

Vesmírné technologie

Technology brief

Vesmírné technologie – Technology brief

Zpracování této studie bylo podpořeno Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy v projektu Strategická inteligence pro výzkum a inovace – STRATIN+ (MS2104)

Březen 2023

Hlavní autor:

Petr Kučera

Shrnutí

Výzkum vesmírných technologií ve světě v posledním desetiletí narůstá, a to výrazněji než světový výzkum celkově. Zastoupení patentových přihlášek na téma vesmírné technologie z celkovém počtu žádostí o patent mírně roste, nejvýrazněji ve Spojených státech. Zastoupení publikací na téma vesmírné technologie sice celosvětově mírně klesá, ale ve státech EU-27 dlouhodobě narůstá.

V Evropě je sice i ve výzkumu vesmírných technologií stále patrný rozdíl mezi postkomunistickými zeměmi a zeměmi západní Evropy, avšak Česko má relativně dobrou pozici například v ukazatelích počtu aktivních družic na oběžné dráze nebo celkově ve financování vesmírných programů. Pozice Česka se zlepšuje zejména díky zapojení do programů Evropské kosmické agentury (ESA). Patentová aktivita je v Česku ve srovnání se světem obecně nízká, je tomu tak i v oblasti vesmírných technologií, ale v publikacích se specializace Česka na vesmírné technologie zvyšuje. Výraznými oblastmi výzkumu vesmírných technologií v Česku jsou technologie pro pohon vesmírných prostředků, pokročilé materiály, senzory a měřicí přístroje nebo telekomunikační zařízení, ale jinak je zaměření výzkumů v této oblasti poměrně různorodé. Znalostní huby se vytváří zejména kolem fakult ČVUT v Praze a VUT v Brně, Výzkumného a zkušebního leteckého ústavu a množství firem jako Frentech Aerospace, S.A.B. Aerospace, Honeywell International, 5M, Huld, OHB Czechspace, L.K. Engineering, TOSEDA a mnoha dalších. Probíhá výrazná spolupráce veřejných institucí a soukromého sektoru.

Veřejné prostředky na výzkum a vývoj vesmírných technologií jsou rozdělovány převážně přes programy ESA, doplňkově i přes programy výzkumu, vývoje a inovací (VaVal) nebo i přes orgány Evropské unie či dalších mezinárodních organizací, kterých je Česko členem. V programech ESA jsou největšími příjemci financování spíše firmy, v programech VaVal to jsou výrazněji veřejné vzdělávací a výzkumné instituce.

Přes programy ESA je firmám a institucím v Česku přerozdělována část českého příspěvku ESA, udává se návratnost přes 90 %. Hlavními příjemci zakázek ESA je několik málo firem, které dokáží uspět v dodavatelských řetězcích ESA. Prvních 10 největších příjemců obdrželo přes 60 % financování.

V podpořených projektech programů VaVal má oblast vesmírných technologií v posledních 20 letech relativně stabilní pozici, soustředí se na ni zhruba 0,4 % veřejného financování projektů, k tomu příspěvek soukromého sektoru za posledních 10 let dosahuje výše zhruba 40 % podpory z veřejných zdrojů. Výrazné objemy financování směřovaly do větších šířeji zaměřených projektů, u kterých ale vesmírné technologie představují jen část aktivit. Nejvýraznějším poskytovatelem financování z programů VaVal je Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR, dále Technologická agentura ČR a Ministerstvo průmyslu a obchodu. Čtyři pětiny veřejného financování projektů v oblasti vesmírných technologií z programů VaVal směřovalo do aplikovaného výzkumu a vývoje, zbývající pětina do základního výzkumu.

Pro české aktivity v oblasti vesmírných technologií je klíčová mezinárodní spolupráce. Česko je aktivní v mezinárodních organizacích věnujících se vesmírnému průzkumu, technologiím, využití dat a komercializaci existujících technologií (ESA, EUSPA, EUMETSAT, v rámci EU, NATO i jinde) a účastní se řady mezinárodních vesmírných projektů jako třeba pokusu o vypuštění francouzské družice TARANIS, nebo chystaného vyslání evropského teleskopu PLATO.

Úvod

Česká republika se v roce 2008 stala plnohodnotným členem *Evropské kosmické agentury* (ESA) a její roční příspěvek do ESA od té doby průběžně narůstá (v současnosti 62 milionů EUR). V roce 2010 se Česko stalo členem *Evropské organizace pro výzkum meteorologickými satelity* (EUMETSAT) a téhož roku schvaluje česká vláda strategický dokument *Národní kosmický plán* (Ministerstvo dopravy ČR 2019). Od roku 2012 sídlí v Praze *Agentura Evropské unie pro Kosmický program* (EUSPA, do roku 2018 ještě jako *European GNSS Agency*) a od roku 2018 provozuje česká vojenská rozvědka *Satelitní centrum* (SATCEN) pro zpravodajskou podporu NATO. To vše potvrzuje skutečnost, že v posledních dvou desetiletích je Česko na poli vesmírného výzkumu a rozvoje vesmírných technologií¹ výrazně aktivní a rozsah mezinárodní spolupráce je v této oblasti daleko širší než za dob sovětského programu *Interkosmos* v 70. a 80. letech.

Tento technology brief poskytuje základní pohled na aktivitu českého výzkumu v oblasti vesmírných technologií, jeho podporu z veřejných prostředků, výsledky a existující či formující se kooperativní vazby.

Co jsou vesmírné technologie?

Velké množství běžných nástrojů denní potřeby původně vznikalo jako technologie vyvíjené pro použití ve vesmíru (např. European Space Agency 2009, Olivari a kol. 2021) a přínos vesmírných technologií pro inovace ve společnosti je neoddiskutovatelný. Co ale jsou *vesmírné technologie* a jak přesně mají být vymezeny?

Agentura NASA na svých stránkách uvádí, že jde o „*revoluční technologie s vysokou návratností, které NASA potřebuje pro výzkum za nízkou oběžnou dráhou Země*“ (Gazarik 2014). ESA hovoří spíše o sektoru vesmírného průmyslu, který zahrnuje různé technologie: pro průzkum vesmíru, pro bezpečnost planety, pro bezpečnost na oběžných drahách, pro poskytování služeb k aktivitám na Zemi a pro různá podpůrná zařízení (European Space Agency 2019). Termín vesmírné technologie tak není vymezen jednoznačně.

Pro účely naší analýzy jsme zvolili užší vymezení vesmírných technologií, které nám pomůže lépe postihnout část výzkumu a vývoje, kde vznikají zásadní inovace pro využití ve vesmíru. Vesmírné technologie jsme si pro účely technology briefu formulovali jako **technologie pro provoz družic a vesmírných dopravních prostředků**. Zahrnuli jsme tak výzkum a vývoj týkající se technologií pro zařízení na sledování vesmíru nebo Země z družic, dále zařízení a materiály umístované nebo využívané v družicích a dalších vesmírných dopravních prostředcích (včetně pseudodružic ve stratosféře). K tomu jsme přidali i specifické téma podpory vesmírného výzkumu v Česku včetně podpory členství Česka v mezinárodních vesmírných organizacích, nejen v ESA, ale i třeba ve Výboru pro kosmický výzkum (COSPAR) nebo v Mezinárodní astronautické federaci (IAF), neboť na mezinárodní spolupráci je vesmírný výzkum a vývoj v Česku jako i v dalších menších státech do velké míry existenčně závislý. Naopak jsme do vymezení vesmírných technologií nezahrnuli oblast vyhodnocování dat z vesmírných měření, obecné letecké technologie, obecný výzkum vesmíru ani vývoj pozemských zařízení pro sledování vesmíru a nakonec ani výzkumy psychologie astronautů na dlouhých misích.

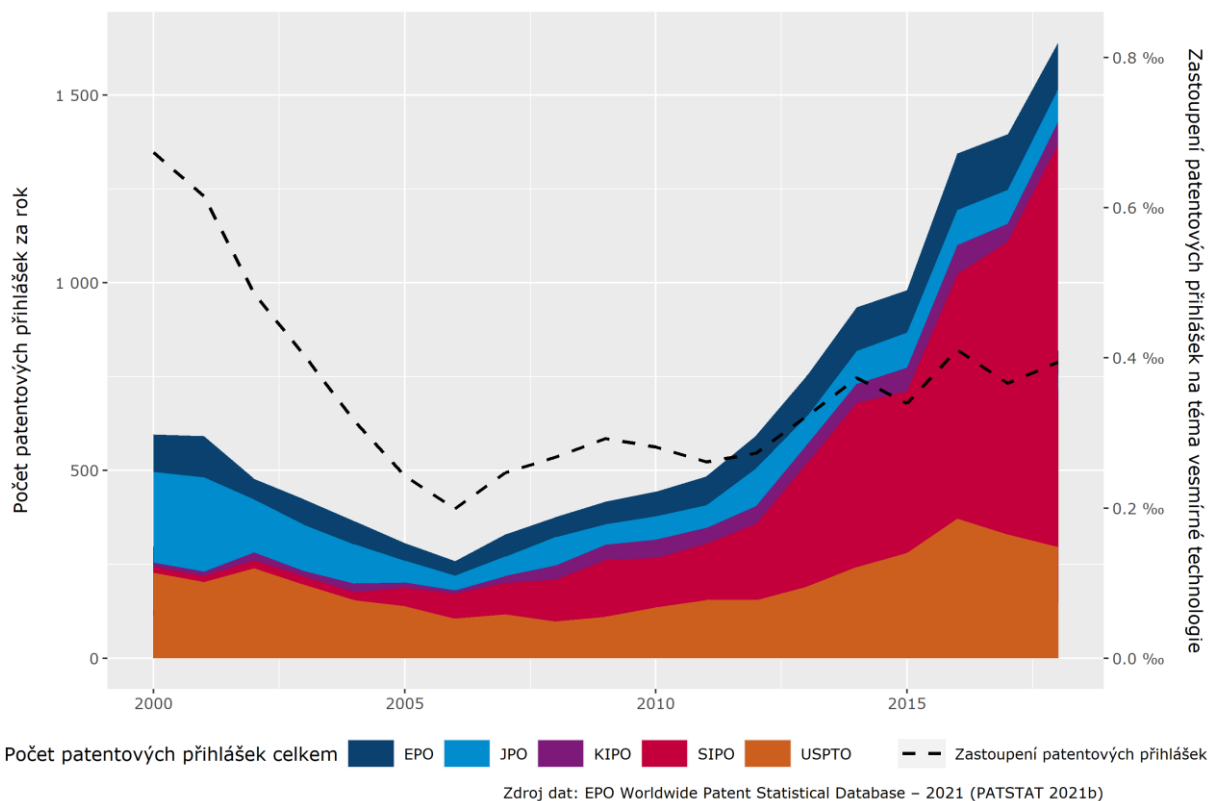
V Česku existují dvě hlavní cesty, kudy plynou veřejné peníze do výzkumu vesmírných technologií. První cesta je prostřednictvím **programů výzkumu, vývoje a inovací** (programů VaVal), které jsou vypisovány

¹ Pojem *vesmírný* je zde používán jako preferovaná varianta pojmu *kosmický*. Pojem *kosmický* je používán pouze u převzatých označení. Oba pojmy jsou však použity významově zaměnitelně.

jednotlivými ministerstvy, Technologickou agenturou ČR apod. Druhou cestou jsou **zakázky ESA**, které jsou financovány z ročního příspěvku České republiky a kterými se realizují různorodé aktivity ESA. Objem rozdělených financí je vyšší ve druhém případě a to zhruba pětinasobně. Pro zhodnocení výzkumu v oblasti vesmírných technologií v Česku jsme kromě výše uvedených zdrojů dat o financování čerpali z dat o financování rámcových programů EU a dále z dat o publikacích a patentových žádostech. Podrobnější informace o metodologii naleznete v příloze 1.

