

Ing. Vladimír Šilhan, CSc., MSc.

Současný stav a trendy bezpečnosti využívání kosmického prostoru

4. října 1957 vypustil Sovětský svaz první umělou družici Země – Sputnik. Byl to začátek nové epochy v dějinách lidstva – epochy pronikání člověka do vesmíru. Konstrukce nosných raket měli na obou stranách prakticky v rukou výhradně vojáci, proto se první plány se týkaly průzkumu území potenciálního protivníka optickými prostředky, umístěnými na oběžné dráze, tedy fotografické výzvědné činnosti. Špionážní družice se dostaly i do textu smluv o omezení zbraní SALT 1 a SALT 2 pod delikátním označením „národní technické prostředky ověřování“. A tak mimo jiné díky tomu, že v Bílém domě a v Kremlu dostávali informace z družic o tom, v jakém stavu jsou ozbrojené síly druhé strany, nikdo se neodvážil dát povel k útoku, protože věděl, že by nikdo nevyhrál, ale naopak by zničil celý svět.

O telefonní, dálkopisné a další spojové služby měli ovšem v západním světě stále větší zájem nejen vojáci, ale i civilní sektor. Bezpečnostní aspekty kosmických aktivit lze proto rozdělit na dvě oblasti, a to využívání kosmu pro zvýšení naší bezpečnosti, kam lze zařadit zejména problematiku pozorování Země, družicové komunikace a navigace, a na druhé straně bezpečnost těchto aktivit v kosmickém prostoru i s tím související pozemní infrastruktury, což je hlavním předmětem tohoto příspěvku.

Československo bylo spolu s dalšími současnými sedmi členskými státy EU již v roce 1958 mezi prvními osmnácti státy světa, které podepsaly rezoluci Valného shromáždění OSN číslo 1348, týkající se mírového využití kosmického prostoru, což svědčí o dlouhé tradici v oblasti kosmické diplomacie. Významným novodobým mezníkem našeho zapojení do kosmických aktivit byl vstup ČR, jako prvního členského státu z poslední vlny těch, které vstoupily do EU, do Evropské kosmické agentury ESA. To otevírá i zemi, která má velmi omezené možnosti pro vlastní kosmické programy, tyto realizovat alespoň v nějaké míře v rámci mezinárodní spolupráce, především v programech ESA.

1. Rozsah a diverzifikace zkoumání a využívání kosmického prostoru

Na oblasti využívání kosmického prostoru lze nahlížet z různých pohledů. Můžeme je například dělit na civilní a obranné, na komerční a veřejně prospěšné, vyčlenit lze ty, které mají bezpečnostní dimenzi a hlavně dělit na ty, které jsou zaměřené na zkoumání kosmického prostoru a ty, které sledují jeho aplikační využívání.

Na tomto místě by bylo logicky vhodné uvést definici nebo **definiční vymezení kosmického prostoru**, které ale doposud jednotně stanovené nebylo, a to i přesto, že bylo k jeho využívání přijato množství rezolucí OSN, vymezujících právní status využívání kosmického prostoru. Bližší informace o způsobech vymezení kosmického prostoru

ze strany USA, NASA, či Mezinárodní letecké federace, která tuto hranici vymezuje tzv. Karmánovou linií (ve výšce 100 km od Země) lze nalézt v [1].

Zkoumání a využívání kosmického prostoru je velmi nákladnou záležitostí, při které nabývá na rostoucím významu zájem o návratnost vynaložených investic a tím zejména o podporu široce využitelných aplikací. Aktuální představu o míře souvisejících investic za rok 2010 lze získat například z [2], a to v následujících údajích:

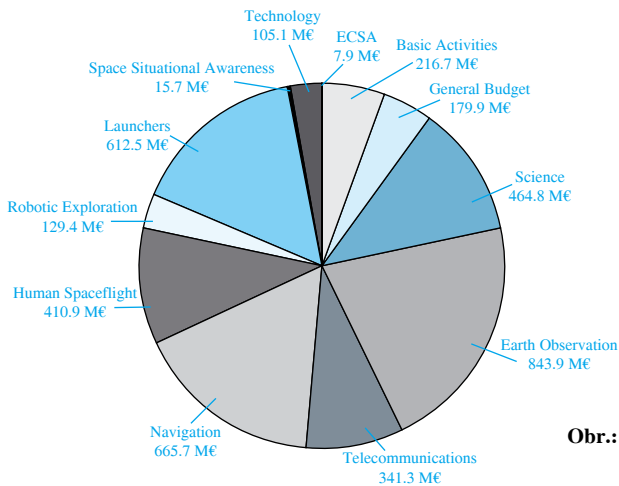
- **Komerční příjmy**, zaměřené na využívání kosmického prostoru lze za rok 2010 odhadnout ve výši 189,39 mld. USD. Z toho část, připadající na komerční služby, tj. telekomunikace, pozorování země a navigaci se odhaduje na částku 102 mld. USD (nárůst o 9 % oproti roku 2009) a zbylých 87,39 mld. USD (pokles o 8 % oproti roku 2008 díky) jde na vrub komerční infrastruktury, zaměřené na kosmické aplikace, včetně výroby družic, kosmických lodí a platform, služeb jejich vypouštění na oběžné dráhy a pozemních zařízení.
- **Státní institucionální výdaje** činily v loňském roce celkem asi 71,5 mld. USD, což znamená oproti roku 2009 nárůst ve výši 9 %. Z toho mělo připadat 37 mld. USD (52 %) na civilní a 34 mld. USD (48 %) na obranné aplikace, na nichž mají lví podíl USA v rozsahu cca 28 mld. USD, což představuje asi 82 % všech obranných výdajů.
- Na **celkových veřejných výdajích v rozsahu 71,5 mld. USD** se podílí výrazně nejvyšší měrou USA, a to částkou cca 48,3 mld. USD (28 mld. připadá na obranné a 20,3 mld. na civilní výdaje). Na dalších místech jsou Rusko (2,8 mld.), což ale může být ve skutečnosti významně vyšší díky utajovaným vojenským i vědeckým programům, Japonsko (2,6), Francie (2,54), Čína (2,4) s velkým růstovým potenciálem pro další období, Německo (1,38), Indie (1,26) s velkým nárůstem aktivit, Itálie (1,09), Velká Británie (0,7), Kanada (0,6), Španělsko (0,4) a Jižní Korea (0,23).
- **Investice ESA** do rozvoje kosmických technologií a aplikací jsou uvedeny ve výši 5,32 mld. USD. Na nich se 74 % podílí vklady členských států v rozsahu podle následující tabulky převzaté z [3]:

