



Výzvy pro národní politiku obrany planety a těžby asteroidů*

**Nikola Schmidt, Petr Boháček, Martin Švec, Jiří Borovička,
Petr Pravec, Pavel Spurný****

Abstract /

Challenges for the National Policy of Planetary Defense and Asteroid Mining

The following paper examines planetary defense from the perspective of astronomy, which describe scientifically the global nature of the asteroid threat through direct sky observations, technology, which offers concrete solutions of asteroid deflections, international law, which studies within what legal frames planetary defense and asteroid mining is a feasible effort, and finally political science that explores the normative perception of the whole planetary defense endeavor. The aim of this article is to describe the dynamic between an overtly positivist threat formulation and normative implications of different ways of addressing the threat. Beside planetary defense efforts, it is crucial to focus on industrial capacities useful for asteroid mining because that would lead to a loud voice on international level in discussing future space mining regime. From the theoretical point of view, the topics are interlinked via the cosmopolitan theory of international politics and Welsh School of Critical Security Studies. All these theoretical perspectives accentuate positive security, therefore, potential scientific and industrial capacities of the Czech Republic in the field of asteroid mining and planetary

* Tento článek vznikl v rámci grantového projektu Technologické agentury ČR TL01000181: Multidisciplinární analýza obrany planety před asteroidy jako klíčové národní politiky zajišťující mírový rozvoj a prosperitu lidstva na Zemi i ve vesmíru podpořeného.

** Mgr. Nikola Schmidt, Ph.D., Institut politologických studií, Fakulta sociálních věd, Univerzita Karlova v Praze, email: nikola.schmidt@fsv.cuni.cz.

Mgr. Petr Boháček, BA, Institut politologických studií, Fakulta sociálních věd, Univerzita Karlova v Praze.

Mgr. Martin Švec, Institut politologických studií, Fakulta sociálních věd, Univerzita Karlova v Praze.

RNDr. Jiří Borovička, CSc., Astronomický ústav AV ČR.

Mgr. Petr Pravec, Dr., Astronomický ústav AV ČR.

RNDr. Pavel Spurný, CSc., Astronomický ústav AV ČR.

defense are portrayed as humanistic and globally responsible solutions to the asteroid threat. Finally, we argue that proper identification of local research and industrial capacities are not necessarily only useful for scientific and economical interests of a small state but can be used as a foreign policy leverage to prevent super power from usurping the global debate.

Keywords /

Planetary defense, asteroid mining, cosmopolitan theory, Czech Republic

Úvod

Při vyslovení „planetární obrana“ se laické veřejnosti zpravidla vybaví buď Bruce Willis ve filmu Armageddon nebo invaze mimozemšťanů. Obě ve společnosti utkvělé představy vyprodukované populární kulturou vytváří celé problematice planetární obrany těžkou výchozí pozici pro obhajobu vědeckého úsilí před laickou veřejností a významnou kulturní zátěž pro vyváženou politizaci, abychom Zemi případně od katastrofálního dopadu ochránili a při tom nezpůsobili globální politické turbulence, například použitím tabuizovaných technologií.

Planetární obrana předpokládá primárně změnu paradigmatu, tedy úhlu pohledu na náš život a naši roli na planetě. Nicméně naším zásadním argumentem je, že naopak planetární obrana má potenciál toto paradigma změnit. Bez normativní reflexe je ale možné, že pouze prohloubí realistické paradigma důrazem na exkluzivní technologie (jádro), zatímco vývoj nové technologie inkluzivním způsobem může mít konstitutivní efekt pro inkluzivní politické uspořádání kosmopolitního charakteru, přinejmenším pokud jde o systém kontroly bezpečnostně citlivé technologie. Ulrich Beck při svých úvahách o nutnosti změnit paradigma z národního na kosmopolitní hovoří o nutnosti diskutovat témata, které tuto změnu úhlu pohledu zajistí (Beck 2006). Planetární obrana je jedním z nich, protože pro diskusi mezi odbornou a laickou veřejností především potřebujeme přijmout fakt, že naše planeta nelevituje někde v prázdném vesmíru, ale v dynamickém prostředí, která srážkami asteroidů z protoplanetárního disku vznikla. V neposlední řadě bez změny paradigmatu nebudou politici vydávat veřejné finance na planetární obranu, vyjma zemí, které dlouhodobě svou roli na planetě vnímají výjimečně. Změna paradigmatu však není jen o předcházení a zabránění existenční hrozbě, je především o zajištění rozvoje lidstva a biosféry, o mezinárodní spolupráci, o velké vizi, že planetu dokážeme uchránit. K tomu v planetární obraně pomohou vědecké znalosti poskytující přehled o situaci ve Sluneční soustavě, technologický rozvoj umožňující i jiné aplikace než v planetární obraně, žádoucí forma globálního vládnutí pro organizaci planetární obrany zajišťující více kosmopolitní, a nikoli současný konsensuální, model mezinárodní spolupráce i v jiných oblastech a v neposlední řadě díky prohlubujícím se znalostem i další budoucí možnosti nového poznání, cestování a lidského uplatnění. Bezpečnost není jen o zajištění absence hrozby, ale o rozvoji a zkvétání (Booth 2007), což je pro naši studii podstatné východisko.

Planetární obrana je téma výhradně politické, protože už použitý termín ve svém významu obsahuje požadavek na globální úsilí zamezit srážce s asteroidem. Nicméně, aby politici mohli rozhodnout správně, řada vědců a expertů musí v interdisciplinárním prostředí najít průsečík všech argumentů vyplývajících z jejich disciplín. Ne vždy to nejefektivnější řešení planetární obrany přinese budoucnost, ve které bychom chtěli žít tím, jaké technologie přinese, je to tedy víc normativní rámování politické kontroly těchto technologií než jejich efektivita (Schmidt 2019b). Role malých států je v této věci díky současnému systému globálního vládnutí naprosto klíčová, protože díky rovnému hlasu v mezinárodněprávním prostředí mají příležitost toto prostředí utvářet, imperiální ambice silných mediovat a v souladu s humanisticko-kosmopolitní tradicí systému vládnutí ve vesmíru vyžadovat politicky inkluzivní řešení. Simulace na konferenci o planetární obraně v roce 2019 ve Washingtonu, která opět vyzdvihla nutnost použití jaderných zbraní, tuto premisu ještě více podtrhla.

1 / Astronomická perspektiva

Než se planetární obrana stane tématem politologickým, je třeba seskládat klíčové argumenty a vědomosti z řady dalších vědních disciplín. V oboru astronomie jsme vytvořili prostředky, pomocí kterých je možné asteroidy a komety pozorovat. V dnešní době je pozorování asteroidů otázkou sběru světelných dat z nočního nebe vzniklé odrazem slunečního svitu, zpravidla v infračerveném spektru,¹ které je následně analyzováno. Díky tomu nevidíme asteroidy blížící se od Slunce, což je případ všech velkých asteroidů, které spadly do naší atmosféry v minulých letech; nevěděli jsme o nich dopředu. Pozorování se dnes realizuje pomocí tzv. survey metody, během které nepozorujeme asteroid konkrétním natočením teleskopu, ale sbíráme světelná data v masovém měřítku z celého nebe (Vereš – Schmidt 2019), čímž se snažíme zmapovat Sluneční soustavu jako celek, a tak předpovídat potenciální pád díky znalostem o orbitálních parametrech všech velkých objektů ve Sluneční soustavě.

Dvě nedávné klíčové události celému úsilí dodaly významnou politickou podporu. Nejprve došlo v roce 1994 k rozpadu komety Shoemaker-Levy gravitací Jupitera na 27 kusů a jejich následný pád do Jupiterovy atmosféry, což mj. vyvolalo motivaci vědců simulovat podobnou simulaci na Zemi (Boslough – Crawford 1997). Každý kus způsobil výron hmoty na tisíce kilometrů daleko od svrchní vrstvy atmosféry zanechávající jizvu o průměru větší, než je průměr Země (Morrison 1995). Druhá událost je pád asteroidu o průměru 19 metrů na ruský Čeljabinsk, který způsobil rozbití statisíců oken a zranění 1500 lidem (Popova et al. 2013). Díky těmto událostem přestalo být pozorování asteroidů výsostně tématem odborné veřejnosti, ale stalo se tématem politickým; vznikly nové instituce, vesmírné agentury otevřely specializovaná oddělení a planetární obrana se stala součástí vesmírných národních programů, i nastávajícího českého kosmického plánu. Zjistili jsme, že máme přinejmenším dovednosti asteroidy pozorovat a nyní řešíme, jaké máme prostředky je odklánět z kolizní dráhy (Morrison 2019).

Pro přesnou představu čtenáře netknutého situací ve Sluneční soustavě shrneme úplně základní principy orbitální mechaniky. Asteroidy jsou zbytek po protoplanetárním disku, ze kterého Sluneční soustava vznikla srážkami malých objektů obíhajících kolem Slunce, tedy i naše Země. Už z toho důvodu je zřejmé, že ke srážkám docházelo, dochází a bude docházet. Oproti kometám jsou asteroidy primárně v oblasti mezi Marsem a Jupiterem v tzv. pásu asteroidů. Někteří z nich jsou různými vlivy, jako je silná gravitace Jupitera nebo svit Slunce, ze svých stabilních drah vystrkovány, čímž se mohou dostat do blízkosti Země (méně než 1,3 AU),² a proto jim říkáme Zemi blízké planety (Near Earth Objects/Asteroids, NEO/A). Ty, které křížují oběžnou dráhu Země alespoň ve vzdálenosti méně než 0,05 AU, a které jsou dostatečně velké (tzn. větší než 140 metrů), jsou označovány jako potenciálně Zemi ohrožující planety (Potentially Hazardous Asteroids, PHA). Asteroidy obíhají kolem Slunce často díky jejich blízkosti, tím je můžeme často pozorovat, a tak vypočítat, zda nedojde po několika obězích ke srážce (Milani et al. 2002). K tomu se používá koncept klíčové dírky. Projde-li asteroid jednou takovou oblastí, víme, že se se Zemí srazí (Chodas 1999).

Kometry jsou naopak primárně v Oortově mraku, což je sféra (nikoli disk) materiálu obklopující celou Sluneční soustavu. Oortův mrak sahá až do vzdálenosti 1,5 světelného roku (což je cca. 10 tisíc AU), zatímco asteroidy jsou od nás vzdálené řádově světelné minuty, a ty ohrožující prolétají ve vzdálenost světelných vteřin. Kometry přicházejí rychleji, na silně eliptických drahách, a jsou v podstatě nepředvídatelné dříve, než se přiblíží, protože je z velké vzdálenosti nevidíme. Tudíž nespočteme snadno, že např. po třech obězích kolem Slunce se s námi srazí jako u asteroidů, už proto, že není výjimkou oběžná dráha 200 let; jejich velikosti se pohybují do 10 kilometrů v průměru s pár nalezenými výjimkami až do 30 kilometrů (Bauer et al. 2017). Pokud by byla kometa velikosti 10 kilometrů na kolizní dráze hned, nebudeme mít v podstatě žádnou šanci a dojde k události podobné vyhynutí dinosaurů. Problémem u komet je velmi malá možnost aplikace konceptu klíčové dírky, z čehož plyne malá možnost srážku předvídat (pomocí dosud existujících astronomických prostředků). Případná srážka s kometou by byla globálně zničující. Riziko srážky je minimální, ale i proto se v souvislosti s planetární obranou mluví o málo pravděpodobné události s významným dopadem (low probability high impact event) (Mathias – Wheeler – Dotson 2017).

Jiná situace je u asteroidů, které lze snadněji předvídat a při jejich velikosti i odklonit z případné kolizní dráhy. Výchozí nutnou znalostí je orbitální dráha asteroidů, což nám umožní spočítat riziko srážky po x obězích kolem Slunce. Asteroidy jsme tedy schopni zmapovat a riziko víceméně vyloučit, i když na úroveň dvacetimetrových asteroidů se nedostaneme nejspíše dříve než za x desítek let. Riziko komety nevyloučíme nikdy.

V interakci mezi odbornou a laickou veřejností vždy vyplyne dotaz, jak moc jsou nám asteroidy hrozbou. Naprosto zásadním rozdílem oproti jiným hrozbám, zpravidla těm způsobených člověkem, je fakt, že hrozbu asteroidu můžeme velmi dobře předpovídat. Pokud tedy někdo má tendenci hrozbu srážky s asteroidem bagatelizovat, je to typická ukázka pokusu dekonstruovat hrozbu, která je domněle sociálně konstruovaná. Hrozba asteroidu je sice minimální, ale perfektně předvídatelná, a tedy do jisté míry objektivní, a tudíž je její

sekuritizace normativně obhajitelná (Floyd 2011). Problematická situace z normativního hlediska nastává s volbou řešení hrozby, a to odklonu asteroidu.

Planetární obrana je vynikající příklad, kdy kombinace exaktní vědy může vstoupit do politického rozhodování a zkvalitňováním vědeckých metod snižovat nejistotu nad tím, zda nám kolize asteroidu hrozí nebo ne. Současným cílem NASA je vytvořit katalog 90 % asteroidů o velikosti 140 metrů a větších. V OSN se za míru hrozby hodné pozornosti skupiny SMPAG (Space Mission Planning Advisory Group)³ určil průměr 50 metrů. Nicméně jak víme z Čeljabinsku, i méně než 20 metrů může způsobit materiální škody a ohrozit zdraví. Při velikosti asteroidu 50 metrů by zmizela přinejmenším celá Praha, u 500 metrů pak celá Evropa.

Domníváme se, že asteroidy schopné zničit život na Zemi v podobě, v jaké ho známe, tedy asteroidy velikosti toho, který např. vyhubil dinosaury (10 kilometrů), známe skoro všechny.⁴ U cíle NASA na 140 metrů se domníváme, že máme cca 30 % všech asteroidů. Celkově je v současnosti objevených 789.069 asteroidů a 4025 komet, z toho cca. 2000 PHA.⁵ Odhad počtu komet je víc jak tři triliony, odhad počtu asteroidů není snadné udělat, museli bychom si určit nejnižší průměr a 50 metrů je z hlediska hrozby moc vysoká hranice, ale asteroidů s minimálním průměrem 20 metrů mohou být ve Sluneční soustavě miliardy (Harris – D’Abramo 2015). Se snižujícím se průměrem roste potenciální počet exponenciálně až na meziplanetární prach. Je otázkou, co je pro bezpečnost Země vhodná hranice. Skoro jistě se OSN rozhodne jít s číslem níže.