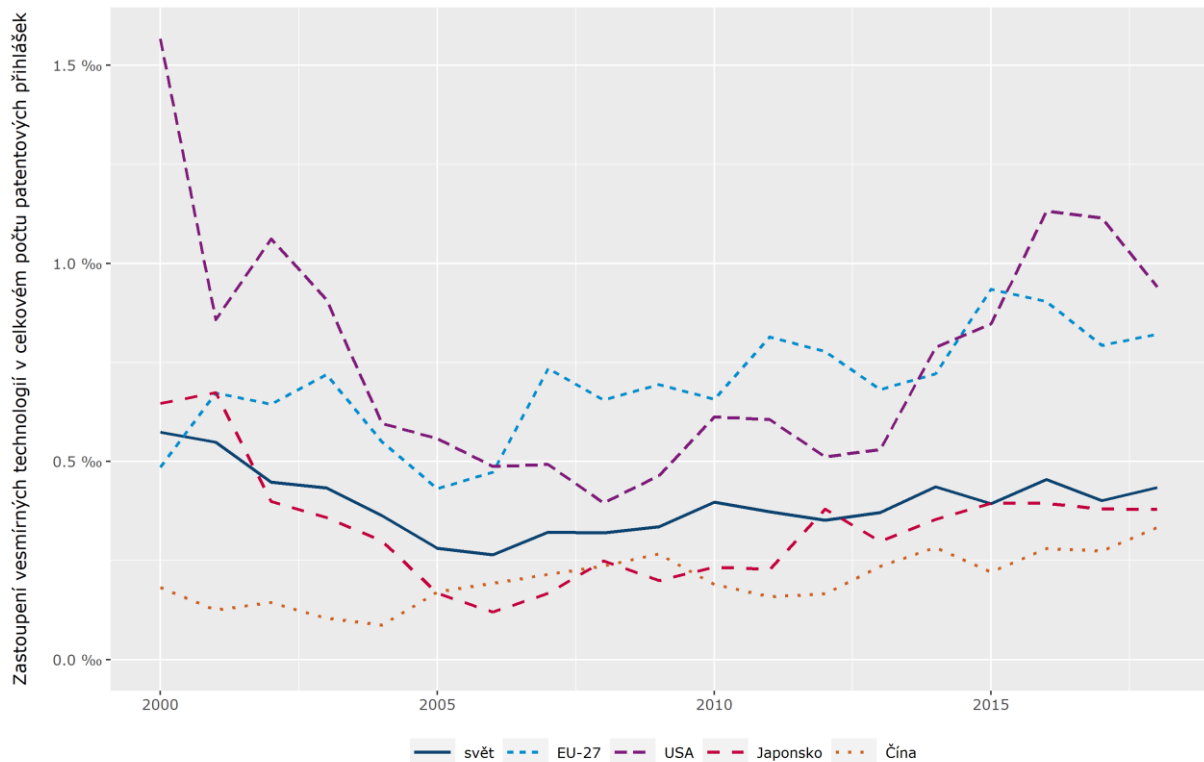
Ve světě

Dynamický rozvoj výzkumu a vývoje v oblasti vesmírných technologií v posledních letech se odráží jak v nárůstu počtu vědeckých publikací, tak i v počtu patentových přihlášek a udělených patentů. V průměru tak bylo v posledních letech celosvětově podáváno cca 1 500 patentových přihlášek v oblasti vesmírných technologií ročně, zatímco před rokem 2010 to bylo okolo 300–500 patentových přihlášek ročně. Přestože počty patentových přihlášek v oblasti vesmírných technologií celosvětově za poslední desetiletí výrazně rostou, obdobně rychle celosvětově rostou i celkové počty ostatních patentových přihlášek. Zastoupení patentových přihlášek v oblasti vesmírných technologií na celkovém počtu patentových přihlášek rostlo za poslední desetiletí spíše mírně a dosahuje přibližně 0,4 promile (viz obrázek 1).



Obrázek 1: Objem patentových přihlášek v posledním desetiletí celkově roste, počet patentových přihlášek na téma vesmírných technologií roste ještě poněkud více. Zobrazeny jsou počty patentových přihlášek u pěti nejvýznamnějších patentových úřadů ve světě (IP5 Offices) - Evropského patentového úřadu (EPO), Patentového a známkového úřadu USA (USPTO), Japonského patentového úřadu (JPO), Korejského úřadu duševního vlastnictví (KIPO) a Státního úřadu duševního vlastnictví Čínské lidové republiky (SIPO). Přerušovaná linie vyznačuje podíl přihlášek zaměřených na vesmírné technologie v celkovém počtu prioritních patentových přihlášek podaných u uvedených pěti patentových úřadů.

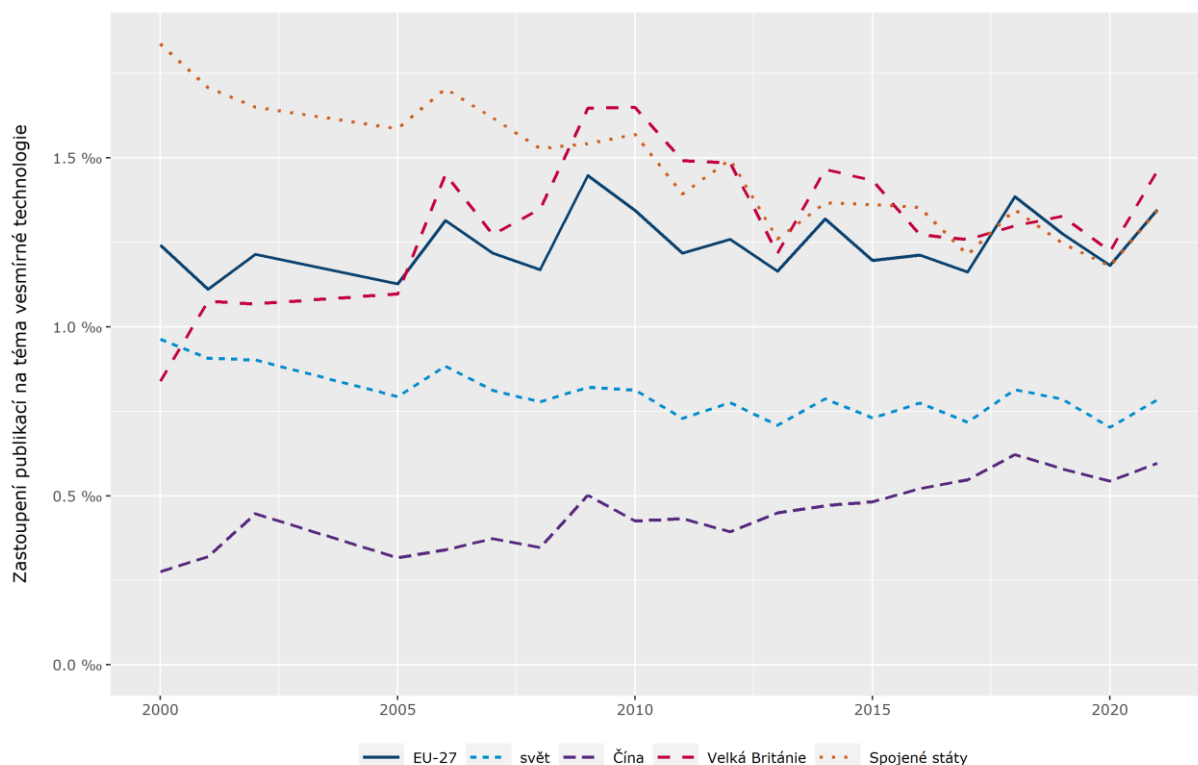
Co se týče podílu patentových přihlášek na téma vesmírné technologie na celkovém objemu patentových přihlášek ve světových regionech, obrázek 2 ukazuje, že výraznější než světový průměr je tento podíl v zemích EU-27 a i ve Spojených státech, kde má i výraznější růstovou tendenci, o něco nižší je v Japonsku a Číně, kde je růst mírnější.



Zdroj dat: EPO Worldwide Patent Statistical Database – 2021 (PATSTAT 2021b)

Obrázek 2: Zastoupení patentových přihlášek na téma vesmírných technologií celosvětově slabě narůstá, nejvýrazněji ve Spojených státech

Pokud se podíváme na zastoupení tématu vesmírných technologií ve vědeckých publikacích, jak zobrazuje obrázek 3, pozorujeme celosvětově mírný pokles, zastoupení klesá i ve Spojených státech. Naproti tomu v Číně nebo i v zemích EU-27 podíl mírně vzrůstá.

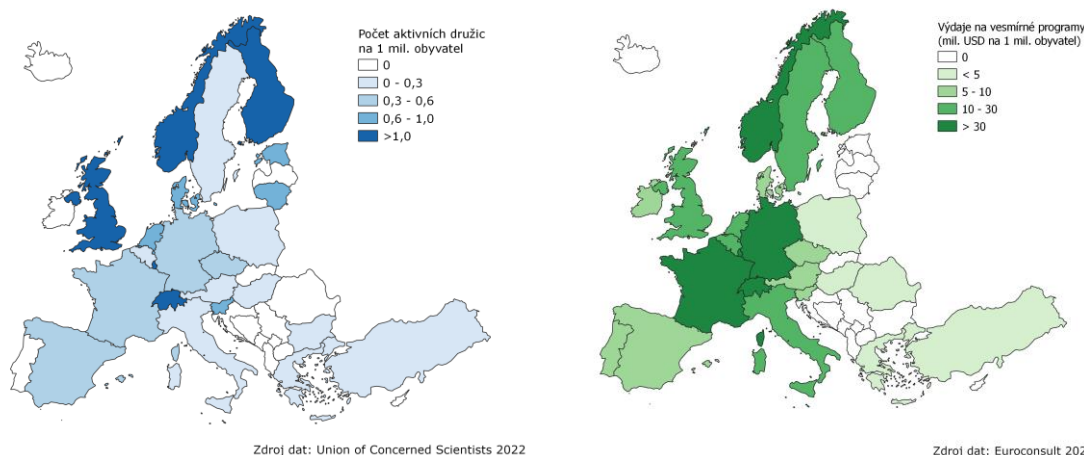


Zdroj dat: Clarivate Web of Science © 2022

Obrázek 3: Zastoupení tématu vesmírných technologií v publikacích je v zemích EU-27 vyšší, než je světový průměr, a mírně vzrůstá. Naproti tomu ve Spojených státech pozorujeme pokles.

Česko v Evropském kontextu

Poměrně výrazná pozice Česka v oblasti vesmírných technologií je patrná při pohledu na počty aktivních družic provozovaných českými organizacemi. Se svými pěti aktivními družicemi na oběžné dráze vybočuje Česko v ukazateli počet družic na obyvatele z poměrů střední a východní Evropy, jak ilustruje obrázek 4a. Podíváme-li se na data o výdajích na vesmírné programy (obrázek 4b, zdroj dat Euroconsult), Česko jednoznačně vybočuje mezi zeměmi střední a východní Evropy a zaujímá pozici podobnou Rakousku, Španělsku nebo Portugalsku.



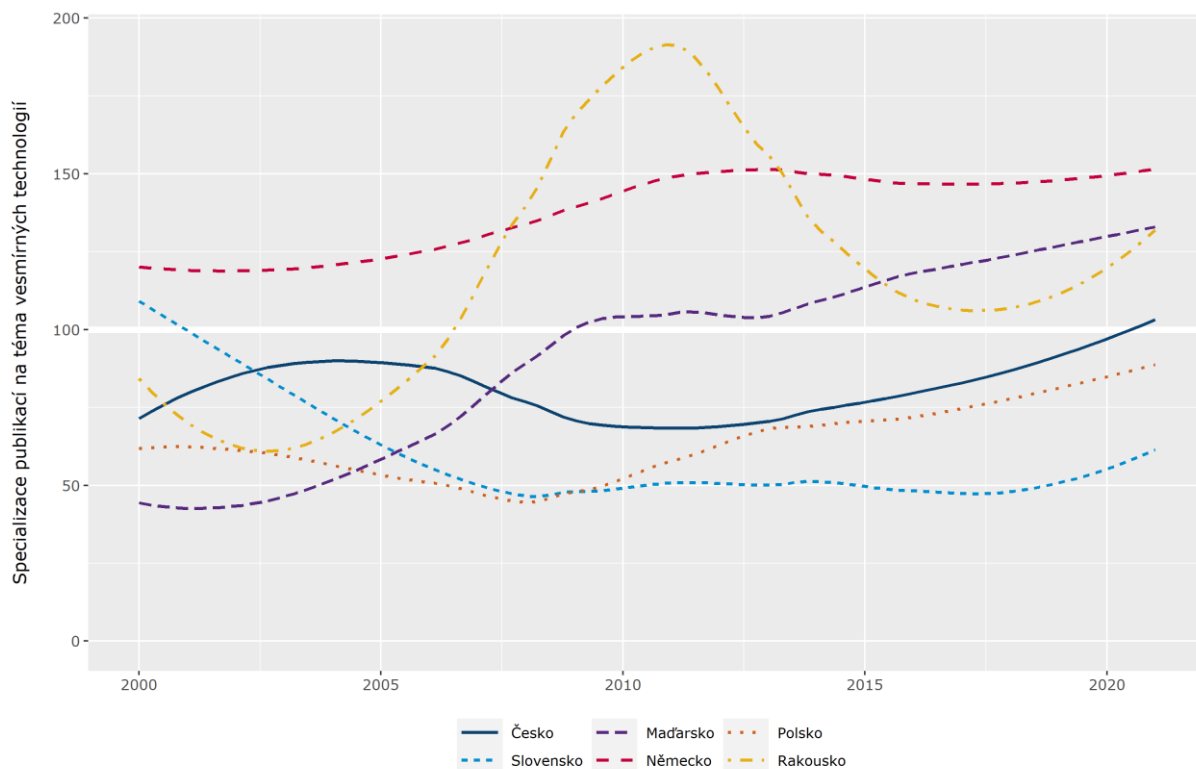
Zdroj dat: Union of Concerned Scientists 2022

Zdroj dat: Euroconsult 2022

Obrázky 4a a 4b: Česko má v porovnání s dalšími zeměmi ve středoevropském regionu dobrou pozici jak v počtu aktivních družic na oběžné dráze (obrázek 4a vlevo), tak v ročních výdajích na vesmírné programy (obrázek 4b vpravo).