Stát	mil. €	%	Členství od	Stát	mil. €	%	Členství od
Francie	751.4	18.8 %	30/10/80	Švédsko	59.9	1.5 %	30/10/80
Německo	713.8	17.9 %	30/10/80	Rakousko	54.0	1.3 %	30/12/86
Itálie	380.0	9.5 %	30/10/80	Dánsko	31.2	0.8 %	30/10/80
Velká Británie	265.3	6.6 %	30/10/80	Finsko	20.1	0.5 %	01/01/95
Španělsko	201.9	5.1 %	30/10/80	Irsko	15.6	0.4 %	10/12/80
Belgie	164.8	4.1 %	30/10/80	Portugalsko	15.8	0.4 %	14/11/00
Nizozemsko	84.2	2.1 %	30/10/80	Řecko	14.9	0.4 %	09/03/05
Švýcarsko	96.2	2.4 %	30/10/80	Lucembursko	11.5	0.3 %	30/06/05
Norsko	63.2	1.6 %	30/12/86	Česká republika	10.4	0.3 %	08/07/08

- Zajímavé je také pořadí členských států, u nichž jsou nejvyšší relativní výdaje ve vztahu k DPH (USA, Rusko, Francie, Indie, Itálie, Belgie, Japonsko, Německo, Čína, Kanada) a na hlavu (USA, Francie, Lucembursko, Belgie, Norsko, Japonsko, Rusko, Kanada, Německo, Itálie). Všechny členské státy ESA rozvíjejí

část svých kosmických programů i mimo ESA. Největší národní podíl vykazují Finsko a Francie (asi 57 %), Itálie (asi 46 %) a ČR (asi 38 %). Naopak v Belgii a Švýcarsku jsou národní dotace do programů mimo ESA zanedbatelné (jen asi 1-2 %).

- V roce 2010 bylo vypuštěno celkem 74 raket, z toho Ruskem 31 (18 vládních a 13 komerčních), USA 15 (11+4), Čínou 15 vládních, zeměmi ESA 6 komerčních, Indií 3 vládní, Japonskem 2 vládní, Izraelem a Jižní Koreou po jedné vládní. Rakety vynesly celkem 91 družic (z toho 70 nekomerčních), což znamenalo celkem 117 misí, na nichž se podílelo 23 států.
- Na příkladu ESA lze demonstrovat rozdělení zkoumání a využívání kosmického prostoru podle jednotlivých programů z hlediska objemu plánovaných rozpočtových prostředků na rok 2011 – převzato z [4] (pro USA by byly ovšem údaje v řadě aspektů, například u obranných aplikací nebo ve výdajích na monitorování hrozeb srážky s umělými nebo přírodními předměty, tzv. Space Situation Awareness – SSA, velmi odlišné):



Obr.: Diagram – rozpočet ESA po jednotlivých programech

2. Aktuální trendy v bezpečnosti kosmického prostoru

Bezpečnost kosmického prostoru je definována v souladu se smlouvou o vnějším kosmickém prostoru z roku 1967 v kontextu bezpečného a udržitelného přístupu a využívání kosmického prostoru a zamezení nebezpečí hrozeb z kosmu. V současné době představuje výraznou hrozbu fungujícím kosmickým systémům zejména množství nefunkčních a neovladatelných pozůstatků umělých družic, na nichž je lidstvo v oblasti komunikací, přenosů televizních signálů, navigace, pozorování zemského a mořského povrchu, předpovědi počasí, televizních vysílání, a jiných aplikací, čímž dále více závislé.

Podstatně menší, i když také reálné, je nebezpečí škod, způsobených kosmickými tělesy, která spadnou zpět na Zemi. Během minulých čtyřiceti let spadla na Zemi v průměru jednou denně jedna katalogizovaná částice tzv. „kosmického šrotu“, obvykle však do oceánů nebo málo zalidněných oblastí. Přitom nedošlo k žádnému vážnému poranění

člověka ani k významným škodám na majetku. Lze shrnout, že i přes rostoucí povědomí a pozornost dané problematice nebezpečí kolize pro působení družic narůstá.

Stav bezpečnosti kosmického prostoru se každoročně důkladně hodnotí ve stejnojmenné publikaci, a to nejnověji v odkazech [5] pro rok 2011 a [6] pro rok 2011, kde je položen důraz na posouzení trendů podle osmi indikátorů, kterými jsou: kosmické prostředí; situační povědomí o kosmu; kosmické právo, koncepce a doktríny; civilní kosmické programy; komerční využívání kosmu; podpora pozemních vojenských operací z kosmu, stav kosmických technologií přináležejících k nebo interferujících s kosmickými systémy nebo ohrožujícími Zemi z kosmu; ochrana kosmických systémů; a negace kosmických systémů.

2.1 Trendy bezpečnosti v kosmickém prostředí

- ***Množství zbytkových částic se nadále zvyšuje, zvláště na nízkých oběžných drahách***

Pozůstatky kosmických těles na oběžné dráze vytvářejí stále vzrůstající hrozbu všem umělým kosmickým tělesům bez ohledu na to, kterému státu nebo entitě patří, přičemž většina kosmických misí k tomuto nebezpečí přispívá, zejména pokud jde o odpalovací rakety. Mnohem více nebezpečných fragmentů může ale vytvořit exploze tělesa, ať již neúmyslná, způsobená například výbuchem nepoužitého paliva, nebo vzniklá při testování zbraní s využitím zásahu kinetickou energií. Při rychlosti 7,8 km/s může pak i malá kovová částice při nárazu vyřadit z provozu nějakou družici. Přitom množství objektů na oběžných drahách trvale roste. V katalogu MO USA je nyní registrováno asi 22.000 objektů velikosti větší než 10 cm, které se všechny pravidelně sledují, a odhaduje se, že větších než 1 cm je asi 500.000 a menších několik desítek milionů. Díky vědomí rostoucího nebezpečí srážky začal v devadesátých letech počet nových částic klesat, ale poté v dalších letech například díky záměrné destrukci čínské meteorologické družice Fengyun-1C v rámci testu ASAT (Anti-Satellite Weapon) v roce 2007 a kolize mezi družicemi Cosmos a Iridium v roce 2009 došlo k prudkému nárůstu nových kosmických částic. Bylo by možné zmínit také zničení nefunkční družice USA-193 v roce 2008, i když to bylo provedeno dosti odpovědným způsobem s tím, že téměř všechny vzniklé trosky postupně opustily alespoň kolizně rizikovou oběžnou dráhu. Ačkoliv některé částice na nízkých oběžných drahách do 200 km zaniknou během několika dní v atmosféře, ve výškách do 600 km mohou přetrvat roky, mezi 600 a 800 km i desítky let, nad 800 km staletí a na geosynchronních drahách prakticky navždy. Družice v kritické synchronní výšce 800 km musely provádět více manévru než kdykoliv jindy, aby se vyhnuly kolizím. Z celkového počtu „kosmického šrotu“ jde na vrub fragmentů asi 42 %, použitých částí raket je asi 17 %, pozůstatků vysílání lidských posádek 19 % a nefunkčních družic asi 22 %. [7]

- ***Katalog US Space Situation Network***

V katalogu US SSN (Space Situation Network) bylo ke konci minulého roku registrováno asi 16.200 objektů, které jsou důsledkem 4.765 registrovaných vypuštění těles a z nich 251 rozpadlých na menší části. Celková hmotnost těchto objektů

se odhaduje asi na 6.700 tun. Z toho se na nízkých drahách pohybuje asi 77% těchto těles, na téměř geostacionárních drahách 6%, na vysoce excentrických drahách 10% a na jiných drahách (včetně GNSS) 7%. Katalog obsahuje 20% družic (z nichž je jen 6% operačních), 11% částic raket, 5% objektů jako pozůstatky vypouštění kosmických lodí a 64% fragmentů (z nich 41% bylo katalogizováno před testem ASAT FengYun 1C, který způsobil 3040 nových katalogizovaných objektů, a před srážkou mezi Cosmos-2251 a Iridium-33 s nárůstem o dalších 1.961 fragmentů). [8] Na geostacionárních drahách nebo v jejich blízkosti bylo koncem roku 2010 registrováno v databázi ESA DISCOS celkem 1.274 objektů, 16 jich bylo během roku 2010 vyřazeno z provozu a 24 naopak nově vypuštěno (plus dva koncové stupně raket). Z toho je 397 družic kontrolovatelných a z nich 266 v obou směrech (východ-západ i sever-jih).

