brány v potaz jako možné řešení nadcházející globální energetické krize[34].

První z možností jak využít energetický potenciál Měsíce je umístění solárních panelů na jeho povrch. Užití solární energie z oblastí mimo zemskou atmosféru má vzhledem k nepřítomnosti klimatických jevů, či absenci odrazu části slunečního záření atmosférou výhodu větší efektivity takové výroby oproti zisku energie ze solárních panelů umístěných na Zemi. Na druhou stranu je zde problém přenosu takto vyrobené energie na Zem a celkové finanční návratnosti podobné investice. Právě problematika financování je největší překážkou jak tohoto projektu (Wingo, 2009), tak i dalších pokusů o využití vesmírných surovin. Přiblížení technologie, kterou chce společnost Shimizu využít, nám umožní lépe pochopit celý systém zisku solární energie v mimozemském prostoru. Podle plánů má být pás umístěn na rovníku Měsíce, a to po celé jeho délce, která činí asi 11 000 kilometrů. K tomu, aby bylo možné takto ambiciózní projekt uskutečnit, chce společnost využít stavebních materiálů přítomných na povrchu Měsíce a na dálku ovládaných robotických zařízení, přičemž finální fáze by měly probíhat za asistence lidské posádky, která by byla za tímto účelem na Měsíc

[33] Množství vody je odhadováno na ekvivalent objemu Velkého solného jezera v Utahu (Spudis, 2009). Mapa viz příloha 4.
[34] Na energetiku jako tahouna vesmírného výzkumu upozorňuje např. (Dudley-Flores & Gangale, 2012).

vyslána. Samotné zařízení by poté fungovalo na stejné bázi jako solární elektrárny na Zemi a získaná energie by byla transformována v laserové a mikrovlnné paprsky, které by byly vyslány na Zem a zde v pozemských transformátorech převedeny na elektrickou energii využitelnou v běžných sítích (Shimizu Corporation, 2013)[35]. I když je tento projekt pravděpodobně příliš ambiciózní, jsou projekty postavené na stejném principu umístěné buď na Měsíci či, pravděpodobněji, na stanici obíhající Zemi, skutečně v úvahách mezi mnohými odborníky jako jedna z možností řešení nastávající energetické krize a budoucnost může přinést realizaci výstavby nějakého podobného zařízení[36].

Tématem číslo dvě týkajícího se energetiky je využití jaderné fúze a Helia-3 jako paliva. Helium-3 (dále He-3) je izotop helia nacházející se ve slunečním záření, který se vlivem zemské atmosféry a magnetického pole nenachází na Zemi, ale nachází se na jiných tělesech a prokazatelně se ve velkých množstvích objevuje právě na zemském Měsíci. Tento izotop má v kombinaci s deuteriem velký energetický potenciál, přičemž je nutné užít pouze relativně malého množství He-3 k zisku velkého množství energie pomocí jaderné fúze. Přidanou hodnotou této varianty jaderné fúze je vznik pouze minimálního množství nízce radioaktivního odpadu. He-3 by se tak mohl stát spolu s jadernou fúzí procesem budoucnosti pozemské energetiky. Problémem je však obtížné získání He-3 z půdy kde je díky faktu, že na Měsíc přichází jako součást slunečního větru, víceméně rovnoměrně rozložen. Přesto však existuje předpoklad, že je He-3 vázáno na přítomnost oxidů titanu, jejichž koncentrace je značně vyšší v měsíčních mořích než na vrchovinách a proto se dá usuzovat, že právě moře by se měly stát případným místem první těžby. I přes náročnost těžby je odhadovaná cena vzhledem k energetické efektivitě někde na ekvivalentu sedmi dolarů za barel ropy. I přesto, že je zatím výzkum jaderné fúze nedostatečně rozvinutý, je pravděpodobnost, že s přibývajícím nedostatkem energetických surovin na Zemi a postupným potvrzováním množství zásob He-3 na Měsíci dojde k rozvoji tohoto způsobu zisku energie a k snaze těžit lunární zásoby He-3, poměrně vysoká. Vzhledem k současnému stavu vývoje se zdá pravděpodobné, že o He-3 mohou v dohledné době začít usilovat USA, ESA, či Čína (D´Souza, Otalvaro, & Singh, 2006).

[35] Obrázek viz příloha 5
[36] Viz například (Rapp, 2007)

5.3. Neenergetické suroviny

Co se týče existence neenergetických surovin, bylo již zmíněno, že se na povrchu Měsíce nachází spousta základních surovin, které jsou vhodné k výstavbě vesmírných kolonií, lodí, výrobě paliva, apod. Pro ustavení permanentní primárně těžební kolonie je však nutná, pokud budeme uvažovat nad ekonomickou výhodností těžby surovin, existence materiálů, které se na Zemi vyskytují pouze vzácně a přitom mají široké uplatnění. Pokud se budeme zabývat Měsícem, můžeme v neenergetických surovinách nalézt dvě hlavní skupiny takovýchto materiálů. Prvním jsou kovy ze skupiny platinových. Tyto kovy jsou důležité pro mnohé moderní technologie a jsou nezbytné pro zavádění takzvané vodíkové ekonomiky. Přesto se však tyto kovy na Zemi nacházejí jen ve značně omezeném množství, a to hlavně na území Jihoafrické republiky (přes 70% potvrzených světových zásob). Na Měsíci se však tyto kovy nacházejí hlavně díky spadlým tělesům, která je na Měsíc přinesla[37]. Vzhledem k absenci atmosféry nebyla tato tělesa spálena a je tak velká pravděpodobnost, že na měsíčním povrchu existuje několik velkých těles obsahujících právě tyto kovy. Při nalezení některého většího tělesa – v řádech stovek metrů – by se jeho cena mohla pohybovat až v řádech trilionů dolarů a tento fakt by se mohl stát důležitým spouštěčem osidlování Měsíce. Navíc zisk a těžba platinových kovů mimo Zemi odbourává negativní environmentální dopad takového procesu na povrchu Země. Druhým důležitým materiálem přítomným na Měsíci je titan ve formě oxidů. Titan je důležitým prvkem hlavně jako součást vojenských hardwarů, avšak 90% jeho potvrzených zásob se nachází na území Ruské federace. Na Měsíci však tvoří v některých oblastech oxidy titanu až 20% celkového objemu půdy a navíc by při jeho zisku došlo k vedlejší tvorbě kyslíku, který je, jak jsme se již zmiňovali, využitelný jako palivo, či jako zásoba dýchatelného vzduchu pro lunární kolonie (Wingo, 2009). Ekonomické zájmy soukromých, či spojených soukromých a státních aktérů by tak mohly být dalším s akcelerátorů osidlování zemské oběžnice.

[37] Nutno podotknout, že vzhledem k pravděpodobnému vzniku Měsíce jako následku srážky Země s jiným tělesem je jinak jeho složení podobné se Zemí.

5.4. Měsíc a safe-haven

Dalším tématem, které nás zajímá, je možnost vybudování lunární kolonie s ohledem na teorii safe-haven. Problémů s ustanovením stabilní obyvatelné kolonie s cílem udržení lidské populace je několik. Prvně je zde již zmiňovaný problém dlouhého trvání lunárního dne, který je značně nevýhodný pro pěstování jakýchkoliv potravin mimo téměř trvale ozářené oblasti pólů. Za druhé existuje problém s nedostatkem vody. Za třetí je zde problém s neexistujícím magnetickým polem, což vytváří potřebu nalezení alternativního způsobu ochrany osadníků před slunečním zářením, a to například zasypáváním obydlí měsíční půdou, která je schopná do určité míry nežádoucí záření pohltit. Dále je zde problém nízké gravitace, která má při dlouhodobém působení negativní efekty na lidský organismus. Dalším problémem je nevhodnost měsíční půdy, vzhledem k jejímu složení, pro pěstování rostlin. Prvky důležité pro život, jako kyslík, jsou sice na Měsíci hojně přítomny, avšak jejich zisk je spojen s vynaložením velkého množství energie, což není problém při komerčním zisku drahých kovů a jiných látek, ale je to problém pokud uvažujeme o možnosti stabilního osídlení. Také je zde problém s neexistencí pozemské mikro-biosféry, která je nezbytná pro existenci lidského života, tento problém se však zdá být vyřešen možností „organického 3D tisku“[38] (Spudis, 2009; Zubrin, 2009; Bear, 2010).

Z předeslaného výčtu je jasně patrné, že potenciální stabilní kolonie na zemském Měsíci nemůže fungovat jako stabilní útočiště lidské rasy v případě vypuknutí nějaké globální katastrofy. V případě hledání safe-haven, které by vyřešilo naší první teoretickou situaci se, tudíž, musíme obrátit jinam. Co se týče úniku bohaté části obyvatel do vesmíru za účelem úniku před pozemským chaosem a jako ochranou svého majetku či života, je varianta měsíční kolonie přeci jenom reálnější. V tomto ohledu se totiž odbourává nutnost zajistit životní podmínky pro velkou populaci, a tudíž by teoreticky mělo dostačovat vybudování kapacit kolem pólů. Navíc v tomto případě můžeme najít pro případné osadníky několik výhod. První je bezesporu relativně malá vzdálenost od Země umožňující snadný zisk nutných pozemských technologií či surovin a také nepoměrně snazší návrat a komunikaci se Zemí než u vzdálenějších těles. Další výhodou je předpokládaný vznik těžebních kolonií v oblastech umožňujících dlouhodobé přežití, které by mohly být částečně přetransformovány právě pro potřeby osadníků. Navíc, jak upozorňuje Dolman (2005), při případném střetu jsou obránci ve

[38] Viz (Garrett & Noble, 2013)

výhodnější pozici než potenciální útočníci ze Země, a to díky využití gravitační síly Země, která zvýhodňuje stranu, nacházející se na vrcholu zemské gravitační studny oproti té, která se snaží útočit právě ze spod této studny.

5.5. Geopoliticky významné body

Pojďme si nyní shrnout místa s potenciálem vyvolat nějaký geopolitický zájem v případném pokusu o využití Měsíce. Z pohledu jak ekonomického, vědeckého, tak i vojensko-bezpečnostního jsou prvně významné Lagrangeovy body v okolí Měsíce, které umožňují výstavbu stabilních základen umístěných ve víceméně pevně definovaných bodech bez nutnosti spotřeby velkého množství paliva pro udržení své pozice. Tyto základny mohou fungovat jako překladiště materiálů na cestě na/z Měsíce, jako opravné stanoviště pro satelity na zemské i lunární orbitě, nebo jako ozbrojené systémy schopné znemožnit potenciálním protivníkům vstup do vesmírného prostoru. Jak již bylo ukázáno, dalšími důležitými spornými body jsou měsíční póly jako nejvhodnější místa pro vybudování případných kolonií a s tím spojená přítomnost trvale stíněných míst a jejich zásoby vody, či téměř trvale osvícené plochy vhodné pro vybudování vysoce efektivních solárních elektráren. Dalším potenciálně důležitým místem by bylo naleziště nějakého velkého asteroidu s velkým obsahem vzácných kovů. Významnou oblastí se mohou stát také lunární moře díky vysokému předpokládanému obsahu He-3 v kontextu jejich relativně nízkého podílu na celkové ploše Měsíce (Dolman E. C., 2005; Spudis, 2009; Wingo, 2009).

5.6. Astropolitika a Měsíc

Na závěr kapitoly se ještě musíme podívat na astropolitické perspektivy a vyhlídky pro zemský Měsíc s ohledem na jeho pravděpodobný geopolitický význam. V jednotlivých podkapitolách ukážeme jednotlivé významy Měsíce jako geopolitické jednotky.

5.6.1. Měsíc jako brána k další kolonizaci

První astropolitický význam dostává Měsíc jako vstupní brána do vzdálenějšího vesmíru. V tomto uvažování vycházíme z takzvaného von Braunova paradigmatu kolonizace sluneční soustavy, ve kterém je kolonizace charakterizována postupným

rozvojem ve kterém lidstvo po vybudování vstupních kapacit a vesmírné stanice kolonizuje právě Měsíc jako „předsunutou základnu“ k další expanzi (Pace, 2011). Jak již bylo řečeno, díky velkému množství užitečných kovů, vakuu a nízké gravitaci je Měsíc ideálním místem pro výstavbu lodí, které by na Zemi nemohly být vybudovány, případně by nebyly schopny opustit její gravitační pole. Výstavba takovýchto lodí by byla po vytvoření nutné lunární infrastruktury pravděpodobně i ekonomicky výhodnější (Wingo, 2009). Vzhledem k omezenosti vhodných míst pro výstavbu základen s ohledem na problematiku konstantního přístupu k energii a k vodě, je obsazení nějakého z pólů klíčovým bodem pro další vesmírné ambice jakéhokoliv aktéra. Toto obsazení může samozřejmě probíhat i v kooperativním duchu, či na čistě komerční bázi, kdy budou nestátní aktéři pronajímat své kapacity případným zájemcům. Je totiž značně nepravděpodobné, že v situaci kdy nedojde k eskalaci nějakého mezinárodního sporu mezi významnými vesmírnými aktéry, bude jeden aktér samostatně bez pomoci nestátního sektoru, či jiného státního aktéra usilovat o tak náročný projekt jakým kolonizace Měsíce je.

5.6.2. Měsíc jako těžební kolonie

Dalším důvodem, kvůli kterému předpokládáme zvýšený zájem o stabilní osídlení Měsíce, jsou jeho nerostné suroviny. Na měsíci se nacházejí suroviny, které jsou důležité jak ekonomicky – platinové kovy -, strategicky – titan-, tak energeticky – He-3. Na rozdíl od předchozího bodu je tento scénář čistě geocentrický a s jednoznačným primárním významem pro život na planetě Zemi a ne pro další rozvoj lidské přítomnosti ve sluneční soustavě. Na rozdíl od předchozího bodu je potřeba ke geografické důležitosti pólů nutné přidat ještě samotná naleziště těchto materiálů. Zde se jedná hlavně o lunární moře ve spojitosti s nalezišti titanu a He-3 a případná místa dopadu velkých těles s ohledem na platinové kovy. Dá se předpokládat, že rostoucí poptávka po těchto surovinách dotlačí aktéry k aktivitě vzhledem ke kolonizaci Měsíce a pokud převáží tento bod, můžeme předpokládat mnohem větší zapojení komerčního sektoru do příprav, výstavby infrastruktury a samotné těžby.