Najít asteroid ale není dostačující. Pro jistotu, že jej neztratíme, je třeba jej pozorovat víckrát, nejlépe pravidelně, abychom snížili nejistotu vyplývající z nepřesnosti měření. Bez znalostí přesných heliocentrických drah NEAs je problematické či nemožné se zabývat účinnou obranou proti nim (např. k naplánování vhodné trajektorii kinetického impaktoru), případně jejich využitím k těžbě (pro naplánování cesty k asteroidu a zpět). Zde je jistě velký prostor pro zlepšení. Ovšem nejlepší určení (zpřesnění) drah NEAs je dosahováno radarem, k čemuž jsou v současnosti aktivně a rutinně využívány jen dvě zařízení: 300metrový radar v Arecibo (Portoriko) a 70metrový radar v Goldstone (Kalifornie). Pro výrazné zpřesnění dráhy je třeba k asteroidu letět, což je v současnosti mise navrhovaná expertní skupinou SMPAG v OSN. Dalším podstatným parametrem pro plánování mise odklonění jsou fyzikální vlastnosti (rotace, spektrální typ apod.), které nejsou centralizované v jedné databázi, ale s ohledem na fakt, že přibližně 85 % asteroidů jsou hromady kamení a štěrků s dutinami (rubble pile), bez znalosti fyzikálních vlastností je snadno neodkloníme (Graninger et al. 2018). Hromady kamení mají tendenci se po nárazu rozptýlit, což může situaci obrany planety významně zkomplikovat.

Pro velkou většinu asteroidů neznáme jejich fyzikální vlastnosti. Je ovšem otázkou, zdali potřebujeme tyto vlastnosti zjistit pro (pokud možno) všechny NEAs, nebo nám stačí zjistit je jen pro vhodný vzorek těchto těles. Zatím pouze zkoumáme tyto vlastnosti na vzorcích populace NEAs. Pokud bychom je měli zkoumat pro většinu NEAs (a vytvořit tedy jejich dostatečně „úplný“ katalog), vyžadovalo by to řádově větší zdroje, než jsou zatím pro tyto účely

k dispozici. Znalost fyzikálních vlastností asteroidů je nutná nejenom pro předpověď jejich chování při průletu atmosférou, ale i pro posouzení metod jejich odklonění z kolizní dráhy a pro případnou těžbu. Asteroid Lightcurve Database zaznamenává rotační vlastnosti, což nám může říci, zda je asteroid binární, tzn. s vlastním malým měsícem, nebo vícečetný s více měsíci (Pajuelo et al. 2018). Bez takové znalosti nebude výpočet potřebné síly nárazu pro případ odklonění nikdy přesný. Asteroid Lightcurve data máme pouze pro 126 NEO a asi 20.000 ostatních objektů. Spektrální typ zjistíme spektrální analýzou asteroidu. Tato informace nám řekne hodně o hmotnosti asteroidu, ale i o složení (uhlíkové typu C, silikózní typu S a metalické typu M), což je informace vhodná pro rozhodování případné těžby nerostných surovin.

Jiný přístup, jak zjistit složení asteroidů, je pozorování jasných bolidů na nebi (Borovička – Betlem 1997). To nám umožňuje studovat interakci asteroidů (či meteoroidů) řádově metrových rozměrů se zemskou atmosférou. Průběh průletu, zejména fragmentace, vypovídá o vnitřní struktuře tělesa. Z výšek rozpadů, spolu se známou rychlostí průletu, lze odhadnout celkovou mechanickou pevnost asteroidu, případně pevnosti jeho dílčích částí. Pokud dopadnou meteority, představují nejpevnější (nejodolnější) část původního tělesa. Zatím pouze čtyřikrát došlo k propojení planetkové a meteorické astronomie, kdy asteroid byl nejprve objeven a pozorován teleskopicky, a následně se střetl se Zemí a způsobil bolid. V pátém případě nebyl náraz se Zemí potvrzen.⁶ Ve dvou případech byly nalezeny i meteority. Data o bolidech jsou však neúplná, protože k pádům došlo v odlehlých oblastech, např. v Súdánu (Jenniskens et al. 2009). V budoucnu lze očekávat případy, kdy asteroid bude objeven delší dobu před srážkou, a bude tedy více času na teleskopická pozorování a možná i na přípravu cílených pozorování bolidu v předpovězeném místě. Česká republika patří v oblasti pozorování bolidů ke světovým velmocem, především díky práci Astronomického ústavu v Ondřejově.

Bez znalostí fyzikálních vlastností jsme „napůl slepí“. V případě obrany proti nebezpečným asteroidům nejsme bez znalosti jejich vlastností schopni nebezpečí dobře kvalifikovat a přijmout odpovídající správná a optimální protiopatření. V případě těžby znamená neznalost vlastností potenciálních cílů takových aktivit riziko značně neefektivního vynakládání prostředků na takové těžební mise, které by probíhaly více či méně „naslepo“. Poznatky o malých asteroidech lze pravděpodobně extrapolovat i na o něco větší tělesa. Asteroidy větší než zhruba 100 metrů však již mohou mít odlišnou strukturu a často se může jednat o shluky těles slabě vzájemně vázaných. Dosavadní studie ukazují, že pevnost metrových asteroidů je oproti meteoritům výrazně snížena přítomností puklin. Existují i asteroidy, které jsou slepenci meteoritů různých typů a vznikly zřejmě spojením úlomků různých asteroidů rozbitých při vzájemných srážkách v meziplanetárním prostoru. Ukazuje se však, že i tyto slepence mají určitou pevnost, která je mnohem větší, než by odpovídalo úlomkům drženým pohromadě pouhou vzájemnou gravitační přitažlivostí. Některé metrové asteroidy jsou kometárního původu, mají porézní strukturu, a při vstupu do atmosféry se snadno rozpadnou na prach.

2 / Inženýrská perspektiva

Mezi nejvyspělejší technologie k odklonění objektů z kolizní dráhy se Zemí patří kinetický impaktor (KI), jaderná exploze (JE) nebo gravitační traktor (GT). Všechny techniky vyžadují včasné varování, že je asteroid na kolizní dráze, alespoň deset let (Morrison 2019). Cílem každé metody je změna dráhy letu objektu mimo okno, ve kterém se protíná s dráhou Země a jehož velikost se odhaduje v řádu kilometrů (Lu – Love 2005).

Metoda JE je v několika svých potenciálních teoretických podobách aplikace nejefektivnější (naopak GT představuje metodu nejméně efektivní). Z toho plyne, že pro využití GT je potřeba výrazně včasějšího varování, zatímco u JE je možné asteroid vychýlit měsíce až roky před kolizí; záleží však na trajektorii vůči Zemi, rychlosti, velikosti, složení a dalších parametrech. JE je metodou, která má nejkratší potřebnou dobu příprav, a sice pět až deset let pro asteroid nad 500 metrů a dva roky pro asteroid pod 500 metrů (Adams et al. 2007). JE probíhá buď ve vzdálenosti 0.4 poloměru objektu od asteroidu anebo pod povrchem. Největší technickou výzvou je přesný odhad rozlomení tělesa a stejně tak rychlost a trajektorie výsledných fragmentů, které nelze vypočítat bez kompletních znalostí jeho chemického a fyzického složení.

Podobný problém vzniká i při metodě KI, kde pro naplánování nárazu sondy do objektu je sice potřeba jen znalostí hmotnosti a těžiště, ale neznalost chemického složení omezuje schopnost vypočítat vliv výronu hmoty po nárazu na rychlost a trajektorii asteroidu či komety (Holsapple 2004). Bez hlubších chemických a fyzických vlastností se obejde metoda GT, kdy sonda působením své gravitační síly mění dráhu tělesa, zatímco si udržuje iontovými či elektrickými pohony adekvátní vzdálenost. Zatímco teoretické využití nerostných zdrojů na místě by mohlo dle nových studií zvýšit efektivitu GT u objektů s průměrem 175 metrů na méně než dvanáct měsíců, doposud je změna trajektorie 100metrového tělesa touto technologií odhadována až na osmáct let (Mazanek et al. 2015).

Metody planetární obrany dosud testovaly mise Deep Impact, která se zaměřila na kometu, a mise AIDA, zaměřující se na binární systém Didymos ve spolupráci NASA (mise DART) a ESA (zrušená mise AID nahrazená misí HERA). Mise DART má ambice dosáhnout u zájmového objektu změny orbitální periody o celých sedm minut nárazem o rychlosti 6 km/s (Cheng et al. 2018). Je však třeba podotknout, že kometa 9P/Tempel je v porovnání s binárním asteroidem Didymos a zejména cílovým objektem Didymos 2 (Didymoon) výrazně větší a těžší, přičemž samotný impaktor vážil pouze 370 kilogramů. Změna orbitální periody u mise Deep Impact navíc nebyla cílem této mise. Pro všechny tyto metody je klíčová přesná charakterizace tělesa, zejména jeho hmotnosti a tím pádem i porozity, ale stejně tak určení těžiště nebo chemického a fyzického složení. Průzkumná mise doplňující tyto informace je tak kritickým předpokladem pro úspěšnou misi. S tímto cílem mimo jiné vypracovává koncept průzkumné mise SMPAG zodpovědný za expertní koordinaci kapacit a misí pro planetární obranu.

Lokalizace, průzkum a odklonění představují tři hlavní prvky planetární obrany. Pro cíle těžby jsou z technologického hlediska tyto kroky téměř identické, kde na místo odklonění

je třetím krokem získávání materiálu. Nicméně kompletní charakterizace chemického a fyzického složení těles je jak předpokladem pro úspěšnou obrannou misi, tak i pro těžební misi. Proto je hlavní náplní následné části souhrn výzev a konceptů průzkumných misí jako nezbytného, a z českého hlediska technologicky dosažitelného, cíle, jak pro planetární obranu, tak pro těžbu.

Průzkumné mise /

Průzkumná mise by měla poskytnout dostatečné množství informací potřebných pro úspěšnou modelaci metod odklonění. Mezi výzvy, které zmiňují astronomové, patří: porozita, změna povrchu kosmických počasím, neznalost rotačních vlastností většiny asteroidů či existence družic. Proto je nutná průzkumná mise, která má velké využití i pro případnou těžbu. Několik průzkumných misí, především vědeckých, již proběhlo, a sice Hayabusa 1 a 2, Rosetta, Osiris-Rex.

Mise japonské agentury JAXA Hayabusa 1 poukázala na problémy neznalosti porozity při průzkumu asteroidů, Hayabusa 2 tak pomocí vylepšeného LIDARu a navrácených vzorků studovala právě variace v porozitě.⁷ Vhodně vybranými instrumenty můžeme zjistit porozitu, což je zásadní pro úspěšnou charakterizaci objektu pro planetární obranu, ale také pro sběr vzorků či operace v jeho blízkosti. Měření porozity je jedním z dalších hlavních cílů mise HERA, na které se zaměří malý CubeSat APEX, na kterém se ČR přímo i nepřímo podílí třemi spektroskopickými instrumenty⁸ a Juventas radarem⁹. Mimo zaměření na tvar a hmotnost asteroidu je jeden z hlavních cílů mise HERA zjištění porozity na základě spektrometrie kráteru a nárazem vyvrženého materiálu.¹⁰ Zaměření na povrchové vlastnosti (množství regolitu, balvanů, kráterů) také přinese informace o porozitě a soudržnosti asteroidu. Mezi další technologické metody patří například optická gravimetrie pro odhad hmotnosti (Atchison et al. 2018). Mise HERA má za jeden z hlavních cílů porovnat prostřednictvím spektrometrů CubeSatu APEX rozdíly v chemickém složení Didymosu a ovlivněného Didymoonu. Do budoucna pro analýzu chemického složení také může být využita tepelná emisní spektroskopie, neutronový spektrometr či spektroskopie laserem buzeného plazmatu.

Fungování jak satelitů, tak CubeSatů ve vzdálených oblastech vesmírů přináší nové výzvy od nízké gravitace, malý počet referenčních bodů pro navigaci, elementy narušující dráhu letu (solární vítr, radiální tlak, vnitřní tepelné záření), zvýšenou radiaci mimo zemskou magnetosféru či omezené komunikační kapacity. Tyto výzvy vyžadují větší ochranu před radiací, adekvátní navigační systém či vylepšenou komunikaci, ale také schopnost samostatně vykonávat základní funkce, zejména navigaci a úpravu dráhy letu dostatečným pohonem (Penttilä et al. 2017).

Technologické výzvy se různí dle odlišných konceptů misí. Základní rozdíl je mezi misí průletovou (flyby) či přistávací (lander). Průlety ve vzdálenosti méně než 500 kilometrů jsou možné se současnou navigační technologií, teoreticky lze proletět řádově desítky metrů nad

povrchem s přijatelným rizikem a důrazem na přesnou navigaci. Průletová mise má potenciál zmapování většího vzorku objektů – asteroidů, ale v menší míře a s menší přesností. Dalším konceptem je vyslání skupiny malých CubeSatů na lagrangeovy body, ze kterých dvěma propulsními manévry může být vysílána k prolétávajícím blízkozemním planetkám (Machuca – Sánchez – Greenland 2018).

Průzkumná mise je základním prvkem pro adekvátní charakterizaci asteroidů, jejichž znalost podmiňuje rozvoj potřebných technologií pro jejich zpracování, konceptualizaci procesu jejich využití a zejména vybudování komerčního zájmu a dodavatelských řetězců pro realistickou proveditelnost těžby. Veřejné investice do průzkumných misí lze kromě vědy obhájit nutností prohloubit znalosti asteroidů pro planetární obranu. Významné soukromé investice nastanou až tehdy, kdy bude z hlediska mezinárodního práva jasné, za jakých právních podmínek je možné asteroidy těžit. Vyřešení této otázky může zcela zásadně změnit přístup např. velkých ropných společností, jejichž vstup do diskuse o těžbě ve vesmíru by celou současnou pionýrskou situaci okamžitě změnil k reálné těžbě.