Za posledních 12 let došlo ke zvýšení počtu odsunutých družic po skončení jejich životnosti na vyšší oběžné dráhy v souladu se směrnicí IADC, z cca 30% na cca 60%.

■ **Zvyšující se povědomí o hrozbách kosmických pozůstatků a pokračující úsilí ve vývoji a implementaci mezinárodních opatření k řešení problému**

Srážka i s velmi malým tělesem může mít totiž vážné až katastrofální důsledky. Obecně tělesa velikosti 0,1 až 10 cm proniknou družicí a poškodí ji a již srážka s tělesem větším než 1 cm může vyřadit družici z provozu. Ilustrativním příkladem srážky s mikročásticí může být poškození okna raketoplánu STS-94 částicí cca 100-150 mikrometrů, která způsobila asi milimetrový otvor, a okno muselo být vyměněno. [9] Průměrná oběžná rychlost částic je asi 10 km/s, ale může dosahovat i rychlosti 16 km/s. Tři dříve uvedené důležité kolize ovlivnily postoj hlavních aktérů, tj. zejména Číny, Japonska, Ruska, USA a EU, k vytvoření standardů ke zmiřování následků zvyšování počtu těles na orbitách a k dobrovolnému přijetí směrnice OSN, [10] která však není všeobecně ani pravidelně dodržována a není jednotná politická vůle k přijetí okamžitých opatření. Podobnou směrnicí vytvořila také Francie. Vedle toho vedoucí světové kosmické agentury vytvořily k řešení problematiky pozůstatků kosmických těles výbor IADC (Inter-Agency Space Debris Coordination Committee), [11] který má usilovat o takové působení na oběžných drahách, které omezí a zmírní růst následků případných kolizí. Při nynějších vypouštěních raketoplánů se s využitím SSN pravidelně vyhodnocují dráhy zbytkových částic a jestliže by se některá měla přiblížit na několik kilometrů, provede se odkláňací manévř pokud je pravděpodobnost srážky vyšší než 1:10.000, k čemuž dochází každý nebo každý druhý rok. Dalším nekonvenčním opatřením je to, že po skončení životnosti družic se je snaží většina operátorů přesunout na nižší oběžné dráhy, na kterých by měly do 25 let zaniknout v atmosféře, nebo je přesouvat do oblasti tzv. pohřebišť ve vzdálenosti cca 300 km nad geosynchronními drahami a v případě geostacionárních drah, které jsou považovány za svého druhu přírodní zdroj, je také odsouvat na vyšší odkládací dráhu.

■ **Rostoucí požadavky na radiové frekvence a komunikační pásma**

Rostoucí počet států, které vysílají do vesmíru stále více družic, vyvolává zvýšené požadavky nejen na vhodné orbitální dráhy, ale také na omezené radiové

frekvence. Více družic využívá frekvence v pásmech, obecně užívaných geostacionárními družicemi, čímž narůstá pravděpodobnost frekvenční interference. Na druhé straně se využívají technologie a postupy k řízenému využívání více frekvenčních pásem, které umožňují větší přiblížení frekvencí bez interference. Díky tomu mají například soudobé přijímače vyšší odolnost proti interferenci. Přesto dochází k občasným sporům mezi družicovými operátory. Problematikou se zabývá Mezinárodní telekomunikační unie. Relativní snadnost rádiové frekvenční interference a rušení signálů indikuje možnost zvyšování příslušných incidentů, což může zhoršit bezpečnost aplikačního využívání kosmu, a to i vzhledem k tomu, že je obtížné ověřit záměr takového konání a prakticky neexistují opatření k nápravě. To je pro mezinárodní komunitu výzvou ke zlepšení současného stavu. Možné záměrné interference představují důležité riziko zejména pro bezpečnostní a obranné aplikace, včetně využívání družicových služeb při vedení vojenských operací.

■ ***Rostoucí povědomí o hrozbách srážek s blízkými kosmickými tělesy a hledání možných řešení***

Těmito objekty jsou asteroidy a komety, které se mohou dostat do blízkosti země. Nejnověji proletěl dne 27.6.2011 v bezprostřední vzdálenosti od Země malý asteroid o průměru asi 20 metrů, objevený jen pár dní před průletem a nazvaný 2011 MD [12]. Začátkem listopadu 2011 má oběžnou dráhou Měsíce asi 323 tisíc kilometrů od Země proletět mohutný asteroid 2005 YU55 o průměru 400 metrů a o váze několika milionů tun. Půjde patrně o největší vesmírné těleso v dějinách, které se ocitne tak blízko Zemi. Případná možnost odklonu takových těles od přirozené dráhy by závisela na délce varovného času a spočívala by ve vyslání série kinetických projektilů, možná i s jadernými náložemi, což by mohlo způsobit ohrožení životního prostředí, stabilitu kosmického prostoru a mohlo by vyvolat řadu politických a právních důsledků. Tato problematika se postupně přesouvá z čistě astronomické oblasti do roviny politické a vyžadovala by vytvoření mezinárodních řídicích mechanismů.