5.6.3. Měsíc jako opravářský dok

Třetím scénářem pro význam Měsíce je jeho výhodné postavení vzhledem k opravě a údržbě objektů na zemské oběžné dráze jako v současnosti nejfrekventovanějšímu místu aktivit vesmírných hráčů. Vzhledem k nižší gravitační síle Měsíce, výskytu velkého množství kyslíku jako paliva a jeho malé vzdálenosti od zemské orbity, je ideálním kandidátem pro umístění zařízení, která by mohla působit na zemské orbitě a obsluhovat nejrůznější zařízení a tím zvyšovat jejich životnost a i bezpečnost pohybu v okolí Země, která je snižována existencí různých nefunkčních satelitů, či jejich zbytků, které se bez jakékoliv kontroly pohybují po orbitě vysokou rychlostí a hrozí potenciální kolizí s nějakým funkčním tělesem (Wingo, 2009). Přítomnost podobného zařízení však nejspíš nemá potenciál stát se spouštěčem kolonizace, ale pouze dalším efektem vybudování lunární kolonie. Navíc potřeba zisku paliva je přímo spojená se snahami o zisk kovů přítomných na Měsíci v podobě oxidů, a tak je pozice Měsíce jako opravářského doku plně spojena s předchozími dvěma funkcemi. Tento význam pak umožňuje zapojení jak soukromého, tak i státního sektoru – soukromý má předpoklad efektivity a profesionalizace oprav, státní si pravděpodobně bude chtít uchovat možnost opravy svých vojenských zařízení a kritické vesmírné infrastruktury (např. navigačních systémů).

5.6.4. Měsíc jako výzkumná laboratoř

Jak jsme již uvedli dříve, nejspíše se blíží doba, kdy se začne uvažovat o výstavbě nové vesmírné stanice, tentokrát však ne na zemské orbitě, ale na odvrácené straně Měsíce v bodě L2. Možnost sledovat vesmír bez přítomnosti rušení ze Země je jedinečnou devizou vědeckého výzkumu na nebo u Měsíce (Wingo, 2009). Navíc Měsíc skýtá další možnosti v podobě existence vhodného prostředí pro experimenty na svém povrchu – vakuum, neexistence magnetického pole, nízká gravitace, či přítomnost exotických sloučenin mohou výrazně přispět dalšímu poznání. Vědecká činnost má také potenciální efekt spolupráce mezi jednotlivými vesmírnými aktéry. Na rozdíl od ekonomického či vojenskostrategického významu, je význam ve vědecké oblasti více vázán na kooperaci mezi jednotlivými aktéry a mohl by se tak stát právě jedním z primárních zdrojů kolonizace, a to jak v podobě vesmírné stanice, tak i v podobě výstavby menšího stabilního vědeckého zařízení na měsíčním povrchu.

5.6.5. Měsíc jako vojenská základna

V našem výčtu nemůžeme opomenout ani čistě realistické vojensko-strategické využití Měsíce jako opěrného bodu pro zisk strategické převahy. I přesto, že je vyzbrojování vesmírných základen zakázáno mezinárodním právem a dodnes se neví o přítomnosti jediné zbraně ve vesmíru, není možná budoucí zvýšená militarizace vesmíru nepředstavitelná[39]. Při posuzování této možnosti je důležité si uvědomit přednosti umístění zbraňových systému do vesmíru, a to hlavně z pohledu působení gravitačních sil. Umístění systému na vrchol gravitační studny v Lagrangeových bodech tak přináší vlastníkovi těchto zbraní výhodou skýtanou možností kontroly pohybu v okolí Země (Dolman E. C., 2005). Vzhledem k nízké gravitaci Měsíce oproti Zemi je pak možné využít této výhody i při umístění většího zařízení na Měsíc. Navíc využití stability relativně velkého nebeského tělesa jakým je Měsíc může mít přidanou hodnotu v podobě zvýšení efektivity takového zbraňového systému. Je však důležité si uvědomit, že v případě výstavby nějakého podobného zařízení můžou být všechny předchozí významy Měsíce jako tělesa značně pokřiveny, či přímo znemožněny. Pokud v této výstavbě uspěje jeden aktér, stane se rozhodujícím elementem rozhodujícím o dalším rozvoji vesmírné kolonizace, pokud uspěje více, celý proces se značně znejistí a vesmírná kolonizace destabilizuje, pokud neuspěje nikdo, ale dojde k ozbrojenému konfliktu ohledně této výstavby, veškerá další kolonizace se pravděpodobně zcela zastaví. Přesto je při výraznějším rozvoji kolonizace určitá míra militarizace vesmíru nejspíše nevyhnutelná a právě bezpečnostní úvahy jednotlivých aktérů se také mohou stát počátečním impulzem vedoucím k započnutí tohoto procesu.

[39] Viz (Dolman & Cooper Jr., 2009)

6. Mars

Druhým zkoumaným tělesem v této práci je jediná planeta zakomponovaná do našeho zkoumání – Mars.

6.1. Základní geografické údaje

Mars[40] jako nejbližší planeta od Země ve směru od Slunce do vzdáleného vesmíru se nachází 56 – 400 miliónů kilometrů od Země v závislosti na vzájemné poloze obou planet. Mars má přibližně poloviční průměr co Země, třetinovou gravitaci a povrch odpovídající přibližně součtu ploch veškeré zemské pevniny. Celý povrch Marsu je navíc výrazně topograficky i geologicky heterogenní. Jeden den na Marsu odpovídá asi 24,5 hodinám a jeden rok 687 zemským dním. Mars se nachází od Slunce asi o polovinu - 0,5 AU - dále než Země. Mars má dva měsíce – Phobos a Deimos – které jsou však na rozdíl od zemského Měsíce patrně pouze zachycené asteroidy a ne bývalé součásti planety či části oddělené při jejím formování. Mars má vlastní atmosféru, ovšem tato atmosféra je oproti zemské velice slabá, převažuje v ní oxid uhličitý a navíc se dále ztenčuje. Planeta navíc postrádá magnetické pole. Z tohoto vyplývá, že Mars sice dokáže případné kolonisty ochránit před některými účinky kosmického záření ovšem tato ochrana je oproti Zemi výrazně slabší. I když řídká, atmosféra Marsu dokáže vytvořit některé atmosférické jevy známé ze Země a přítomnost prachových bouří je na rudé planetě dobře zdokumentovaným fenoménem. Na Marsu se nachází všechny důležité prvky a navíc se předpokládá přítomnost vody, všemožných kovů a deuteria, které je nutné pro získávání energie jadernou fúzí či pro usnadnění zisku energie klasickým jaderným štěpením. Při vyslání pilotovaného letu na Mars se současnou technologií je pravděpodobně nejvýhodnější využití Hohmanovy přepravní orbity.
V tomto případě by vesmírné plavidlo ke svému pohybu využilo i energii získanou od pohybu Země po orbitě. Díky tomu by stačilo k cestě na Mars, při započnutí cesty ve chvíli kdy by došlo k setkání mezi plavidlem a planetou v době nejbližší vzdálenosti mezi Zemí a Marsem, asi 150-180 dní, a to při využití současných raketových systémů. Pro návrat mohou být využity dvě alternativy – jedna, při které by posádka počkala na další možnost využití Hohmanovy přepravní orbity v opačném směru a druhá, která by

[40] Mapa viz příloha 6

vesmírnou loď vedla do nitra sluneční soustavy a využila by gravitačního praku[41] Venuše k návratu, a tak by snížila dobu trvání mise, ovšem disproporčně by také zkrátila dobu trvání samotného pobytu na Marsu. Pro případnou cestu je navíc důležité, že v současnosti existují technologie schopné zmírnit následky negativních jevů dlouhodobého pobytu ve vesmírném prostoru – plavidlo se dá vybavit ochranou vůči radiaci a nepřítomnost gravitace se dá zmírnit využitím odstředivé síly získané rotací plavidla okolo „závaží“, či dvou ramen plavidla okolo své osy (Zubrin, 1996; PMM, 2013).

6.2. Mars jako zdroj energie

Pokud se podíváme na možnosti získávání energetických surovin z Marsu pro jejich využití na Zemi, zjistíme, že tento důvod pro kolonizaci a geopolitický souboj o Mars není příliš pravděpodobný. Prvním problémem, před který jsme postaveni, je vzdálenost mezi Zemí a Marsem, která značně zvyšuje náklady na dovoz jakýchkoliv surovin. Druhým je limitovaná zásoba potvrzených energetických surovin, které by byly pro dovoz vhodné a jejichž dovoz by se ekonomicky vyplatil (Dudley-Flores & Gangale, 2012). V tomto ohledu tak můžeme zmínit přítomnost pouze jedné suroviny, která by mohla mít potenciál pro zlepšení energetické situace na Zemi – deuteria. Deuterium je izotop vodíku, který se sice nachází na Zemi, ovšem jeho výskyt na Marsu je v poměru k dalším izotopům několikanásobně větší v porovnání s pozemským vodíkem. Deuterium je navíc nutné nejen pro funkci fúzních reaktorů, ale je využitelné i v rámci v současnosti využívané jaderné energetiky a má tak uplatnění již dnes pro výrobu takzvané těžké vody. Jeho malá dostupnost na Zemi by mohla vézt k ekonomické výhodnosti dovozu této suroviny na Zemi i v případě kolonizace v blízké budoucnosti (Zubrin, 1996).

Získávání energie na Marsu je celkově spletitá otázka[42]. Na Marsu se dá energie získat několika způsoby – jadernou fúzí či štěpením, jako solární, geotermální, nebo

[41] Gravitační prak funguje na principu využití zrychlení při průletu kolem nějakého hmotnějšího tělesa – urychlení díky vstupu do a výstupu z gravitačního pole. Z fyzikálního hlediska jde o podobný princip jako u vypuštění např. kamene z klasické praku. Viz například http://www2.jpl.nasa.gov/basics/grav/primer.php .

[42] Přesto však propagátor letu na Mars R. Zubrin poznamenává, že tento problém je řešitelný a že případná kolonie by neměla mít problém potřebnou energii z různých zdrojů získat (Zubrin, 1996; 2009).

větrná (Zubrin, 2009; 1996) – avšak každý tento způsob má své problémy. Efektivita solárních panelů je snížena vzdáleností Marsu od Slunce a je tudíž zhruba poloviční oproti Zemi. Na rozdíl od Měsíce má však Mars výhodu přibližně čtyřiadvacetihodinového denního cyklu, který je vhodný pro využití solárních panelů jako zdroje energie pro lidskou populaci, či pěstování rostlin pro obživu. Jaderná fúze, či štěpení jsou sice usnadněny přítomností relativně vyššího množství deuteria, ovšem není jisté, zdali se na Marsu nachází uran a zdali mají jeho dva měsíce zásoby He-3[43]. Problém s geotermální energií souvisí, stejně jako nepřítomnost magnetického pole, s problematikou vyhaslého jádra planety. Není tak jisté, jestli se na Marsu nachází místa, kde ještě nedošlo k vychladnutí hornin v dostupné hloubce tak, aby byly pro zisk geotermální energie využitelné. V neposlední řadě větná energie je sice jednou z možností získávání energií, jelikož se na Marsu atmosférické jevy skutečně vyskytují, ovšem atmosféra je slabá a zisk tohoto typu energie by provázela ještě nižší efektivita a mnohem větší nestabilita, než je tomu na Zemi (Dudley-Flores & Gangale, 2012; Zubrin, 1996).

6.3. Neenergetické suroviny

Co se týče přítomnosti neenergetických surovin, můžeme na Marsu nalézt všechny suroviny nutné pro kolonizaci a udržení případné kolonie a taktéž suroviny potřebné k aktivní ekonomické činnosti na této planetě (Zubrin, 2009; 1996). Těmito úvahami se však budeme zabývat až v další podkapitole. Při pokusu zodpovědět otázku zda se na Marsu nachází nějaká surovina, která by byla natolik hodnotná, že by umožňovala vytvoření rentabilní obchodní trasy se Zemí, však nalezneme spíše negativní odpověď. Do dnešního dne nebyly na Marsu nelezeny dostatečně velké zásoby žádné neenergetické suroviny, která by byla ceněna natolik, aby se její dovoz na Zemi ekonomicky vyplatil. S tímto tvrzením však nemůžeme tuto podkapitolu opustit.

Co se týče vztahu k neenergetickým surovinám, má Mars dvě potenciální uplatnění. Nejprve může být na jeho povrchu nalezen meteorit tvořený vzácnými kovy o dostatečné velikosti, aby se export tohoto kovu na Zemi vyplatil. Nález takového

[43] Zásoby He-3 v koncentrované podobě na samotném Marsu jsou nepravděpodobné. Může za to jak omezený dopad částic slunečního větru na jeho povrch (historicky měl Mars pravděpodobně magnetické pole a i po jeho ztrátě stále funguje atmosféra jako alespoň částečná ochrana), tak i případné roznesení limitovaných zásob po celém povrchu vlivem povětrnostních podmínek.

objektu by rozhodně nebyl důvodem pro vyslání lidské posádky na Mars, ale mohl by v budoucnu pomoci rozšíření již existujících kolonií. Druhým významem je pak úloha Marsu jako předsunuté základny pro další těžbu na asteroidech v asteroidovém pásu mezi Marsem a Jupiterem, či v okolí rudé planety. Jelikož těžba asteroidů je z dlouhodobého hlediska pravděpodobně ekonomicky nejefektivnější z námi zkoumaných vesmírných aktivit, je pravděpodobné, že rozvoj této těžby bude vyžadovat vybudování nějaké stabilní základny, ze které budou jednotlivé mise vycházet. Touto základnou by se mohl stát právě Mars, a to hned ze tří důvodů. Prvním je jeho fyzická blízkost k oblasti se zvýšenou přítomností asteroidů. Druhým je jeho nízká gravitace, která by značně zlevnila jakoukoliv manipulaci s nákladem při jeho cestě na Zemi v kombinaci s dostatečnou rozlohou, která umožňuje vybudování stabilní kolonie. Za třetí je to přítomnost všech důležitých surovin na povrchu Marsu, jejichž přítomnost by dále zlevnila logistiku, jelikož by nebylo nutné nákladně dovážet žádné materiály ze Země – hlubší gravitační studny. Zde je znovu nutné připomenout význam zemského Měsíce, který by v tomto obchodním schématu mohl fungovat jako další překladiště nad zemskou gravitační studnou a zlevnil tak transport a umožnil přepravu nákladu větším lodím, které by ze Země nemohly vzlétnout (Zubrin, 1996; Dudley-Flores & Gangale, 2012).