Težba ve vesmíru /

Těžba závisí na koncovém využití získaného materiálu, kdy při nákladnosti vyslání čehokoliv nosnými raketami z gravitační studny Země dělá jakékoliv vyžití materiálu získaného v kosmu, především pro využití v kosmu, velmi atraktivní. Nejbližším zdrojem kosmických surovin je Měsíc, kde se mimo různých kovů (železo, titan, fosfor, draslík, hliník, sodík, draslík, křemík) využitelných například pro stavební účely (základní struktura, aditivní výroba, ochranná vrstva proti radiaci či meteoroidům) vyskytuje také izotop helia Helium-3 využitelný pro vyvíjenou termonukleární fúzi. Vyskytují se v depozitech pyroklastik (zdroje železa, titanu, křemíku či kyslíku redukcí) či čedičových pláních bohatých na titan. Nejžádanější surovinou je nicméně voda pro její využití jak na palivo, jehož dostupnost ve vesmíru je kritickým krokem pro rozvoj kosmické ekonomiky a dalších způsobů těžby, tak pro její užití pro radiační ochranu či systém podpory života. Voda na asteroidech je odhadována na 8,5 % u uhlíkatých asteroidů, jejichž populace je odhadována na 10 %, zatímco většina jsou složeny převážně z křemičitanů (Stuart – Binzel 2004). Na asteroidech se voda většinou objevuje ve vzdálenějších oblastech od slunce za takzvanou sněžnou čarou, ale také v jednoduchých fylosilikátech primitivních asteroidů (Grimm – McSween 1993). Spektrální charakterizace asteroidu je kvůli vodě v zemské atmosféře nedokonalá zvláště při hledání vody. Na Měsíci v regolitu v kráterech skrytých od slunce na jižním pólu Měsíce s odhadovaným obsahem až 30 % (ESA 2019b) a doposud jediným přesným měřením demonstrujícím množství vody mezi 2,9 % až 5,6 % (Colaprete et al. 2010).

Všechny kroky potenciální těžby v sobě zahrnují komplexní technologické výzvy. Jelikož tato oblast kosmických technologií je nová, představuje příležitost pro testování velkého počtu různých metod a instrumentů. Konkrétní výzvou na Měsíci je nedostatečná znalost složení jeho regolitu v různých oblastech, konkrétně jeho fyzických, tepelných, elektrostatických,

strukturních a mineralogických vlastností. Stejně jako při observaci asteroidů není možné získat dostatečné informace o chemickém složení měsíčního povrchu z jeho družic a je potřebný průzkum na místě. Takové technologie jsou tedy prioritní pro celý proces. Patří sem nástroje na vrtání v hloubce dvou až dvaceti metrů, elektronika a instrumenty fungující ve velmi nízkých teplotách (včetně měsíční noci), spektrometry (hmotnostní pro plyny, neutronové pro vodík či infračervené pro celkové chemické složení), podpovrchové radary či seismometry. Například miniaturizovaný balíček senzorů a systém jejich vynesení pro in situ průzkum, povrchová a podpovrchová detekce a in situ měření polárního ledu v permanentně zastíněných oblastech a kompletní mineralogie ostatních měsíčních regionech jsou jedny z výzkumných cílů ESA na roky 2019 a 2020 a součástí výzkumných priorit do roku 2030 (ESA 2019a).

V dalším kroku jsou to technologie pro získávání vody, kyslíku či různých kovů a jejich čištění o odstranění kontaminantů. To zahrnuje charakterizaci regolitu, granulární a elektrostatické třídění kovů či nové způsoby jejich extrakce. Získání vody vypařováním z regolitu soustředěným světlem či elektrickým zahříváním v dómu, nebo přesunem regolitu do elektrických či mikrovlnných pecí. Voda je pak zachycena v chladicích nádržích a zmrazena. Využití surovin jako další krok v případě vody zahrnuje většinou její rozdělení na vodík a kyslík pro využití jako paliva. Pro tyto cíle technologického rozvoje ESA vytyčuje cíle na roky 2019 a 2020 rozvoj vysokotlakového elektrolyzéry, studii separace kapalných a pevných látek ve vesmíru, výrobu hydrazinových pump, naplnitelných nádrží či přenos solární energie z permanentně osvětlených oblastí do temných kráterů. Pro pevné látky sem patří jejich 3D tisk, aditivní výroba na základě prvků. Všechny tyto úkony pak kladou velké nároky na robotiku, autonomizaci všech funkcí a komunikace.

Souhrn vědeckotechnologických schopností ČR /

Česká republika disponuje řadou vědeckých a průmyslových kapacit zapojit se a rozvíjet technologie pro planetární obranu a těžbu ve vesmíru, které mohou přímo přispět k mezinárodním snahám na tomto poli. Silnou technologickou synergií mezi planetární obranou a těžbou ve vesmíru identifikujeme v oblasti průzkumné mise. Česká republika se špičkovými astronomickými kapacitami se již aktivně zapojuje do sledování a poznávání blízkozemních planetek či bolidů. Observační kapacity jak Astronomického ústavu Akademie věd ČR v Ondřejově, tak i řady dalších observatoří jako je Kleť či Teplice mohou hrát kritickou roli při identifikaci chemicky zajímavých asteroidů vhodných k průzkumu ve spolupráci s výpočty blízkosti jejich průletu kolem Země letu prováděným Matematicko-fyzikální fakultou Univerzity Karlovy či softwaru pražské firmy Iguassu Software Systems. Měření fyzikálních vlastností (např. rotací nebo charakterizace podvojnosti asteroidů) je předmětem výzkumu Dr. Pravce a jeho týmu na Astronomickém Ústavu AV ČR. Používá k tomu metodu časově rozlišené fotometrie pomocí několika pozemských dalekohledů (také v rámci spolupráce se zahraničními kolegy). Katalogizace blízkozemních asteroidů dle jejich

dosažitelnosti lze řešit buď pomocí parametru delta-V vyplývajících z konkrétních pohonů či je možné misi realizovat dohromady s velkými zahraničními kosmickými misemi za pomoci potenciálních sdílených nosičů pro menší průzkumnou misi. Toto je přirozeně prvním krokem ke zjištění proveditelnosti mise. Delta-V určuje změnu rychlosti, ke které je třeba energie. V diskurzu orbitální mechaniky je klíčová pro uvědomění si, zda je nějaké místo ve Sluneční soustavě dosažitelné. Typicky třeba nízká oběžná dráha Země je sice výrazně blíže povrchu Země, ale delta-V z povrchu Měsíce je menší. Těžba na Měsíci je tak rentabilní právě proto, že díky nižšímu delta-V z povrchu Měsíce než ze Země je třeba spálit méně paliva, i když cesta potrvá několik dní místo minut. Malá průzkumná mise má tak značnou využitelnost pro těžbu na Měsíci, a nejen na asteroidech, a to nejen pouze z důvodů využití podobných instrumentů, ale také díky zmiňované potřebě pro průzkum na povrchu (in situ).

Dle Roberta Zubrina (2018) je delta-V potřebné pro smysluplný pohyb po celém povrchu Měsíce rovno delta-V potřebné k dosažení měsíčního povrchu z nízké oběžné dráhy Země. Rozvoj takové sondy by tak mohl plnit několik úkolů. Mimo mise HERA je příležitostí v rámci ESA mise M-Argo, 12U CubeSat zaměřený na charakterizaci asteroidů. Nicméně celý smysl těžby v těchto raných fázích je rozvoj špičkového průmyslu skrze vědeckotechnologický rozvoj řady potenciálních instrumentů, který v blízké budoucnosti sehraje klíčovou roli. Politická podpora zlomových projektů výzkumu vesmíru může tento průmysl rozvinout a jejich potenciální aplikace se lze vždycky uplatnit na Zemi i k jejímu lepšímu pozorování.

Česká republika svou participací na misi ESA planetární obrany pod jménem HERA udělala základní krok k demonstraci a rozvoji technologických kapacit pro planetární obranu a těžbu asteroidů. Firma Space Systems Czech (SSC) participuje na vývoji koncepce řízení mise, mezisatelitní komunikaci, aspektech autonomiích operací, či softwarových nástrojích automatického mapování 3D prostředí kolem asteroidu pro navigaci. SSC také pomocí měření vzdálenosti mezisatelitním spojením linkem dokáže vytvořit „virtuální akcelerometr“, a tak zmapovat i gravitační pole celého systému, což je aktivita s vysokou hodnotou pro komplexní navigaci v okolí asteroidů a snížení spotřeby paliva. Přistání na Didymoonu přinese klíčové zkušenosti pro navigaci a pohyb v nízké gravitaci poblíž asteroidu. Česká republika tak bude disponovat kritickými schopnostmi pro rozvoj navigačních kapacit pro další průzkumné mise.

Z vědeckého prostředí je důležitá zmínka o katedře fyzikální elektroniky ČVUT vedené Ivanem Procházkou, která již vyvinula několik laserových zařízení pro kosmické mise, ty mohou pomoci s radarovou navigací v oblastech se silným zářením.

České schopnosti pro charakterizaci kosmických objektů jsou představované Tomášem Kohoutem z Geologického ústavu Akademie věd ČR, který vyvíjí pro CubeSatu APEX spektroskopické instrumenty na analýzu chemického složení Didymoonu a Didymosu v rámci mise HERA. Celý APEX je koncipovaný jako testování sondy, která by mohla být využita k průzkumu asteroidů a jejich potenciální těžbě. Měření rotace nebo charakterizace

podvojnosti asteroidů je předmětem výzkumu Petra Pravce na Astronomickém Ústavu AV. Dále pak sem patří Vysoké učení technické v Brně, které se podílí na vývoji monostatického nízkofrekvenčního radaru pro průzkum vnitřní struktury asteroidů. Firma BBT Materials Processing v rámci zapojení do programů ESA pracuje na vývoji nového akusticko-optického kalomelového filtru pro hyperspektrální spektroskopii pro kosmické aplikace.

Mezi další využitelné vědecké kapacity ČR, které mají velký potenciál na řešení zmíněných výzev patří také Ústav technické a experimentální fyziky ČVUT či Ústav fyziky plazmatu AV ČR. ÚFP se věnuje spektroskopii laserem buzeného plazmatu. Rozvoj tak výkonného laseru může být vykonán ve spolupráci se špičkovými laserovými centry ČR, jako je HiLase nebo Eli Beamlines, člen mezinárodního výzkumného konsorcia ERICA, tak průmyslem v podání firmy vytvářející laserové komponenty Crytur. Z hlediska historicky silného českého průmyslu v oblasti radarů se také nabízí zapojení této české specializace pro potřeby podpovrchové analýzy asteroidů či navigaci.

Souhrnem je nutné říct, že hlavní výzvou je zejména tyto výše popsané kapacity v ČR udržet jak podporou vzdělání, doktorandských pozic, ale také podmínek, které stimulují využití na vědecké, průmyslové a soukromé úrovni. Dalším nezbytným krokem je jejich další rozvoj na celosvětové úrovni k zajištění konkurenceschopnosti, pro kterou je základním předpokladem špičkové, motivující a inovativní prostředí umožňující růst. K tomu je potřeba jak silné politické vůle, finanční podpora vědy a výzkumu ale také silná mezinárodní spolupráce, ke které v poslední části článku nabízíme zahraničně politický argument. Využití těchto kapacit mimo rámec experimentální špičkové vědy a jejich přesun do zóny průmyslového a obranného využití s sebou nese řadu mezinárodněprávních a politologických výzev.

3 / Mezinárodněprávní perspektiva

Jak bylo řečeno v části o astronomické perspektivě, nezbytným předpokladem pro efektivní obranu před NEO na kolizní dráze je jejich úspěšná a včasná detekce. V tomto kontextu hraje zásadní roli mezinárodní spolupráce při pozorování vesmírných těles a sdílení dat, ke kterému dochází převážně na úrovni astronomické komunity. Vzhledem k tomu, že sdílení výsledků pozorování a mezinárodní spolupráce při jejich analyzování astronomickou komunitou probíhá zásadně na principu dobrovolnosti, stojí ČR před otázkou, do jaké míry využít nástrojů mezinárodního práva veřejného k institucionalizaci výše popsané mezinárodní spolupráce a s tím i související politizaci celého tématu.

Základní rámec mezinárodního vesmírného práva položila Smlouva o zásadách činnosti států při výzkumu a využívání kosmického prostoru včetně Měsíce a jiných nebeských těles (dále též jako „OST“). Článek 9 OST, ukládá smluvním státům povinnost provádět činnost v kosmickém prostoru (...) s tím, že budou informovat generálního tajemníka OSN, jakož i veřejnost a mezinárodní vědeckou společenost v co nejkratší uskutečnitelné a praktické

míře o povaze takové činnosti a jejích výsledcích. S ohledem na předmět a účelu OST, která staví na principech spolupráce, přátelských vztahů a vzájemné pomoci, lze konstatovat, že mezinárodní právo zakládá povinnost informovat mezinárodní společenství o existenci NEO ohrožujícím planetu Zemi. Lze usuzovat, že toto nastavení mezinárodního práva má vliv na formu mezinárodní spolupráce, jakožto i na přístup jednotlivých členských zemí. Např. založení Planetary Defense Coordination Office v rámci NASA má mezinárodní spolupráci mezi základními cíli své činnosti.

Povinnost upozornit na nebezpečí lze též vyvodit ze základních principů mezinárodního práva. Při posuzování, zda měly albánské úřady povinnost informovat britskou loď o nebezpečí v podobě zaminovaného Korfského průlivu, Mezinárodní soudní dvůr uvedl, že povinnost upozornit na nebezpečí plyne z principu elementárního posouzení lidskosti, obecného a široce přijímaného principu mezinárodního práva (ICJ 1949). Na analogickou aplikaci tohoto principu upozorňuje ve své doposud nezveřejněné zprávě též pracovní skupina pro právní otázky orgánu Space Missions Planning Advisory Group (Summary of the 12th Meeting of the Space Mission Planning Advisory Group (SMPAG) at 56th session of the Scientific and Technical Subcommittee Vienna, 13th February 2019).

Povinnost plynoucí z článku 9 OST ani základní principy mezinárodního práva ovšem nestimulují mezinárodní spolupráci při vlastním detekování NEO a při následné analýze dat, která významně zvyšuje šanci identifikovat potenciální hrozbu v dostatečném předstihu, který umožní světovému společenství účinně reagovat. Je proto žádoucí, aby Česká republika podporovala a prohlubovala institucionalizaci mezinárodní spolupráci v oblasti pozorování NEO na bilaterální a multilaterální úrovni.