2.2 Trendy v kosmickém situačním povědomí [13]

■ ***Schopnosti situačního povědomí USA se mírně zlepšují***

USA jsou nadále světovou vedoucí zemí ve schopnostech kosmického situačního povědomí s příslušnou sítí SSN. Sdílení dat ze sítě SSN by mělo být prospěšné i pro další důležité aktéry, kteří by mohli tato data doplňovat. Celosvětový systém prozatím neexistuje, a to z velké části díky citlivosti dat. Zvýšené úsilí k dalšímu rozvoji nastalo po srážce družic Cosmos a Iridium, kdy na základě této události dochází k vývoji zdokonaleného, avšak nákladného systému založeného na řadě radarů v pásmu S (2÷4 GHz) s umístěním nejméně na třech místech a s předpokládaným termínem dokončení v roce 2015. Partnerskou zemí pro tento projekt má být Austrálie, která bude také investovat do výzkumu sledovacích možností. Zdokonalenou integraci dat z jednotlivých zdrojů by mělo garantovat letectvo USA. Celkově by tato zdokonalená schopnost mohla posílit varovné možnosti a zvýšit

kosmickou bezpečnost. Součástí systému bude i orbitální sledovací systém, [14] který není na rozdíl od pozemských teleskopů limitován počasím, atmosférou, ani denní dobou a představuje proto zásadní kvalitativní změnu, která umožní dvojnásobně větší citlivost, dvakrát vyšší rychlost detekce hrozeb, trojnásobné zvýšení pravděpodobnosti jejich detekce a desetinásobné zvýšení kapacity, neboť kosmické senzory mohou mít mnohem vyšší zorné pole než pozemní. Nová družice SBSS, která byla vypuštěna 25.9.2010 rozvíjí a výrazně zdokonaluje možnosti předchozího MSX SBV (Space-based Visible Sensor), který ukončil činnost v prosinci 2008. Systém by měl umožnit přesnější detekci a předvídání možných hrozeb, včetně případného nepřátelského chování jiných kosmických těles.

■ **Globální situační povědomí se mírně zlepšuje**

S narůstajícím významem kosmického situačního povědomí se stále více států zapojuje do diskuze k možnému mezinárodnímu sdílení dat. K tomu přispěla i konference **Space Security through Transatlantic Partnership**, organizovaná ESPI a PSSI ve dnech 13.-14.6.2011 v Praze. [15] Díky citlivosti informací usilují některé velké a větší státy o vývoj vlastních sledovacích systémů, aby nebyly závislé na uvolnění informací zejména ze strany USA. Příslušné schopnosti vytváří v současné době pro různé účely Rusko, EU, Kanada, Francie, Německo, Čína, Indie a Japonsko. Na sdílení dat o hrozbách kolizí se podílejí i komerční satelitní operátoři a své schopnosti se snaží dokazovat i amatérští jednotlivci nebo skupiny. Zvyšování globálních schopností by mělo směřovat ke zvýšení vzájemné transparentnosti, důvěry a vést k možnému verifikačnímu mechanismu budoucích dohod. EU se v tomto, stejně jako i v dalších kosmických programech snaží o emancipaci, i když, jak je vidět z obr. na diagramu, jedná se z hlediska plánovaných investic v roce 2011 zatím o nejmenší program. To je dáno především tím, že se nachází ve své počáteční, definiční fázi, která ještě nevyžaduje investiční náklady. Příslušný program byl autorizován ministerskou radou ESA v listopadu 2008 a formálně zahájen dne 1. 1. 2009. Po počáteční tříleté fázi (2009-2011) se předpokládá program implementovat v období 2012-2019. Systém je zaměřen na včasné předávání informací o nebezpečích pro kosmickou infrastrukturu jak na oběžných drahách, tak i na zemi, potenciálně zapříčiněných kolizemi mezi objekty na oběžné dráze, nepříznivým kosmickým větrem, nebo srážkou přírodních kosmických objektů se Zemí.

■ **Pilotní datová centra**

Ze zemí ESA disponují v současné době sledovacími radary a teleskopy pro možné využití pro SSA Francie, Německo, Itálie, Norsko, Velká Británie, Švýcarsko a Španělsko. To by mělo být doplněno moderními, automatizovanými, skenovacími a sledovacími systémy a data vyhodnocována softwarovými analytickými nástroji v síti technických a operačních center se schopností detekovat a lokalizovat i velmi malé objekty a předpovídat možnosti kolizí.

V současné době ESA spolu s průmyslovými partnery intenzivně pracuje na vytvoření třech pilotních datových center:

- a) SSA-SST Space Surveillance Test and Validation Centre (SSTC), s umístěním v ESA/ESAC, Španělsko;
- b) SWE Service Coordination Centre (SSCC), s umístěním v Belgii;

c) SSA-NEO Small Bodies Data Centre (SBDC), s umístěním v ESA/ESRIN, Itálie.

Mimoto by mělo být vytvořeno Úkolové centrum, umístěné v ESA/ESOC v Německu v blízkosti pracovního působení operačních týmů a systémů ESA. Centra budou muset být vybavena novou výpočetní a telekomunikační infrastrukturou a novými softwarovými aplikacemi i operačními zařízeními.

■ **Zvyšování míry sdílení dat a úsilí o spolupráci v oblasti SSA**

USA regulují přístup k informacím ze sítě SSN a současně rozšiřují možnosti sdílení dat. Po kolizi družic Cosmos a Iridium v roce 2009 USA oznámily, že vyčlení osoby a zdroje na monitorování až 800 funkčních družic schopných manévru, přičemž v současné době jich Společné operační středisko monitoruje více než 1.000. Součástí aktivity je i možnost zvýšit zapojení dalších partnerů a sdílet data o možných kolizích. Mimoto začaly rozvíjet podobné úsilí i civilní entity, jako např. Space Data Association (SDA), tvořená skupinou hlavních družicových operátorů s hlavním zaměřením na sdílení informací o polohách družic SDA k omezení možnosti elektromagnetické interference. Nejmarkantnějším pozitivním příkladem využití sdílených dat SSA je obnovení funkce družice Galaxy 15 po jejím selhání v roce 2010.

2.3 Trendy v oblasti práva, koncepcí a doktrín

■ **Postupný vývoj normativního rámce pro kosmické aktivity**

Hlavním principem právního rámce je mírové využití kosmu, [16] avšak existující regulační rámec je ve velké míře považován za překonaný a nevyhovující současným požadavkům a podmínkám většího množství různých aktérů. Mimoto se původně zamýšlené smlouvy mění na právně nezávazné nástroje, jako jsou principy, rezoluce, opatření k budování důvěry, koncepce a technické směrnice, jakož i jednostranné národní regulace, což lze ve svém souhrnu nazvat jakýmsi „měkkými zákony“. Důležitým novým dokumentem je **Kód chování EU pro aktivity v kosmu**, jehož hlavním cílem není implementace ze strany dalších důležitých kosmických aktérů, ale přijetí podobných pravidel i pro jejich aktivity. Politika USA směřuje stejným směrem, avšak národní cíle představují problémy s implementací. Rusko navrhuje vytvoření skupiny expertů pro posouzení možností vyšší transparentnosti a opatření k vytváření důvěry pro možnost dohody o vícestranných opatřeních k prevenci zbrojení v kosmu. Specifické návrhy dalšího postupu předložila i Čína, takže jen USA, jako rozhodující hráč, zatím neprosazují aktivně návrhy dalšího mezinárodního postupu. Na druhé straně NASA implementuje bezpečnostní standard 1740.14, podle něhož musí všechny kosmické projekty zahrnovat i zhodnocení týkající se kosmických pozůstatků (částic). Důležité by mělo být dosažení pokroku v této otázce zejména v rámci konference o odzbrojení, což má ale po mnoha letech, kdy jsou jednání na mrtvém bodě, malou naději na úspěch.