6.4. Mars a safe-haven

Jak již bylo zmíněno dříve tak na rozdíl od zemského Měsíce je Mars vcelku vhodným kandidátem pro kolonizaci – pravděpodobně nejvhodnějším místem ve sluneční soustavě mimo Zemi. Pro ustavení kolonie je v současné době největším problémem vzdálenost od Země spojená s dlouhým trváním cesty na Mars. Dalšími problémy přímo na povrchu Marsu jsou nízká gravitace a nepřítomnost magnetického pole ve spojení se slabou atmosférou. První faktor má dlouhodobý negativní efekt na lidské zdraví vzhledem k demineralizaci kostí či slábnutí svalů. Druhý pak vede k nedostatečné ochraně před kosmickým zářením či efekty spojenými se solárním větrem, čímž jsou organismy na povrchu vystaveny zvýšené radiaci. Nepřítomnost magnetického pole dále nechrání atmosféru před slunečním větrem a ten způsobuje další soustavné oslabování atmosféry (Sen, Carranza, & Pillay, 2010).

Možnost stabilní lidské přítomnosti na Marsu vyžaduje splnění několika předpokladů – vytvoření stabilních přístřeší, přítomnost vody a dýchatelného vzduchu a

možnost pěstování vlastní potravy spolu s výrobou komponentů nutných pro aktivitu na povrchu rudé planety. Co se týče přístřeší, první kolonisté budou jistě závislí na modulech vyslaných ze Země. Rozvoj kolonie však již bude možné provádět ze surovin přítomných přímo na planetě. V tomto ohledu existuje několik alternativ, ať už jde o průhledné dómy vhodné pro pěstování rostlin, budovy z cihel vyrobených z půdy Marsu, nebo o stavby z polyetylenu (Sen, Carranza, & Pillay, 2010; Zubrin, 1996). Všechny tyto plány počítají s rozvojem osídlení v kontextu nevýhodnosti dovozu velkého množství materiálu ze Země a nutnosti soběstačnosti marťanské kolonie.

Voda je na Marsu přítomna v několika podobách. Nachází se na severním pólu planety; existuje šance na přítomnost podzemní vody na severní polokouli, která byla pravděpodobně v minulosti pokryta rozsáhlým oceánem[44]; pravděpodobně existují menší zásoby ledu v zastíněných oblastech; voda se taktéž nachází v půdě Marsu a může z ní být získána (Zubrin, 1996). Mars má dále ve své půdě dostatek kyslíku, který by bylo možné využít pro vytvoření dýchatelného vzduchu uvnitř budov. Rostliny pro obživu je možné pravděpodobně pěstovat přímo na povrchu, jelikož půda Marsu je vhodná pro pěstování, a to s jediným problémem, kterým je vyšší koncentrace těžkých kovů v půdě (Dudley-Flores & Gangale, 2012). Výroba dalších materiálů by byla po vyřešení otázky zisku dostatečného množství energie také realizovatelná.

Mars je tak vhodným místem pro další expanzi lidské populace a vytvoření alternativního sídla lidské populace schopného zajistit její další přežití s vidinou možnosti teraformace planety tak, aby zde mohly organismy existovat i mimo uměle vyrobené příbytky[45]. Na druhou stranu není pravděpodobně, že by Mars mohl sloužit jako únik pro bohaté obyvatele planety. Mars je daleko od Země a život na jeho povrchu by byl proto pro tyto uprchlíky v kontextu komunikace se Zemí méně komfortní než alternativa v podobě útočiště na Měsíci. Lidé zde budou mít minimální možnost dovozu většího množství jakéhokoliv nákladu ze Země a i jejich případný návrat by byl ve srovnání s lunární základnou mnohem komplikovanější.

6.5. Geopoliticky významné body

Nyní se pokusíme definovat lokace, které by měly být v budoucím pokusu o kolonizaci geopoliticky významné. Je nutné podotknout, že s ohledem k pravděpodobně

[44] Viz například http://www.space.com/3933-mystery-solved-mars-large-oceans.html
[45] Tato teraformace by však zabrala několik desítek a možná i stovky let.

kratším letům k rudé planetě před plnou trvalou kolonizací[46] tyto body nabudou na významu až v době, kdy dojde k trvalému osídlení. Vzhledem k rozsahu Marsu si definujeme parametry geopoliticky významných bodů, avšak nevyjmenujeme jejich lokace jako v případě Měsíce, jelikož podobné přesné vypsání konkrétních lokací není při současném stavu průzkumu rudé planety prozatím ani možné. Geopoliticky významné body musí splňovat následující kritéria. Za prvé musí být oblast topograficky vhodná k osídlení – oblasti na úbočí údolí, či strmých svazích pohoří či bývalých sopek, jsou pro výstavbu kolonie nevhodné. Za druhé musí oblast obsahovat zásoby vody. Současné poznatky poukazují na větší pravděpodobnost výskytu vody v oblasti severní polokoule. Dalším důležitým parametrem je přítomnost dostupného zdroje energie. V tomto ohledu by se stal významným objev zdroje geotermální energie, která by provoz a fungování kolonie významně ulehčila. Navíc je potřeba, aby se v oblasti kolonie nacházely zásoby surovin nutných pro chod a rozšiřování kolonie, nějaké suroviny, které by vedly k ekonomické udržitelnosti této kolonie a navíc aby byla v nejbližším okolí půda vhodná pro pěstování potravin. Posledním kritériem je co nejmenší vzdálenost od rovníku – za prvé kvůli teplotě a za druhé kvůli využití rotační síly planety při vynášení materiálů na orbitu a do dalších cílových stanic po sluneční soustavě. I přes značnou rozlohu Marsu tak vidíme, že o místa vhodná pro kolonizaci může být nouze.

6.6. Astropolitika a Mars

Na závěr si shrňme nejrůznější astropolitické významy, které může kolonizace Marsu přinést.

6.6.1. Mars jako vědecká kolonie

Prvním krokem k smysluplnému využití Marsu bude nejspíš vystavění vědecké laboratoře na jeho povrchu či orbitě. Vyslání vědecké posádky na Mars je již dnes technicky proveditelné, ovšem není jisté, jaké by měl dlouhodobější pobyt na Marsu dopad na lidské organismy. Vytvoření malé základny by nebylo extrémně ekonomicky náročné a mohlo by sloužit jako základ pro další kolonizaci. Vědecká a průzkumná

[46]Do této kategorie počítáme i převážně vědecký a výzkumný čtyřčlenný projekt Mars One, který neobsahuje možnost návratu z Marsu. Zmiňujeme ho i přesto, že jeho realizovatelnost je nejistá.

laboratoř by mohla vyhledat lokace pro další výstavbu kolonií a mohla by zodpovědět důležité otázky jak ohledně existence života na Marsu, tak i ohledně dalšího průzkumu vesmíru. Z praktického hlediska je vědecký výzkum nejpravděpodobnějším cílem první pilotované cesty na Mars a možným předvojem pro plnou kolonizaci.

6.6.2. Mars jako stabilní kolonie

Mars se dále může stát dalším místem stabilního osídlení. Jak jsme si ukázali, lidé by na Marsu byli schopni vytvořit všechny látky a materiály nutné k trvalému udržení takové kolonie. Je možné vyrobit materiály pro výstavbu staveb, získat vodu i vzduch, vytvořit produkci energií a produkovat potraviny. Mars by se tak mohl stát místem s permanentním obyvatelstvem, které by fungovalo jako alternativní centrum lidské civilizace mimo planetu Zemi. Vzhledem k nižší gravitaci by se tito obyvatelé časem i fyzicky odlišovali od „pozemšťanů“ a mohli by tak vytvořit do jisté míry nezávislou kulturu a civilizaci. Z geopolitického hlediska jsou důležité dvě otázky – jestli budou nové kolonie považovány za suverénní území kolonizujících států, a jestli začnou v budoucnu obyvatelé Marsu zápasit se Zemí o těžbu na okolních asteroidech. Zatímco druhá otázka je teoretická futuristická úvaha, ta první je přímo spojena s nedostatečným právním ošetřením celého dobývání vesmíru. Tato otázka bude také spojená s povahou kolonizace Marsu. Je pravděpodobné, že pokud bude vedena na mezinárodní úrovni, nedojde k pokusům o zabrání části Marsu jako suverénního území, naopak při mezistátní soutěži je tento vývoj očekávatelný. Všechny pokusy o delimitaci suverénního území na planetě Mars budou navíc čelit útokům budoucích obyvatel Marsu, kteří nutně nemusí cítit příslušnost k některému z pozemských států.

6.6.3. Mars jako zdroj surovin

Při ustanovení stabilní kolonie bude pravděpodobně nejvýdělečnější lokální surovinou pro obchod se Zemí deuterium. Mars se tak může stát významným zdrojem tohoto izotopu pro pozemskou energetiku. Na druhou stranu vzhledem k vzdálenosti Marsu od Země bude tato ekonomická aktivita závislá na ceně deuteria, která bude muset být pro rentabilitu podobného obchodu velmi vysoká. Navíc se nedá předpokládat, že se deuterium stane primárním důvodem pro cestu na Mars. K tomuto omezení musíme ještě připočítat pravděpodobný význam deuteria pro marťanskou

energetiku, což znovu omezí možnosti vývozu. Dalšími surovinami, které přichází v úvahu jako exportní artikl přítomný na Marsu, jsou vzácné kovy, které se na Mars mohly dostat dopadem meteoritu, či vznikly v minulosti díky vulkanické aktivitě. Nález dopadlého tělesa v dostatečné velikosti nebo zásob vzácného kovu s dostatečnou rozlohou je však natolik nejistý podnik, že opět nepůjde o hlavní důvod kolonizace a nález takového objektu v blízkosti některé kolonie by byl pouze příjemný bonus.

6.6.4. Mars jako přepravní centrum

Významným důvodem pro zřízení kolonie na Marsu je nutnost zřízení základny, ze které by mohlo dojít k ekonomickému využití asteroidů ve vnitřní sluneční soustavě. V okolí Země se těchto objektů v kontextu vnitřní sluneční soustavy nachází menšina a vybudování stabilního osídlení Marsu by značně usnadnilo infrastrukturu nutnou pro těžbu na těchto objektech. V tomto schématu by Mars fungoval jako výrobna low-tech zařízení a součástek pro těžební kolonie na asteroidech a jako překladiště pro suroviny, které by od těchto asteroidů putovaly zpět na Zem. Tato funkce by navíc zvýšila ekonomickou produkci marťanské kolonie a tak podpořila její soběstačnost a nezávislost do budoucna. Pro toto využití by bylo praktické vybudovat také základny buď na oběžné dráze, nebo na měsících Marsu, které by usnadnily překládání surovin a kontakt s těžařskými loděmi. Celkově se dá říct, že z ekonomického hlediska je toto hlavním faktorem pro vystavění stabilního populačního centra na planetě Mars

6.6.5. Mars jako vojenský komplex

Na závěr nesmíme opomenout čistě vojensko-bezpečnostní hledisko. Mars se může také stát místem výroby vesmírné flotily, které by bylo vzdáleno od nepřátelských vojsk a poskytovalo dostatečnou ochranu výrobním zařízením svou nedostupností. V případě úspěšného vybudování soběstačné kolonie a vypuknutí následného pozemského konfliktu by měla mocnost zdržující se na Marsu výhodu možnosti využití sekundárních kapacit, které by oponent nemohl snadno zničit a které by mohly být v budoucnu využity k odvetnému úderu. Mars by tak mohl sloužit jako sekundární centrum vojenské moci a jako výchozí bod pro případný útok na nepřátele na Zemi či Měsíci. Naopak základna na Marsu nemůže zamezit přístupu nepřátel do vesmírného prostoru takovým způsobem jako základny na nebo v okolí Měsíce. Nepřátelská

plavidla se totiž při svém putování sluneční soustavou mohou Marsu jednoduše vyhnout a případná nepřátelská mocnost může vybudovat svou vlastní základnu na některém méně výhodném místě – asteroidu apod.

7. Menší tělesa

Poslední případovou studií, kterou se v této práci budeme zabývat, je zkoumání menších těles vnitřní sluneční soustavy. Do jedné kategorie tak zahrneme jak NEO, tak i asteroidy ve zbytku vnitřní sluneční soustavy a v asteroidovém pásu mezi oběžnými dráhami Marsu a Jupiteru a trpasličí planetu Ceres.

7.1. Základní geografické údaje[47]

Zmíněných menších těles se po vnitřní sluneční soustavě pohybuje až několik set tisíc. Přesto, že se většina těchto objektů nachází v takzvaném asteroidovém pásu, nalezneme i výrazné objekty, které se pohybují v oblastech blíže Slunci. Jejich velikost může dosahovat od poloměru v řádu metrů po objekty v asteroidovém pásu nacházející se v řádech stovek kilometrů s největším objektem – trpasličí planetou Ceres – s poloměrem okolo tisíce kilometrů. Ceres je i nejhmotnějším tělesem a tvoří asi třetinu odhadované hmotnosti všech menších těles ve vnitřní sluneční soustavě. Celkové množství hmoty však není nijak závratné, odhad NASA tvrdí, že všechen materiál ve vnitřní sluneční soustavě a asteroidovém pásu mimo planety a jejich měsíce by při sloučení do jednoho tělesa vytvořil objekt o mnoho menší než Měsíc. Jsou známé případy asteroidů, které mají své vlastní měsíce. Složení jednotlivých těles je různé. Všechna tato tělesa obíhají po různých oběžných drahách Slunce. Ceres jako největší z objektů má dobu trvání jednoho oběhu kolem Slunce (tedy jeden rok) 4,6 pozemského roku a jeden den (doba rotace) zde trvá asi devět hodin. Ceres má pravděpodobně slabou atmosféru. Tento fakt byl potvrzen pozorováním Herschelova teleskopu, který navíc detekoval v atmosféře a na povrchu Ceresu vodu – tento nález bude muset být ještě potvrzen sondou Dawn, která by měla k Ceresu dorazit na jaře roku 2015[48]. Ostatní tělesa svoje atmosféry nejspíše nemají. Gravitace na Ceresu odpovídá asi 3% pozemské gravitace a má povrch o velikosti podobné americkému středozápadu. Dalšími významnými tělesy jsou například asteroid Pallas, který je významný velkým

[47] Informace převzaty z http://solarsystem.nasa.gov/planets/profile.cfm?Object=Asteroids , http://solarsystem.nasa.gov/planets/profile.cfm?Object=Dwarf a http://www.asi.org/adb/06/09/03/02/024/ast2.html

[48] http://dawn.jpl.nasa.gov/feature_stories/HerschelTelescope_DetectsWater_Ceres.asp

sklonem své oběžné dráhy (vhodné pro vědecký výzkum slunečních pólů), nebo Vesta[49] se svojí geologickou podobností Měsíci, díky kterému je možné po vytěžení vnitřku asteroidu vystavět uvnitř uzavřenou kolonii – toto je umožněno vhodným geologickým složením (stabilitou hornin) a velikostí.