Dosavadním úspěšným, nikoliv však dokonalým, příkladem institucionalizace mezinárodní spolupráce je vytvoření International Asteroid Warning Network (IAWN), expertního orgánu zřízeného za účelem posilování spolupráce a koordinace mezinárodního společenství při naplňování cílů IAWN, mezi které patří pozorování potenciálně nebezpečných NEO, shromažďování dostupných informací o NEO a koordinace aktivit za účelem dosažení co nejpřesnějšího pozorování.¹¹

Odklonění, resp. změna trajektorie NEO /

Stran vlastní vesmírné mise za účelem odklonu NEO ovlivňuje mezinárodní právo její realizaci, stejně jako výběr technologie, kterou bude odklonění NEO provedeno. S jistotou lze ovšem konstatovat, že jakákoliv vesmírná mise (i za předpokladu, že dopadový/rizikový koridor je omezen pouze na území jediného státu) bude podléhat normám mezinárodního práva, jelikož smluvní státy OST využívají kosmický prostor podle pravidel mezinárodního práva (UN 1967 článek III).

Principy mezinárodního práva, zejména koncept státní suverenity a zásady nevměšování, implikují právo státu chránit vlastní území a obyvatelstvo (UN 1945 článek 2(4), 2(7), 51.). Evropský soudní dvůr pro lidská práva při interpretaci Evropské úmluvy o ochraně lidských

práv dokonce opakovaně dovodil pozitivní povinnost států přijmout nezbytná opatření za účelem ochrany vlastního obyvatelstva.¹² Aplikace těchto principů se vztahuje primárně na území daného státu a jich exteritoriální aplikace je možná pouze ve specifických případech, například vykonává-li stát přímou kontrolu části území jiné země (Case of Al-Skeini and others v. The United Kingdom 2011). V zásadě je extra-teritoriální aplikace výše uvedených principů významně omezena zásadou nevměšování se do vnitřních záležitostí kteréhokoliv státu (UN 1945).

Potenciální vesmírné mise za účelem odklonu NEO bude bezpochyby naplněním povinnosti přijmout opatření nezbytná k ochraně vlastního obyvatelstva, bude však limitována svým extra-teritoriálním charakterem. S ohledem na to, že si státy kosmický prostor nemohou přivlastnit prohlášením suverenity, užíváním, okupací nebo jakýmkoliv jiným způsobem (UN 1967), nebude činnost státu omezena zásadou nevměšování se, nýbrž specifickým charakterem kosmického prostoru, jež má být využíván pro blaho a v zájmu všech zemí a je provincií lidstva (UN 1967). Jinými slovy, státy budou při jakékoliv vesmírné misi omezeny inherentně kosmopolitním charakterem kosmického prostoru. Uvedené limity budou ještě více akcentovány za situace, kdy může činnost ve vesmírném prostoru ostatní země přímo ohrozit. Vesmírná mise za účelem odklonění NEO takové obavy nutně vyvolává. Příkladem takové situace je dopadový koridor zasahující zpravidla území více států. Mezinárodní právo však nedefinuje blaho všech zemí, ani neposkytuje návod, jak určit, jaké jednání je v zájmu všech zemí. Unilaterální vesmírná mise jednoho státu by ve světle platného mezinárodního práva byla spojena se značnou právní nejistotou a velmi pravděpodobně by vedla k destabilizaci mezinárodního společenství.

Navzdory tomu, že OST byla sjednána v podobě rezoluce Valného shromáždění OSN a následně otevřena k podpisu, nepracuje, s výjimkou povinnosti za určitých okolností informovat generálního sekretáře OSN, s institucionální terminologií OSN. Pochopitelně se nabízí, aby blaho a zájmy všech zemí definovala OSN. V tomto kontextu existují dobré důvody, aby takovým orgánem byla Rada bezpečnosti OSN, stejně jako Valné shromáždění OSN. Způsob určení blaha a zájmu všech zemí přesahuje rozsah tohoto příspěvku. Lze však konstatovat, že OST poskytuje pouze velmi obecné právní principy.

Česká republika nemusí být ohrožena pouze asteroidem na kolizní dráze, ale i neúspěšnou vesmírnou misí za účelem odklonu asteroidu z trajektorie provedenou jiným státem. Právní záruky, že bude ČR spolurozhodovat o parametrech takové vesmírné mise, jsou proto zcela zásadní pro zajištění ochrany jejího území a obyvatelstva. S ohledem na výše uvedené závěry se bude pravděpodobně ČR dovolávat kosmopolitního charakteru kosmického prostoru, který inherentně omezuje možnosti státu, který se cítí ohrožen, realizovat vesmírnou misi. Vzhledem k právní nejistotě spojené s interpretací obecných principů mezinárodního vesmírného práva lze konstatovat, že vznik mezinárodněprávního režimu vycházejícího z kosmopolitních principů OST, který bude důsledně reflektovat zájmy států, které mohou být potenciálně ohroženy, může zásadně posílit bezpečnost ČR.

S velkou pravděpodobností nebude ČR v případě ohrožení asteroidem disponovat dostatečnými technologiemi, aby mohla vesmírnou misi provést bez pomoci jiných států. Velmi

znepokojující je proto konstatování, že z platného mezinárodního práva nelze vyvodit explicitní povinnost jednoho státu pomoci druhému. Tento závěr je reflexí zásady svrchované rovnosti, konkrétně kategorického závazku respektovat osobnost druhých států, jejich politickou nezávislost a uzemní celistvost (Potočný 1968). Diplomatické úsilí ČR by proto mělo směřovat k vytvoření mezinárodního systému kolektivní obrany před asteroidy a institucionalizaci mezinárodní spolupráce při jejím odvracení hrozby v podobě NEO. Do úvahy přichází též aplikace konceptu R2P (Odpovědnost chránit), přijatého státy OSN v rámci Světového summitu OSN v roce 2005, následně jednohlasně schváleného ve formě rezoluce Radou bezpečnosti v dubnu 2006 (S/RES/1674).¹³ Koncept R2P respektuje suverenitu států, konstatuje ovšem existenci povinnosti chránit své obyvatelstvo, konkrétně před genocidou, válečnými zločiny, etnickými čistkami a zločiny proti lidskosti. Pokud stát této povinnosti nedostojí, má světové společenství povinnost poskytnout postiženému obyvatelstvu pomoc.¹⁴ Ačkoliv se tento koncept striktně vztahuje na výše vyjmenované situace, lze považovat debatu za účelem rozšíření konceptu R2P i na ohrožení obyvatelstva planety země asteroidem za žádoucí.

Mezinárodní právo zásadně ovlivňuje výběr technologie, kterou bude odklonění NEO provedeno. V analýzách metod diskutovaných mezinárodní astronautickou komunitou je nezanedbatelná pozornost věnována využití JE (nuclear explosion device) k vychýlení NEO z trajektorie ohrožující Zemi. Použití jaderného výbušného zařízení je ovšem v rozporu s mezinárodněprávními závazky České republiky, konkrétně povinností nerozmísťovat jaderné zbraně v kosmickém prostoru plynoucí z OST, a zákazem veškerých pokusů výbuchů jaderných zbraní i všech jiných jaderných výbuchů plynoucím ze Smlouvy o zákazu pokusů s jadernými zbraněmi v ovzduší, v kosmickém prostoru a pod vodou.

V důsledku výše uvedeného je patrné, že mezinárodní právo neposkytuje dostatečným právním rámcem pro provedení vesmírné mise za účelem odklonu NEO z jeho trajektorie. V případě ohrožení asteroidem, stejně jako v případě ohrožení ČR neúspěšnou misí prováděnou jiným státem bude ČR konfrontována se značnou právní nejistotou. Znepokojení pramenící z nedostatečného mezinárodního právního rámce v oblasti planetární obrany shrnují následující závěry: zaprvé, neexistuje explicitní mezinárodněprávní povinnost poskytnout ČR v takové situaci pomoc; zadruhé, i kdyby ČR disponovala nezbytnými technologiemi, bude při vesmírné misi omezena kosmopolitním charakterem kosmického prostoru a zájmy ostatních států světového společenství; a zatřetí, při neexistenci mezinárodněprávního režimu vycházejícího z kosmopolitních principů OST, který bude důsledně reflektovat zájmy států, které mohou být potenciálně ohroženy, se bude země velikosti ČR jen velmi obtížně dovolávat spolupráce na parametrech vesmírné mise a možnosti jejího ovlivnění.

Je tedy žádoucí využít nástroje mezinárodního práva k eliminování výše popsané právní nejistoty. Klíčový dokument mezinárodního vesmírného práva – Smlouva o zásadách činnosti států při výzkumu a využívání kosmického prostoru včetně Měsíce a jiných nebeských těles (OST) byla přijata s očekáváním hlubšího rozpracování jednotlivých

principů v ní obsažených, ke kterému došlo pouze v rozsahu nikoliv dostatečném.¹⁵ Pro snížení právní nejistoty související s vesmírnou misí za účelem odklonu NEO je proto v zájmu České republiky aktivní zapojení do aktivit v rámci Výboru OSN pro mírové využívání kosmického prostoru (COPUOS) a prosazování vytvoření odpovídajícího mezinárodního právního rámce, stejně jako institucí, které budou vybaveny náležitou legitimitou k tomu, aby definovaly blaho a zájmy všech zemí. Jsme přesvědčeni, že jedině prostřednictvím vlády práva a silných institucí může světové společenství čelit hrozbě přicházející od NEO. Kosmopolitní charakter mezinárodního práva tak není překážkou, ale výzvou vyplývající z dědictví rozvoje mezinárodního práva v poválečných dobách ke globální spolupráci.

Těžba asteroidů ve Sluneční soustavě /

Těžbě nerostných surovin ve vesmíru byla zcela po zásluze věnována v poslední dekádě mimořádná pozornost. Schopnost těžit a využívat nerostné suroviny je totiž považována za zlomový okamžik pro vesmírné aktivity, který povede k mimořádným ekonomickým úsporám (vesmírné mise již nebudou omezeny palivem a s tím souvisejícími návraty zpět na planetu Zemi) a je nezbytným předpokladem pro vznik vesmírné ekonomiky. K těžbě nerostných surovin se též upíná světové společenství v kontextu růstu světové populace. Její nárůst na 9.8 miliard v roce 2050 povede k mimořádné zátěži na spotřebu nerostných surovin na planetě Zemi, která se podle studií OSN dostane za hranice svých možností. Těžba nerostných surovin ve vesmíru bude též jistě mimořádnou ekonomickou příležitostí. J. S. Lewis v roce 1996 uvedl, že hodnota kovů na asteroidech může dosahovat 3 biliónů USD (Lewis 1996), a dnes lze předpokládat, že hodnota kovů ve Sluneční soustavě bude řádově ještě výrazně vyšší.

Stejně jako v případě planetární obrany, i těžba nerostných surovin ve vesmíru naráží na nedostatečný právní rámec, který představuje podstatnou překážku pro další rozvoj technologií a činností v této oblasti. OST je odrazem doby, kdy těžba nerostných surovin ve vesmíru ještě nebyla představitelná. Nedostatky platného mezinárodního práva pro potřeby těžby nerostných surovin ve vesmíru nejlépe vystihuje neshoda v právní komunitě o tom, zda OST vůbec těžbu umožňuje. OST sice ve svém článku I. stanoví, že kosmický prostor je volný pro výzkum a využívání všemi státy (volnost pro využívání kosmického prostoru implikuje i volnost pro těžbu), článek II. však zakazuje státům přivlastnit si kosmický prostor a jiná tělesa prohlášením suverenity, užíváním, okupací nebo jakýmikoliv jiným způsobem (což představuje, zejména ve světle těžby terestriální, podstatnou překážku těžby ve vesmíru).

Další nejasnosti vyvolává článek I. OST, který vyžaduje, aby byl kosmický prostor využit pro blaho a v zájmu všech zemí bez ohledu na jejich stupeň hospodářského a vědeckého rozvoje, a navíc deklaruje, že kosmický prostor je provincií lidstva. Důraz na užití kosmického prostoru pro blaho a v zájmu všech zemí byl dále zdůrazněn v roce 1996 v rezoluci

Valného shromáždění OSN A/51/590, která navíc akcentuje potřeby rozvojových zemí. Interpretace tohoto ustanovení je v kontextu zejména komerční těžby nerostných surovin ve vesmíru mimořádně důležitá. Nejasnosti stran vlastnického práva k nerostným surovinám a podmínek těžby, které mohou zásadně ovlivnit její profitabilitu, činí z těžby nerostných surovin ve vesmíru velmi riskantní investici. Možnou cestu vpřed naznačila Dohoda o Měsíci (1979), která smluvní strany vyzývá k vypracování režimu, které vytvoří nezbytný právní rámec těžby nerostných surovin ve vesmíru postavený na principech OST (UN 1979 článek 11). K dnešnímu dni byla ovšem Dohoda o Měsíci ratifikována pouze osmnácti státy, které ke tvorbě právního rámec těžby nerostných surovin ve vesmíru doposud nepřistoupily.

Vzhledem k neschopnosti světového společenství nalézt shodu na obrysech mezinárodního právního rámce těžby nerostných surovin, který by odstranil nejistotu stran výše uvedených dilemat, přistoupily některé státy k jednostranným řešením formou národní legislativy. USA (v roce 2015) a Lucembursko (v roce 2017) přijaly zákony umožňující přivlastnění si nerostných surovin ve vesmíru. Navzdory oprávněným otázkám stran kompatibility zákona, který umožní přivlastnění si nerostných surovin ve vesmíru, s mezinárodněprávními závazky plynoucími z OST, navzdory tomu, že národní legislativní proces ze své podstaty nikdy nemůže naplnit požadavky OST, zejména využití kosmického prostoru pro blaho a v zájmu všech zemí, je iniciativa USA a Lucemburska pečlivě sledována zbytkem světového společenství a některé země zvažují přijetí obdobných zákonů (např. Spojené arabské emiráty). Jiné státy naopak explicitně v kuloárech Mezinárodního astronautického kongresu deklarovaly odhodání soudní cestou rozporovat legalitu budoucí těžby, která bude mít oporu výhradně v národní legislativě.

V kontextu těžby nerostných surovin ve vesmíru tak světové společenství stojí před zásadními mezinárodněprávními výzvami. Nezbytným předpokladem těžby ve vesmíru je naplnění požadavků mezinárodního práva.¹⁶ Do okamžiku, než budou vyřešeny klíčové otázky stran možnosti přivlastnění si nerostných surovin, než bude definována podstata blaha a v zájmu všech zemí, stejně jako důsledky toho, že kosmický prostor je provincií lidstva, nebude těžba nerostných surovin ve vesmíru dlouhodobě udržitelná.