■ **COPUOS [17] jako fórum pro řízení aktivit v kosmu zůstává aktivní, zatímco konference o odzbrojení je nadále zablokovaná**

Fórum pro otázky kosmické bezpečnosti tvoří řada mezinárodních institucí, včetně Valného shromáždění OSN, prvního výboru OSN, [18] COPUOS (vytvořen v roce 1994), Mezinárodní telekomunikační unie (ITU) a konference o odzbrojení (CD – Conference on Disarmament). Po více než desetiletí bez hmatatelných výsledků byl v roce 2009 přijat alespoň program dalšího postupu, který by mohl zlepšit prevenci závodů ve zbrojení v kosmu a dále diskutovat právní instrumenty k regulaci kosmických aktivit. To ale zatím v rámci CD nevede k cíli díky nedostatku politické vůle. COPUOS přesto aktivně usiluje o hlavní zaměření na právně nezávazné technické přístupy v kosmické bezpečnosti a součinnost s CD a ITU. Vlastní směrnici vypracoval také výbor IADC.

■ ***Zvyšování formalizované spolupráce afrických zemí***

Novodobá spolupráce v oblasti kosmických aktivit umožnila i vybraným africkým státům využívat ekonomické a sociální výhody kosmických aplikací. V roce 2009 po ročních jednáních podepsaly Nigérie, Alžírsko, Jihoafrická republika a Keňa příslušnou dohodu o regionální spolupráci pro vytvoření ARMS (African Resources Management Satellite). Po vytvoření Jihoafrické národní kosmické agentury v roce 2010 byla podepsána mezivládní dohoda s Alžírskou kosmickou agenturou. Ve stejném roce bylo rozhodnuto o zpracování studie proveditelnosti na vytvoření Africké kosmické agentury a africké kosmické politiky. Tyto aktivity mohou vést k rozvoji vědeckých a technologických firem soukromého sektoru i k rozvoji exportního trhu pro družice a související služby. Možný vznik nebezpečí nezdravé regionální konkurence by mohlo eliminovat vytvoření společné kosmické agentury, což může ale trvat ještě několik let. Řadu dalších podrobností lze nalézt v [19].

■ ***Národní kosmické politiky se dále zaměřují na bezpečné využívání kosmu při zvyšujícím se zaměření na národní kosmický průmysl***

Vojenské doktríny rostoucího počtu států zdůrazňují využití kosmických systémů na podporu národní bezpečnosti. Některé státy, a to jednoznačně USA, ale také Rusko a Čína, považují kosmické systémy za součást kritické národní infrastruktury. Některé státy, včetně Velké Británie, Německa, Austrálie a USA, považují inovace a rozvoj svých kosmických průmyslových schopností za klíčovou prioritu v rámci národních kosmických strategií. K novým bezpečnostním hrozbám patří rozporné informace o tom, že Indie rozvíjí schopnost ASAT. Větší zapojení průmyslu by mělo povzbudit vytváření jasných pravidel, zvýšit transparentci a posílit spolupráci. Je důležité, aby pokračovalo využívání kosmu pro potřeby národní bezpečnosti. Nebezpečím může být, že přílišné spoléhání na využívání kosmických aplikací pro národní bezpečnost by mohlo ve svém důsledku vést k vytvoření klimatu podezíravosti a nedůvěry. V rámci EU byl pro navigační program GNSS Galileo ustaven dokonce již i právní rámec. Ten umožňuje Radě nebo SG/HR v případě nouze, tj. ohrožení bezpečnosti EU nebo některého z členských států, přijmout odpovídající opatření a dát příslušné instrukce operátorovi systému, a to v souladu s příslušnou společnou akcí, připravenou bezpečnostním výborem Rady. [20]

2.4 Trendy v kosmických programech

■ *Rostoucí počet uživatelů kosmu*

Tento trend v posledních desetiletích výrazně narostl a měl by s poklesem cen vynesení na oběžnou dráhu dále pokračovat. V roce 2009 se stal Írán devátým státem s nezávislými schopnostmi vynesení družic na oběžnou dráhu. Kromě toho více než 60 států a konsorcií má v současné době v kosmu své prostředky, které tam dostalo buď individuálně, nebo ve spolupráci s ostatními. Lze předpokládat, že během příštích deseti let by mohlo být vypuštěno více než 1.200 družic. Různé státy připravují nebo deklarovaly první vypuštění svých družic, převážně ve spolupráci s dalšími. Měly by narůstat i národní a mezinárodní kosmické entity. Tímto vším bude narůstat zájem čím dál většího množství zemí o dlouhodobou udržitelnost a tím i bezpečnost svých národních programů a prostředků, vypuštěných na oběžné dráhy. To může na jednu stranu znamenat podporu úsilí o mírové využívání kosmu, ale na druhé straně vlivem stále většího provozu na oběžných drahách vyvolávat soupeření o vhodné dráhy a rádiové frekvence a rostoucí nebezpečí kolizí, což může volávat regionální napětí.

■ *Pokračující růst globálních služeb*

Využívání kosmu pro navigaci a předpověď počasí se z původně vojenských oblastí stalo neodmyslitelnou aplikační doménou i pro komerční civilní sektory a zaznamenalo spolu s dálkovým průzkumem (pozorováním) země a vyhledáváním a záchranou osob při zvládání živelních pohrom v posledním desetiletí velký uživatelský nárůst. Tím se poskytování služeb, založených na využívání kosmických aplikací, stalo nepostradatelnou součástí rozvinutých ekonomik, které jsou na těchto technologiích silně závislé. Významný technologický pokrok se připravuje v oblasti zdokonalení družicových navigačních systémů, kterými disponují, nebo je nově vyvíjejí, USA, EU (EGNOS a GNSS Galileo), Japonsko, Čína a Indie. I když by měly být všechny stávající i rozvíjené systémy teoreticky interoperabilní a schopné zvýšit přesnost a spolehlivost nabízených služeb, čelí vážným problémům vzájemné koordinace. Udržování schopností pro zajištění globálních služeb by mělo silně pozitivně působit na potřebu bezpečného a odpovědného působení v kosmu, omezujícího další možný nárůst rozpadlých částí družic jako důsledku případných srážek a tím mít pozitivní efekt na kosmickou bezpečnost. Napětí může ale i v tomto kontextu vznikat při soutěžení o rádiové frekvence, což bude vyžadovat zvýšení mezinárodní spolupráce.

■ *Dalšími tendencemi, které nemají zvlášť silnou bezpečnostní dimenzi, jsou:*

- a) civilní kosmické programy pokračují v určování priorit vědeckých misí a zkoumání kosmu a
- b) trvalý růst mezinárodní spolupráce na civilních kosmických programech.

2.5 Trendy v komerčním využívání kosmu

- *Globální komerční kosmický průmysl dále roste a hledá nová řešení budoucího udržitelného růstu*

Roční příjmy z komerčních družicových služeb lze odhadnout ve výši 200 mld. USD, přičemž hlavní příjmy plynou z poskytování služeb pro satelitní televizní vysílání a z navigačních služeb. Významně také narůstá množství komerčních služeb v oblasti dálkového průzkumu země.