Obrázek 5 ukazuje úroveň specializace akademických publikací Česka a okolních zemí na sledované téma vesmírných technologií. **Specializaci** definujeme jako podíl publikací na téma vesmírných

technologií na celkovém počtu publikací v Česku ve srovnání s obdobným podílem publikací v zemích EU-27. Úroveň specializace nad 100 znamená vyšší zaměření publikací na vesmírné technologie než v EU, pod 100 naopak nižší. Z obrázku je patrné, že Česko je historicky specializované na vesmírné technologie ve srovnání s okolními zeměmi spíše průměrně, ale v čase míra specializace od roku 2010 vzrůstá.

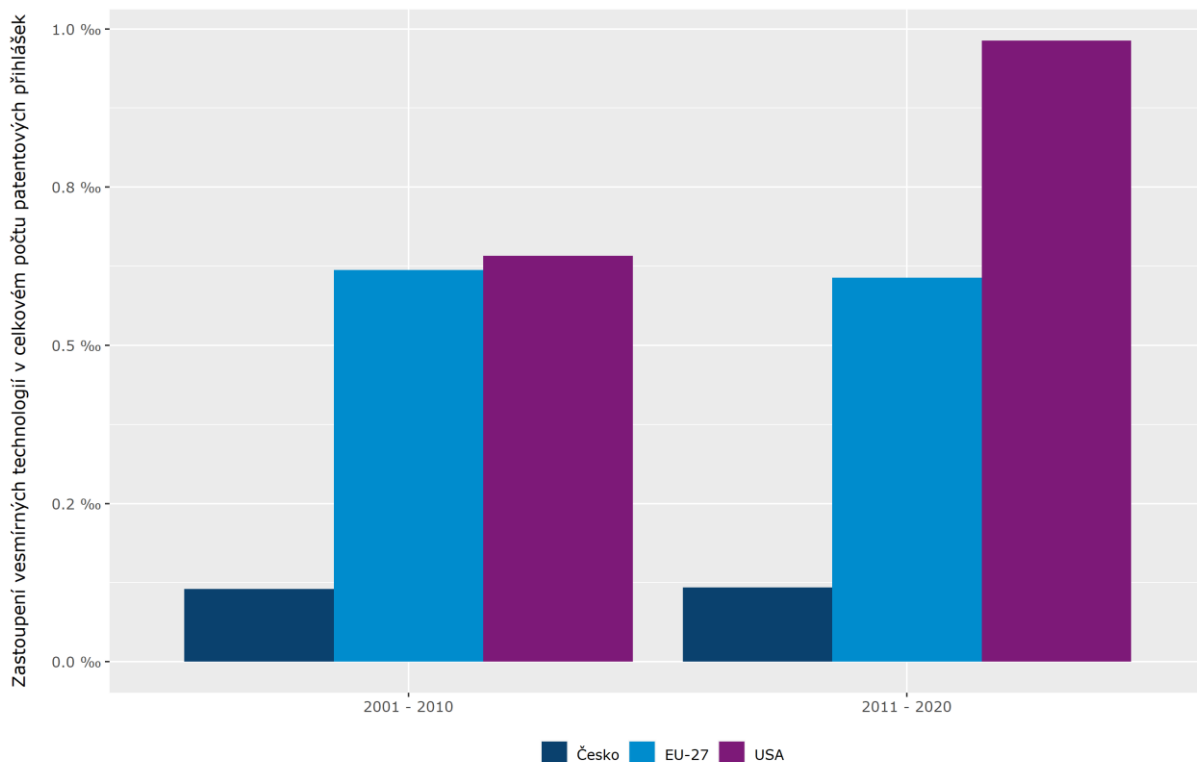


Zdroj dat: Clarivate Web of Science © 2022

Obrázek 5: Specializace českých publikací na téma vesmírných technologií roste a přesáhla hranici 100. (Křivky specializace jsou pro přehlednost vyhlazeny.)

V Česku

Počet patentových žádostí v oblasti vesmírných technologií je v Česku velmi nízký, za posledních 20 let se jedná o 7 patentových žádostí, kterých se účastnily české organizace. Obrázek 6 ukazuje, že poměrně nízký podíl patentových přihlášek na téma vesmírných technologií v Česku se v součtu za dvě uplynulé dekády prakticky nezměnil. Obdobný podíl za země EU-27 též stagnuje, naproti tomu ve Spojených státech vzrostl a je oproti Česku asi desetinásobný.



Zdroj dat: EPO Worldwide Patent Statistical Database – 2021 (PATSTAT 2021b)

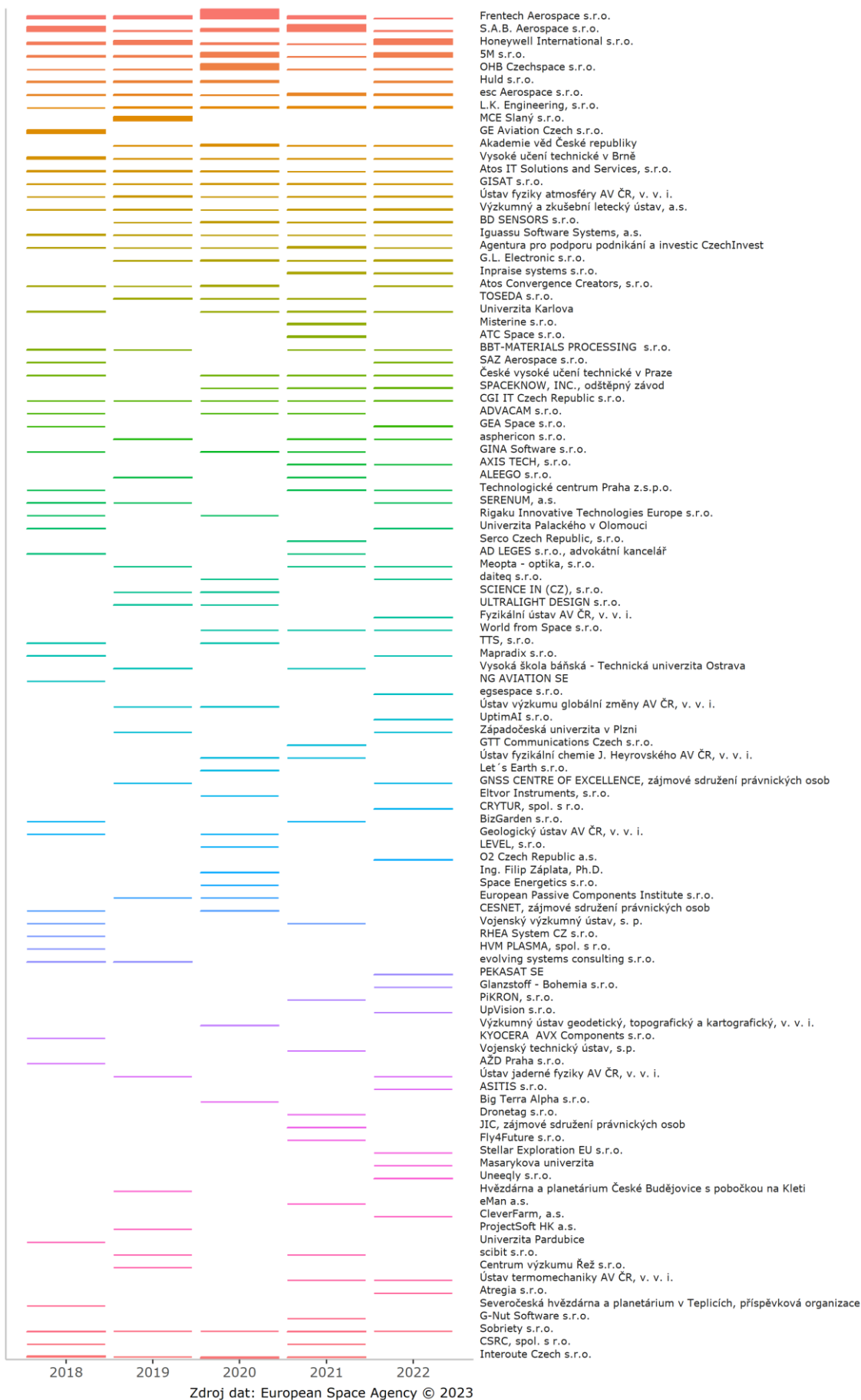
Obrázek 6: V Česku je zastoupení patentových přihlášek na téma vesmírné technologie ve srovnání se Spojenými státy nebo Evropskou unií setrvale nízké

Rozvoj kosmických aktivit v Česku koordinuje Ministerstvo dopravy, přičemž výzkum v oblasti vesmírných technologií je v Česku dlouhodobě podporován z různých veřejných zdrojů. Největší objem veřejných financí je rozdělován prostřednictvím zakázek ESA, je totiž uplatňováno pravidlo, že český příspěvek do ESA se zpětně rozděluje v rámci programů ESA firmám a organizacím v Česku. Další prostředky do českého vesmírného výzkumu plynou z programů VaVal. V letech 2018–2022 směřovalo na projekty z programů VaVal v oblasti vesmírných technologií ročně průměrně 141 mil. Kč, zatímco v programech ESA směřovalo podle dat ESA organizacím v Česku za rok průměrně 700 mil. Kč.

Programy ESA

V posledním desetiletí narostl příspěvek Česka do ESA ze zhruba 150 mil. Kč na asi 1,5 mld. Kč za rok. Většina této částky směřuje prostřednictvím zakázek firmám v Česku na zajištění programů ESA, kdy v případě zařízení pro použití ve vesmíru je většinou součástí i výzkum a vývoj. Za období 2018–2022 se české subjekty zapojovaly do dvou hlavních aktivit podle vnitřního třídění ESA, kterými byly *vývoj a výroba vesmírných zařízení a součástek připravených k vypuštění do vesmíru* (46 %) a *studie a rozvoj technologií* (44 %) a u kterých je v obou případech nedílnou součástí výzkum a vývoj. Podrobnější informace o zaměření jednotlivých firem působících v oboru vesmírných technologií poskytuje publikace Ministerstva dopravy (2022).