7.2. Menší tělesa jako zdroje energie

Pokud se budeme zabývat energetickým potenciálem malých těles, vracíme se zpět k situaci již probrané v kapitole věnované Měsíci s přidáním jistých specifik. Velkou podobnost nalezneme v pravděpodobné přítomnosti výrazného množství He-3 na některých asteroidech. Druhá podobnost je v tom, že NEO s výrazným množstvím He-3 na svém povrchu by byl pravděpodobně poměrně snadno dostupný – alespoň v části své orbity. Nalezneme zde však i některé významné rozdíly. Dva rozdíly jsou přímo vázané k velikosti těchto těles. Pokud bereme v potaz NEO – tělesa dále od Země se k energetickému využití nehodí z podobného důvodu jako Mars – jde o tělesa o velikosti maximálně v řádech několika stovek metrů či pár kilometrů (Dudley-Flores & Gangale, 2012). Tyto tělesa tak mají téměř nulovou gravitaci, která by usnadnila převoz materiálů z jejich povrchu, avšak by prakticky znemožnila vybudování nějakého sofistikovanějšího zařízení na jejich povrchu. Tento problém se dá vyřešit třemi způsoby. Buď by došlo k vytěžení hrubého materiálu z povrchu, který by byl dovezen na Měsíc, kde by byly přítomny zařízení na zisk He-3 z půdy, nebo by došlo k miniaturizaci těžebních zařízení. Třetí možností je pak přitažení asteroidu na oběžnou dráhu kolem Měsíce a jeho zpracování zde – pokus o přitažení asteroidu k Měsíci je již jednou z navrhovaných misí NASA[50].

Třetí problém je spojen s oběžnými drahami asteroidů. Na rozdíl od planet pohybujících se přibližně v jedné rovině a měsíců, které obíhají tyto planety, mají asteroidy často velice atypickou a často i výrazně nakloněnou oběžnou dráhu. To ztěžuje jakoukoliv těžbu z toho důvodu, že ekonomicky efektivní cesta na takovýto objekt je limitována pouze na několik málo dní/měsíců v průběhu roku/let (Cohen, 2009). Z tohoto pohledu je jasné, že asteroidy mohou sloužit jako doplněk energetických surovin z Měsíce, avšak pozemská energetika na nich bude i v době

[49] Obrázek viz příloha 7

[50] http://solarsystem.nasa.gov/missions/profile.cfm?Sort=Target&Target=Asteroids&MCode=arm

pokročilejší vesmírné kolonizace, vzhledem k lepší dostupnosti Měsíce, těžko plně závislá.

7.3. Neenergetické suroviny

Co se týče neenergetických surovin, byla situace malých těles již taktéž načrtnuta dříve. Jak bylo zmíněno největším ekonomickým důvodem proč zahájit těžbu a dovážet neenergetické suroviny z Měsíce či Marsu na Zemi by bylo nalezení většího dopadlého asteroidu s vhodným složením. Z toho jasně vyplývá význam, jaký mohou mít některá menší tělesa stále se ještě pohybující sluneční soustavou pro obchod se Zemí. Hlavním artiklem, které těžba asteroidů nabízí, jsou vzácné kovy – asteroidy s vhodným složením mohou skrývat ekonomicky velice zajímavá množství platinových kovů, zlata atd. Těžba by sice byla ovlivněna stejnými problémy jako těžba He-3, ovšem výnosnost těžby je v projekcích dostatečně vysoká a jejich překonání by se stále ekonomicky vyplatilo. Navíc po ustanovení kolonie na Marsu by bylo možné využít i vzdálenější objekty v asteroidovém pásu. Velkým rizikem je však špatný odhad složení jednotlivých těles. Tento problém zkoumá například M. Cohen, který upozorňuje na chybu svého předchůdce J. Lewise, který podle Cohenova výkladu nepřesně určil složení asteroidu Amun, který Cohen považuje za prakticky bezcenný. Naopak například asteroid 1986 DA má podle radarových měření skrývat několik desítek tisíc tun zlata a platinových kovů (Cohen, 2009, str. 8). I přesto, že je těžba asteroidů náročný podnik, je pravděpodobné, že se k této aktivitě některý z ekonomických aktérů odhodlá – nezáleží, jestli čistě soukromý, státní, či nějaká forma společné iniciativy. Potenciální zisky z těžby asteroidů jsou obrovské, přidružené zisky v podobě patentů díky nutnému výzkumu jsou dalším přínosem a při správném provedení a nepřítomnosti konkurence by mohla být těžba na asteroidech spojena s menším rizikem, než mnoho pozemských projektů (Cohen, 2009). Komercializace menších těles by navíc přinesla další benefit pro život na Zemi. Aktéři by byli nuceni vyhledávat vhodné asteroidy v okolí Země, čímž by zvýšili naše povědomí o orbitách a počtu NEO a případně PHA a tím by zmenšili pravděpodobnost nenadálého nárazu nějakého většího tělesa do planety Země. Že je toto bezpečnostní riziko reálné, ukázal například dopad asteroidu v Čeljabinské oblasti v únoru 2013.

7.4. Menší tělesa a safe-haven

Co se týče teorie safe-haven a její aplikaci na v této kapitole zkoumaná tělesa, narážíme na ještě větší potíže než v předchozích zkoumaných případech. Všechna tato tělesa mají pouze zanedbatelnou gravitaci (největší Ceres přibližně pouhé 3% zemské gravitace), žádnou, či pouze slabou atmosféru a chybějící magnetické pole. Největší tělesa se navíc nacházejí až za oběžnou drahou Marsu, což by zkomplikovalo nejen cestu k nim, ale i případný zisk energie ze Slunce, jelikož solární elektrárny by byly značně neefektivní. Z toho jasně vyplývá, že jsou tato tělesa nevhodná jak pro rozsáhlejší kolonizaci, tak i pro případný únik privilegovaných obyvatel Země. Jediná relevantní možnost dlouhodobějšího osídlení by byla spojena s vybudováním kolonie starající se o zásobování lodí, fungující jako vojenské opěrné body (faktory na které upozorňuje například E. Dolman (2005)), nebo jako těžařská kolonie. Nejvýhodnější formou aktivity na asteroidech se zdá být dálkově řízená robotická mise, při které nedochází k vystavení lidského organismu dlouhodobým negativním jevům spojeným s vlivem nulové gravitace, či působením slunečního větru. Jinou možností je také vybudování rotačního osídlení, které by díky odstředivé síle simulovalo efekty gravitace[51].

7.5. Geopoliticky významné body

Vzhledem k tomu, že v této kapitole nemluvíme o jednom tělesu, nebudeme zde popisovat charakteristiky geopoliticky významných bodů v rámci jednoho tělesa, ale polohu a charakteristiky nutné pro to, aby daný menší objekt vzbudil nějaký astropolitický zájem. Za prvé musí být objekt dosažitelný. To znamená, že pro blízkou budoucnost se musí alespoň v části své oběžné dráhy přiblížit k oběžné dráze Země natolik, aby byl jednoduše dostupný. Ve vzdálenější budoucnosti platí to samé o vzdálenosti od Marsu. Za druhé musí mít nějakou hodnotu. Primární hodnota asteroidů je v jejich nerostných surovinách – pokud se nalezne asteroid s dostatečným množstvím drahých kovů, je pravděpodobné, že vzbudí zájem vesmírných aktérů, a to povede k jeho využití. Další hodnotou však může být i tvar oběžné dráhy, buď vzhledem k výzkumu vesmíru, nebo i s ohledem vojensko-bezpečnostním – asteroid může obíhat v blízkosti nějakých dalších důležitých těles či bodů, případně sloužit jako základna.

[51] Navrhováno na http://www.asi.org/adb/06/09/03/02/024/ast2.html .

V případě Ceresu se může ukázat jako klíčová i přítomnost vody, která by mohla vést k ustavení menší kolonie, která by mohla podporovat další výpravy po sluneční soustavě. U větších asteroidů je pak možné i vybudování kolonií v případě, že budou mít vhodné složení a základní materiály pro vybudování takového zařízení – významná tudíž mohou být i tělesa o dostatečné velikosti a se správným složením[52].

7.6. Astropolitika a menší tělesa

7.6.1. Menší tělesa jako zdroj surovin

Toto první využití již bylo mnohokrát zmiňováno, a tudíž není potřeba do hloubky opakovat všechny argumenty pro a proti. Zisk vzácných kovů z asteroidů je nejpravděpodobnějším důvodem proč se budou jednotlivý aktéři o menší tělesa zajímat a bude pravděpodobně jednou z prvních lidských aktivit mimo zemskou orbitu.
V současnosti probíhající a plánované mise k asteroidům tuto spekulaci pouze potvrzují.

7.6.2. Menší tělesa jako zásobovací kolonie

Vybudování malých kolonií na větších asteroidech či trpasličí planetě Ceres je dalším z možných využití těchto těles. Fungovaly by tak jako opěrné body esenciální k pohybu vesmírným prostorem, po počáteční investici by usnadňovaly a zlevnily pohyb po vnitřní sluneční soustavě a mohly by se také stát potenciálním konfliktním bodem (Dolman E. C., 2005). Tato funkce je navíc kombinovatelná s jakoukoliv formou vědecké, těžební, či vojenské základny přítomné na stejném tělesu. V dlouhodobém hledisku sice mohou tyto body získat status jakési obdoby námořních choke-points, ovšem vzhledem k velkému počtu nejrůznějších těles ve sluneční soustavě je nějaký zvýšený boj o ně méně pravděpodobný, jelikož si každý aktér může alespoň teoreticky vybudovat svou vlastní základnu.

7.6.3. Menší tělesa a vědecký výzkum

Potenciál malých těles pro další výzkum vesmíru je také obrovský. Několik příkladu skýtají NEO, asteroid Pallas, nebo trpasličí planeta Ceres. Studium NEO může

[52] Znovu je důležité zmínit, že by šlo primárně o robotické základny, či o základny s velice malou posádkou.

rozšířit naše znalosti o složení asteroidů a jejich chování, což povede nejen k přesnějšímu určení hodnoty materiálů na jednotlivých tělesech vzhledem k těžbě, ale může vést i k lepší předpovědi možné srážky Země s některým z NEO, a tak k ochraně života na Zemi. Asteroid Pallas potvrzuje tezi o výhodnosti budování výzkumných kolonií na asteroidech s atypickými orbitami, jak již bylo dříve zmíněno, jeho vysoce skloněná oběžná dráha ho předurčuje jako kandidáta pro vybudování zařízení sledujícího sluneční póly. Výzkumná stanice na trpasličí planetě Ceres zase může odhalit další informace o formování planet a také sloužit jako pozorovatelská stanice vnější sluneční soustavy.

7.6.4. Menší tělesa jako vojensko-strategické body

Toto využití mohou mít buď velká tělesa schopná nést větší vojenské základny (Ceres, Vesta, Hygiea, atd.) nebo asteroidy se zajímavou oběžnou dráhou. Vybudování vojenského zařízení na menších tělesech má svým významem blíže využití Marsu než Měsíce – nemohou zabránit vstupu nepřítele do vesmírného prostoru, ovšem mohou ztížit jeho pohyb po sluneční soustavě. Vybudování vojenských zařízení je ovšem pravděpodobnější ve spojitosti s nutností doplňování zásob než se samotným umístěním strategicky významných zbraní plnících funkci bojové stanice. Další nevýhodou výraznějšího vojensko-bezpečnostního využití je pravidelnost oběžných drah, které nepříteli umožňují se podobně vyzbrojeným tělesům vyhnout.

7.6.5. Menší tělesa jako trupy vesmírných lodí

S posledním využitím přichází opět E. Dolman. Podle něj je teoreticky možné menší tělesa s vhodnou kompozicí vytěžit, vytvořit v nich menší soběstačnou kolonii a přidat pohonnou jednotku, díky čemuž by z takového tělesa vznikla masivní soběstačná vesmírná loď vhodná pro dlouhé výpravy kosmem (Dolman E. C., 2005). Když ponecháme stranou realizovatelnost takového návrhu nebo jeho možné praktické využití, je na tomto nápadu jasně ilustrované, jaké všechny dnes nepředstavitelné funkce mohou tato menší tělesa v budoucnu zastávat.

8. Budoucnost kolonizace nebeských těles

Závěrečná kapitola se bude zabývat několika úvahami a modely zabývajícími se formou kolonizace vesmíru. Budou nás zajímat následující problémy: jaká bude povaha aktérů kolonizující nebeská tělesa; jestli kolonizace vesmírných těles přináší konfliktní či kooperativní potenciál; co může přinést přenesení zbraňových systémů do vesmíru; problematika suverenity mimo planetu Zemi a budoucnost mimozemských politických jednotek. Na závěr si také vytvoříme pomyslnou geopolitickou mapu vnitřní sluneční soustavy.

8.1. Povaha aktérů

Téma aktérů jsme již probírali ve čtvrté kapitole. V této chvíli je nutné si shrnout alternativy aktérů participujících v kolonizaci vesmíru. Prvně je velmi důležité si uvědomit, že povaha aktérů bude plně záviset na situaci na Zemi. Dále můžeme rozpoznat tři varianty vesmírné kolonizace – plně státní, polostátní/smíšenou, čistě soukromou. Je nutné si uvědomit, že současná komercializace vesmírných aktivit je způsobena jak ústupem činnosti NASA, tak i mírovým uspořádáním mezi hlavními mocnostmi. Dá se předpokládat, že při vyšší úrovni mezinárodního napětí se vesmírný rozvoj stane opět doménou mocenského soupeření. Pokud se opravdu povaha mezinárodních vztahů na úrovni mocností stane více konfliktní, dá se předpokládat ústup od komerčního využívání vesmíru. Pokud již budou dostatečně rozvinuté kolonie vybudovány, nebude tlak ze Země tak výrazný.

Plně státní model naznačuje zvýšenou míru konfliktu. Vesmírný závod z doby studené války byl přímo veden soupeřením supervelmocí. Nejenže fungoval jako beztrestný test mezikontinentálních balistických raket, ale fungoval i jako velice prestižní záležitost. Navíc měli státní aktéři i největší ekonomické předpoklady pro tak náročný projekt jakým bylo vyslání lidských posádek do vesmíru, výstavba základen na nízké zemské orbitě, či přistání člověka na Měsíci. Vzhledem k vyšší ekonomické efektivitě částečně, či zcela, komerčních projektů je v současnosti pravděpodobnější, že další kolonizace proběhne za určitého přispění nestátních aktérů, a to i z důvodu obtížného ospravedlnění značných výdajů na vesmírné aktivity před voliči v západním světě. Plně státní model je tak pravděpodobný pouze při zvýšení mezinárodního napětí, či u autoritářských režimů jako jsou Čína nebo Rusko.