■ ***Komerční sektor podporuje rostoucí přístup k produktům a službám kosmického charakteru***

Nižší náklady na vypouštění družic zvyšují přístupnost kosmu pro větší množství států, zejména rozvojových, se zaměřením na pokročilé, spolehlivé, vícenásobně využitelné a relativně dosažitelné technologie pro vypouštění zejména menších družic na podorbitální a nízké oběžné dráhy. V roce 2010 byla Space X první soukromou firmou, která úspěšně dostala zpět na Zemi jednu ze svých družic.

■ ***Pokračující závislost států na komerčním kosmickém sektoru vytváří potřebu vzájemného působení mezi veřejným a soukromým sektorem*** (bez dalšího doplňujícího komentáře)

■ ***Komerční kosmičtí operátoři postupně ovládají kybernetické schopnosti***

Spojení mezi kosmickým a kybernetickým prostorem se stává pro komerční operátory stále zajímavější. Díky rostoucímu propojení kosmické a kybernetické bezpečnosti tím roste i jejich zodpovědnost za bezpečnost a odolnost systémů. K hlavním inovacím patří přechod od formátů s tradičním logováním ke službám na bázi technologie „cloud“ poskytovatelem Exostar a nejnověji umístění internetového datového směrovače (routeru) Cisco IRIS na palubu družic. To by mělo eliminovat mezičlánek na pozemních stanicích a tím i možné výpadky a současně by finanční a časové náklady měly být lépe využívány a řízeny.

2.6 Podpora kosmických systémů pozemním vojenským operacím

■ ***USA a Rusko nadále vedou ve využívání vojenských kosmických systémů***

Během studené války byl vývoj kosmických vojenských systémů do doby kolapsu SSSR ze strany obou tehdejších supervelmocí zhruba vyrovnaný. V posledních letech došlo k celkovému poklesu vysílaných vojenských družic oběma stranami. Současně mají ale družice větší schopnosti. USA na jedné straně do kosmických technologií nejvíce investují, ale na druhé straně jsou na nich nejvíce závislé. I když není stav mnoha ruských systémů dostatečně známý, je zřejmé, že Rusko usiluje o náhradu staré techniky s velkým důrazem na brzké dosažení plné operační schopnosti navigačního systému GNSS GLONASS. Koncem roku 2010 bylo celosvětově evidováno celkem 165 vojenských družic se zhruba polovičním podílem jejich využívání ze strany USA a asi čtvrtinovým ze strany Ruska. Nedostatky v kritických schopnostech zvyšují jejich zranitelnost vůči případnému nepřátelskému útoku. Pokud se takové nedostatky projevují na obou stranách, může to být pobídkou pro změnu politiky k tomu, aby se snížila pravděpodobnost konfliktu ve vesmíru. Vzájemná spolupráce, například v družicové navigaci nebo

vojenských komunikacích, může snížit zranitelnost a zvýšit vzájemnou závislost a tak mít pozitivní vliv na kosmickou bezpečnost.

■ ***Stoupá role Číny a Indie v podpoře vojenským aktivitám***

Čínský vládní kosmický program nerozlišuje mezi civilními a vojenskými aplikacemi. I když jsou národní programy oficiálně zaměřeny na vědu a zkoumání, má se za to, že poskytují vojenské informace. Čína provozuje regionální navigační systém Beidou, který zamýšlí zdokonalit na globální systém Beidou-2 nebo Compass doplněním původního systému pěti geostacionárními a třiceti družicemi na středních oběžných drahách. Indie má jeden z nejstarších a největších kosmických programů na světě s původními duálně využitelnými schopnostmi. Kosmodrom byl hnacím motorem aktivit ISRO (Indian Space Research Organisation). K zajištění nezávislé schopnosti družicové navigace v roce 2012 se vyvíjí systém IRNSS (Indian Regional Navigation Satellite System), který by měl být tvořen sedmi družicemi. Rostoucí prominentní role těchto zemí, jakožto politických aktérů, činí diskusi o kosmické bezpečnosti nejen jako možnou, ale i jako nezbytnou.

■ ***Roste počet států, které rozvíjejí vojenské a víceúčelové kosmické schopnosti***

Státy jako Čína, Japonsko, Francie, Kanada, Austrálie, Německo, Itálie, Španělsko a Izrael vyvíjejí v poslední době víceúčelové družice s širokou škálou funkcí. Klíčovou hnací silou těchto technologií je bezpečnost, přičemž výdaje na jejich víceúčelové použití rostou. Při absenci čistě vojenských družic využívá řada aktérů své civilní družice i pro vojenské účely nebo nakupují data a služby od jiných družicových operátorů. EU pokračuje ve vývoji systému Galileo, který bude mít i bezpečnostní a vojenské využití a pokračuje ve zkoumání možnosti rozšířené vojenské spolupráce na kosmických aplikacích (IMINT, družicová komunikace, SSA a Galileo). Jestli, a pokud, tak nakolik, bude GNSS Galileo využíváno i členskými státy NATO, bude záležet zejména na tom, jestli a za jakých podmínek dojde k dohodě mezi EU a USA o propojení možného využívání služeb GPS/PPS a Galileo/PRS. Japonsko vypouští družici pro rozšíření systému GPS „Michikibi“ a zvažuje samostatný družicový navigační systém. Kanada se připravuje na vypuštění první vojenské družice a pokračuje v rozšiřování víceúčelových investic. Zvyšování samostatně řízených družicových systémů prohlubuje nebezpečí proliferace technologií, které mohou ohrožovat další kosmické systémy a zvyšuje tak nebezpečí konfliktu. To vyžaduje potřebu těsnější spolupráce zejména v oblasti SSA. Rostoucí rozpočtová omezení nahrávají potřebě těsnější spolupráce například v hledání cest, jak získat přístup k existujícím systémům, namísto vypouštění svých vlastních. Ve vojenské oblasti může být ale vůle ke sdílení schopností nebo společnému využívání systémů různých zemí omezená.

2.7 Odolnost kosmických systémů

- ***Pokračuje úsilí k ochraně komunikačních spojů, ale pozemní stanice zůstávají zranitelné***

Pozemní družicové stanice a komunikační spoje jsou pravděpodobným cílem útoků, protože jsou zranitelné pro celou škálu široce dostupných konvenčních a elektronických zbraní. Na rozdíl od obecně dobře chráněných vojenských pozemních stanic, pro ty civilní a komerční to platí daleko méně. Mnoho komerčních systémů má jen jedno operační středisko a jednu pozemní stanici, což činí systém zvláště zranitelným pro případné zničení. Bezpečnostní problém narůstá i díky narůstajícímu počtu duálních aplikací a rostoucí závislosti řady vojenských aktérů na komerčních poskytovatelích služeb. Zatímco většina aktérů využívá pasivní elektronickou ochranu, jako je stínění a směrové antény, pokročilejší opatření, jako jsou impulzní přenosy, jsou obecně omezeny na vojenské systémy nebo schopnosti technicky pokročilejších zemí. Jelikož je valná většina kosmických prostředků závislá na kybernetických sítích, spojení kybernetického a kosmického prostoru představuje kritickou zranitelnost. Za mezníky v rozvoji ochrany kosmických systémů lze považovat dosažení plné operační schopnosti ze strany US Cyber Command v roce 2010. To zajistilo vyšší úroveň bezpečnosti systémům USA a dosažení důležitých milníků ve vývoji RAIDRS (Rapid Attack Identification, Detection, and Reporting System), což představuje mnohem dokonalejší ochranu před fyzickými útoky na kosmické prostředky. Zvýšené mechanismy ochrany kybernetických sítí by měly být alternativou k ofenzivním prostředkům obrany a měly by odrazovat od marných a nákladných pokusů o narušení kybernetických sítí.