Stejnou pozornost, jakou světové společenství věnuje technologickým otázkám, je třeba věnovat vytvoření mezinárodního právního rámce prostřednictvím něhož může světové společenství uspokojivě odstranit výše uvedené nejistoty stran interpretace OST. Proto je žádoucí, aby Česká republika podporovala iniciativy v rámci OSN a intenzivně usilovala o konsensus napříč světovým společenstvím. Jedině tak lze dosáhnout toho, že budoucí zákon na těžbu nerostných surovin ve vesmíru přijatý Parlamentem ČR bude v souladu s kosmopolitními vizemi OST a nebude odporovat mezinárodněprávním závazkům České republiky. Pokud splní tyto výzvy, pak je vysoce pravděpodobné, že Česká republika bude nejen lákavá pro budoucí technologické firmy s vizí těžít ve vesmíru, ale i silná ve své zahraniční politice.

4 / Politologická perspektiva

Pro středně malou zemi, jakou je Česká republika, může být destabilizace mezinárodního prostředí a návrat k silové politice velkých států signifikantní hrozbou, která se v československé historii projevila několikrát. Elevace bezpečnostní hrozby rozsahu potenciální srážky s asteroidem může posloužit k ospravedlnění výjimečných politických rozhodnutí a destabilizaci mezinárodního bezpečnostního prostředí. V oblasti těžby ve vesmíru mohou mít kroky k získání nerostných surovin suverénními aktéry bez globálního konsenzu a v rozporu s mezinárodním právem podobně negativní dopad. Pro ČR plynou politické výzvy z tématu planetární obrany a těžby zejména z absence globálního rozhodovacího procesu a potřeby institucionalizace mezinárodněprávních principů, které lze na tyto činnosti aplikovat. Nicméně právě absence režimu regulujícího chování států v těchto dvou vzájemně propojitelných oblastech lidské činnosti je velkou příležitostí pro zodpovědnou a mezinárodně viditelnou zahraniční politiku suverénního a odvážného státu. Právě jistá míra technologické propojitelnosti těžby a obrany může zamezit přílišné negativní sekuritizaci planetární obrany akcentem na vznik klíčové těžební infrastruktury ve vesmíru (Schmidt 2017).

ČR s tradicí iniciace formování mezinárodních bezpečnostních režimů (smlouva START) má velkou příležitost jednat jako normativně zodpovědný globální aktér. Výzvy v této kapitole tedy vnímáme ze dvou perspektiv. První reflektuje aktuální mezinárodní politické prostředí s důrazem na aktuální aktivity především národních států v oblasti planetární obrany a těžby asteroidů, jejichž dopad může ovlivnit životní zájmy ČR. Druhá perspektiva na tomto základě následně argumentuje, že kosmopolitně zodpovědná mezinárodní politika je nejen životně důležitá pro zajištění suverenity našeho státu, ale může České republice významně prohloubit mezinárodně politický vliv. V tomto kontextu se držíme kosmopolitního výkladu konceptu suverenity, planetární suverenity, kde všichni političtí aktéři mají morální povinnost zajistit přežití (Nyman – Burke 2016). Zvláště vesmír je prostředí, které prokazuje, že suverenitu nelze vykládat jako právo aktéra realizovat svou vůli proti vůli jiných aktérů, ale jako možnost daného aktéra tuto vůli realizovat, což v kontextu supra teritoriálních prostředí, jakým vesmír bezesporu je, platí dvojnásob (Duvall – Havercroft 2008). Nicméně podobná argumentace se vede v kontextu možností národních států realizovat svou suverénní moc ve vztahu ke globálním korporacím a ekonomické globální integrace, resp. globálního kapitalismu. Planetární obrana není pouze odpověď na problém k řešení definovaný astronomy, ale i nástroj k potenciálně pozitivní změně mezinárodního politického prostředí tím, že bude kosmopolitně pracovat s bezpečnostně citlivými technologiemi.

Abychom vystavěli argument racionality mezinárodní politiky postavené na kosmopolitně zodpovědném státě, nahlížíme téma nejdříve skrze diskusi v kritické bezpečnostní teorii, na kterou následuje rozbor překážek k zajištění životních zájmů ČR. Politologické pojednání uzavíráme částí věnující se výzvám pro domácí a zahraniční politiku v obou oblastech (planetární obrany i těžby ve vesmíru), kterou rámuje do principů kosmopolitně

zodpovědného státu (Burke 2013b). S ohledem na tradičně kosmopolitní charakter vesmírného prostoru vnímáme, a vycházíme přitom z tradice mezinárodního práva regulující aktivity států ve vesmíru, že současný vědeckotechnologický rozvoj umožňující seriózní debatu o planetární obraně a těžbě nerostných surovin je velkou příležitostí pro aplikaci kosmopolitních idejí z politických věd do praktické politiky nejen České republiky.

Udržitelné zajištění bezpečnosti /

Teoretická diskuse v kritických bezpečnostních studiích byla po dlouhou dobu dosti atomizovaná. Za významný přínos systematizující teorii vdčíme Jonně Nyman (2016), která diskuzi rozdělila po horizontále na analytickou a normativní, zatímco po vertikále na negativní a pozitivní. Kritická bezpečnostní studia lze obecně rozdělit na kodaňskou a velšskou školu, obě však pracují analyticky i normativně. Zatímco první škola vnímá bezpečnost negativně, cílí na pouhou absenci hrozby pro referenční objekt, druhá škola vnímá bezpečnost pozitivně, zahrnující nejen pouhou absenci hrozby pro přežití, ale i udržitelnou prosperitu (Booth 2007; Floyd 2007; Nyman – Burke 2016; Roe 2012). Podstatné není jen, zda proces řešení hrozby má pozitivní dopady, podstatná je pluralita referenčních objektů sekuritizace a normativní reflexe celého snažení v holistické perspektivě.

Kodaňská škola popisuje bezpečnost jako výsledek bezpečnostní politiky, ve které je hrozba konstruována v souladu se zájmy sekuritizačního aktéra (státu) a zpravidla mimo schopnost referenčního objektu vnímat souvislost mezi sekuritizačním aktérem, vahou hrozby a dopady sekuritizační politiky. Referenčním objektem a také sekuritizačním aktérem, který hrozby a bezpečnostní politiku utváří, ale zůstává zejména stát. Státocentrické pojetí bezpečnosti je tak ve své podstatě v neustálém konfliktu s ostatními (Buzan et al. 1998), neboť stát jako sekuritizační aktér určuje bezpečnostní politiku a vytváří národní percepci bezpečnosti v kontrastu s národní bezpečností jiných států. Zvyšování bezpečnosti jednoho aktéra je tak snižováním bezpečnosti druhého, čímž Buzan sice odkrývá skryté zájmy aktérů, ale nenavrhuje příliš řešení, jak sekuritizaci využít pro pozitivní dopady na naše životy; chybí mu normativní přístup, i když může být pozitivní (security plus). V negativním pojetí se z bezpečnosti jako politického, právního a sociálního procesu stává pouhý cíl, kterým je absence vykonstruované hrozby (nebo přinejmenším vykonstruovaném rozsahu či percepci na jev, který se hrozbou v určitém kontextu stát může). Proces k bezpečnosti a související normativní reflexe se pod tíhou extrémní hrozby stávají druhořadými problémy; řeší se pouze eliminace hrozby a nikoli proces, jak tohoto cíle dosáhnout. Kýžená absence hrozby pro konkrétní referenční objekt tak ospravedlňuje proces tvorby bezpečnosti, který se dostává do oblasti mimořádných, nouzových a výlučných politických rozhodnutí.

Budou-li nad planetární obranou rozhodovat pouze silné státy, země velikosti České republiky si musí položit otázku, zda si zajistí kontrolu nad svou bezpečností a bude tak schopna realizovat svou suverenitu ve smyslu zodpovědnosti za své občany před hrozbou z vesmíru. Zároveň je zřejmé, že takto malé státy nejsou schopny řešit komplexní hrozby

přesahující teritoriálně vymezený národní stát, nemusí být motivované to vůbec dělat, neboť mohou mít tendenci stát se černým pasažérem konzumující bezpečnost zajištěnou velkým státem. Kromě uvedeného je pravděpodobné, že malé státy mohou mít tendenci zneužívat své pozice na mezinárodním poli a bránit se před zajištěním bezpečnosti jinými, neb to budou vnímat jako zásah do své suverenity v tradičním geopolitickém duchu. Na závěr orbitální mechanika vytváří specifickou situaci, kdy i drobné posunutí asteroidu může sice zachránit jeden stát, ale jiný ohrozit. Takový přístup neorealistického recipročního vnímání národní bezpečnosti nenechá žádný stát bez odezvy, zvlášť tehdy, zvažuje-li jeden ze států v rizikovém koridoru použití jaderných zbraní a druhý stát má kapacity si je obstarat.¹⁷ Přesně z těchto důvodů argumentujeme, že jediná udržitelná cesta je skrze kosmopolitní vnímání hrozby (Burke 2013a).

V pozitivním vnímání bezpečnosti není podstatná jen hrozba a její vážnost, ale i přímá reakce na ni a s tím související širší společenské dopady sekuritizace. Nicméně pozitivní analytický přístup, který nabízí kodaňská škola, nám pouze dává jakýsi kompletní přehled o bezpečnosti: jaká je hrozba, jak dosáhnout její absence a jaké budou mít kroky k zajištění její absence dopady. Pozitivní normativní přístup vnímání bezpečnosti, který nabízí velšská škola, nám umožňuje nahlížet svět komplexně s cílem budovat takové politické prostředí, které zajišťuje bezpečnost rozvoje jak člověka (bez ohledu na jeho národnost), tak v některých případech i biosféry (Burke 2017; Schmidt 2019).

Pozitivní bezpečnost v pojetí velšské školy totiž dává důraz na proces, kontext a politiku vytváření bezpečné situace s normativní reflexí souvisejících dopadů tohoto procesu. Může zahrnovat navíc jiné referenční objekty (lidstvo, planeta, biosféra). V návaznosti na kodaňskou školu souhlasí, že bezpečnost je v tomto pojetí produktem politiky. Protože ale referenčním objektem není již pouze stát, nemusí být bezpečnost produktem jen státní, ale i mezinárodní politiky. Takto vnímaná bezpečnost může být vzájemně kompatibilní a nikoli konfliktní (Booth 2007; McSweeney 2013). Na tomto přístupu staví teorie kosmopolitní bezpečnosti, která reaguje na současné globální výzvy a rekonceptualizuje národní bezpečnost a zájmy jako bezpečnost a zájmy celé biosféry a lidstva (Burke 2013a). Takto kosmopolitně vnímaná bezpečnost s jasnou normativní reflexí nevytváří inherentní konflikt, zatímco negativní analyticky vnímaná bezpečnost může vést k bezpečnostnímu dilema, kde zajišťování bezpečnosti pro jeden referenční objekt zpravidla navyšuje nebezpečí jiného referenčního objektu (Booth – Wheeler 2007). Pozitivní vnímání bezpečnosti je pro planetární obranu zásadní jak pro charakter hrozby srážky s asteroidy, tak z důvodu mezinárodněpolitické realizovatelnosti a udržitelnosti zajištění planetární obrany (Schmidt 2019b).

Burkeho kosmopolitní bezpečnost reflektuje zájmy referenčního objektu holisticky a nikoli redukcionistickým přístupem výpisu fundamentálních hrozeb pro jeho existenci a neomezuje se na jeden referenční objekt, ptá se „v jakém světě chceme žít“ (Nyman 2016). Přesně z toho důvodu může být planetární obrana více výzvou pro kosmopolitně zodpovědnou politiku než fundamentální hrozbou přežití státu. Pozitivně normativní přístup k bezpečnosti konceptualizuje suverenitu státu pluralitně a nikoli pouze ve smyslu, že stát

má právo jednat, jak uzná za vhodné, rozšiřuje vnímání podstaty přežití státu na stabilitu mezinárodního prostředí, na bezpečí biosféry a hledá konsensuální cestu minimalizace potenciálních hrozeb multilaterálním přístupem, resp. v zodpovědné kosmopolitní zahraniční politice.

Vzhledem k dobré znalosti velkých asteroidů s potenciálem zničit život na Zemi (10 kilometrů a více), nepředstavují asteroidy pravděpodobně (na 98 %) hrozbu pro přežití lidstva, ale pro jeho udržitelnou prosperitu, jelikož největší rizikem je velké množství nezmapovaných asteroidů menší velikosti s ničivou lokální silou, tzv. city killers. S předpokládanou urbanizací dosahující 60 % světové populace do roku 2030 (United Nations 2016) jsou asteroidy existenční hrozbou zejména pro města a malé státy s koncentrovaným obyvatelstvem, nicméně z hlediska globální prosperity lidstva zásah velké aglomerace může mít minimálně zásadní ekonomické důsledky na celý svět. Z hlediska vlastností hrozby je mezinárodní spolupráce potřebná pro monitorování a potvrzování trajektorií více jak 20 tisíc monitorovaných blízkozemních asteroidů, ale také k objevování nových. Omezené znalosti chemického a fyzického složení potenciálního impaktoru komplikují přesný odhad jeho dopadu, který je vždy vymezený na rizikový koridor až několik tisíc kilometrů dlouhý. Složitost odhadu dopadu, ale i možnost neúspěšné mise v nepřesné změně trajektorie způsobující impakt do jiné oblasti, jsou přesně ty důvody, proč by politika planetární obrany měla mít globální podobu.

Z mezinárodně bezpečnostního hlediska může vést unilaterální, či multilaterální akce bez globální podpory, k celosvětové bezpečnostní destabilizaci. Jelikož je podoba bezpečnosti závislá na politice, kontextu a dopadech, musí zahrnovat všechny aktéry proto, aby byla nekonfliktní. Aktérem, který by byl ponechán mimo rozhodující proces o planetární obraně, by mise k obraně planety mohla být vnímána jako hrozba, jelikož by nezahrnovala jeho participaci a tím ani jeho vlastní bezpečnost. V případě jaderného zásahu, ale i v případě použití jiné silné technologie s potenciálem dvojího užití (civilním a vojenským) k odvrácení asteroidu z kolizní dráhy, může být taková mise vnímána nejen jako potenciální hrozba pro neparticipující státy, ale také posloužit jako precedens, který ospravedlňuje podobné kroky bez globálního konsenzu, nehledě na upřímnost jejich záměru. Nepřesné odklonění asteroidu vedoucí k impaktu na stát ponechaný mimo rozhodovací proces může způsobit úplný kolaps mezinárodního bezpečnostního systému. Eliminace z rozhodovacího procesu může mít dalekosáhlé důsledky: od dekonstrukce legitimacy celé mise, přes přímé ohrožení státu, po spuštění vůle velkých opomenutých států si vyvinout vlastní jaderné zbraně, po vyjmutí malých států, které nemají na vlastní obranu prostředky.¹⁸ Bezpečnost vytvářena exkluzivním a výjimečným rozhodováním bez globální participace či uznání bude konfliktní, nicméně stejně konfliktní bude využití exkluzivní technologie (jádra) bez vůle k inkluzivnímu vývoji obranné technologie s globálním systémem vládnutí. Zaprvé proto, že upřednostní účel (bezpečnost jako dosažení cíle absence hrozby) před prostředky (udržitelný a inkluzivní rozhodovací proces). A za druhé, protože bezpečnost vycházející z politiky bez zastoupení všech ohrožených oblastí/objektů nebude plně zahrnovat bezpečnost celého ohroženého celku, planety Země.