Polostátní model je nejpravděpodobnějším modelem pro ESA a NASA. V tomto modelu je buď možná přímá spolupráce na projektech a outsourcing některých úkonů, případně soukromá aktivita s výraznými státními zárukami a finanční participací. Tato forma participace by kombinovala stabilitu státu s efektivitou komerčního sektoru. Tato forma je tak vhodná pro státy s rozvinutým soukromým sektorem schopným pracovat s vysoce rozvinutými technologiemi. Je tedy pravděpodobné, že tento model bude rozvinut v západních demokraciích a povede k snížení konfrontačního potenciálu podobných výprav a stabilitě vesmírné kolonizace, jelikož soukromí aktéři budou vyžadovat zisk bez rizik přímé konfrontace, zatímco stát má dostatek možností jak pomocí vytvoření mezinárodního režimu stabilizovat kolonizaci.

Třetí možná alternativa reflektuje globální přechod do post-Vestfálského systému a na rozdíl od předchozích dvou modelů nevyžaduje podporu státu. Čistě komerční kolonizace mimozemských těles může reflektovat dvě situace. První je již zmíněná varianta kolonizace komerčním aktérem z oblasti s oslabenou rolí státu, zatímco druhá možnost je kolonizace soukromým aktérem v oblasti s dostatečným garančním potenciálem státu, ovšem bez přímé podpory. První varianta je realizovatelná v oblastech, kde dojde k oslabení státní moci bez vzniku anarchie somálského typu, ovšem se zachováním stability a prosperity – v současnosti nejpravděpodobněji v Evropské unii. Druhá možnost je realizovatelná v oblastech, kde stát dokáže díky mezinárodnímu systému, garančnímu systému, a mezinárodnímu právu zajistit komerčním aktérům jistotu s ohledem na ochranu investic ve vesmíru, ovšem nemá zájem či kapacity investovat do podobných aktivit. V současné době je nejpravděpodobnější rozvoj podobné formy kolonizace ve Spojených státech amerických s jejich politickou a ekonomickou silou v kombinaci s neochotou zvýšit financování NASA[53].

Povaha aktérů bude záviset na čtyřech hlavních faktorech – povaha mezinárodních vztahů, síla státu, financování státní vesmírné agentury, a vnitřní uspořádání státu. Čím konfliktnější mezinárodní politika bude, tím pravděpodobněji se státy uchýlí k financování vesmírných programů s cílem předčit své protivníky (jak na zemské orbitě, tak v budoucnu i při kolonizaci vesmírných těles). Čím více bude omezena síla státu při zachování pořádku a privatizaci jeho funkcí, tím spíše se ve vesmírné kolonizaci prosadí soukromí aktéři, ovšem pouze při zajištění vlastnických

[53] I když zde vidíme pokroky a to například při vývoji lodi Orion.

práv mimo Zemi – buď právně, nebo ozbrojením soukromých základen. Čím menší bude ochota financovat z veřejných peněz vesmírné aktivity, tím spíš se prosadí soukromí aktéři. Čím bude stát autoritativnější, tím spíše bude jeho vesmírný program ovládaný státem. Kolonizace v čistě státní formě by tak vyžadovala velmi konfliktní nastavení mezinárodního systému bez ozbrojené konfrontace s přítomností efektivních států se sklony k autoritářství a s vůlí financovat nákladný vesmírný program. Naopak čistě komerční kolonizace vyžaduje kooperativní mezinárodní nastavení s ustáleným mezinárodním vesmírným režimem, neintervenujícím státem se zmenšenou rolí postaveným na liberálně-demokratických principech, za který komerční aktéři plní jeho funkce. V reálném světě je však nepravděpodobnější nějaká smíšená forma kolonizace, kdy některé státy půjdou spíše směrem státem řízeného dobývání, zatímco jiné dají více prostoru soukromému sektoru.

8.2. Konfliktní a kooperační potenciál

Co se týká konfliktního a kooperativního potenciálu kolonizace vesmíru, můžeme najít několik stanovisek. V následující podkapitole si představíme tři modely – kooperativní, konfliktní a smíšený. John Hickman představuje parametry kooperativního modelu. Podle něj je konfliktní potenciál ve vesmíru umenšen dvěma hlavními faktory. Prvním je vzdálenost mezi mimozemskými tělesy. Vzhledem k tomu, že se cesta od jednoho tělesa k druhému počítá v dnech, týdnech, ale pravděpodobněji v měsících, v kombinaci s faktem, že se lodě se současným pohonným systémem pohybují po předvídatelných trasách, budou mít kolonie dostatečně včasné varování před případným útokem. Toto varování a následná připravenost kolonie by velmi zvýšily náklady útočníka na případný boj. Druhý faktor je však ještě důležitější. Objekty ve vesmíru jsou velmi zranitelné a v případě střetu by obě strany riskovaly ztrátu velkého množství kapacit, což by pravděpodobně nebyly schopny akceptovat. Navíc vzhledem k rozlehlosti a nehostinnosti vesmíru bude pro státy výhodnější kooperovat a využívat benefity mírové spolupráce při společném využívání kolonií – minimálně v oblasti zásobování a oprav -, než boj o ně (Hickman, 2010).

Více konfliktní vizi vesmírného dobývání má E. Dolman. Dolman předpokládá, že současný mírový stav ve vesmíru je pouze dočasný a není postavený na pevných základech, tudíž nemůže ve vesmíru dojít k trvalé kooperaci a konflikt je nevyhnutelný.

Stejně jako na moři[54] je pohyb ve vesmíru omezen přítomností choke-points a výhodných tras, jejichž existence nutně povede ke konfliktu mezi aktéry snažícími se profitovat (ekonomicky, vojensko-politicky,…) z vesmírných aktivit. Nejenže předvídá, že se vesmír, stejně jako zbylé čtyři geopolitické dimenze, stane arénou mocenského soupeření, ale poukazuje i na fakt, že první kdo se dostane se svými zbraněmi do důležitých bodů, získá v tomto soupeření výhodu. Tato výhoda je navíc umocněna možnostmi, jaké tyto zbraně skýtají při případných konfliktech na Zemi (zbraně na orbitě či Měsíci) (Dolman E. C., 2005; Dolman & Cooper Jr., 2009).

Třetí možností je nějaká kombinace výše dvou zmíněných přístupů. Vzhledem k současnému právnímu řádu a praktickému působení aktérů ve vesmíru je nepravděpodobné, že dojde, bez nějakého pozemského konfliktu, k vyzbrojování vesmírných kapacit, či k zvýšené míře konfliktu ve vesmírném prostoru. Nedá se však očekávat, že s rozvojem aktivit mimo zemskou atmosféru nedojde k žádným sporům. Dá se tak očekávat, že budoucnost přinese spory ohledně těžby či umístění základen. Otázkou však zůstává řešení těchto sporů. Při současném stavu mezinárodního práva je nepravděpodobné, že by mohl nesrovnalosti mezi aktéry řešit mezinárodní soud. Bude tak záležet, jestli se aktéři uchýlí k diplomacii, či jiné formě dohody (v případě nestátních aktérů), nebo k ozbrojenému konfliktu. Navíc je důležité, zda se bude tento konflikt odehrávat ve vesmíru – eventualita nabývající na pravděpodobnosti s rozvojem kolonií a jejich větší odolností a stabilitou – nebo na Zemi.

8.3. Militarizace vesmíru

Přesto, že byl historicky rozvoj vesmírných aktivit primárně v rukách armády a vojenského personálu, není dosud zaznamenán případ umístění zbraňových systému do vesmíru[55]. Jaké by mělo umístění zbraní do vesmíru dopady, však zůstává předmětem sporu. Podstatnou otázkou v tomto sporu je, jestli bude uvedení zbraní do vesmíru cíl sám o sobě (znemožnění vstupu nepřítele do vesmíru), nebo jestli půjde jen o ochranný prostředek pro vesmírné kolonie. V. Arnantatmula uvádí několik forem, jakými je

[54] Zde je nutné zmínit práci J. Sumidy, který se myšlením Mahana ve spojení s vesmírem také věnuje, ovšem s odlišnými a více pro-kooperativními závěry (Sumida, 2011).

[55] Přesto jsou však zaznamenány případy, kdy byly některé satelity pravděpodobně vyzbrojeny, ovšem tyto incidenty byly pouze minimálního významu (Steinberg, 2012).

možné zbraňové systémy do vesmíru uvést – zbraně budou následovat peníze, aneb vyzbrojování v důsledku rozvoje obchodu; doktrína vyššího postavení, aneb výhoda umístění zbraňových systémů na vrchol gravitační studny; diplomatický nástroj, aneb umístění zbraňových systémů jako znak nadřazenosti; vojenská převaha, aneb ochrana svých komunikačních zařízení ve vesmíru a možnost zničení cizích podobných zařízení (Arnantatmula, 2013).

Z tohoto můžeme vyvodit několik důsledku. Za prvé je možné, že zbraně poslouží pouze k obraně kolonií a nijak zásadně nezvýší riziko ozbrojeného střetu. Za druhé může dojít k vojenskému soupeření o převahu ve vesmíru a výstavba kolonií tak bude velice ztížena. Vzhledem k nehostinnosti vesmírného prostoru bude další rozvoj aktivit v něm zásadně zbrzděn a plně závislý na vojenské situaci. Třetí možností je dominance jednoho aktéra, který může svou převahu využít buď k vytvoření monopolu na vesmírné aktivity pro sebe a své spojence, nebo k udržování mírového mezinárodního režimu, jehož se stane garantem[56]. Ať už bude budoucnost vypadat jakkoliv, rozhodnutí umístit zbraňové systémy do vesmíru a forma jejich zavedení bude mít fatální dopad na budoucnost kolonizace.

8.4. Suverenita a mimozemské politické jednotky

Posledním významným faktorem pro budoucnost vesmírné kolonizace je otázka suverenity ve vesmíru. I když někteří autoři princip suverenity ve vesmíru odmítají kvůli jeho potenciálně neblahým dopadům na rozvoj vesmírných aktivit[57], je nutné tuto problematiku alespoň zběžně prozkoumat. V současnosti sice nejsou nároky na vytvoření suverénního území mimo planetu Zemi legální, avšak budoucí legitimnější nároky jsou pravděpodobné a mezinárodní právo je bude muset nějakým způsobem reflektovat.

J. Hickman předvídá, že vztah k mimozemské suverenitě bude měněn rapidně, a to z jednoho rovnovážného bodu k druhému. Proluky mezi těmito změnami však mohou dosahovat i několika desetiletí, a to v závislosti na stavu rozvoje kolonizace.
V současnosti žádný stát nároky na suverénní území na mimozemských tělesech nevznáší. První změna proběhne pravděpodobně na Měsíci a Hickman odhaduje, že se

[56] V této roli vidí někteří američtí propagátoři umístění zbraní do vesmíru USA.

[57] Např. (Elhefnawy, 2003)

právě zemská oběžnice stane prvním cílem nároků na suverenitu mimo planetu Zemi. Po stabilizaci situace na Měsíci, bude následovat další vlna, která bude pravděpodobně zahrnovat blízké asteroidy a nejspíše i planetu Mars. Dále můžeme očekávat vlnu, ve které dojde k nárokům na trpasličí planetu Ceres, vzdálenější asteroidy a měsíce plynných obrů. Legalizace nároků na suverenitu mimo planetu Zemi by měla stabilizovat kolonizaci a ujistit státy, že jejich investice do vesmírných aktivit nepřijdou vniveč (Hickman, 2010).

Jaký bude mít případné nárokování suverenity ve vesmíru dopad na kolonizaci vesmíru je tak nejisté. Je však vysoce pravděpodobné, že v tomto případě praxe předejde právo – to, jak bude docházet k prvním záborům, ovlivní případné nově vzniknuvší vesmírné právo, na kterém budou participovat i skutečně významní vesmírní aktéři. Je téměř jisté, že současné vesmírné právo nebude hrát při kolonizaci velkou roli a současný vesmírný režim se při zahájení kolonizace změní.

Poslední otázkou je, zdali zůstanou mimozemská území suverénním teritoriem zemských států, nebo zda si vytvoří vlastní strukturu a osamostatní se (Dudley-Flores & Gangale, 2012; Hickman, 2010). V tomto ohledu budeme pravděpodobně sledovat dvě fáze a dvě varianty. První fáze bude všude stejná – rozvoj relativně primitivních kolonií přímo závislých buď na státní podpoře (a tak řízené armádou) nebo korporacích (a tedy těžební kolonie). Z tohoto důvodu lze očekávat, že vzhledem k napojení na Zemi a závislosti na „modré planetě“ budou tato území navázána na zemské státy. Druhá fáze se bude lišit podle typu tělesa. Pokud budou kolonie schopné nezávislé činnosti a fungování, je pravděpodobné, že si vytvoří vlastní politické struktury a vymezí se vůči zemské suverenitě[58]. Kolonie neschopné samostatné existence – měsíce, asteroidy,… - budou nejspíše nadále navázány buď na Zemi, nebo na soběstačné kolonie schopné zásobovat tyto menší kolonie. Vzhledem k předchozímu výzkumu můžeme očekávat, že tyto plně soběstačné kolonie vzniknou pouze na Marsu.

[58] V dlouhodobém hledisku to bude znásobeno i fyzickými odlišnostmi mezi „mimozemšťany“ a pozemšťany.

8.5. Modely kolonizace

Na závěr této kapitoly si zkusíme na základě předchozích kapitol vytvořit několik modelů kolonizace vesmíru. V přiložené tabulce ukážeme všechny varianty, které dávají smysl (jednotlivé prvky se navzájem nevylučují[59]).

Tabulka č. 1 – Modely kolonizace

Povaha aktérů	**Kooperace/konflikt**	**Forma militarizace**	**Suverenita**	**Výsledná forma**
Státní	Konflikt	Ochrana	Ano	Nezávislé kolonie
Státní	Konflikt	Ochrana	Ne	Nezávislé kolonie
Státní	Konflikt	Válka	Ano	Vesmírná válka
Státní	Konflikt	Válka	Ne	Vesmírná válka
Státní	Konflikt	Hegemon	Ano	Opotřebovávání hegemona
Státní	Konflikt	Hegemon	Ne	Opotřebovávání hegemona
Státní	Kooperace	Ochrana	Ano	Těžba
Státní	Kooperace	Ochrana	Ne	Těžba
Státní	Kooperace	Hegemon	Ano	Těžba pod dohledem monopolu
Státní	Kooperace	Hegemon	Ne	Těžba pod dohledem monopolu
Státní	Smíšená	Ochrana	Ano	Frakce
Státní	Smíšená	Ochrana	Ne	Frakce
Státní	Smíšená	Válka	Ano	Vesmírná válka
Státní	Smíšená	Válka	Ne	Vesmírná válka

[59] Těmito kombinacemi jsou všechny kombinace s čistě kooperativní povahou v kombinaci s militarizací kvůli přímému střetu a kombinace, kde se plně soukromý model doplňuje postavením jednoho státu jako hegemonického militarizovaného aktéra (tzn. podobný stav kdy by byl v roli hegemona nestátní aktér je v dohledné době nepravděpodobný).