■ ***Ochrana proti přímým útokům je omezená, ale zlepšuje se***

Obrana proti přímým útokům na družice pomocí zbraní konvenčních, jaderných nebo s řízenou energií je mnohem obtížnější než proti pozemním stanicím, protože vyžaduje vypuštění vhodné zbraně. Pasivní ochranná opatření zahrnují redundanci a interoperabilitu, což se stalo důležitou charakteristikou systému družicových navigačních systémů. Zatímco ještě nebyl žádný útok ASAT proveden, incidenty, jakým byl test ASAT, kterým Čína zničila v roce 2007 svou vlastní družici a zničení družice USA-193 v roce 2008 s využitím rakety SM-3 prokázaly možnost zničit nepřátelskou družici. Sledovací systémy, jako jsou STSS a Space Fence, [21] zvyšují možnost detekovat akce, vedoucí k takovému ničení. Spolu se systémem SSA by tedy mělo zřízení STSS dát USA zvýšenou schopnost detekovat potenciálně nepřátelské manévry proti vlastním kosmickým objektům. Zdokonalená verze Space Fence se schopností detekovat i menší kosmické objekty by také měla snížit účinnost možného použití kosmických min a jiných případných útoků, které spoléhají na malé rozměry těles, použitých k ničení.

■ ***Pokračuje úsilí k vývoji schopností rychle obnovit činnost kosmických systémů po přímém útoku, ale operační schopnosti jsou nadále omezené***

Schopnost rychlé obnovy po útoku by mohla snížit zranitelnost kosmických systémů. Tuto schopnost vyvíjejí USA a Rusko, ale zatím nedokonale. USA vyvinuly k tomuto účelu program Falcon, který umožní rychle nahradit družice na nízkých a geostacionárních drahách s využitím levnějších částí a systémů než tradiční rakety, a to jak z hlediska inovativních odpalovacích systémů i miniaturizace

družic. To na druhé straně umožní širší dostupnost takových technologií s možností jejich nežádoucí proliferace pro nežádoucí účely.

2.8 Ničení kosmických systémů

■ *Rostoucí schopnosti útoků na komunikační sítě*

Pozemní systémy, včetně komunikačních a informačních systémů, zůstávají nejzranitelnější součástí kosmických systémů pro konvenční vojenské prostředky, počítačové „hackerství“ a elektronické rušení, které v letech 2010–2011 pokračovalo zejména z Íránu se zaměřením na vysílání některých evropských stanic, i když nebyla prokázána státní podpora těmto aktivitám. Možnosti incidentů a schopností jejich provádění, ať už jde o „hackerství“, tak o rušení, jsou široce přístupné, relativně snadno proveditelné a dále narůstají. To na druhé straně vyvolává potřebu zvyšování ochrany satelitní komunikace proti rušení a vytváří potřebu silnějších zásahů ze strany ITU.

■ *Rostoucí šíření schopností útoků na družice pozemními systémy*

Některé státy s vyspělými kosmickými možnostmi, zejména pak USA, Čína a Rusko, disponují schopnostmi k provedení útoku na kosmické prostředky protivníka s využitím prostředků konvenčních, jaderných a se směrovanou energií. Dosud byly prostředky ASAT testovány ze strany Číny a USA jen proti svým vlastním družicím, ale některé další státy také usilují o jejich vývoj. Oznámení takového záměru ze strany Indie například podnítilo Pákistán ke zvýšení jeho jaderného arzenálu. Pokračuje vývoj a testování zbraní se směrovanou energií. Schopnosti pozemního útoku na kosmické prostředky protivníka by mohly znamenat omezení v přístupu a bezpečném působení v kosmu. I když existence takových prostředků nemusí znamenat jejich bezprostřední možné použití, mohlo by vést k závodům ve zbrojení a k militarizaci kosmu.

■ *Stoupající přístup ke schopnostem ničení pozemních cílů z kosmu*

Ničení cílů z kosmu vyžaduje nákladné a rozvinuté schopnosti, jako je možnost přesného manévru na oběžné dráze a sledování cílů. Vypuštění na oběžnou dráhu systémů ASAT, opatřených technikami kinetickými, se směrovanou energií nebo s konvenčními výbušninami, by vyžadovalo poněkud pokročilejší technologie, než jsou ty, používané pro vypouštění na oběžnou dráhu. Mikrodružice, manévrovatelnost a jiné autonomní přibližovací operace jsou základními stavebními kameny pro takovéto ničící systémy, i když mohou být využity i pro jiné, nevojenské účely. Například mikrodružice poskytují méně nákladnou volbu pro mnoho kosmických aplikací a současně mohou být modifikovány i pro využití ve funkci kinetických zbraní, nebo poskytnout podporu pro sledování cílů pro jiné kinetické zbraňové systémy. Zatímco několik států takovéto technologie vyvinulo, není důkaz o tom, že by byly integrovány do systému zaměřeného na ničení cílů z kosmu. Nejasnosti jsou kolem vypouštění raketoplánu Boeing X-37B [22] z hlediska jeho účelu a potenciálních schopností. Aktuální nebo potenciální rozvoj takovýchto systémů vyvolá nutně rostoucí potřebu zdokonalených systémů SSA, spojených s možností reakce. Vážným nebezpečím by se mohla

stát existence raket, umístěných v kosmu s možným zaměřením na ničení družic. Obava z takového možného vývoje by mohla uspišit pokrok k přijetí norem chování, zaměřených na obranné účely, včetně požadavků na zvýšení transparentnosti nových rozvojových aktivit.