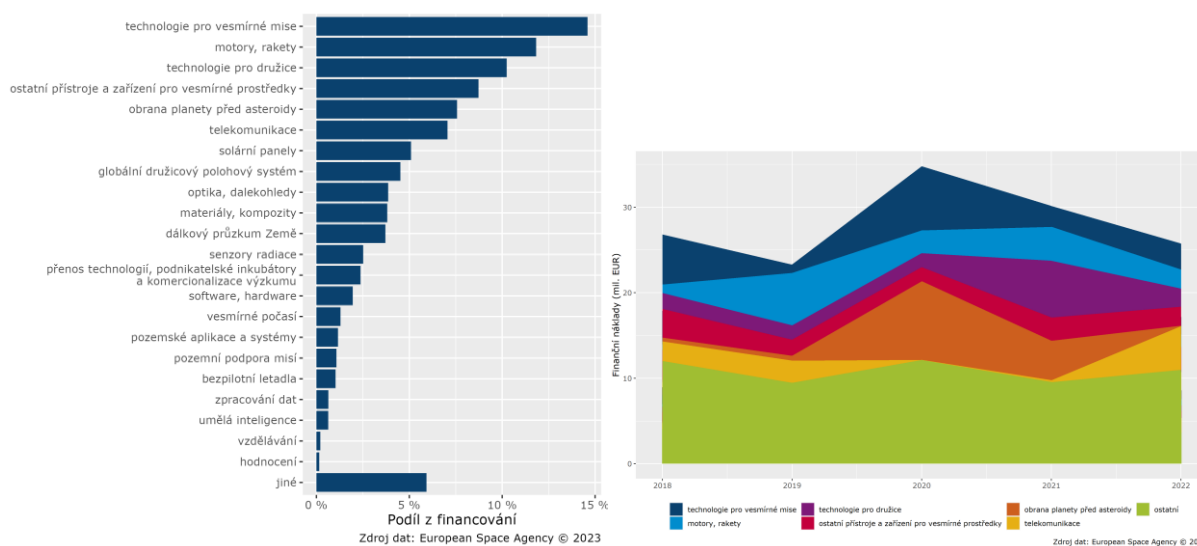
Na obrázku 7 je ukázáno zapojení jednotlivých firem a institucí do programů ESA v letech 2018–2022, subjekty jsou seřazeny od těch s největším finančním plněním. Prvních 10 položek obsadily firmy, na které v souhrnu připadá skoro 2/3 finančních nákladů na realizované aktivity. Z těchto deseti firem je polovina dcerami nadnárodních společností (a zároveň je to trojice firem na špičce) a podílí se v souhrnu na 41 % celkových finančních nákladů z programů ESA. Celkově dceřiné pobočky nadnárodních společností realizovaly 46 % finančního plnění aktivit ze všech firem a institucí zapojených do programů ESA.



Obrázek 7: Zapojení firem a organizací v Česku do programů ESA v letech 2018 – 2022. Seřazeno od firem a organizací

s nejvyšším finančním plněním.

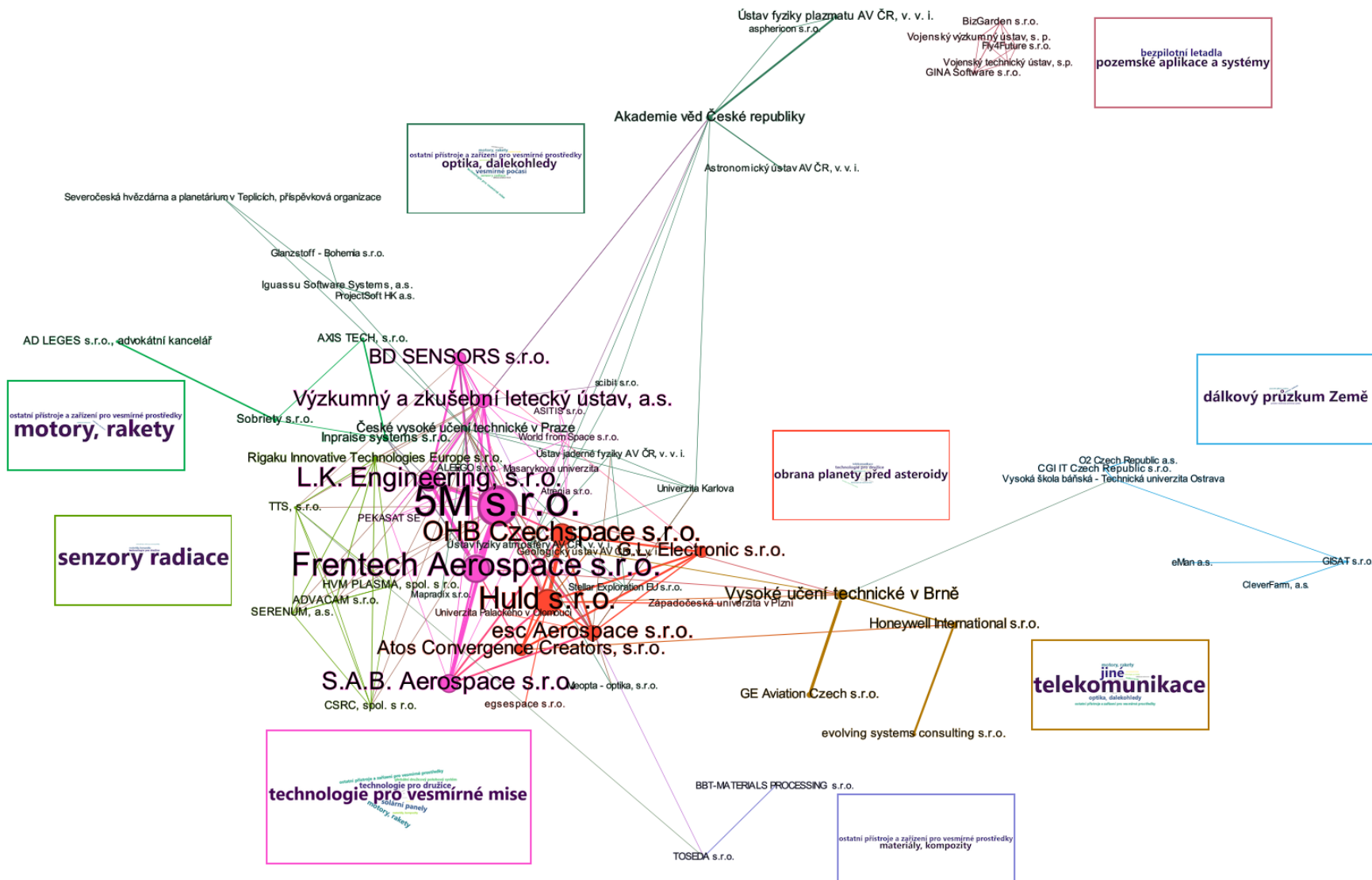
Na obrázcích 8a a 8b níže je zobrazeno zastoupení tematických oblastí, ve kterých byly realizovány aktivity zapojených subjektů. Zařazení aktivit do tematických oblastí bylo sestaveno tříděním na základě názvů jednotlivých aktivit, je tedy spíše indikativní. Hlavním těžištěm aktivit, do kterých se zapojují české firmy a instituce, jsou zejména aktivity související s jednotlivými misemi ESA a dále s technickým vybavením družic a dalších vesmírných prostředků (to zahrnuje 70 % aktivit), doplněno aktivitami v oblasti telekomunikace (7 %), globálního družicového polohového systému (4,5 %), dálkového průzkumu Země (necelá 4 %) a dalšími. Rozsah aktivit je poměrně pestrý a je tak patrná velká míra všestrannosti českých firem a institucí naplnit potřeby evropských vesmírných programů.



Obrázky 8a a 8b: Zastoupení oblastí aktivit firem a organizací v Česku v programech ESA v letech 2018 – 2022 podle finančních nákladů. Obrázek 8a vlevo ukazuje celkové zastoupení, obrázek 8b vpravo zastoupení v jednotlivých letech.

Vztahy spolupráce mezi firmami a institucemi založené na účasti subjektů ve stejném projektu v letech 2018–2022 ukazuje obrázek 9. Patrný je výrazný shluk spolupracujících firem, kde mají nejvýraznější pozici společnosti 5M, Frentech Aerospace, Huld, OHB Czechspace, L.K. Engineering nebo S.A.B. Aerospace a kam je zapojeno velké množství dalších spolupracujících firem a institucí. Ve shlucích stojících poněkud stranou figurují Vysoké učení technické v Brně nebo pracoviště Akademie věd. Jediný výraznější nepřípojený shluk představují organizace kolem Vojenského technického ústavu a Vojenského výzkumného ústavu. Organizacím, které nejsou připojeny do žádného shluku a nejsou na obrázku zobrazeny, směřovalo za sledované období 4 % financování aktivit ESA.

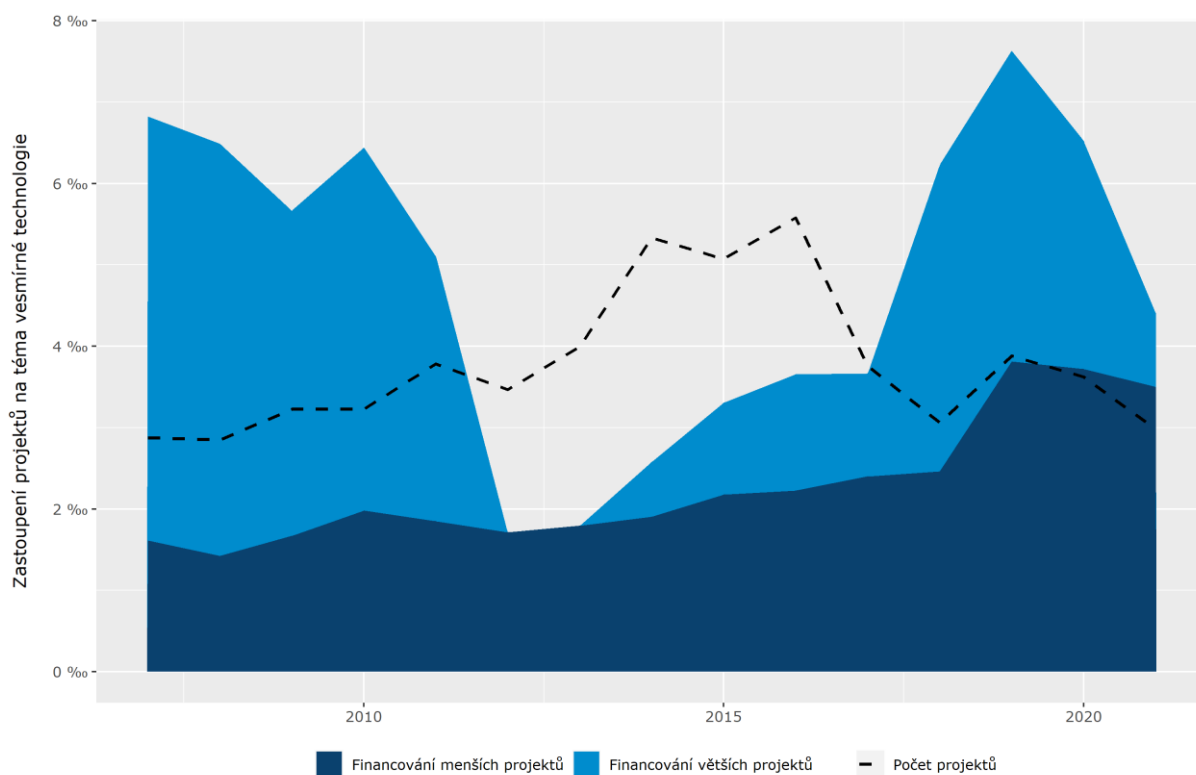
Ke shlukům spolupracujících organizací jsou přiřazeny „slovní mraky“, které zobrazují objem financování pro jednotlivé oblasti aktivit, které jsme si již vyčlenili výše. Z finančního pohledu realizoval největší objem aktivit shluk firem a institucí vyznačený světle fialovou barvou, a to zejména v oblasti technologií pro vesmírné mise, ale dále též v oblastech technologií pro družice, solárních panelů nebo motorů a raket. Druhý největší objem aktivit realizoval shluk vyznačený červeně, a to zejména v oblastech obrany planety před asteroidy, technologií pro družice a telekomunikací. Třetí největší objem aktivit byl realizován ve shluku vyznačeném béžově, a to zejména v oblasti telekomunikací.



Obrázek 5: Síť spolupráce firem a organizací na programech ESA v letech 2018–2022. Tloušťka spojnic odpovídá finanční velikosti projektu, velikost uzlů odpovídá počtu spoluprací váženému finanční velikostí projektu. Barevně jsou rozlišeny dílčí shluky spolupracujících organizací, ke každému klastru je přiřazen barevně rozlišený „slovní mrak“ s nejčastějšími oblastmi aktivit. Zdroj dat: Evropská kosmická agentura.