Státní	Smíšená	Hegemon	Ano	Dva tábory
Státní	Smíšená	Hegemon	Ne	Dva tábory
Smíšená	Konflikt	Ochrana	Ano	Nezávislé kolonie
Smíšená	Konflikt	Ochrana	Ne	Nezávislé kolonie
Smíšená	Konflikt	Válka	Ano	Vesmírná válka
Smíšená	Konflikt	Válka	Ne	Vesmírná válka
Smíšená	Konflikt	Hegemon	Ano	Opotřebování hegemona
Smíšená	Konflikt	Hegemon	Ne	Opotřebování hegemona
Smíšená	Kooperace	Ochrana	Ano	Těžba
Smíšená	Kooperace	Ochrana	Ne	Těžba
Smíšená	Kooperace	Hegemon	Ano	Těžba pod dohledem monopolu
Smíšená	Kooperace	Hegemon	Ne	Těžba pod dohledem monopolu
Smíšená	Smíšená	Ochrana	Ano	Frakce
Smíšená	Smíšená	Ochrana	Ne	Frakce
Smíšená	Smíšená	Válka	Ano	Vesmírná válka
Smíšená	Smíšená	Válka	Ne	Vesmírná válka
Smíšená	Smíšená	Hegemon	Ano	Dva tábory
Smíšená	Smíšená	Hegemon	Ne	Dva tábory
Soukromá	Konflikt	Ochrana	Ano	Nezávislé kolonie
Soukromá	Konflikt	Ochrana	Ne	Nezávislé kolonie
Soukromá	Konflikt	Válka	Ano	Komerční válka
Soukromá	Konflikt	Válka	Ne	Komerční válka
Soukromá	Kooperace	Ochrana	Ano	Těžba
Soukromá	Kooperace	Ochrana	Ne	Těžba
Soukromá	Smíšená	Ochrana	Ano	Tržní model

Soukromá	Smíšená	Ochrana	Ne	Tržní model
Soukromá	Smíšená	Válka	Ano	Vesmírná válka
Soukromá	Smíšená	Válka	Ne	Vesmírná válka

Modelováním nám vznikly následující možné formy kolonizace: Nezávislé kolonie; Vesmírná válka; Opotřebovávání hegemona; Těžba; Těžba pod dohledem monopolu; Frakce; Dva tábory; Komerční válka; Tržní model. Při úvahách nad předkládanými modely musíme vzít v potaz, že jde o zjednodušení, která mají za úkol hlavně přiblížit různé formy a ne je do detailu popisovat. Otázku suverenity tak nezohledňujeme, jelikož nemá na formu kolonizace přímý dopad a funguje pouze jako míra jistoty, jakou mají aktéři v zajištění svých aktivit. Forma aktérů ve většině případů také nehraje roli, jelikož hlavní rozdíl mezi soukromými a státními aktéry je hlavně ve vojenské síle a právě v roli suverenity – přesto je suverenita zmíněna i v soukromých modelech, jelikož nestátní aktéři mohou využít ochrany suverénního území pozemského státu[60].

Model nezávislých kolonií pracuje s variantou, ve které spolu jednotliví aktéři nespolupracují a tak má každý své kolonie co nejlépe izolovány od svých protivníků. Tento model je velmi ekonomicky nevýhodný a nenese ani žádné významné politické výhody. Tento model je celkově nepravděpodobný. Vesmírná válka počítá s rozsáhlým vojenským konfliktem vedeným ve vesmírném prostoru. Tento model je pravděpodobný v případě, kdy dojde k eskalaci konfliktu na Zemi, který se následně díky rozvoji vesmírných technologií přenese i do vesmírného prostoru. Opotřebování hegemona předpokládá snahu pozemských aktérů zbavit stát ovládající přístup do vesmíru jeho postavení. Tento model předpokládá konflikt na Zemi při udržování hegemonie a míru ve vesmíru díky zamezení přístupu soupeřů do tohoto prostoru. Forma Těžba předpokládá komerční využívání vesmírného prostoru. Tato forma je ekonomicky nejvýhodnější a při současném nastavení mezinárodních vztahů i velmi pravděpodobná. Těžba pod dohledem monopolu předpokládá obdobný scénář, ve kterém je však stabilita zajištěna vojenskou převahou jednoho z aktérů. Spřátelení státní a nestátní aktéři budou schopni těžit, přičemž neexistuje žádný významný nepřátelský aktér. Frakce je systém, ve kterém se utváří aliance státních i nestátních aktérů, kteří soupeří o kolonie, či jiné body a zdroje. Tento model však nepředpokládá plnohodnotnou válku. Dva tábory je model, ve kterém jedna aliance podporuje

[60] V tomto případě si musíme znovu připomenout, že jde o zjednodušení.

hegemona, zatímco druhá se snaží o jeho poražení. Jedna část tak benefituje ze zisků spojených s využíváním vesmíru, zatímco druhá se snaží svrhnout hegemona a zapojit se do tohoto využívání i bez kooperace s hegemonem. Komerční válka je model obdobný vesmírné válce, ovšem s vyloučením státu. Kvůli tomu staví méně na vojenské síle, avšak více na ekonomických zbraních. Užití zbraní však není vzácné. Tržní model předpokládá nestabilní prostředí bez účasti státu, ve kterém budou vznikat *ad hoc* koalice a spolupráce i konflikt budou často střídány. Jsou zde vidět všechny formy kontaktu mezi aktéry a tyto jsou měněny v závislosti na dané situaci.

Tyto modely by nám měly ukázat možné parametry budoucí kolonizace a ukázat nejistotu, v jaké se v současné době při predikci dalšího vývoje nacházíme. Nebudeme zde tedy dále rozvíjet úvahy o jednotlivých modelech a jejich pravděpodobnosti. Poukázáním na různé varianty se pouze pokoušíme otevřít debatu o budoucím uspořádání vesmírných výprav a o potřebě nastavení nového vesmírného režimu a ideálně o vytvoření vesmírného práva, které budou akceptovat všichni významní aktéři vesmírné kolonizace.

8.6. Astropolitická mapa vnitřní sluneční soustavy

Abychom zcela vyčerpali zadání, které jsme si určili v úvodu této práce, vytvoříme na závěr pomyslnou geopolitickou mapu významných bodů ve vnitřní sluneční soustavě. Prvními důležitými místy při úvahách o sluneční soustavě jsou samozřejmě zemské orbity. Nejvíce vesmírných aktivit je v současnosti lokalizovaných na nízké zemské orbitě, kde narůstá množství objektů a pohyb zde je čím dál tím víc rizikový. Další významnou orbitou je geosynchronní orbita, jelikož jde o přesně určenou dráhu, s omezenou kapacitou. Pokud se budeme vzdalovat dále od Země, zaujmou naší pozornost Langrangeovy body, obzvlášť lunární body L4 a L5, které jsou z pěti bodů nejstabilnější. Všechny tyto body však budou zcela jistě využity k výstavbě základen ať už k vojensko-politickým, tak k ekonomickým či výzkumným účelům a totéž s velikou pravděpodobností platí i o podobných bodech vzniklých interakcí mezi Zemí a Sluncem.

Zemi obíhá jeden přirozený satelit – Měsíc. Měsíc je samozřejmě významným cílem budoucí kolonizace, a to hlavně z důvodů výzkumných, ekonomických a vojensko-politických. Na Měsíci prvně narazíme na význam jeho pólů. Jsou to jediná místa, kde nedochází ke střídání dne a noci, které na zbytku Měsíce vyvolává značné

teplotní výkyvy. Toto je navíc spojeno s nepřítomností slunečního záření po dobu asi čtrnácti dní, kdy by případná zařízení nemohla využívat solární energie pro svůj chod. Póly jsou tak nejvhodnějším místem pro budování kolonií, což je navíc podpořeno pravděpodobnou přítomností vody v místech s trvalým stínem. Při objevení oblastí s vyšší koncentrací He-3, či nějakého vzácného kovu, se dá očekávat zvýšení zájmu o takové teritorium. Posledním důležitým bodem bude případná lokace nějakého vojenského zařízení – nejspíše na přivrácené straně Měsíce.

Dalšími významnými objekty budou některé NEO. Některé tyto asteroidy mají ve svém složení vysoký podíl vzácných kovů, které je předurčuje pro budoucí těžbu. V současnosti není jisté, které z NEO mají dostatečné množství vzácných kovů, aby se vyplatila těžba na takovémto objektu. Možnost těžby je navíc vázána i na oběžnou dráhu takového tělesa a jeho vzdálenost od Země – tzn., po jak dlouhou dobu bude možný efektivní transport mezi takovýmto asteroidem a Zemí. Čím výhodnější bude poměr mezi množstvím surovin a vzdáleností od Země po většinu své oběžné dráhy, tím větší se dá očekávat zájem o takové těleso. Dále se dá očekávat, že tělesa s vhodnou polohou, avšak bez nerostných surovin budou využívána jako zásobovací základny a další NEO mohou být využity pro vědecké či vojensko-politické účely.

Mars je jediným tělesem mimo Zemi, které je schopné podporovat stabilní lidskou kolonii. Lokace vhodná pro výstavbu kolonie bude muset splňovat následující faktory – vhodný topografický profil, přítomnost vody (pravděpodobně na severní polokouli), přítomnost dalších materiálů pro výstavbu a chod kolonie, přítomnost dostupného zdroje energie, přítomnost půdy vhodné pro pěstování rostlin, blízkost k rovníku. Čím lepší konstelace těchto faktorů v určité lokaci bude, tím větší se dá očekávat zájem o takové území ze strany aktérů s ambicí kolonizovat Mars. Je také možné uvažovat o potenciálním využití Lagrangeových bodů mezi Marsem a Sluncem.

Asteroidový pás je složen z těles větších, a tedy i potenciálně hodnotnějších, než v případě NEO. Problémem je však značná vzdálenost mezi těmito objekty a Zemí. I když je jejich využití mnohem širší než pouze těžba – výstavba zásobovacích stanic či jiných základen na jejich povrchu je snazší než u menších NEO – bude jejich primární využití spočívat nejspíše právě v těžbě. Pro jejich plný rozvoj je tak důležité vybudování infrastruktury uvnitř sluneční soustavy a hlavně zbudování kolonií na planetě Mars.

9. Závěr

V práci byl proveden astropolitický exkurz do oblasti vnitřní sluneční soustavy. Poté, co jsme se seznámili s terminologií, právní úpravou vesmírného dobývání a mechanikou pohybu ve vesmíru, dostali jsme se k hlavnímu tématu této práce, a to k osvětlení faktorů, které budou mít vliv na budoucí zájem o kolonizaci mimozemských těles. Prvně bylo nutné si představit aktéry budoucího soupeření. Zde jsme identifikovali čtyři silné státní aktéry, kteří budou nejspíše v čele snah o kolonizaci, pokud tato kolonizace vypukne v nejbližší době. Tito aktéři jsou – NASA, ESA, Roskosmos a CNSA, tedy vesmírné agentury USA, Evropy, Ruska a Číny. Co se týká kapacit těchto aktérů, můžeme zjednodušeně tyto kapacity vyjádřit takto: NASA je suverénně nejpokročilejším aktérem co se aktivit ve vesmíru i potenciálu týká; ESA má velký potenciál, ovšem nejednotnost a zaměření na jevy týkající se převážně Země jí zatím v potenciálním souboji o kolonizaci limitují; Roskosmos těží z bohaté sovětské minulosti a snaží se překonat své podfinancování proto, aby se stal konkurenceschopným v souboji o kolonizaci – zatím však působí pouze jako poskytovatel přepravních kapacit na orbitu pro ostatní aktéry, či pro zásobování ISS; CNSA je nejdynamičtější z agentur a vykazuje největší praktické kroky k budoucí výstavbě kolonie na Měsíci. Ve verbální rovině však o případnou kolonizaci usilují i NASA a Roskosmos a dá se předpokládat, že případná aktivita by byla doplněna o alespoň součinnost ze strany ESA.

Prvním zkoumaným tělesem byl zemský Měsíc. Měsíc, jako pravděpodobně první kolonizované těleso, skýtá řadu nástrah. Mimo tradiční problém vesmírné kolonizace jako nízká gravitace, přítomnost vesmírného a solárního záření, či vakua, je to u Měsíce hlavně značně atypický denní cyklus. Den i noc zde trvají přibližně čtrnáct dní a tím stěžují veškerou možnou dlouhodobější aktivitu na povrchu zemské oběžnice[61]. Naštěstí pro případné kolonisty se toto netýká oblastí kolem pólů, kde se nacházejí (téměř) trvale ozářené oblasti vhodné pro stavbu kolonie[62] a trvale zatemnělé oblasti s teplotou blízko absolutní nule a pravděpodobnou přítomností vody. I když není

[61] Tento problém byl znovu uveden do širšího povědomí potížemi, jaké mělo čínské vozítko Yutu na povrchu Měsíce kvůli chybám při přípravě na lunární noc.

[62] teplota však není vzhledem k oblastem blíže rovníku nijak závratná a to vzhledem ke geografické poloze ze stejného důvodu z jakého je na Zemi teplota nižší, čím dále jsme od rovníku.

Měsíc velmi vhodný jako cíl kolonizace za účelem rozvoje nového trvalého sídla pro větší počet obyvatel, bude mít nejspíše velký význam pro pozemskou energetiku, další výzkum vesmíru a pro další těžbu nerostných surovin. Energetický potenciál leží v zásobách He-3 a dalšími nerostnými surovinami v současnosti myslíme hlavně titan a nejspíše i některé platinové kovy. Měsíc má však využití i směrem k výzkumu (jak technologií – vakuum, nízká gravitace -, tak i vesmíru – odvrácená strana), opravě satelitů na zemské orbitě, přepravních a stavebních kapacit pro další rozvoj kolonií dále od Země a v neposlední řadě i při případné vojenské konfrontaci mimo Zemi.