3. Závěr

Ačkoliv si to při svém každodenním životě často neuvědomujeme, jsme ve velké míře závislí na bezpečnosti provozu mnoha družic. A to nejen z hlediska fungování velké řady firem a institucí, které výsledky pozorování zemského nebo mořského povrchu, sledování stavu atmosféry pro předpovědi počasí, či přenosu jiných nejrůznějších informací využívají pro svou profesní činnost, ale i jako jednotlivci, když využíváme například technologie satelitní navigace, či sledujeme satelitní televizní vysílání. Pro všechny tyto a další technologie a aplikace, spojené s využíváním kosmického prostoru je bezpečný pohyb družic v kosmu a nerušený přenos jimi získávaných dat velmi důležitý. [23]

V nynějším globalizovaném světě se navíc již nevypouštějí jen družice, které by byly vyvinuty jen jedním státem, ale přispíváme stále více ke společnému vývoji jak systémů na oběžných drahách, tak i těch, které jsou součástí pozemní komunikační a řídicí infrastruktury. Tomu je tak v posledních letech čím dál více zejména v rámci ESA, jejímž členem se stala jako první z poslední vlny nově přijatých členských států EU (tzv. EU12) i Česká republika, která se navíc stane v blízké době i součástí infrastruktury investičně nejrozsáhlejšího rozvojového systému EU, kterým bude navigační systém GNSS Galileo. V ČR, konkrétně v Praze, bude totiž umístěna první, a to velmi významná agentura EU (GSA – GNSS Galileo Supervisory Authority). Z tohoto hlediska se jedná stále více i o součást bezpečnosti našich vlastních nebo mnohonárodně sdružených investic. [24]

Nejvážnější hrozbou pohybu družic je rostoucí hustý výskyt různých zbytkových částic, tzv. kosmického šrotu, na oběžných drahách, což vyžaduje velmi dokonalý a účinný systém jejich detekce a lokalizace a v některých případech i následné provádění úhybných manévru. Nebezpečné pro některé části družic však mohou být i částice velikosti menší než jeden centimetr, které jsou prozatím zvláště obtížně pozorovatelné a jejich detailní pohyb méně předvídatelný. Problém možného zmírnění dalšího nárůstu zbytkových částic velké státy a kosmičtí operátoři zatím řeší zejména odstraňováním vysloužilých družic z exponovaných drah a úsilím, aby nedošlo ke srážce dvou družic, která by způsobila další velké zamoření příslušné orbitální dráhy spoustou zbytkových trosek. K jejich odstraňování z oběžných drah se zatím nikdo nedokázal odhodlat, protože by to bylo velmi nákladné a nepřineslo by to bezprostřední ekonomický přínos. Proto se prozatím vymýšlejí spíše jen metody, jak to nejlépe provést. [25]

Mezi nejzajímavější – a zdá se, že proveditelné s menšími finančními náklady – patří nejnovější iniciativa a snad i záměr Japonska takovouto čistící misi provést. Ta by měla využít rozprostření jakési zelektrizované „rybářské“ sítě z kovových vláken, která by mohla u okolních částic s využitím magnetického pole Země změnit jejich pohyb a případně je odklonit do atmosféry, kde by shořely. Zásadní inovací tohoto konceptu agentury JAXA by bylo řešení, které by nemělo velké požadavky na palivo, protože by vycházelo spíše z potřeby elektrické energie, kterou lze na oběžných drahách získat ze solárních panelů.

Potřeba dodržování regulativních opatření, v současné době zejména směrnice IADC, bude nutně pokračovat, a to i kdyby k částečnému vyčištění některých exponovaných oběžných drah došlo. [26]

Studie byla připravena v rámci projektu výzkumu, vývoje a inovací „Trendy, rizika a scénáře bezpečnostního vývoje ve světě, Evropě a ČR – dopady na bezpečnostní politiku a bezpečnostní systém v ČR“ VG2012013009.

Poznámky k textu, odkazy na informační zdroje a literatura:

- [1] http://en.wikipedia.org/wiki/Outer_space.
- [2] Spyros PAGKRATIS, Space Policies, Issues and Trends in 2010/2011, *ESPI Report* 35, June 2011, ISSN 2076-6688.
- [3] http://en.wikipedia.org/wiki/European_Space_Agency.
- [4] http://www.esa.int/SPECIALS/About_ESA/SEMNO4FVL2F_0.html.
- [5] Library and Archives Canada Cataloguing in Publications Data, *Space Security* 2010, ISBN : 978-1-895722-81-9.
- [6] Library and Archives Canada Cataloguing in Publications Data, *Space Security* 2011: Executive Summary, ISBN 978-1-895722-84-5.
- [7] <http://www.orbitaldebris.jsc.nasa.gov/library/EducationPackage.pdf>.
- [8] <http://www.oosa.unvienna.org/pdf/pres/stsc2011/tech-40.pdf>.
- [9] <http://www.orbitaldebris.jsc.nasa.gov/library/EducationPackage.pdf>.
- [10] *UN Space Debris Mitigation Guidelines*, Resoluce OSN 62/217 z 22.12.2007.
- [11] Členy jsou následující agentury: ASI (Agenzia Spaziale Italiana), CNES (Centre National d'Etudes Spatiales), CNSA (China National Space Administration), CSA (Canadian Space Agency), DLR (German Aerospace Center), ESA (European Space Agency), ISRO (Indian Space Research Organisation), JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency), NASA (National Aeronautics and Space Administration), NSAU (National Space Agency of Ukraine), ROSCOSMOS (Russian Federal Space Agency), UKSpace (UK Space Agency).
- [12] <http://news.discovery.com/space/visualizing-asteroid-2011-md-zip-past-earth-animation-110624.html>.
- [13] Pro tyto aktivity je zaveden pojem Space Situation Awareness (SSA).
- [14] <http://www.boeing.com/defense-space/space/satellite/sbss.html>.
- [15] http://www.espi.or.at/index.php?option=com_content&view=article&id=699:espi-and-pps-i-convene-prominent-international-conference-on-space-security&catid=39:news-archive&Itemid=37.
- [16] Od doby podpisu smlouvy o vnějším kosmickém prostoru v roce 1967 byly přijaty další normy jako jsou: Astronaut Rescue Agreement (1968), the Liability Convention (1972), the Registration Convention (1979), a the Moon Agreement (1979) a k tomu řada dalších mezinárodních nebo dvojstranných dohod a pravidel zvykového mezinárodního práva.
- [17] UN Committee on the Peaceful Uses of Outer Space.
- [18] The Disarmament and International Security Committee.
- [19] Giannopapa, C. European-African Partnership in Satellite Applications for Sustainable Development: A Comprehensive Mapping of European-African Actors and Activities, *ESPI Report* 28, September 2010, ISSN 2076-6688.
- [20] *Council Joint Action 2004/552/CFSP* of 12 July 2004 on aspects of the operation of the European satellite radio-navigation system affecting the security of the European Union. OJ L246, 20.7.2004, p 30.
- [21] http://en.wikipedia.org/wiki/Air_Force_Space_Surveillance_System.
- [22] http://www.chinadaily.com.cn/world/2010-04/24/content_9770149.htm.
- [23] NASA Orbital Debris Program Office, Orbital Debris Frequently Asked Questions, <http://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/faqs.html#17>.
- [24] ROBINSON, J., SCHAEFER, M. P., SCHROGL, K-U., DUNK, F.v.d. *Prospects for Transparency and Confidence-Building Measures in Space*, *ESPI Report* 27, September 2010, ISSN 2076-6688.
- [25] ROBINSON, J. The Role of Transparency and Confidence-Building Measures in Advancing Space Security, *ESPI Report* 28, September 2010, ISSN 2076-6688.
- [26] ŠILHAN, V. *Vystoupení na konferenci ESPI a PPSI*, 13.-14.6.2011, MZV Praha.