Programy VaVal

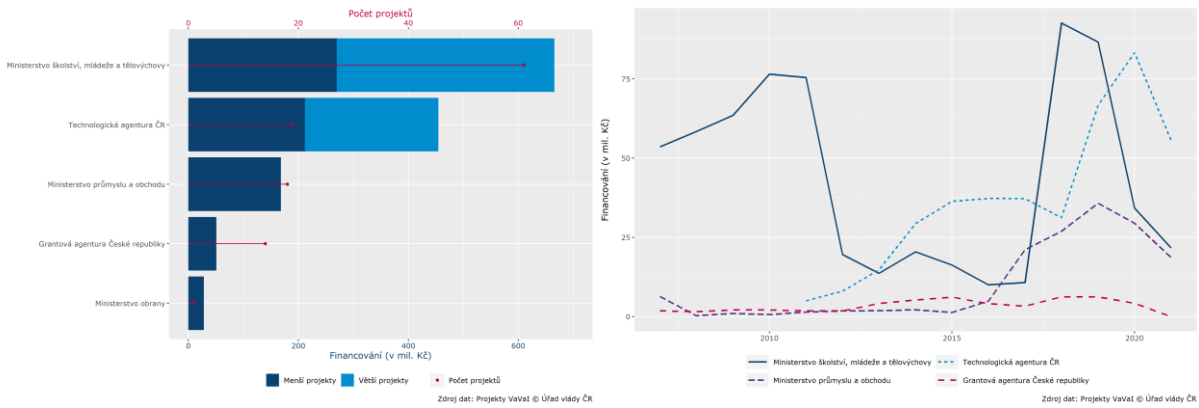
Pohled na financování vědeckých projektů z oblasti vesmírných technologií v programech VaVal ukazuje obrázek 10. Pro přehlednost byly vyděleny větší projekty, které byly financovány ze státního rozpočtu částkou 100 mil. Kč a více. Tyto projekty totiž nejsou zaměřeny exkluzivně na oblast vesmírných technologií, ale zahrnují širěji oblast *aerospace*, tedy letectví a kosmonautiku. Neznáme tak přesnou částku na výzkum vesmírných technologií v těchto projektech, ale zároveň je nelze jen tak vynechat. Na těchto projektech se podílely organizace jinak velmi aktivní v oblasti vesmírných technologií. Jedná se o projekty *Centrum leteckého a kosmického výzkumu* (2005–2011), *Výzkumná infrastruktura pro doktorské studijní programy na ČVUT FEL* (2017–2022), v němž je mj. zajištěna infrastruktura pro doktorský program *Letecká a kosmická technika*, a dále o projekty *Pokročilé senzory a metody zpracování sensorových dat* (2014–2019) a *Národní centrum kompetence pro letectví a kosmonautiku* (2019–2022). Tyto větší širěji zaměřené projekty vytváří ve financování velké výkyvy, naproti tomu financování menších projektů vykazuje stabilní mírný nárůst, který dosáhl 0,3 % celkového financování v programech VaVal. Spolu s většími širěji zaměřenými projekty se tato úroveň pohybuje průměrně kolem 0,4 %.



Zdroj dat: Projekty VaVal © Úřad vlády ČR

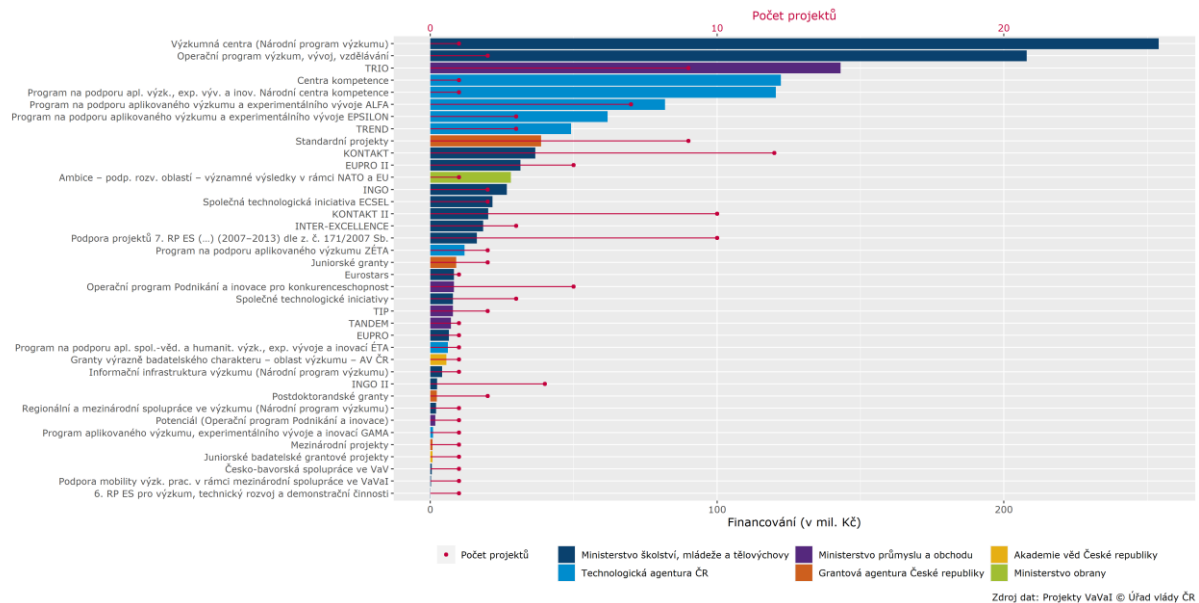
Obrázek 10: Zastoupení projektů na téma vesmírných technologií dlouhodobě kolísá kolem 0,4 procenta, výraznější výkyvy jsou způsobeny zejména cykly ve financování větších širěji zaměřených projektů.

Největšími poskytovateli financování projektů v oblasti vesmírných technologií jsou Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy (MŠMT) a Technologická agentura (TA ČR), jak ukazuje obrázek 11a. Společně poskytují tři čtvrtiny veškerého financování a zhruba polovina jejich financování mířila větších širěji zaměřených projektů (viz výše). Průběh financování v čase (obrázek 11b) pak u těchto institucí výrazně kolísá právě kvůli financování větších širěji zaměřených projektů. Financování ze strany TA ČR a Ministerstva průmyslu a obchodu (MPO) má spíše růstovou tendenci, a to i přes obecný pokles kolem roku 2020.



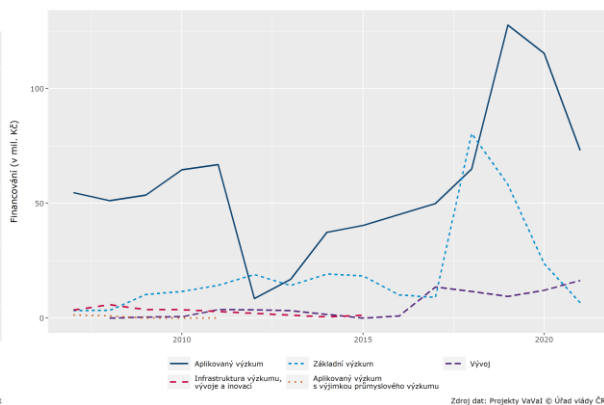
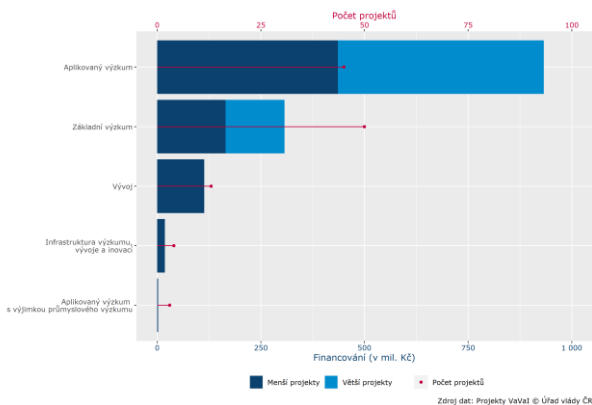
Obrázky 11a a 11b: Největším poskytovatelem financování projektů na téma vesmírných technologií je MŠMT, ale v čase roste význam TA ČR a dále i MPO. Obrázek 11a vlevo zobrazuje úhrny za období 2007–2022, s rozlišením na projekty větší a menší než 100 mil. Kč, obrázek 11b vpravo průběh financování v čase (Pozn.: Financování Ministerstva obrany (MO) začíná až v roce 2022).

Na obrázku 12 máme členění financování projektů na téma vesmírných technologií podle poskytovatelů a jejich programů. Je patrné výrazné zastoupení programů, ze kterých byly financovány velké šířeji zaměřené projekty, týká se to zejména programů MŠMT a TA ČR.



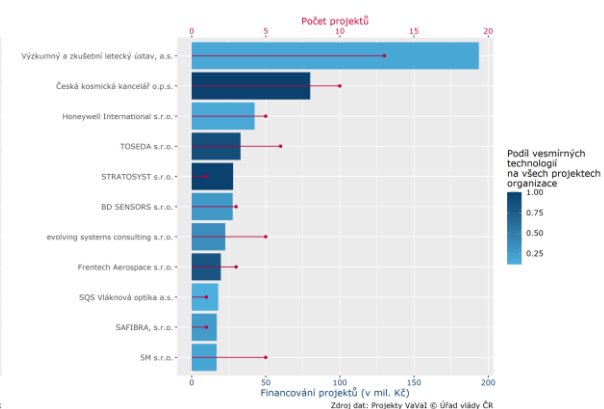
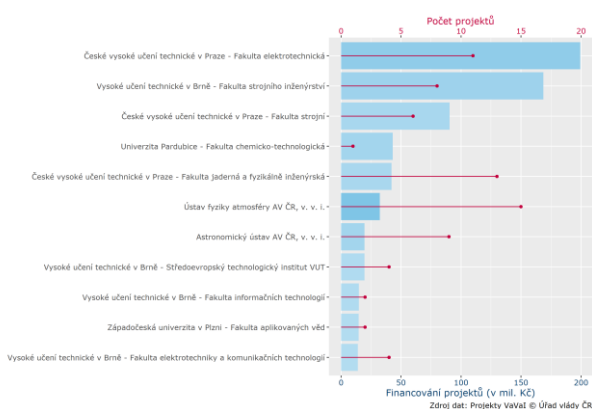
Obrázek 12: Největší objemy financování projektů v programech VaVal na téma vesmírných technologií směřovaly zejména do programů na podporu větších šířeji zaměřených projektů MŠMT a TA ČR. (Data za období 2007–2022)

Hlavním těžištěm projektů na téma vesmírných technologií je aplikovaný výzkum, na který směřují v této oblasti dvě třetiny veřejného financování, z toho polovina do větších šířeji zaměřených projektů (obrázek 13a). Do základního výzkumu směřovala jedna pětina veškerého financování, z toho do větších šířeji zaměřených projektů směřovala polovina financování, při tom v základním výzkumu se realizovala skoro polovina projektů. Za zmínku určitě stojí postupný trend nárůstu objemu experimentálního vývoje v oblasti vesmírných technologií, což vytváří předpoklady pro rozvoj těchto technologií ve fázi bližší tržnímu uplatnění. Financování projektů zaměřených na vesmírné technologie vykazuje v posledním desetiletí u všech tří hlavních druhů výzkumu nárůst i přes výkyvy způsobené cykly financování větších šířeji zaměřených projektů (obrázek 13b).