Dalším zkoumaným tělesem byla planeta Mars. Mars je i přes svou vzdálenost od planety Země mnohem vhodnějším kandidátem pro vybudování trvalé kolonie než Měsíc. Má alespoň slabou atmosféru, téměř dvacetičtyřhodinový denní cyklus, pravděpodobně zásoby vody a veškeré materiály nutné pro podporu lidského života. Navíc je to těleso hmotnější než Měsíc a tudíž i s větší gravitací. Může tak sloužit nejen jako sekundární centrum lidské populace ve sluneční soustavě, ale i jako základna pro těžbu v asteroidovém pásu, sklad sekundárních vojenských kapacit, či vědecké centrum. Naopak vzhledem ke známému složení Marsu a jeho vzdálenosti od Země nelze předpokládat, že dojde k výrazné těžbě jak neenergetických tak ani energetických surovin pro dovoz na „modrou planetu“ s jedinou možnou výjimkou v podobě deuteria.

Menší objekty mají škálu potenciálního využití celkem širokou. Začít můžeme těžbou a to jak vzácných materiálů – platinových kovů nebo zlata, – tak i energeticky významného He-3. Dalšími funkcemi mohou být zásobovací, vojenská, či vědecká základna, přechodná kolonie, nebo i futuristická kamenná vesmírná loď. Tyto objekty však skrývají ve svém využití i značná úskalí. Nejenže mají v porovnání se zbytkem vnitřní sluneční soustavy nepatrnou velikost a tím i minimální gravitaci, ale pohybují se také na atypických oběžných drahách a nejvíce se jich nachází až za oběžnou drahou Marsu v asteroidovém pásu. Tato tělesa budou moci být reálně využita až po kolonizaci „rudé planety“. Z ekonomického hlediska se v nejbližší budoucnosti jeví jako nejvýhodnější některé NEO.

Pokud se podíváme na predikci vývoje ve vesmírném prostoru, narazíme na mnoho nejistot a nepředvídatelných proměnných. I když celou kolonizaci zestručníme pouze na otázky povahy aktérů, suverenity mimo Zemi, rozsahu a formy militarizace vesmíru, a konfliktního a kooperačního modelu, stále nám vznikne velké množství variant, jak může budoucí vývoj vypadat. Tyto modely mohou napomoci budoucímu

rozhodování o aktivitách ve vesmíru a různým iniciativám v náhledu na akce, které je nutné provést, aby došlo k úspěšné kolonizaci. Co tato práce nabídla, jsou právě tyto náhledy a hlavně ucelená astropolitická mapa oblasti vnitřní sluneční soustavy, která může sloužit v lepší orientaci v prostoru a zaměření se na rozvoj těch vhodných aktivit pro vhodné oblasti.

Bibliografie

Arbatov, A. (2009). Chapter 23: Russian Perspectives on Spacepower. V P. H. C. Lutes, *Towards the Theory of Spacepower.* Washington DC: Institute for National Strategic Studies.

Arnantatmula, V. (2013). U.S. Initiative to Place Weapons in Space: The Catalyst for a Space-Based Arms Race with China and Russia. *Astropolitics* , stránky 132-155.

Bear, G. (13. Listopad 2010). Biospace 21. *Astropolitics* , stránky 37-41.

Bekey, I. (2009). Chapter 9: The Long-term Outlook for Commercial Space. V P. H. C. Lutes, *Towards the Theory of Spacepower.* Washington DC: Institute for National Strategic Studies.

Brearley, A. (22. Září 2006). Mining the Moon: Owning the Night Sky? *Astropolitics* , stránky 43-67.

Brown, T. (2012). Space and the Sea: Strategic Considerations of the Commons. *Astropolitics* , stránky 234-247.

Cedigaz. (24. Říjen 2012). *Natural Gas in the World 2012*. Získáno 29. Září 2013, z CEDIGAZ: http://www.cedigaz.org/surveys/annual_surveys.html#reserves

Cohen, M. M. (2009). *Proposal to the International Space University 2010 Space Studies for a Technical Project on an Asteroid Mining Mission*. Získáno 4. Březen 2013, z http://www.astrotecture.com/NEOs_&_Asteroids_files/20090923.REV.Asteroid_Mining_Syllabus_Proposal.pdf

Correll, R. R. (2009). Chapter 26: Emerging Actors. V P. H. C. Lutes, *Towards the Theory of Spacepower.* Washington DC: Institute for National Strategic Studies.

D´Souza, M. R., Otalvaro, D. M., & Singh, D. A. (2006). *Harvesting Helium-3 from the Moon.* Worcester: Bakalářská práce, Worcester Polytechnic Institute.

David, L. (2. Říjen 2012). *NASA Mulls Deep-Space Station on Moon´s Far Side*. Získáno 12. Listopad 2013, z Space.com: www.space.com/17856-nasa-deep-space-station-moon-farside.html

de Pater, I., & Lissaur, J. (2001). *Planetary Sciences.* Cambridge: Cambridge University Press.

Dolman, E. C. (2005). *Astropolitik: classical geopolitics in the space age.* London: Frank Cass Publishers.

Dolman, E., & Cooper Jr., H. (2009). Chapter 19: Increasing the Military Uses of Space. V C. Lutes, P. Hays, & col., *Towards the Theory of Spacepower.* Washington DC: Institute for National Strategic Studies.

Dudley-Flores, M., & Gangale, T. (2012). Forecasting the Political Economy of the Inner Solar System. *Astropolitics* , stránky 183-233.

EIA. (2013). *2012 World Proved Reserves*. Získáno 29. Září 2013, z U.S. Energy Information Administration: http://www.eia.gov/countries/index.cfm?view=reserves

Elhefnawy, N. (2003). Territorializing space? revisiting an old idea. *Astropolitics* , stránky 55-63.

EnerGeopolitics. (2010). *The Competing Geopolitics of Energy in the Early 21st Century*. Získáno 8. Březen 2013, z http://energeopolitics.com/about/the-competing-geopolitics-of-energy-in-the-early-21st-century/

ESA. (1. Červen 2011). *A European Vision*. Získáno 4. Prosinec 2013, z European Space Agency: http://www.esa.int/About_Us/Welcome_to_ESA/A_European_Vision

ESA. (2013). *Our Missions*. Získáno 4. Prosinec 2013a, z European Space Agency: http://www.esa.int/ESA/Our_Missions

ESA. (30. Září 2013). *What Is ESA?* Získáno 4. Prosinec 2013, z European Space Agency: http://www.esa.int/About_Us/Welcome_to_ESA/What_is_ESA

France, M., & Sellers, J. (2009). Chapter 4: Real Constrinats on Spacepower. V P. H. V C. Lutes, *Towards the Theory of Spacepower.* Washington DC: Institute for National Strategic Studies.

Gallagher, N. (2010). Space Governance and Iternational Cooperation. *Astropolitics* , stránky 256-279.

Garrett, L., & Noble, R. (Listopad/Prosinec 2013). Biology´s Brave New World. *Foreign Affairs* .

Gaudet, G., & Lasserre, P. (February 2011). THE EFFICIENT USE OF MULTIPLE SOURCES OF A NONRENEWABLE RESOURCE UNDER SUPPLY COST UNCERTAINTY. *International Economic Review* , stránky 245-258.

Glassner, M. I. (1996). *Political Geography.* New York: John Wiley & Sons, Inc.

Hickman, J. (8. Březen 2012). How Plausible is Chinese Annexation of the Moon? *Astropolitics: The International Journal of Space Politics & Policy* , stránky 84-92.

Hickman, J. (2010). Viewpoint: Extraterrestrial National Territory and the International System. *Astropolitics* , stránky 62-71.

Chapman, M. (2007). *The Geology of Mars: Evidence from Earth-Based Analogs.* Cambridge: Cambridge University Press.

Cheng, D. (2009). Chapter 24: Spacepower in China. V P. H. C. Lutes, *Towards the Theory of Spacepower.* Washington DC: Institute for National Strategic Studies.

IAEA. (Říjen 2009). *World Distribution of Uranium Deposits (UDEPO) with Uranium Deposit Classification*. Získáno 29. Září 2013, z International Atomic energy Agency: http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_1629_web.pdf

IAU. (2013. Červen 2013). *Near Earth Asteroids*. Získáno 31. Srpen 2013, z International Astronomical Union: http://iau.org/public/themes/neo/nea/

IAU. (2006). *Resolution B5*. Získáno 31. Srpen 2013, z International Astronomical Union: http://www.iau.org/static/resolutions/Resolution_GA26-5-6.pdf

ISRO. (2013). *Space Missions*. Získáno 9. Prosinec 2013, z Indian Space Research Organisation : http://www.isro.org/satellites/spacemissions.aspx

JAXA. (2013). *Research on Lunar, Planetary Science*. Získáno 9. Prosinec 2013, z Japan Aerospace Exploration Agency: http://www.jaxa.jp/projects/sas/planetary/index_e.html

Jurist, J., Dinkin, S., & Livingston, D. (2006). Low Cost Earth Orbit Access: A Look at Physics, Economics, and Reality. *Astropolitics* , stránky 295-331.

Kaplan, R. D. (1994, February). The Coming Anarchy. *The Atlantic Monthly* , pp. 44-76.

Klein, J. J. (8. Březen 2012). The Influence of Technology on Space Strategy,. *Astropolitics: The International Journal of Space Politics & Policy* , stránky 8-26.

Larson, A. (Léto 2007). The Geopolitics of Oil and Natural Gas. *New England Journal of Public Policy* , stránky 215-219.

Launius, R. (2012). Imprisoned in a Tesseract: NASA´s Human Spaceflight Effort and the Prestige Trap. *Astropolitics* , stránky 152-175.

Lele, A. (2005). China: A Growing Military Space Power. *Astropolitics* , stránky 67-75.

Lempert, D. (2011). Living in Space: Cultural and Social Dynamics, Opportunities and Challenges in Permanent Space Habitats. *Astropolitics* , stránky 84-111.

Lutes, C. D., & Hays, P. L. (2011). *Towards a Theory of Spacepower: Selected Essays.* Washington DC: National Defense University Press.

Maguire, J. M. (2010). United States Space Strategy and Program Development Challenges. *Astropolitics* , stránky 194-201.

Machay, M., & Pochylá, J. (2013). European Attitudes Toward Space Exploration and Exploitation. *Astropolitics* , stránky 203-217.

NASA. (1997). *Exploring the Moon.* National Aeronautics and Space Administration.

NASA. (2013a). *Solar System Exploration: China*. Získáno 6. Prosinec 2013, z National Aeronautics and Space Administration: http://solarsystem.nasa.gov/missions/profile.cfm?Sort=Nation&Nation=China

NASA. (2013b). *Solar System Exploration: Russia*. Získáno 5. Prosinec 2013, z National Aeronautics and Space Agency: http://solarsystem.nasa.gov/missions/profile.cfm?Sort=Nation&Nation=Russia

Oberg, J. E. (2009). Chapter 22: International Perspectives: Russia . V P. H. C. Lutes, *Towards the Theory of Spacepower.* Washington DC: Institute for National Strategic Studies.

Pace, S. (2011). Chapter 7: Merchant and Guardian Challenges in the Exercise of Spacepower. V C. D. Lutes, & P. L. Hays, *Towards a Theory of Spacepower: Selected Essays.* Washington DC: National Defense University Press.

Paracha, S. (2013). Military Dimensions of the Indian Space Program. *Astropolitics* , stránky 156-186.

Pasco, X. (2009). Chapter 25: The European "Spacepower"? A Multifaceted Concept. V &. P. C. D. Lutes, *Towards the Theory of Spacepower.* Washnigton DC: Institute for National Strategic Studies.

Perfilyev, N. (2010). The Sino-Russian Space Entente. *Astropolitics* , stránky 19-34.

Pfaltzgraff Jr, R. L. (2009). Chapter 3: International Relations Theory and Spacepower. V P. H. C. Lutes, *Towards the Theory of Spacepower.* Washington DC: Institute for National Strategic Studies.

PMM. (2013). *Mars/Earth Comparison Table*. Získáno 22. Únor 2014, z Phoenix Mars Mission: http://phoenix.lpl.arizona.edu/mars111.php

Rapp, D. (2. Srpen 2007). Solar Power Beamed from Space. *Astropolitics* , stránky 63-86.

Romancov, M. (Jaro 2003). From Geopolitics to Astropolitics. *New Presence: The Prague Journal of Central European Affairs* , stránky 19-21.

Sadeh, E. (2011). Chapter 13: Spacepower and the Environment. V C. D. Lutes, & P. L. Hays, *Towards a Theory of Spacepower: Selected Essays.* Washington DC: National Defense University Press.

Sadeh, E. (2010). Report: United States-China Space Dialogue Project. *Astropolitics* , stránky 7-18.

Sen, S., Carranza, S., & Pillay, S. (2010). Multifunctional Martian habitat composite material synthesized from in situ resources. *Advances in Space Research* , stránky 582-592.

Shimizu Corporation. (2013). *Lunar Solar Power Generation -LUNA RING-* . Získáno 27. Leden 2014, z Shimizu Corporation: http://www.shimz.co.jp/english/theme/dream/lunaring.html

Smith, G. P., & Thompson, A. D. (8. Březen 2012). Creating a Sustainable Manned Orbital Spaceflight Industry. *Astropolitics: The International Journal of Space Politics & Policy* , stránky 68-83.

Smith, G. P., & Thompson, A. D. (2012). Creating a Sustainable Manned Orbital Spaceflight Industry. *Astropolitics* , stránky 68-83.

Spohn, T., & Schubert, G. (2009). *Planets and Moons.* Amsterdam: Elsevier Science Ltd.

Spudis, P. D. (2009). Chapter 12: The Moon: Point of Entry to Cislunar Space. V P. H. C. Lutes, *Towards the Theory of Spacepower.* Washington DC: Institute for National Strategic Studies.

Spudis, P. D. (2005). Solar System Science and Exploration. *Johns Hopkins APL Technical Digest* , stránky 315-320.

Steinberg, A. (2012). Weapons in Space: The Need to Protect Space Assets. *Astropolitics* , stránky 248-267.

Strahan, D. (2007). *The Last Oil Shock.* Londýn: John Murray Publishers.

Sumida, J. (2011). Chapter 1: Old Thoughts, New Problems: Mahan and the Consideration of Spacepower. V C. Lutes, & P. Hays, *Towards a Theory of Spacepower: Selected Essays.* Washington DC: National Defense University Press.

White House. (28. Červen 2010). *White House*. Získáno 29. Listopad 2013, z National Space Policy of the United States of America: http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/national_space_policy_6-28-10.pdf

Williams, P. (2008). *From the New Middle Ages to a New Dark Age: The Decline of the State and U.S. Strategy.* Carlisle: Strategic Studies Institute.