Problematika jaderné metody odklonění může být již sama o sobě a v jakékoliv formě zdrojem větší škody a nestability než samotný dopad asteroidu. Při použití jaderné exploze, jako doposud technicky nejefektivnější metody rychlého odklonu asteroidu, by veškeré země světa byly v otázce bezpečnosti a přežití závislé na pěti legálních držitelích jaderných zbraní, stálých členech RB OSN. Použití jaderné technologie by narušilo křehký mezinárodní režim nukleárního odzbrojování ze tří dalších důvodů, které uvádí Michal Smetana (2018). Mírové užití jaderných zařízení, v tomto případě pro obranu před asteroidem, bylo sice garantované článkem 5 Smlouvy o nešíření jaderných zbraní (NPT), ale v realitě se nikdy nenaplnilo, a naopak bylo revizí NPT a Smlouvou o všeobecném zákazu jaderných zkoušek z roku 1996 zamítnuto. Zadruhé, použití jaderného zařízení by vyžadovalo značné testování, vývoj a produkci nových jaderných hlavic v rozporu se současnými normami. Jako třetí argument Smetana uvádí riziko křehké povahy celého režimu jaderného odzbrojení, který je od jeho vzniku transformačním a časově omezeným rámcem směřujícím od nukleární spravedlnosti po nukleární rovnost ve smyslu celosvětového jaderného odzbrojení (Smetana 2018).

Tradiční vnímání státní suverenity jako exkluzivity, a nikoli zodpovědnosti vůči ostatním, spolu s tendencí k destigmatizaci křehkých bezpečnostních norem může bez všeobecně uznávaného globálního rozhodovacího mechanismu vést k destabilizaci mezinárodního prostředí. Žádoucí podoba planetární obrany tak musí zahrnovat jak inkluzivní politický přístup postavený na kosmopolitních idejích, tak realizovatelnou formu v dnešním mezinárodně bezpečnostním a právním prostředí, ale též podobu, která ji zajistí dlouhodobou udržitelnost (Schmidt 2019b).

Současný mezinárodní systém, ať už díky exkluzivnímu členství RB OSN, či celkové dominanci národní politiky a konfliktního národního vnímání hrozeb, nemůže planetární obranu v udržitelné podobě zajistit a její budování v unilaterální podobě nemůže být v zájmu ČR z výše uvedených důvodů. Pro Českou republiku, jako středně velkou evropskou zemi, je tudíž funkční globální rozhodovací mechanismus zásadní pro schopnost plnění životních zájmů určených Bezpečnostní strategií ČR. Stojíme tedy před dilematem, zda nechat silné státy jednat a doufat, že jejich aktivita v průběhu budování planetární obrany nás neohrozí, nebo se aktivně zapojit do budování globálního rozhodovacího mechanismu schopného zajistit bezpečnost ČR před asteroidy, před unilaterální akcí silného státu a též před vyvoláním mezinárodní bezpečnostní nestability vývojem citlivé bezpečnostní technologie. Zvolíme-li druhou cestu, formování zahraniční politiky na principech kosmopolitně zodpovědného státu nám přinese výrazně víc pozitivních dopadů než pouhou bezpečnost před pádem asteroidu.

Schopnost zajistit životní zájmy ČR /

Základní bezpečnostní výzvou je na základě českých strategických dokumentů zajištění životních zájmů ČR. Bezpečnostní strategie ČR jmenuje zajištění suverenity a politickou nezávislost jako hlavní životní zájmy státu, společně s udržením územní celistvosti,

demokratického právního řádu a lidských práv (Bezpečnostní strategie České republiky 2015 2015). Naše vnímání suverenity v planetárních otázkách se liší od tradiční státní suverenity směrem k planetární suverenitě, jako nového imperativu řídicího politickou teorií (Nyman – Burke 2016). Planetární suverenita je konceptualizována jako hlavní normativní základ globální politiky ve jménu záchrany života na Zemi v kontextu klimatické změny Joelem Wainwrightem and Geoffem Mannem (2018). Podobně se proměňuje i politická nezávislost či svoboda rozhodování státu, která je dnes víc závislá na jejich garanci mezinárodní komunitou než recipročně jinými státy. Svoboda jednání jednoho státu se neodvíjí od jeho vlastních schopností, ale je závislá na mezinárodní komunitě, která tuto svobodu a autonomii garantuje, což dnešní dobu globálního institucionalismu značně liší např. od koncertu mocností v 19. století. Svobodu státu můžeme přirovnat ke svobodě jednotlivců v politické komunitě, která závisí na, a je vzájemně konstituovaná, členstvím v takové politické komunitě. Shoda na principu svobody (politické nezávislosti státu) umožňuje jednotlivcům stejně jako státům svou svobodu nabyt a udržet v politické komunitě. Navíc svobodná volba jednotlivců je dle liberální politické filozofie možná jen v prostředí, ve kterém panuje shoda na principu umožnit výběr z různých možností (Dufek – Bláhová 2019). Členství v takové politické komunitě s hodnotovou integritou je udáváno jako první krok a předpoklad pro existenci individuální autonomie řadou autorů liberální politické filozofie (Dworking 1986; Gaus 2011; Rawls 1996; Raz 1986). Moc prosazovat normativní principy jako je svoboda, suverenita či politická nezávislost můžeme vnímat podobně. Zatímco na individuální úrovni je moc zpravidla násilná, naopak v kolektivu může být moc nenásilná, mít schopnost donucení a být projevem sociální akce a vzájemného vztahu (Arendt n.d.), a tak umožňovat nenásilnou vymahatelnost normativních principů a legitimizovat jejich politickou autoritu (Habermas 2012). Zajištění životních zájmů České republiky je podmíněno členstvím země v politické komunitě, ve které panuje shoda na normativních principech umožňujících jejich naplnění. Zahraniční politika kosmopolitně zodpovědného státu formující tyto normativní principy je tedy životní zájem ČR.

Do role komunity, která tyto statky zajišťuje, je často pasován euroatlantický prostor jako koncept bezpečnostní komunity. Bezpečnostní komunita staví na kompatibilitě základních hodnot důležitých pro politické rozhodování, vzájemné vnímavosti a předpověditelnosti a sdílené identitě, zatímco společné vnímání hrozeb je degradováno na non-esenciální či pouhé spouštěcí faktory (Adler – Barnett 1998; Deutsch 1957; Ditrych 2014). Samotná existence sdílené hrozby zde není určující, jelikož i sdílená hrozba je stále vnímána skrze národní zájmy a je konstruována národní politikou. Dle přístupu kritických bezpečnostních teorií by taková komunita musela mít globální rozhodovací procesy, které by tvořily globální nekonfliktní percepci hrozby. V teorii se nabízí makrosekuritizační přístup (Buzan – Waever 2009), kde se asteroid přímo nabízí, je nepolitický, predikovatelný a inherentně globální. Pro společný systém politického rozhodování jsou sdílené hodnoty nezbytné, slouží jako nepostradatelné médium pro integraci společenského systému.¹⁹ Na mezinárodní úrovni podobnou roli hraje státní suverenita jako základní princip Charty OSN. Role

státní suverenity jako sdílené hodnoty poskytující základ pro mezinárodní právo je často zpochybňována normativní reflexí (příklad Responsibility to Protect, kde je bezpečnost populace výš než suverenita státu). V kontextu globalizace přesahující teritoriálně omezené pole působnosti národních států státní suverenita jako garance politické nezávislosti pozbývá na síle (Archibugi 2004; Krasner 1999) či úplné relevanci (Lee 1997). Další faktor umožňující existenci bezpečnostních komunit, sdílená identita, je na globální úrovni v podobě kosmopolitní identity těžce představitelná a na základě sociologických průzkumů neprovázaná s politickým či etickými hodnotami (Pichler 2012).

Sdílená identita či pocit sdílené sounáležitosti jsou jako předpoklady pro fungování jakéhokoli politického subjektu či principu problematizovány různými autory. Michael Zürn (2000) upozorňuje, že demokratické instituce a politické principy sice v minulosti vznikly na základě sociálních předpokladů (sdílené národní identity), nemusí to tak ale nutně být vždy a principy či instituce mohou vzniknout jako první. Dle Jürgena Habermase (2008) může internalizace pravidel, norem a právního rámce přispět k budování vzájemných sociálních vazeb potřebných pro politické fungování celku. David Held (2010) považuje za takový princip spojující různé komunity do jedné jejich sdílený osud tváří tvář globálním hrozbám. Hrozba střetu země s asteroidy či kometami je ze své podstaty sdíleným osudem celé planety. A proto se nabízí sdílený osud jako normativní základ pro fungování globální bezpečnostní komunity pro obranu planety, konkrétně normy zodpovědnosti planetu společně bránit (Schmidt et al. 2019).

Vytvoření globální bezpečnostní komunity, která by zajišťovala dosažení životních zájmů Bezpečnostní strategie ČR, je výzvou pro Českou republiku. Pro Českou republiku to znamená nejen reartikulovat národní zájmy jako geograficky neomezené zájmy celé planety, ale také přispět k vytvoření a internalizaci normy o globální zodpovědnosti planetu bránit před hrozbami. Mnoho mezinárodních norem vychází nejprve z norem národních a právě národní politika hraje v rané fázi jejich vytváření klíčovou roli (Finnemore – Sikkink 1998). Proto je proaktivní snaha ČR ve vytváření nových norem k zajištění českých životních zájmů další výzvou v oblasti planetární obrany, ze které je možné vypracovat mezinárodní režim technologicky spjaté těžby ve vesmíru.

Domácí a zahraniční politické výzvy pro těžbu ve vesmíru /

Ekonomická a inovační atraktivita těžby ve vesmíru se může stát nástrojem pro rozvoj potřebných kapacit nepostradatelných pro planetární obranu díky výše zmíněné technologické propojenosti. I zde je ale několik velkých politických překážek. Zmíněné konflikty či nejasnost ohledně legality či podmínek těžby ve vesmíru jasně poukazují na nevhodnost současného stavu. Základní principy OST, jako je požadavek, že kosmický prostor má být využíván pro blaho a v zájmu všech zemí a je provincií lidstva a zákaz přivlastnění vesmírného prostoru a nebeských těles, vyžadují vytvoření režimu umožňující těžbu v souladu s těmito principy. Stabilní regulatorní prostředí pro soukromé subjekty je přitom základem i pro

incentivizaci investice a rozvoj technologií a aktivit pro těžbu ve vesmíru. Popsané národní legislativy USA, Lucemburska či Spojených arabských emirátů umožňují kontroverzní těžbu pro soukromé aktéry i přes inherentní konflikt s mezinárodním právem (v případě USA je tento konflikt nejvíce diskutabilní) zmíněným v předchozí kapitole. Stejně jako v otázkách planetární obrany je pak pro ČR zásadní, aby jí mezinárodní politické uspořádání dávalo práva a možnost ovlivňovat toto dění. Výzvy pro Českou republiku v těžbě ve vesmíru se týkají jak domácí politiky, v oblasti identifikace a podpory klíčových výzkumných a průmyslových kapacit, tak zahraniční politiky, v oblasti vytvoření mezinárodního stabilního a atraktivního prostředí umožňující těžbu nebo vedoucí bezprostředně k ní.

Identifikace a podpora dosavadních vědeckých a průmyslových kapacit v oblasti těžby a technologicky blízké planetární obrany je krokem k udržení českých schopností na konkurenceschopné úrovni. Velké kosmické projekty nejsou v kapacitách ČR, ale členství v ESA a spolupráce na mezinárodních, ale i soukromých kosmických aktivitách jsou příležitostí rozvoje a užití českých dovedností. Pro zapojení do zahraničních misí je ale výzvou přesné zmapování a identifikace českých schopností, a stejně tak trendů a inovací v kosmických technologiích ve světě. Nicméně není vyloučeno, aby ČR zformulovala velký komplexní projekt, tzv. Large Technical System (Mayer – Acuto 2015) a ten formou vědecké diplomacie prosazovala, a tak si diplomaticky připravila cestu pro mezinárodně politické změny systému globálního vládnutí ve prospěch inkluzivního režimu těžby ve vesmíru. Výzvy pro domácí a zahraniční politiku v oblasti planetární obrany i těžby jsou navíc vzájemně závislé. Pro rozvoj vědecko-průmyslových schopností je klíčová mezinárodní spolupráce, a naopak vědecko-průmyslová podpora na domácí scéně má potenciál vytvořit takové kapacity, díky kterým ČR může značně ovlivňovat a mezinárodněpolitické prostředí pro těžbu, bude-li se problematikou zabývat.

Jedním ze základních faktorů, které formují mezinárodní zvyklosti a normy, jsou možné kroky jednotlivých aktérů (Kessler – Guillaume 2012). Aktér (stát), který disponuje technologickými kapacitami pro těžbu či planetární obranu, má tak svou aktivitou a zapojením možnost ovlivňovat i vytváření norem v těchto oblastech. Vytvoření prostředí, kde české vědecké a průmyslové kapacity budou na konkurenceschopné úrovni, s sebou ponese také značný vliv na utváření mezinárodního prostředí. To platí zejména pro nově vznikající oblasti, jako je těžba ve vesmíru, kde ještě nejsou internalizovány normy a principy, a průkopnické státy tak mohou mít konstitutivní vliv na celý sektor. Domácí politickou výzvou pro ČR tedy je identifikace a podpora kritických technologií a výzkumu aplikovatelných na vesmírné mise související s planetární obranou a těžbou, která by jí umožnila mít vliv na formování nových norem stabilního prostředí pro všechny aktéry, protože bude jak lákává pro investory, tak pro podobně smýšlející státy skrze porozumění si v zahraniční politice.