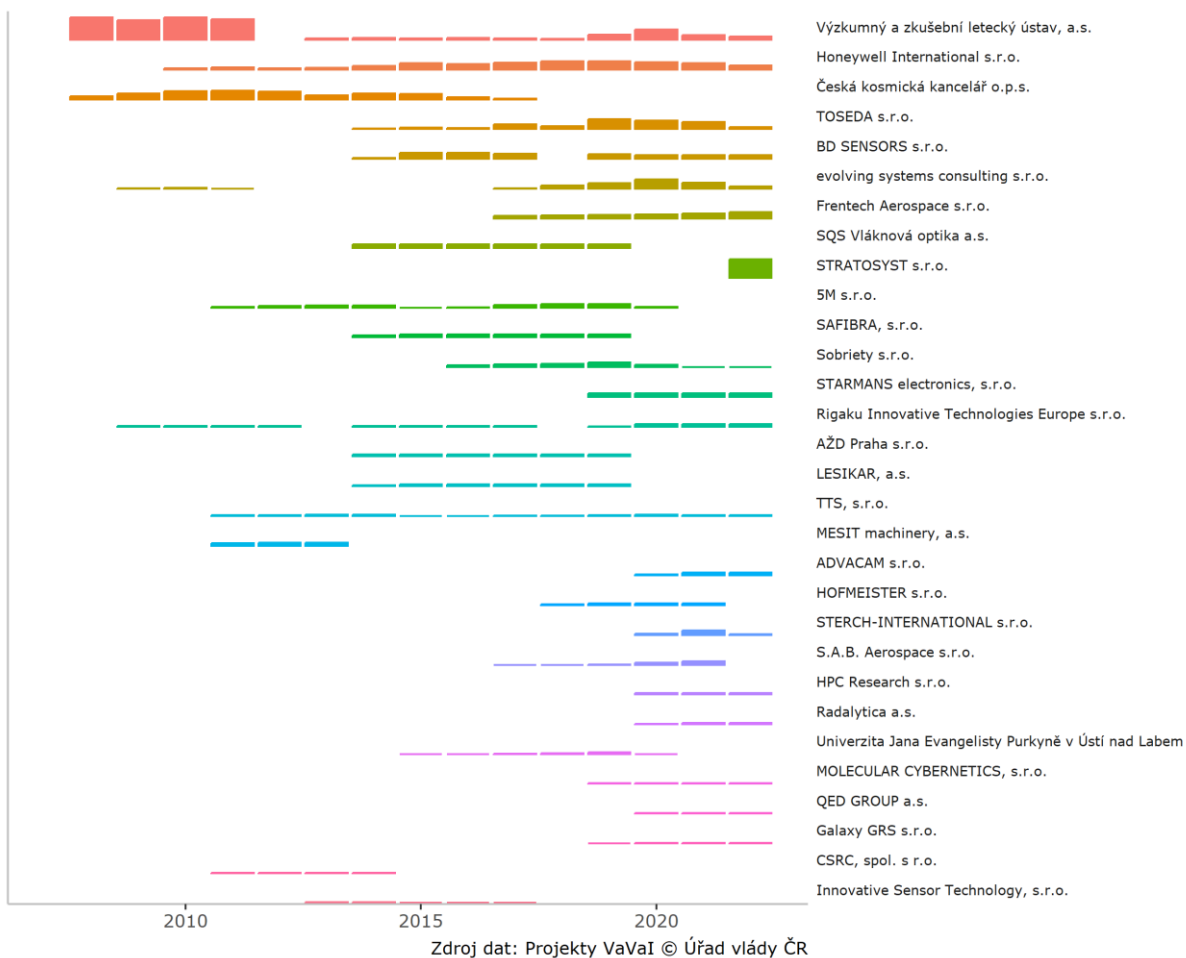
Obrázky 13a a 13b: Čtyři pětiny veřejného financování projektů na téma vesmírných technologií směřovalo do aplikovaného výzkumu a vývoje. Obrázek 13a vlevo ukazuje úhrny za období 2007–2022, s rozlišením na projekty větší a menší než 100 mil. Kč, obrázek 13b vpravo vývoj veřejného financování v čase.

Obrázky 14a a 14b ukazují největší příjemce financování v oblasti vesmírných technologií, zvláště za veřejný a soukromý sektor. Ve veřejném sektoru se výzkumné kapacity koncentrují především okolo Fakulty elektrotechnické ČVUT v Praze, Fakulty strojního inženýrství VUT v Brně, Fakulty strojní ČVUT v Praze a v soukromém sektoru zejména ve Výzkumném a zkušebním leteckém ústavu, a.s. (VZLÚ). Tyto instituce se rovněž aktivně zapojují do větších širěji zaměřených projektů. Soukromé firmy jsou výrazněji specializované na vesmírné technologie než veřejné instituce, které se zaměřují na pestřejší pole projektových aktivit.



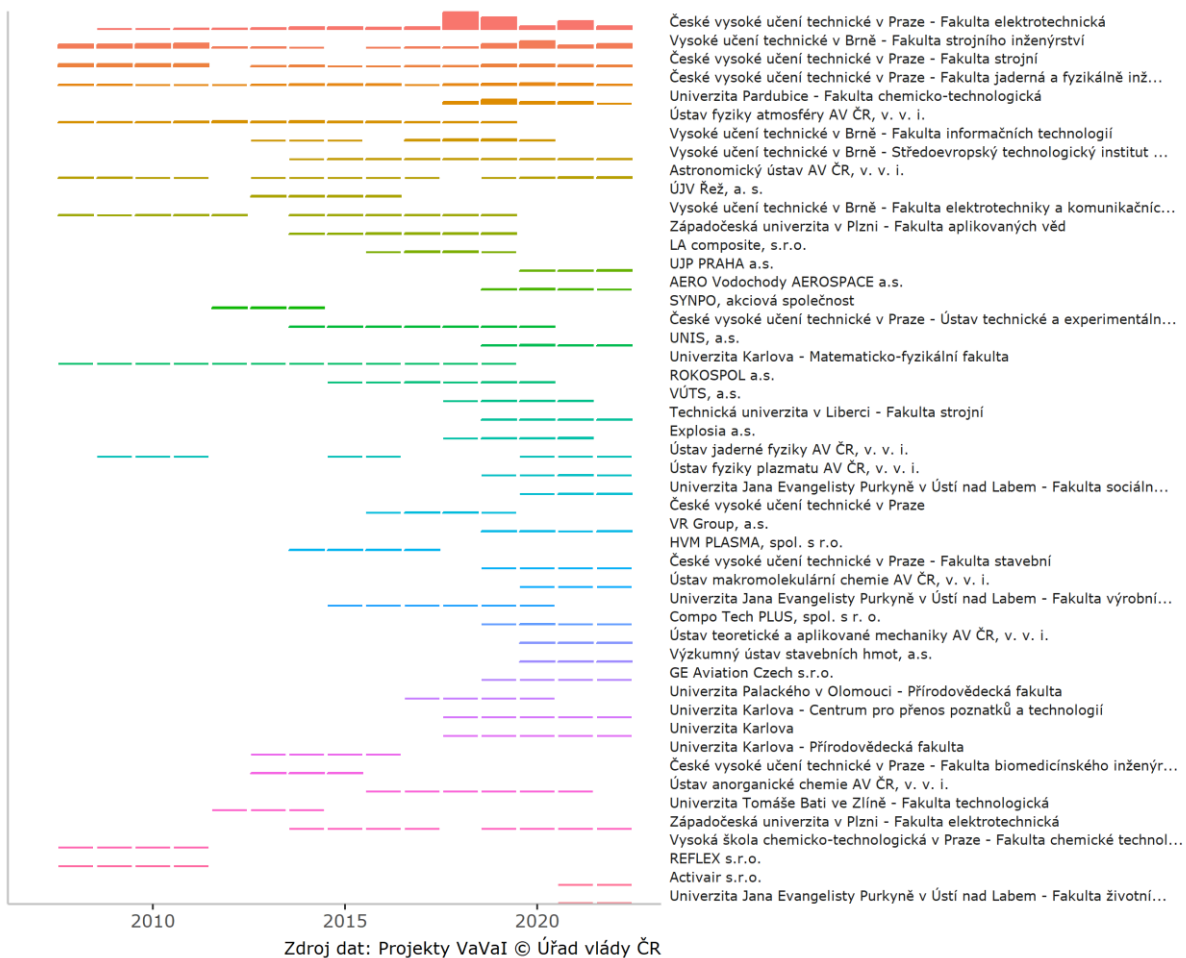
Obrázky 14a a 14b: Mezi realizátory projektů mají hlavní pozici mezi **veřejnými organizacemi** fakulty ČVUT v Praze a VUT v Brně (obrázek 14a vlevo), mezi **soukromými subjekty** vyniká výzkumný ústav VZLÚ a patrné je i množství firem s nižší podporou (obrázek 14b vpravo), ale s výrazným zaměřením na vesmírné technologie. (Data za období 2007–2022)

Financování projektů jednotlivých organizací v oblasti vesmírných technologií ukazuje obrázek 15 níže, kde byly vybrány organizace, které v této oblasti zájmu čerpají alespoň 10 % ze všech přijatých dotací na financování svých projektů. Patrné je výrazné financování projektů VZLÚ v letech 2008–2011, dále též výrazné dlouhodobé zapojení firem Honeywell International s.r.o., TOSEDA s.r.o. či TTS s.r.o. Zmínit zasluží i zahájení většího projektu firmy STRATOSYST s.r.o. patrné v roce 2022.



Obrázek 15: Mezi organizacemi, které čerpají více než 10 % svého veřejného financování na projekty z oblasti vesmírných technologií, jsou vidět některé stálice, ale i nárůst příjemců v posledních letech.

Zapojení organizací, u kterých představuje téma vesmírných technologií méně než 10 % jejich projektového financování, ukazuje obrázek 16. V této skupině organizací hrají hlavní roli vysoké školy a výzkumné ústavy, které mají své aktivity více tematicky diverzifikované. U těchto hlavních aktérů je patrné, že do projektů na téma vesmírných technologií se zapojují dlouhodobě a setrvale.

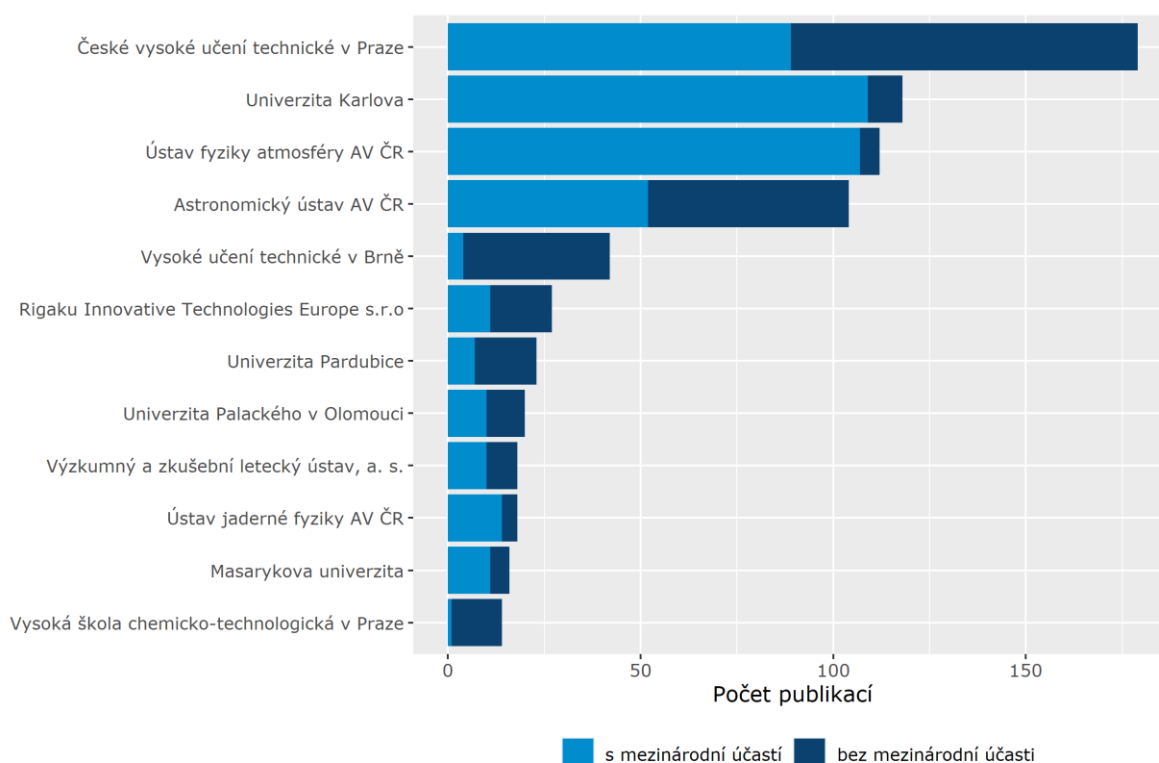


Obrázek 16: U organizací, které čerpají méně než 10 % svého veřejného financování na projekty z oblasti vesmírných technologií, je patrna silná pozice vysokých škol a ústavů AV ČR.

Celistvější představu o spolupráci českých firem a institucí v projektech vesmírného výzkumu ukazuje síť na obrázku 17. Pozorujeme zde pět výraznějších shluků spolupracujících organizací, které jsou kromě jednoho vzájemně propojené (pokud bychom ale zahrnuli veškeré společné projekty bez ohledu na vesmírné technologie, tak úzce spolupracují všechny shluky). Tři shluky se výrazněji soustředí na výzkum a vývoj pokročilých materiálů, pro další shluk je nejdůležitější oblast rentgenových technologií a jeden se více soustředí na komunikační technologie.