Wingo, D. (2009). Chapter 8: Economic Development of the Solar System: The Heart of a 21st centruy Spacepower theory. V P. H. C. Lutes, *Towards the Theory of Spacepower.* Washington DC: Institute for National Strategic Studies.

Worden, S. P., & Sponable, J. (2006). Access to Space: A Strategy for the Twenty-First Century. *Astropolitics* , stránky 69-83.

Zubrin, R. (2009). Chapter 11: Victory from Mars. V P. H. Lutes, *Towards the Theory of Spacepower.* Washington DC: Institute for National Strategic Studies.

Zubrin, R. (1996). *The Case for Mars: The Plan to Settle the Red Planet and Why We Must.* New York: Touchstone.

Přílohy

Seznam příloh:

1 – Základny pro odpalování vesmírných raket, rok 2008 (mapa)

2 - Van Allenovy radiační pásy (model)

3 – Langrangeovy body (mapa)

4 – Mapa předpokládaných zásob vody na Měsíci (mapa)

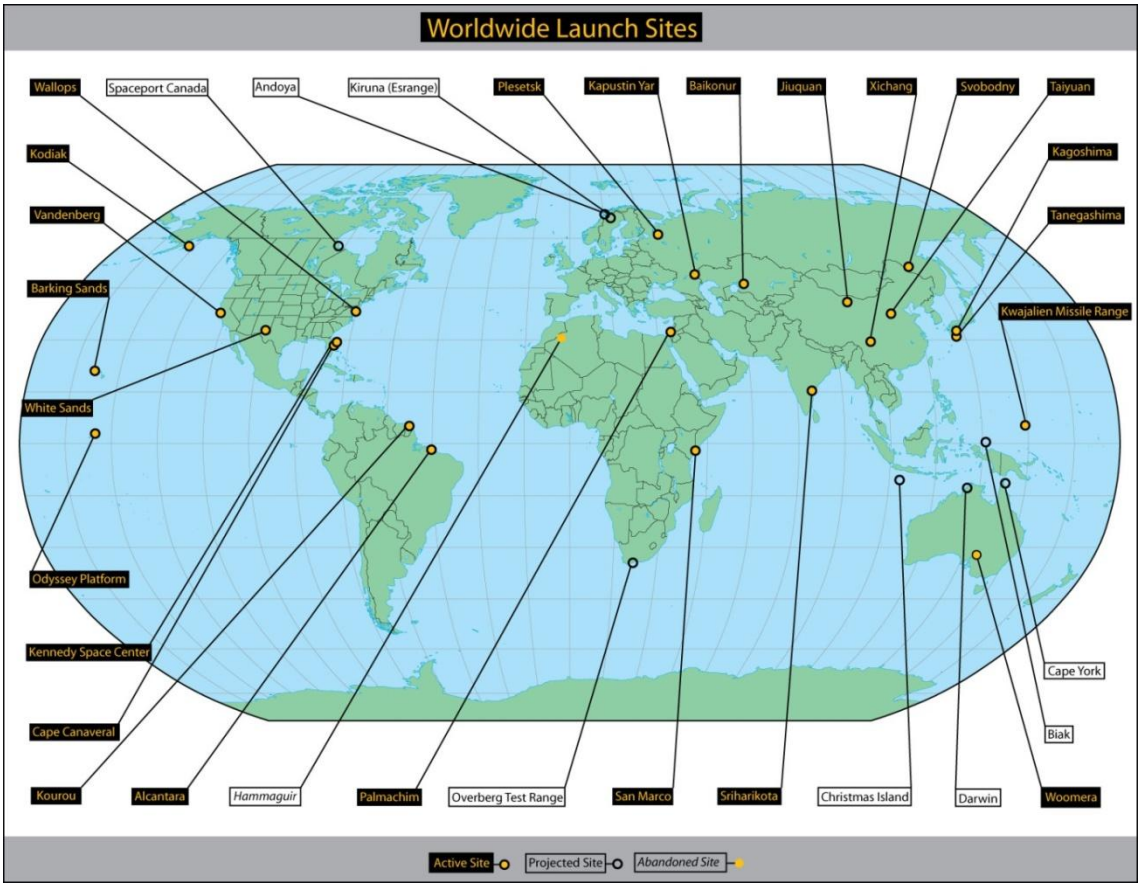
5 – Lunar Ring (koncept)

6 – Mapa Marsu (mapa)

7 – Vesta (ilustrační obrázek)

Přílohy:

1 – Mapa pozemských odpalovacích zařízení



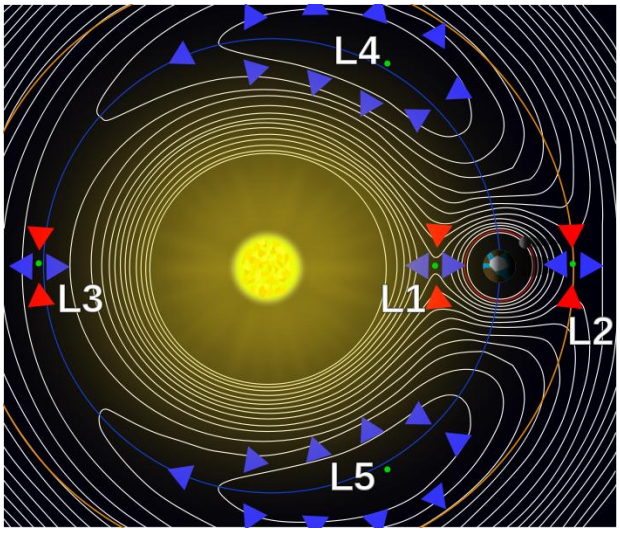
(zdroj: http://launiusr.files.wordpress.com/2011/06/launchsites.jpg)

2 – Van Allenovy radiační pásy

(Zdroj: http://www.nasa.gov/images/content/57578main_radiation_belt_small.jpg)

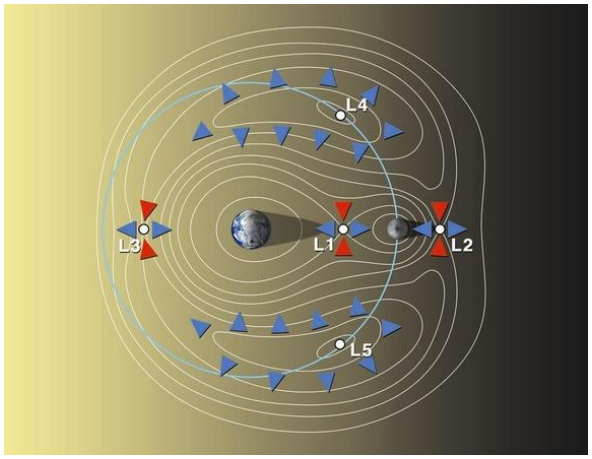
3- Lagrangeovy body

a) Země-Slunce



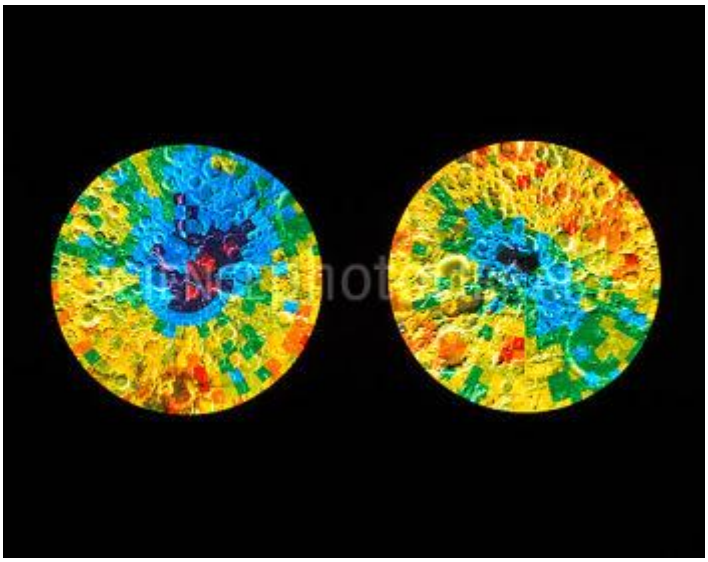
(zdroj: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Lagrange_points2.svg)

b) Země-Měsíc



(zdroj: http://i.space.com/images/i/000/015/157/i02/earth-moon-lagrange-points.jpg?1328752769)

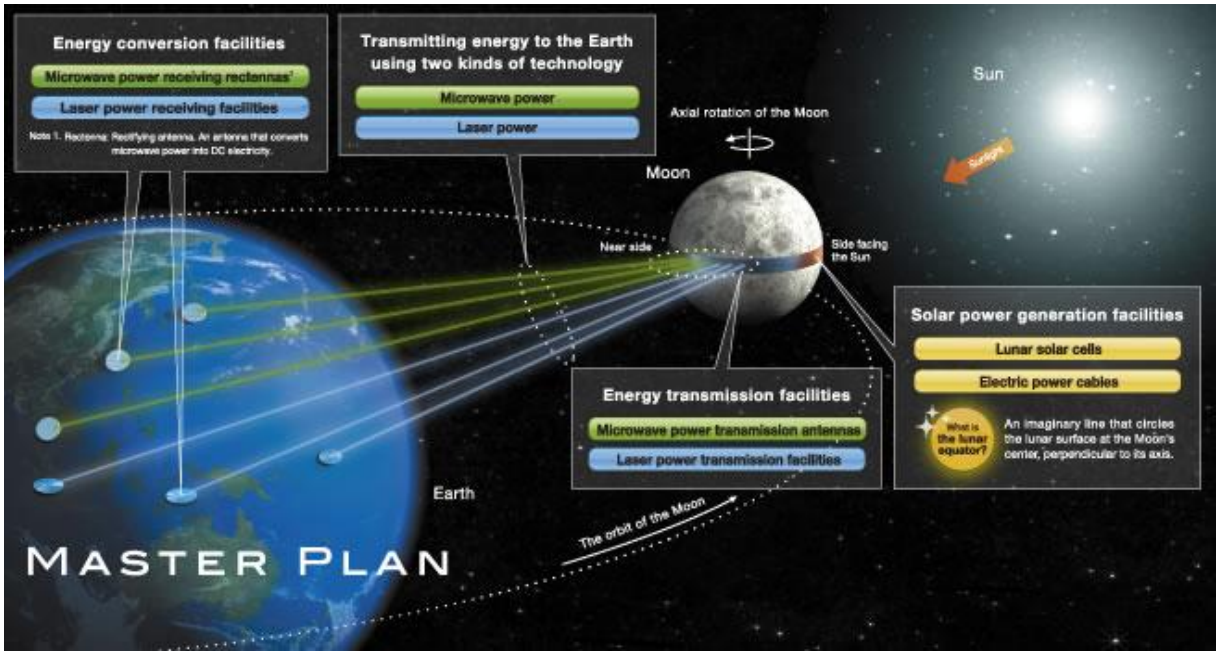
4 – Mapa předpokládaných zásob vody na Měsíci



Vlevo severní pól, vpravo jižní pól. Čím tmavěji modrá, tím větší předpokládané zásoby vody do hloubky 50cm pod povrchem.

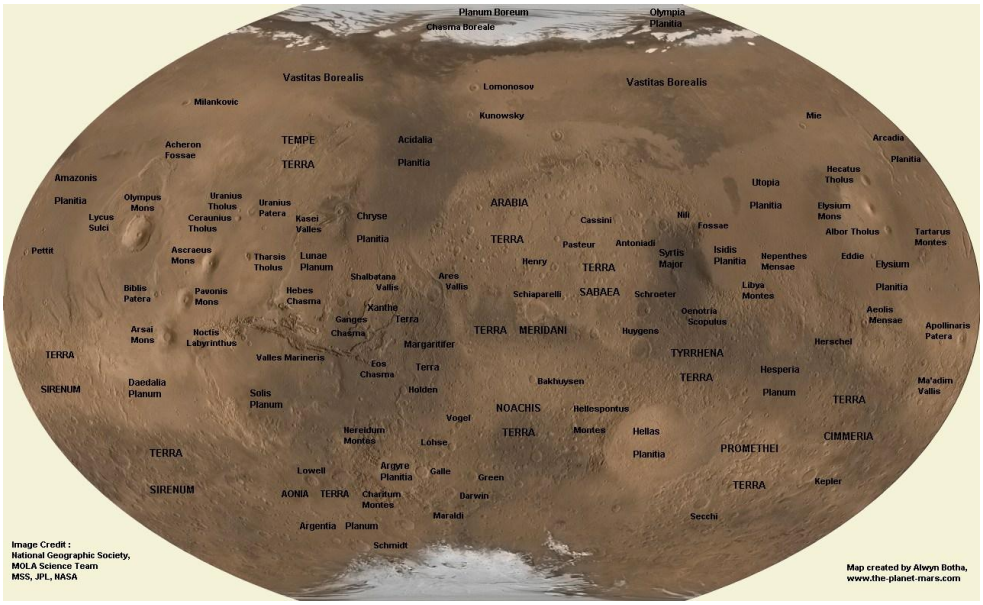
(zdroj: http://www.sciencephoto.com/media/325399/view)

5 – Lunar Ring



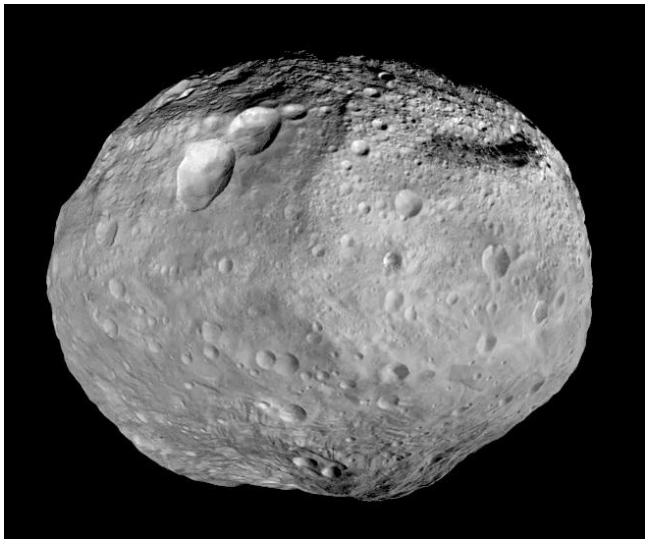
(zdroj: http://www.shimz.co.jp/english/theme/dream/lunaring.html)

6 – Mapa Marsu



(zdroj: http://allthingsgeography1.files.wordpress.com/2012/12/mars-map.jpg)

7 – Vesta



(zdroj: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/14/Vesta_full_mosaic.jpg)