Na mezinárodním poli je zásadní výzvou pro ČR vytvoření stabilního mezinárodního právního rámce pro těžbu ve vesmíru. Výše popsaná analýza mezinárodního práva jasně ukazuje, že samostatná národní legislativa tohoto cíle dosáhnout nemůže. Právní režim, který nebude výsledkem mezinárodního konsenzu, není schopen zajistit dlouhodobou

udržitelnost využívání vesmíru. Lze si proto jen stěží představit investory, kteří by takové riziko nestability riskovali. Vysoce pravděpodobná nekompatibilita národních režimů může vést k potenciálnímu boji o nerostné zdroje ve vesmíru, což může následně destabilizovat mezinárodní prostředí a ohrozit bezpečnost ČR.

Ze strany národních států doposud chybí konkrétní návrhy na normativní mezinárodní režim těžby ve vesmíru, který by zohledňoval principy OST, dle kterého je vesmír a vesmírná tělesa provincií celého lidstva, ze kterých mají těžit (prosperovat) všechny země a lidstvo jako takové. Exkluzivní průlomová technologie s potenciálem být bezpečnostně sensitivní, jako např. různé podoby laserové technologie, jsou typickým příkladem nesoucím potenciál vzniku vesmírného impéria (Duvall – Havercroft 2008), přitom bez laserových technologií vhodných pro rychlé cestování, spektrální analýzu, komunikaci, přenos energie apod. se v budoucnosti ve vesmíru neobejdeme. Výzvou pro Česko republiku je tak přispět k formování inkluzivního režimu respektující mezinárodní právní závazky a principy OST, včetně zajištění benefitů kosmu pro celé lidstvo. Rozpracováním tohoto problému může ČR značně přispět k vytvoření stabilního mezinárodněprávního prostředí respektující OST a adekvátní autority spravující těžbu ve vesmíru, jak funguje například Úmluva Organizace spojených národů o mořském právu.

Závěr

Cílem článku bylo téma planetární obrany zarámovat jako humanisticko-kosmopolitní politického úsilí, které se může opřít o prohlubující se vědecké poznání v oboru astronomie a naplnit skrze dosavadní vědeckotechnologické kapacity ČR s velkým potenciálem dalšího rozvoje. Planetární obrana, jak je vykreslená v populární kultuře, může být samozřejmě dobrým nástrojem naplnění excecionalistických představ supervelmocí, ale jako taková inklinuje k exkluzivním politickým řešením implikujícím využívání exkluzivních technologií (jádra) prohlubujícím rozdílný význam různých politických společenství, což je dynamika nesměřující ke globální spolupráci, spíše naopak. Zajištění globálního stabilního a inkluzivního rozhodovacího mechanismu bez závislosti na technologiích z vybraných států zajišťujících bezpečnost všem je cesta k udržitelné obraně planety před asteroidy a kometami. Pro malý stát velikosti České republiky je nemalou výzvou, ale viditelně racionálním strategickým cílem, usilovat o globální, stabilní, inkluzivní a akceschopné globální společenství. Nicméně jak bylo argumentováno na současných významných vědeckých a technických kapacitách, máme čím do probíhajícího globálního úsilí přispět, ale ten zásadní příspěvek musí přijít od sebevědomé zahraniční politiky postavené na inkluzivním vědeckotechnologickém řešení, která budou reflektovat propojení mezi vědou, technikou a politikou, resp. že vědecké poznání definující hrozbu a technické řešení ji eliminující nesmí stát na utilitaristickém modelu rozhodování, ale na normativní reflexi dopadů konkrétních technologických rozhodnutí. Tímto je planetární obrana výsostně multidisciplinární

téma s potenciálem vystavět globální kosmopolitní systém vládnutí, ale úplně stejně téma schopné zformovat globální impérium zajišťující si svou nadvládu nad světem exkluzivními technologiemi.

V dějinách se lidstvu již podařilo vytvořit bezpečnostní komunity na základě sdíleného osudu. Jak bylo argumentováno, současná situace nabízí příležitost ji přetavit do normy bránit planetu, která umožní zajištění životních zájmů ČR dle národní bezpečnostní strategie. Identifikace a podpora kritických vědecko-průmyslových kapacit a jejich zapojení do mezinárodních projektů v oblasti planetární obrany a těžby ve vesmíru tak může mít nejen bezpečnostní, ale i komerční aspekt, čímž může politika planetární obrany být nejen inkluzivní, ale schopna generovat finanční základ pro výstavbu infrastruktury planetární obrany např. globální daní.²⁰ Tímto aspektem je planetární obrana přímo propojena s těžbou nerostných surovin ve vesmíru (využití podobných instrumentů k analýze asteroidů, ale i možností využít těžební sondy jako kinetické impaktory), což není na překážku, neboť toto propojení může pomoci zformovat stabilní a globálně přijatelný mezinárodněprávní režim pro těžbu ve vesmíru v souladu s principy OST o sdílení benefitů vesmíru a zároveň zajistit, že i samotná implementace technologie pro planetární obranu bude v souladu s mezinárodním právem. Celá tato dynamika je výzvou pro zahraniční politiku ČR, která politikou planetární obrany má příležitost reartikulovat národní zájmy jako geograficky neomezené zájmy celé planety a tím přispět k více holistické a inkluzivní perspektivě konceptu národní suverenity, ale také přispět k vytvoření a internalizaci normy o globální zodpovědnosti planetu bránit před hrozbami zajišťující globální inkluzivní bezpečnostní a mezinárodněprávní režim pokládající nové základy lidské aktivity ve vesmíru.

Poznámky /

- 1 Pozorování probíhá i v radiovém a viditelném spektru, infračervené spektrum je ale pro účely pozorování nejpraktičtější. Radiové určuje orbitální parametry nejpřesněji.
- 2 AU = astronomická jednotka rovnající se vzdálenosti Země od Slunce.
- 3 SMPAG je expertní skupina Výboru OSN pro mírové využívání kosmického prostoru (COPUOS), vytvořená za účelem výměny informací, spolupráce v oblasti vývoje a výzkumu a vypracování scénářů ke zmírnění rizika spojeného s NEO (objekty blízké země).
- 4 Odborníci tvrdí, že známe 95 % až 98 % asteroidů o průměru 1 kilometr a více, nyní je to konkrétně 895 asteroidů, nicméně jen v roce 2018 jsme našli čtyři další, v roce 2019 jeden (viz cneos.nasa.gov).
- 5 Aktuální stav poznání na <https://cneos.jpl.nasa.gov/>
- 6 Jedná se o asteroidy s označením 2008 TC3, 2014 AA, A106fgF, 2018 LA.
- 7 Více na https://www.researchgate.net/publication/260726721_Scientific_Goals_of_Hayabusa-2_LIDAR_Experiment
- 8 Infračervenou a viditelnou spektroskopii a hmotnostní spektrometrii sekundárních iontů.

- 9 Monostatickým nízkofrekvenčním radarem.
- 10 Detaily k misi HERA na https://www.upi.com/Science_News/2019/01/07/ESAs-Hera-mission-to-carry-pair-of-CubeSats-to-asteroid-system/8891546876736/
- 11 Statement of Intent for Participation in the International Asteroid Warning Network.
- 12 Özel and Others v. Turkey, Budayeva and others v. Russia, Ledyayeva, Dobrokhotova, Zolotareva and Romashina v. Russia, Fadeyeva v. Russia
- 13 Odpovědnost chránit. Ministerstvo zahraničních věcí ČR. Dostupné: <https://www.mzv.cz/jnp/cz/zahranicni_vztahy/cr_v_mezinarodnich_organizacich/osn/osn_tematicky/index_3.html>
- 14 A/RES/60/1, Resolution adopted by the General Assembly on 16 September 2005.
- 15 Na OST navazují *Smlouva o záchraně astronautů, návratu astronautů a navrácení objektů vypuštěných do kosmického prostoru, Úmluva o mezinárodní odpovědnosti za škodu způsobenou (umělými) kosmickými objekty, Úmluva o registraci objektů vypuštěných do kosmického prostoru a Dohoda řídící činnosti států na Měsíci a jiných nebeských tělesech.*
- 16 OST tento požadavek explicitně zmiňuje ve svém článku III.
- 17 Typickým příkladem byla situace v simulaci planetární obrany na konferenci planetární obrany ve Washingtonu DC v roce 2019. Tehdy simulovaný asteroid měl spadnout na Denver, několik kinetických impaktorů jej rozdělilo a kus asteroidu měl následně dopadnout na New York. Zvažování použití jaderné zbraně vyústilo v nesouhlas, čímž k dopadu došlo. Nicméně během diskuse nikdo neřešil, že rizikový koridor směřuje přes Atlantik a následně Nigérii. V zahraničně politické praxi je nepředstavitelné, že by Nigérie, země bohatá na uran, nebyla připuštěna k diskusi nebo nereagovala vůlí výstavby vlastní jaderné zbraně. Simulace tak dobře ilustrovala rizika unilaterálního řešení planetární obrany.
- 18 V diskusi expertní skupiny SMPAG v rámci OSN padl i argument, že velký stát nebude zachraňovat pár stovek lidí jiného státu. Z etického hlediska je takový přístup naprosto nepřijatelný, nicméně bez globálního řešení k takové situaci směřujeme.
- 19 Systémové teorie uchopují roli hodnot různými způsoby. Pro Talcotta Parsonse (1937) zajišťuje integraci sociálního systému normativní společenský subsystém, který je umožněn právě subsystémem sdílených utilitárních hodnot. Další systémový teoretik Niklas Luhmann (1989) popisuje minimální společný hodnotový styčný bod jako médium pro komunikaci mezi funkcionálně diferenciovanými složkami systému. Jürgen Habermas (2008) pak vnímá normativní ústavněprávní systém jako nástroj pro vytvoření praktických zkušenosti pro propojení a nadstátní integraci společnosti.
- 20 Argument o globální dani a propojení těžby s planetární obranou jsme prezentovali na konferenci ISDC 2018 v Los Angeles.

Literatura /

Adams, R. B. et al. (2007). Near Earth Object (NEO) Mitigation Options Using Exploration Technologies, Conference Paper, January 2007 <<https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20070019778.pdf>>.

Adler, E. – Barnett, M. (1998). *Security Communities*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Arendt, H. (1958). *The Human Condition*. Chicago: University of Chicago Press.
- Atchison, J. A. et al. (2018). A Hardware Prototype for Optical Gravimetry during Asteroid Flybys. Conference Paper, *International Astronautical Congress*, IAC-18.
- Bauer, J. M. et al. (2017). Debiasing the NEOWISE Cryogenic Mission Comet Populations. *The Astronomical Journal*, roč. 154, č. 2, s. 53.
- Beck, U. (2006). *The Cosmopolitan Vision*. Cambridge: Polity.
- Bezpečnostní strategie České republiky 2015*. (2015).
- Bláhová, S. – Dufek, P. (2018). Identita v liberální politické teorii a dilema kosmopolitismu (1. část). *Filosofický časopis*, roč. 66, č. 3.
- Booth, K. (2007). *Theory of World Security*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Booth, K. – Wheeler, N. (2007). *The Security Dilemma: Fear, Cooperation and Trust in World Politics*. Basingstoke: Palgrave Macmillan.
- Borovička, J. – Betlem, H. (1997). Spectral Analysis of Two Perseid Meteors. *Planetary and Space Science*, roč. 45, č. 5, s. 563–75.
- Boslough, M. B. – Crawford, D. A. 1997. Shoemaker-Levy 9 and Plume Forming Collisions on Earth. Near-Earth Objects, *Annals of the New York Academy of Sciences*, č. 882, s. 236–82.
- Burke, A. (2013a). Security Cosmopolitanism. *Critical Studies on Security*, roč. 1, č. 1, s. 13–28.
- Burke, A. (2013b). The Good State, from a Cosmic Point of View. *International Politics*, roč. 50, č. 1, s. 57–76.
- Burke, A. (2017). Security Cosmopolitanism and Global Governance. In Burke, A. – Parker, N. (eds.). *Global Insecurity: Futures of Global Chaos and Governance*. Basingstoke: Palgrave Macmillan, s. 83–100.
- Buzan, B. – Waever, O. (2009). Macrosecuritization and Security Constellations: Reconsidering Scale in Securitization Theory. *Review of International Studies*, roč. 35, s. 253–76.
- Buzan, B. – Wæver, O. – de Wilde, J. – De Wilde, J. (1998). *Security: A New Framework for Analysis*. Boulder – London: Lynne Rienner Publishers.
- Case of Al-Skeini and Others v. The United Kingdom. (2011). European Court of Human Rights 55721(71).
- Chodas, P. (1999). Orbit Uncertainties, Keyholes, and Collision Probabilities. *Bulletin of the American Astronomical Society*, s. 1117.
- Colaprete, A. et al. (2010). Detection of Water in the LCROSS Ejecta Plume. *Science*, roč. 330, č. 6003, s. 463–68.
- Deutsch, K. (1957). *Political Community and the North Atlantic Area: International Organization in the Light of Historical Experience*. Princeton: Princeton University Press.
- Ditrych, O. (2014). Security Community: A Future for a Troubled Concept? *International Relations*, roč. 28, č. 3, s. 350–66.
- Duvall, R. – Havercroft, J. (2008). Taking Sovereignty out of This World: Space Weapons and Empire of the Future. *Review of International Studies*, roč. 34, č. 4, s. 755–75.