Publikační aktivita a mezinárodní spolupráce

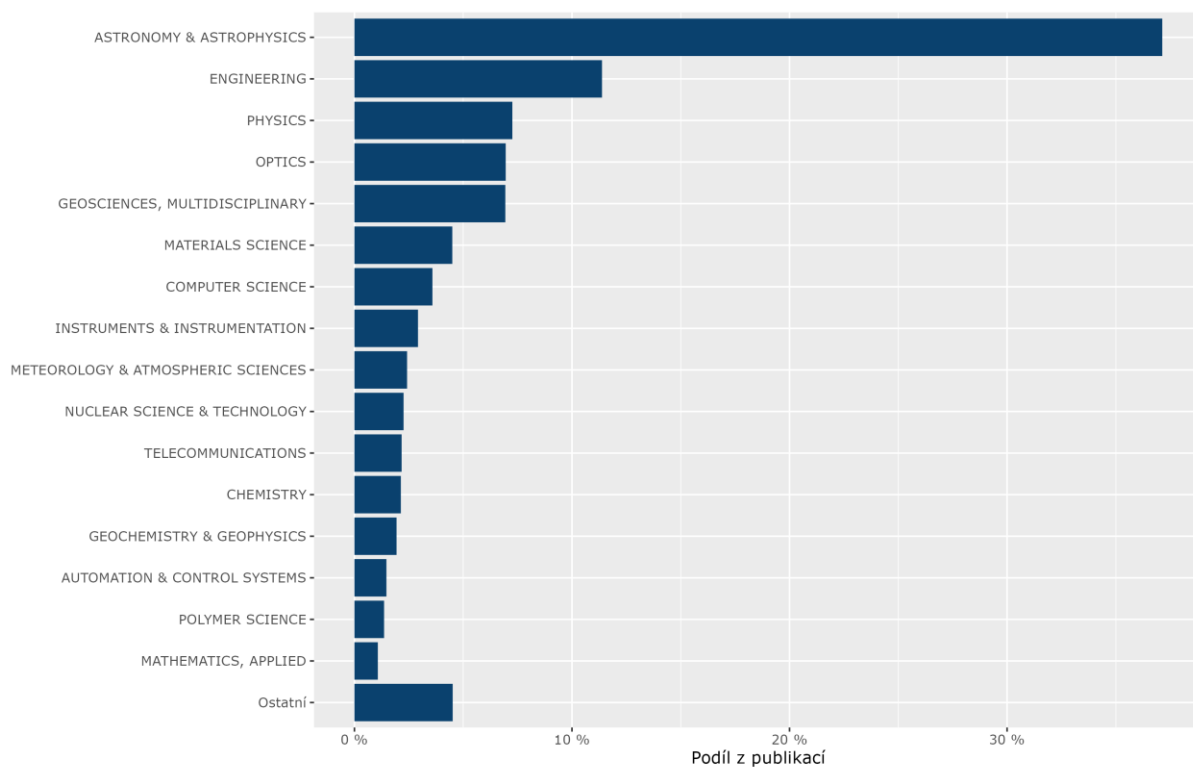
Na projekty z oblasti vesmírných technologií navazují publikace, část z nich v časopisech zařazených do databáze Web of Science (WoS). Počty takto návazných publikací ukazuje obrázek 18 spolu se zastoupením zahraniční spolupráce. Nejvíce publikací vidíme u vysokých škol a výzkumných ústavů, ty dále doplňují například firmy Rigaku Innovative Technologies Europe s.r.o. nebo Výzkumný a zkušební letecký ústav a.s. Publikační spolupráce se zahraničím je nejvýraznější v případě pracovišť Univerzity Karlovy, Ústavu fyziky atmosféry AV ČR, Ústavu jaderné fyziky AV ČR nebo Masarykovy Univerzity. Obecně je zapojení zahraničních autorů do publikací poměrně vysoké, i když se mezi institucemi výrazně liší, z identifikovaných 465 publikací bylo 59 % v zahraniční spolupráci (průměr pro Česko je 43 %). Výrazná publikační spolupráce v Evropě probíhala s francouzskými institucemi, dále s německými, britskými a dalšími, velmi výrazná byla spolupráce se Spojenými státy, zmínit zaslouží i spolupráce s ruskými, japonskými či jihokorejskými pracovišti.



Zdroj dat: Výsledky VaVaI © Úřad vlády ČR
a Clarivate Web of Science © 2022

Obrázek 18: Míra spolupráce na publikacích se zahraničními autory v oblasti vesmírných technologií u některých institucích přesahuje 90 %.

Oborové zaměření publikací z databáze Web of Science vycházející z identifikovaných projektů zaměřených na vesmírné technologie zobrazuje obrázek 19. Nejvýrazněji zastoupeným oborem je *astronomie a astrofyzika* (37 %), dále obory jako *elektronické inženýrství*, *optika* a *vědy o zemi* a pestrá škála dalších disciplín.



Zdroj dat: Výsledky VaVAI © Úřad vlády ČR
a Clarivate Web of Science © 2022

Obrázek 19: Oborové zaměření publikací na téma vesmírné technologie je kromě dominující astronomie a astrofyziky poměrně různorodé, což odpovídá pestrému aplikačnímu využití vesmírných technologií. Zdroj dat: Clarivate Web of Science

Co se týče spolupráce českých institucí na projektech rámcového programu **Horizont 2020** zaměřených na vesmírné technologie, zde bylo identifikováno 5 projektů s českou účastí, všechny v programu *Space research*. Spolupracující instituce byly nejčastěji z Francie, dále pak výrazněji i z Německa, Itálie a Velké Británie.

V **7. rámcovém programu** byly identifikovány 4 projekty s českou účastí v oblasti vesmírných technologií. Podpora plynula z programů *Key technologies for in-space activities*, *Security of space assets from space weather events*, *Space Exploration* a *Space transportation*. Spolupracující instituce byly nejčastěji z Francie, dále výrazněji též z Belgie, Portugalska a Polska.

Literatura

European Space Agency (2009): DOWN TO EARTH: How space technology improve our lives.

Dostupné na

https://www.esa.int/Applications/Technology_Transfer/How_space_technology_improves_our_lives

European Space Agency (2019): Space19+: Road to ESA's Council at Ministerial Level. Dostupné

na <https://blogs.esa.int/space19plus/>

Gazarik, M. (2014): What is Space Technology? [video] dostupné

na <https://missionstem.nasa.gov/innovations/videos-gazarik.html>

Ministerstvo dopravy ČR (2019): Národní kosmický plán 2020–2025. Dostupný

na <https://www.czechspaceportal.cz/narodni-strategie/narodni-kosmicky-plan/>

Ministerstvo dopravy ČR (2022): Czech space directory. Dostupné na https://www.czechspaceportal.cz/wp-content/uploads/2023/01/czech_space_directory_2022.pdf

Olivari, M., Jolly, C., Undseth, M. (2021): Space technology transfers and their commercialisation. OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 116, OECD Publishing, Paříž, dostupné na https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/space-technology-transfers-and-their-commercialisation_0e78ff9f-en

Zdroje dat

Centrální evidence projektů, Informační systém výzkumu, vývoje a inovací, Úřadu vlády ČR – <https://www.isvavai.cz/cep>

Clarivate Web of Science – <https://www.webofscience.com>

Euroconsult (2022): New record in Government Space Defense spendings driven by investments in Space Security and Early Warning. Dostupné na <https://www.euroconsult-ec.com/press-release/new-record-in-government-space-defense-spendings-driven-by-investments-in-space-security-and-early-warning/>

Klasifikace oborů Web of Science - https://support.clarivate.com/ScientificandAcademicResearch/s/article/Web-of-Science-List-of-Subject-Classifications-for-All-Databases?language=en_US

Mezinárodní patentové třídění (IPC) na <https://www.wipo.int/classifications/ipc/en/>

Patstat 2021b, Evropský patentový úřad – <https://www.epo.org/searching-for-patents/business/patstat.html>

Rejstřík informací o výsledcích, Informační systém výzkumu, vývoje a inovací, Úřadu vlády ČR – <https://www.isvavai.cz/riv>

Struktura oborů OECD – Fields of Research and Development (FORD) – [https://www.tacr.cz/dokums_raw/eta/2vs/Struktura_oboru_OECD_-_Fields_of_Research_and_Development_\(FORD\).pdf](https://www.tacr.cz/dokums_raw/eta/2vs/Struktura_oboru_OECD_-_Fields_of_Research_and_Development_(FORD).pdf)

Union of Concerned Scientists Satellite Database – <https://www.ucsusa.org/resources/satellite-database>

Příloha 1: Poznámky k metodologii

Zdroji dat o výzkumu a vývoji v oblasti vesmírných technologií v Česku byla databáze patentů Patstat, data z Informačního systému výzkumu, vývoje a inovací, data o účasti organizací v Česku na programech ESA (poskytnuta organizací ESA) a data z databáze Web of Science. Metoda využití příslušného zdroje závisela na možnostech případného využití již existující kategorizace pro vymezení vesmírných technologií nebo na druhé straně potřeba vymežit data o vesmírných technologiích pomocí nástrojů textové analýzy.

Pokud není dostupná vhodná klasifikace, volíme často metodu stanovení klíčových slov v angličtině, které co nejlépe vystihují obor, který nás zajímá, aby se pomocí těchto klíčových slov provedlo vyhledávání nad názvy a abstrakty. Metoda stanovení anglických klíčových slov se ale v tomto případě ukázala být velmi problematická. Důvodem je, že klíčová slova jako *space* nebo *satellite*, která by ještě ve spojení s dalšími souvisejícími pojmy oblast vesmírných technologií dobře ohraničovala, se ale používají i v nesouvisejících oblastech výzkumu (medicína, sociologie, urbanismus, ...), ve kterých navíc vzniká řádově více vědeckých výstupů než v oblasti vesmírných technologií. Tím je limitováno využití logických podmínek pro vyřazení nesouvisejících textů, protože by snadno mohlo dojít k příliš vysoké chybovosti vznikající nezáměrným vyřazením i části výsledků, které nás zajímají. Vzhledem k uvedeným metodologickým překážkám tak v první fázi výběru klíčová slova použita nebyla a bylo potřeba najít lepší postup.

Z různých vhodných zdrojů byl sestaven co nejkompletnější seznam institucí a firem působících ve vesmírném průmyslu a na základě toho byly shromážděny projekty, ve kterých byli dotyční zapojení. Dobrým podkladem se ukázal být seznam firem a institucí působících v oblasti vesmírných technologií, jak ho spravuje Czech Space Portal (www.czechspaceportal.cz). V databázi **projektů** Informačního systému výzkumu, vývoje a inovací (IS VaVal) byly vyhledány všechny projekty, do kterých jsou firmy ze seznamu zapojeny. Výsledné projekty byly manuálně posouzeny na relevanci k požadovaným výsledkům. Další projekty byly vytipovány s využitím vyhledávání pomocí českých klíčových slov (textové řetězce jako *družic*, *vesmír*, *kosmi* a *kosmo*, *astro*, *raket*, *orbit*) v názvech a abstraktech projektů v češtině. Z výsledků byla manuálně vybrána témata, která nás zajímají. Dalším krokem bylo vybrat projekty s vyznačeným oborem č. 20304 (*Aerospace engineering*) dle Struktury oborů OECD, kterým jsou sice označeny i projekty z oblasti letectví, ale manuálně byly vybrány ty z oblasti vesmírných technologií. Podobně bylo využito třídění kategorií oborů IS VaVal, kde je přímo využívána kategorie *JV – Kosmické technologie*, opět ale bylo nutné použít manuální úpravy výběru. Kombinací těchto různých přístupů byl vybrán soubor 148 projektů z databáze IS VaVal.

Výběr z databáze projektů **7. rámcového programu** a novějšího rámcového programu **Horizont 2020** byl jednodušší, neboť zejména druhý jmenovaný obsahuje vícero výzev zaměřených na vesmírné technologie. Tato databáze byla využita i pro doplnění seznamu českých firem, které se v odvětví vesmírných technologií angažují.

V databázi **patentů** byl postup výběru přímočarý, neboť klasifikace IPC obsahuje samostatnou kategorii pro vesmírné technologie. Tím je umožněno i kvalitní mezinárodní srovnání patentové aktivity.