- Dworkin, R. (1986). *Law's Empire*. Cambridge: Harvard University Press.
- ESA. (2019a). ESA Space Resources Strategy, <<http://exploration.esa.int/moon/61369-esa-space-resources-strategy/#>>.
- ESA. (2019b). ESA Strategy for Science at the Moon, <<http://exploration.esa.int/moon/61371-esa-strategy-for-science-at-the-moon/>>.
- Finnemore, M. – Sikkink, K. (1998). International Norm Dynamic and Political Change. *International Organization*, roč. 52, č. 4, s. 887–917.
- Floyd, R. (2007). Towards a Consequentialist Evaluation of Security: Bringing Together the Copenhagen and the Welsh Schools of Security Studies. *Review of International Studies*, roč. 33, č. 2, s. 327–350.
- Floyd, R. (2011). Can Securitization Theory Be Used in Normative Analysis? Towards a Just Securitization Theory. *Security Dialogue*, roč. 42, č. 4–5, s. 427–39.
- Gaus, G. (2011). *The Order of Public Reason: A Theory of Freedom and Morality in a Diverse and Bounded World*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Graninger, D. – Syal, M. B. – Owen, J. M. – Miller, P. L. (2018). Understanding the Effect of Rubble Pile Structures on Asteroid Deflection. American Geophysical Union.
- Grimm, R. E. – McSween, H. Y. (1993). Heliocentric Zoning of the Asteroid Belt by Aluminum-26 Heating. *Science*, roč. 259, č. 5095, s. 653–55.
- Habermas, J. (2008). The Constitutionalization of International Law and the Legitimation Problems of a Constitution for World Society. *Constellations*, roč. 15, č. 4, s. 444–55.
- Habermas, J. (2012). The Crisis of the European Union in the Light of a Constitutionalization of International Law. *European Journal of International Law*, roč. 23, č. 2, s. 335–48.
- Harris, A. W. – D'Abramo, G. (2015). The Population of Near-Earth Asteroids. *Icarus*, č. 257, s. 302–12.
- Held, D. (2010). *Cosmopolitanism: Ideals and Realities*. Cambridge: Polity.
- Holsapple, K. (2004). About Deflecting Asteroids and Comets. In Belton, M. T. a kol. (eds.). *Mitigation of Hazardous Comets and Asteroids*. Cambridge: Cambridge University Press, s. 113–40.
- Horowitz, C. J. et al. (2018). R-Process Nucleosynthesis: Connecting Rare-Isotope Beam Facilities with the Cosmos. *Journal of Physics G: Nuclear and Particle Physics*, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6471/ab0849/meta>.
- ICJ. (1949). The Corfu Channel Case (Merits). Resolution from 9th April 1949, <<https://www.icj-cij.org/files/case-related/1/001-19490409-JUD-01-00-EN.pdf>>.
- Jenniskens, P. et al. (2009). The Impact and Recovery of Asteroid 2008 TC3. *Nature*, roč. 458, č. 7237, s. 485–88.
- Kessler, O. – Guillaume, X. (2012). Everyday Practices of International Relations: People in Organizations. *Journal of International Relations and Development*, roč. 15, č. 1, s. 110–20.

- Lewis, J. S. (1996). *Mining the Sky: Untold Riches from the Asteroids, Comets, and Planets*. Reading, Mass. Addison-Wesley Pub. Co.
- Lu, E. T. – Love, S. G. (2005). Gravitational Tractor for Towing Asteroids. *Nature*, roč. 438, č. 7065, s. 177.
- Luhmann, N. (1989). *Ecological Communication*. Chicago: University of Chicago Press.
- Machuca, P. – Sánchez, J. P. – Greenland, S. (2018). Asteroid Flyby Opportunities Using Semi-Autonomous CubeSats: Mission Design and Science Opportunities. *Planetary and Space Science*, č. 165, s. 175–193.
- Mann, G. – Wainwright, J. (2018). *Climate Leviathan: A Political Theory of Our Planetary Future*. London: Verso Books.
- Mathias, D. L. – Lorien F. Wheeler, F. L. – Dotson, J. L. (2017). A Probabilistic Asteroid Impact Risk Model: Assessment of Sub-300 m Impacts. *Icarus* 289: 106–19, <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0019103516307126>.
- Mayer, M. – Acuto, M. (2015). The Global Governance of Large Technical Systems. *Millennium - Journal of International Studies*, roč. 43, č. 2, s. 660–83.
- Mazanek, D. D. et al. (2015). Enhanced Gravity Tractor Technique for Planetary Defense. In *4th IAA Planetary Defense Conference*, Fresquati, Roma.
- McSweeney (2013). Security, Identity and Interests. *Journal of Chemical Information and Modeling*, roč. 53, č. 9, s. 1689–99.
- Milani, A. – Chesley, S. R. – Chodas, P. W. – Valsecchi, G. B. (2002). Asteroid Close Approaches: Analysis and Potential Impact Detection. In *Asteroids III*, ed. William F. Bottke. Tucson: University of Arizona Press, 55–70.
- Miller, M. C. (2017). A Golden Binary. *Nature*, roč. 551, č. 36. <https://doi.org/10.1038/nature24153>.
- Morrison, D. (1995). Target: Earth! (Cover Story). *Astronomy*, roč. 23, č. 10, s. 34.
- Morrison, D. (2019). Overview of Active Planetary Defense Methods In Schmidt, N. (ed) *Planetary Defense – Global Collaboration for Saving Earth from Asteroids and Comets*. Springer International Publishing, s. 113–21. http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-01000-3_7.
- Nyman, J. (2016). What Is the Value of Security? Contextualising the Negative/Positive Debate. *Review of International Studies*, roč. 42, č. 5, s. 821–39. http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0260210516000140.
- Nyman, J. – Burke, A. (2016). *Ethical Security Studies: A New Research Agenda*. Routledge.
- Pajuelo, M. et al. (2018). Spectral Properties of Binary Asteroids. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, roč. 477, č. 4, s. 5590–5604.
- Parsons, Talcott. 1937. *The Structure of Social Action*.
- Penttilä, A. et al. (2017). Feasibility of Asteroid Exploration Using CubeSats — ASPECT Case Study. *Advances in Space Research*.

Pichler, F. (2012). Cosmopolitanism in a Global Perspective: An International Comparison of Open-Minded Orientations and Identity in Relation to Globalization. *International Sociology*, r. 27, č. 1, s. 21–50.

Popova, O. P. et al. (2013). Chelyabinsk Airburst, Damage Assessment, Meteorite Recovery, and Characterization. *Science*, roč. 342, č. 6162, s. 1069–73.

<http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.1242642>.

Potočný, M. (1968). Zásada Svrchované Rovnosti Států. *Mezinárodní vztahy*, roč. 3, č. 4.

Rawls, J. (1996). *Political Liberalism*. New York: Columbia University Press.

Raz, J. (1986). *The Morality of Freedom*. Oxford: Clarendon Press.

Roe, P. (2012). Is Securitization a ‘Negative’ Concept? Revisiting the Normative Debate over Normal versus Extraordinary Politics. *Security Dialogue*, roč. 43, č. 3, s. 249–66.

<http://sdi.sagepub.com/content/43/3/249%5Cnhttp://sdi.sagepub.com/content/43/3/249.full.pdf%5Cnhttp://sdi.sagepub.com/content/43/3/249.short>.

Schmidt, N. (2017). Planetary Defense as a Gateway to Space for Commercial and Deep Space Exploration. *New Space*, roč. 5, č. 4, s. 219–29. <http://online.liebertpub.com/doi/10.1089/space.2017.0005>.

Schmidt, N. (2019). Evolution of Security Studies and the Resulting Perspectives of an Asteroid Threat. In Schmidt, N. (ed). *Planetary Defense – Global Collaboration for Saving Earth from Asteroids and Comets*. Springer International Publishing, 165–79. http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-01000-3_11.

Schmidt, N. et al (2019). The Multipurpose Lunar Base as a First-Line Biosphere Defense and as a Gateway to the Universe. In Schmidt, N. (ed) *Planetary Defense – Global Collaboration for Saving Earth from Asteroids and Comets*. Springer International Publishing, 419–52. http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-01000-3_26.

Schmidt, N. (2019). The Political Desirability, Feasibility, and Sustainability of Planetary Defense Governance. *Acta Astronautica*, č. 156, s. 416–26.

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0094576517315199>.

Smetana, M. (2015). Nuclear Infrastructure, Strategic Hedging, and the Implications for Disarmament. In *Global Nuclear Disarmament: Strategic, Political, and Regional Perspectives*, London: Routledge, 44–60.

Smetana, M. (2019). Weapons of Mass Protection? Rogue Asteroids and the Normative Pitfalls of Nuclear Explosions in Space. In Schmidt, N. (ed). *Planetary Defense – Global Collaboration for Saving Earth from Asteroids and Comets*. Springer International Publishing, 231–244.

Stuart, J. S. – Binzel, R. P. (2004). Bias-Corrected Population, Size Distribution, and Impact Hazard for the near-Earth Objects. *Icarus*, roč. 170, č. 2, s. 295–311.

<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0019103504001265>.

Summary of the 12th Meeting of the Space Mission Planning Advisory Group (SMPAG) at 56th Session of the Scientific and Technical Subcommittee Vienna, 13th February. (2019).

<https://www.cosmos.esa.int/web/smpag/meeting-12-feb-2019>.

United Nations (1945). *Charter of the United Nations*.

United Nations (1967). *Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, Including the Moon and Other Celestial Bodies*.

<http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/introouterspacetreaty.html>.

United Nations (1979). *Agreement Governing the Activities of States on the Moon and Other Celestial Bodies*. <http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/intromoon-agreement.html>.

United Nations (2016). The World's Cities in 2016: Data Booklet. *Economic and social affairs*, č. 29.

Vereš, P. – Schmidt, N. (2019). Methods, Means and Governance of NEO Observation In Schmidt, N. (ed). *Planetary Defense – Global Collaboration for Saving Earth from Asteroids and Comets*. Springer International Publishing, 49–70. http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-01000-3_4.

Zubrin, R. (2018). Moon Direct: A Purpose-Driven Plan to Open the Lunar Frontier. *The New Atlantis*, č. 56, s. 14–47.

Zürn, M. (2000). Democratic Governance Beyond the Nation-State: The EU and Other International Institutions. *European Journal of International Relations*, roč. 6, č. 2, s. 183–221.

Summary /

The following paper examines planetary defence from the perspective of astronomy, which scientifically describe the global nature of the asteroid threat through direct sky observations, technology, which offers concrete solutions of asteroid deflections, international law, which studies within what legal frames planetary defence and asteroid mining is a feasible effort, and finally political science that explores the normative perception of the whole planetary defence endeavour. The aim of this article is to describe the dynamic between an overtly positivist threat formulation and normative implications of different ways of addressing the threat with the objective to provide a perception of the planetary defence efforts as a challenge for national security politics of a small state using an example of the Czech Republic. Each discipline (astronomers, engineering, international law and political science) are explored as different but related disciplines formulating various challenges planetary defence efforts face.

Astronomers can directly contribute with their expertise to asteroid observations in order to write down a list of possible threatening objects. As these disciplines has been cooperating worldwide for centuries, the international cooperation in this regard is quite unprecedented. However, their possible contribution goes beyond a mere observation when the telescopes can catch a distant light useful for material spectroscopy analysis. There are mainly three types of asteroids (C – carbon, S – silica, M – metallic) which understandably require different deflection

methods. While carbonaceous asteroids tend to be fragile rubble piles, metallic are solid and heavy, which raises different challenges. Astronomers are important in defining whether the asteroid is on a collision course with Earth or not and if so, to simulate what are the expected impact consequences. Therefore, astronomers are important in formulating the threat that will be politically interpreted and politicised but they also unwittingly produce knowledge that can be used by the future mining industry, which is historically significantly strong to shape the regime in which they operate.

Engineers are building their proposals on the astronomical observations or provide idea how such observations can be refined by e.g. rendez-vous missions. After describing various deflection methods, we follow with a list of missions carried until today and missions related or dedicated to planetary defence that are currently planned. Engineering challenges are useful perspective because they can provide a picture that planetary defence is not just about delivering one mission to keep Earth safe but that the whole efforts need to be complex. Some missions can refine observation data during asteroid flybys, while others can be focused strictly on deflection method such as kinetic impactor. However, the data provided can also be used in future asteroid mining industry, which is giving mere security framed planetary efforts a commercial dimension. How the gathered data by competing actors can be shared for security purposes within one industry sector remain questionable and can be useful stimulant in discussions of international law development related to asteroid mining itself. The whole technical challenge to mine asteroids or Moon's regolith not only requires new mission designs but also created entirely new space sector. Our incorporation of space mining to the paper is useful in taking a perspective how properly regulated commercial sector can contribute to global security issues. We end this part by listing the Czech capabilities useful for planetary defence missions that can be used in scientific diplomacy efforts.

The international law perspective is in our paper exploring all activities related to planetary defence efforts and asteroid mining. Whether it comes to the observation of Solar System, asteroid mining legal challenges or planetary defence missions that have a potential to shake with global security stability given some of the proposed technology. This part examines all five critical treaties governing space in both dimensions of the discussed activities. This part has the objective to summarise what are the current debates related to both efforts and how a small state such as the Czech Republic can be active to direct these debates towards desirable political ends of its foreign interests.

Finally, the political science perspective combines all the above findings and direct them through cosmopolitan theory principles of a responsible state. We put emphasis on a role of a small state in such inherently global initiative and how a small state comparable to the Czech Republic can use its historical political and foreign policy heritage for its planetary defence policy. We build on recent international relations theory contributions related to cosmopolitan theory and link it to foreign policy challenges of a small state in both dimensions of planetary defence and asteroid mining efforts. The most important advantage of planetary defence is that the threat can be objectively confirmed. Thus, the threat does not only need to be imagined

as a mere possibility as we know it from various other security issues that has fuelled recent research of critical security studies (terrorism, cyber). Thus, planetary defence not only can enable cosmopolitan ideas because we can discuss how such global planetary defence politics should look like from the normative perspective but is an interesting case for further research in international relations where cosmopolitanism meets technology, normative theory, security plus principle from Booth's Welsh School of Critical Security Studies but also paves road for the recent emerging ethical security studies. These theoretical considerations from the global perspective are then discussed from the Czech Republic's perspective, which does not and will never have planetary defence capabilities but still need fulfil its core social contract functions in securing its population. The astronomical observations are not only capable of confirming the threat but also opening a question of the ethical responsibility of local politicians to deliver politics of planetary defence because we have the knowledge and even fund from public sources research projects that can deliver significant contributions to the planetary defence efforts. Here, we argue that one core challenge of a small state is a creation of the global security community in planetary defence that can actually deliver vital interests stimulated in the Security strategy of the Czech Republic. However, that also means to consider vital interests being out of its borders because asteroid simply do not discriminate and cannot be considered as a mere national security issue of one state while not of another. Beside planetary defence efforts, it is crucial to focus on industrial capacities useful for asteroid mining because that would lead to a loud voice on international level in discussing future space mining regime. All these theoretical perspectives accentuate positive security, therefore, potential scientific and industrial capacities of the Czech Republic in the field of asteroid mining and planetary defence are portrayed as humanistic and globally responsible solutions to the asteroid threat. The text demonstrates how politics of planetary defence represents an opportunity for the Czech Republic to formulate inclusive global governance by involving Czech industrial and scientific capabilities. Finally, we argue that proper identification of local research and industrial capacities are not necessarily only useful for scientific and economic interests of a small state but can be used as a foreign policy leverage to prevent super power from usurping the global debate.