Metodologicky složitější byl výběr publikací z databáze **Web of Science**, kde není oborová klasifikace dostatečně detailní, a tak jsou klíčová slova jediným způsobem, jak získat mezinárodně srovnatelná data. Byl tedy zvolen postup dvěma způsoby. Za prvé pro posouzení publikační aktivity českých aktérů v oblasti vesmírných technologií byla základem databáze **výsledků** IS VaVal, u které máme k dispozici informaci o propojení projektů a výsledků a též o zařazení výsledků do databáze Web of Science. Následně byl pro mezinárodní srovnání sestaven soubor klíčových slov pro vyhledávání v databázi Web

of Science, který, ačkoliv je nedokonalý pro svůj širší záběr, dostatečně efektivně poslouží pro mezinárodní srovnání.

Dotaz použitý pro vyhledávání publikací na téma vesmírné technologie v databázi Web of Science:

```
(TI=("space telescope" OR "space x ray telescopes" OR "space x ray telescope" OR "x ray telescopes" OR "x ray telescope" OR "space x ray" OR "materials space applications" OR "satellite laser ranging" OR ("space applications" NOT "free space applications" NOT "popularization of science") OR ("space research" NOT "open space research") OR "space missions" OR "space mission" OR ("space projects" OR "space project" NOT "signal space" NOT "poetics of space") OR ("space industry" NOT "Actor Network Theory") OR "satellite taranis" OR ("lobster eye" AND "space") OR "satellites drag" OR "satellite drag" OR "nanosatellite" OR "cubesat" OR "artificial satellite" OR "space propulsion" OR "orbital station" OR ("space technology" NOT "open space technology"))) OR AB=("space telescope" OR "space x ray telescopes" OR "space x ray telescope" OR "x ray telescopes" OR "x ray telescope" OR "space x ray" OR "materials space applications" OR "satellite laser ranging" OR ("space applications" NOT "free space applications" NOT "popularization of science") OR ("space research" NOT "open space research") OR "space missions" OR "space mission" OR ("space projects" OR "space project" NOT "signal space" NOT "poetics of space") OR ("space industry" NOT "Actor Network Theory") OR "satellite taranis" OR ("lobster eye" AND "space") OR "satellites drag" OR "satellite drag" OR "nanosatellite" OR "cubesat" OR "artificial satellite" OR "space propulsion" OR "orbital station" OR ("space technology" NOT "open space technology")))
```

Velmi limitovaná je dostupnost dat o vesmírných technologiích z komerčního sektoru. Poznatky o českých firmách se odvíjejí zejména z informací, které firmy samy zveřejní, nebo které jsou zveřejněny v rámci spolupráce s veřejným sektorem – to se týká informací o patentech, projektech VaVal nebo o zapojení firem v ESA. V příloze 2 jsme shrnuli mediální články o působení firem z Česka ve vesmírném odvětví.

Navzdory snaze o podrobné vymezení charakteru vesmírných technologií pro účel zmapování situace v Česku, jak je popsáno v kapitole *Co jsou vesmírné technologie?*, musíme počítat s dvěma zdroji nepřesností. Za prvé je to nepřesnost vyplývající z použitých hlavních zdrojů informací pro textovou analýzu, kterými jsou pro nás názvy a abstrakty (případně přiřazená klíčová slova) u patentových přihlášek, publikací a projektů VaVal, takže přesnost závisí na kvalitě popisu výzkumného zaměření. Druhým zdrojem nepřesnosti jsou výzkumné projekty, kde jsou vesmírné technologie sice klíčovými tématy, ale zároveň jen jedním z řady zkoumaných témat. To se týká zejména velkých projektů, často infrastrukturního charakteru, což v příslušné kapitole explicitně zdůrazňujeme.

Příloha 2: Články v médiích o aktivitách firem v Česku na poli vesmírných technologií

Název článku	URL	datum
České firmy dobývají vesmír	https://www.euro.cz/clanky/ceske-firmy-dobývaji-vesmir-896671/	22.12.2009
Jak české firmy a jejich produkty dobývají vesmírný byznys?	https://byznys.hn.cz/c1-55981310-jak-ceske-firmy-a-jejich-produkty-dobývaji-vesmirny-byznys	01.06.2012
Od montoven mezi elitu. České firmy se uchytily ve vesmírném programu	https://www.idnes.cz/ekonomika/domaci/cesko-vesmirny-program-firmy-zakazky-ariane-6.A181106_437635_ekonomika_rts	07.11.2018
Česko má vesmírný potenciál, ale schází šikovní absolventi a dodavatelé	https://www.idnes.cz/ekonomika/domaci/kosmicke-cesko-kosmicky-prumysl-budoucnost-vesmirna-mise.A200805_154322_ekonomika_kou	06.08.2020
České firmy začínají dobývat vesmír – z Brna!	https://www.hybrid.cz/ceske-firmy-zacinaji-dobývat-vesmir-z-brna/	16.11.2020
Obrana a vesmír: Příležitost pro vědu i průmysl	https://s3.eu-central-1.amazonaws.com/uploads.mangoweb.org/shared-prod/aspennstitutece.org/uploads/2020/11/KKC-Obrana-a-vesm%C3%ADr-P%C5%99%C3%ADle%C5%B8itost-pro-v%C4%9Bdu-i-pr%C5%AFmysl.pdf	19.11.2020
Češi ve vesmíru? Tuzemské firmy se podílejí na výzkumu i obraně planety	https://forbes.cz/cesi-ve-vesmiru-tuzemske-firmy-se-podileji-na-vyzkumu-i-obrane-planety/	20.11.2020
Český kosmický průmysl roste. Firmám teď pomohl v krizi	https://www.spcr.cz/aktivity/z-hospodarske-politiky/14115-cesky-kosmicky-prumysl-roste-firmam-ted-pomohl-v-krizi	23.11.2020
České firmy pomáhají stavět rakety a komerční družice i zkoumat vesmír	https://ekonom.cz/c1-66897010-ceske-firmy-pomahaji-stavet-rakety-a-komerzni-druzice-i-zkoumat-vesmir	18.03.2021
Vědci a firmy z ČR společně zkoumají vesmír	https://www.mmspektrum.com/technicke-novinky/vedci-a-firmy-z-cr-spolecne-zkoumaji-vesmir	21.04.2021
Vznikl Brno Space Cluster – první klastr v České republice orientovaný na komerční vesmír	https://tyinternety.cz/technologie/vznikl-brno-space-cluster-prvni-klaster-v-ceske-republice-orientovany-na-komerzni-vesmir/	18.06.2021
Český vesmírný výzkum patří ke světové špičce, chválí delegát v Evropské kosmické agentuře	https://plus.rozhlas.cz/do-vesmiru-s-jeffem-bezosem-o-pripravach-i-samotnem-letu-s-experty-na-8537483/6	23.07.2021
Rozhovor o Česku a vesmírném průmyslu: Naše firmy vyvíjí sondy i planetární obranu	https://insmart.cz/rozhovor-tereza-kubicova-cesky-vesmirny-prumysl/	22.11.2021
Vesmírný průmysl v Česku. Jak funguje miliardový byznys, ze kterého těží i další obory	https://archiv.hn.cz/c1-67008550-vesmirny-prumysl-v-cesku-jak-funguje-miliardovy-byznys-ze-ktereho-tezi-i-dalsi-obory	09.12.2021
Česká družice VZLUSAT-2 je ve vesmíru. Vynesla ji tam Muskova raketa	https://www.aerospaceinczech.com/blog/ceska-druzice-vzlsat-2-je-ve-vesmiru	21.01.2022
Úspěch českého vesmírného průmyslu. Brněnská firma jako jediná v Evropě vyrobí zařízení, které se jinak dováží jen z USA	https://archiv.hn.cz/c1-67033310-uspech-ceskeho-vesmirneho-prumyslu-brnenska-firma-jako-jedina-v-evrope-vyrobi-zarizeni-ktere-se-jinak-dovazi-jen-z-usa	14.02.2022
Vesmírný průmysl na Moravě hlásí úspěchy, firma z Brna získala kontrakt od ESA	https://zpravymoravy.cz/vesmirny-prumysl-na-morave-hlasi-uspechy-firma-z-brna-ziskala-kontrakt-od-esa/	15.02.2022
Cesta k první české raketě Český vrabec	https://www.armadinoviny.cz/cesta-k-prvni-ceske-rakete-cesky-vrabec.html	30.03.2022
Vyšleme k Měsíci sondu velikosti pračky, slibuje kosmický podnikatel z Brna. Vesmír chce otevřít i Afričanům	https://denikn.cz/939499/vysleme-k-mesici-sondu-velikosti-pracky-slibuje-kosmicky-podnikatel-z-brna-vesmir-chce-otevrit-i-africanum/	13.08.2022
Vesmírné ambice brněnské společnosti	https://svetprumyslu.cz/vesmirne-ambice-brnenske-spolecnosti/	31.08.2022
Česko dobývá vesmír. Tuzemské firmy umějí analyzovat ekonomiku z orbity i zkoumat podzemí Měsíce	https://www.e15.cz/byznys/technologie-a-media/cesko-dobýva-vesmir-tuzemske-firmy-umeji-analyzovat-ekonomiku-z-orbity-i-zkoumat-podzemi-mesice-1393063	14.09.2022

Data, senzory i kompozity. Český vesmírný průmysl se představil ve Velké Británii	https://www.export.cz/aktuality/data-senzory-i-kompozity-cesky-vesmirny-prumysl-se-predstavil-ve-velke-britanii/	04.10.2022
Nano zed' vytváří čisté prostředí pro kosmický výzkum	https://www.metro.cz/nano-zed-vytvari-ciste-prostredi-pro-kosmicky-vyzkum-pp0-/protext.aspx?c=A221018_132600_metro-protex Wei	18.10.2022
Kosmický průmysl v České republice raketově roste	https://svetprumyslu.cz/kosmicky-prumysl-v-ceske-republice-raketove-roste/	09.11.2022
Největší česká družice míří do vesmíru	https://www.focuson.cz/nejvetsi-ceska-druzice-miri-do-vesmiru/	22.11.2022
Češi dobývají vesmír. Podívejte se s námi na přehled těch neúspěšnějších misí, za kterými stojí tuzemské firmy	https://sciencemag.cz/cesi-dobývaji-vesmir-podivejte-se-s-nami-na-prehled-tech-nejuspesnejsich-misi-za-kterymi-stoji-tuzemske-firmy/	23.11.2022
Česko zvýší příspěvek na kosmické programy na 1,6 miliardy korun ročně	https://www.ceskenoviny.cz/zpravy/cesko-zvysi-prispevek-na-kosmicke-programy-na-1-6-miliardy-koron-rocne/2288814	28.11.2022
Česká republika v ESA konkuruje západním státům. Její úspěchy reflektuje největší český kosmický festival	https://www.czechsight.cz/ceska-republika-v-esa-konkuruje-zapadnim-statum/	29.11.2022
Kosmický průmysl v Česku roste. Pomůže tomu i projekt Space Hub či navýšení příspěvku na vesmírné programy	https://si.news/kosmicky-prumysl-v-cesku-roste-pomuze-tomu-i-projekt-space-hub-ci-navyseni-prispevku-na-vesmirne-programy/	29.11.2022
Firma Betrian Group vyvíjí technologie pro bezpečnější železnici a plánuje přispět k modernizaci evropského zabezpečení ETCS	https://www.czechspaceportal.cz/firma-betrian-group-vyvíjí-technologie-autonomního-rizeni-vlaku-system-proti-srazkam-vlaku-rcas-rail-collision-avoidance-system-a-chytre-asistenty-pro-bezpecnejsi-jizdu-vlaku-svymi-inovacemi-planu/	03.01.2023
Do kosmu vyrazila další česká minidružice. BDSAT letí podruhé za devět měsíců	https://www.idnes.cz/technet/vesmir/bdsat-cubesat-vesmir-nanodruzuce.A230103_161937_tec_ vesmir_vse	03.01.2023
Česká firma Toseda dodává tepelné vodivé systémy do evropských družic	https://www.czechspaceportal.cz/ceska-firma-toseda-dodava-tepelne-vodive-systemy-do-evropskych-druzic/	24.01.2023
Brněnská společnost G.L.Electronic s.r.o. se stane součástí významného inovativního projektu Triton-X, zaměřeného na implementaci cenově dostupných konstelací smallsat na nízké oběžné dráze Země	https://www.czechspaceportal.cz/brnenska-spolecnost-g-l-electronic-s-r-o-se-stane-soucasti-vyznamneho-inovativního-projektu-triton-x-zamereneho-na-implementaci-cenove-dostupnych-konstelaci-smallsat-na-nizke-obezne-draze-zeme/	06.02.2023