**Zoznam úspešných slovenských projektov vo výzvach PECS a ich analýzy**

**Projekty 1. PECS výzvy (2016)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Organizácia** | **Názov projektu** | **Typ aktivity** | **Trvanie projektu** |
| 1 | Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach | Simulating the cooling effect of urban greenery based on solar radiation modelling and a new generation of ESA sensors (SURGE) | A) Letový hardware | 24 mesiacov |
| 2 | Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského  Bratislava | Development of a Supporting Optical Sensor for High-Area-to Mass-Ration Objects Cataloguing and Research (HamrOptSen) | B) Výskumné a vývojové aktivity | 24 mesiacov |
| 3 | Ústav materiálov a mechaniky strojov Slovenskej akadémie vied | Novel magnesium composite for ultralight structural components (MagUltra) | B) Výskumné a vývojové aktivity | 24 mesiacov |
| 4 | CTRL s. r. o. | Development and preparation of a novel capacitive multiturn absolute rotary encoder for space applications (CAPMARE) | B) Výskumné a vývojové aktivity | 24 mesiacov |
| 5 | Fakulta elektrotechniky a informatiky Slovenskej technickej univerzity v Bratislave | Radiation induced terahertz wave and power generation in magnetic microwires (RIT) | A) Letový hardware | 23 mesiacov |
| 6 | Ústav experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied, v. v. i. | Feasibility study to observe ionospheric disturbances by one pixel UV detector | A) Letový hardware | 17 mesiacov |
| 7 | Fakulta elektrotechniky a informatiky Slovenskej technickej univerzity v Bratislave | Space for Education, Education for Space (SEES) | E ) Vzdelávacie aktivity | 24 mesiacov |

**Projekty 2. PECS výzvy (2017)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Organizácia** | **Názov projektu** | **Typ aktivity** | **Trvanie projektu** |
| 1 | Slovenská technická univerzita | GOCE-based high-resolution gravity field modelling in a space domain (GOCE-numerics) | B) Výskumné a vývojové aktivity | 24 mesiacov |
| 2 | Národné lesnícke centrum | ATBIOMAP | B) Výskumné a vývojové aktivity | 24 mesiacov |
| 3 | insar.sk. s. r. o. | Retrieval of Motions and Potential Deformation Threats using Sentinel-1 (remotIO) | B) Výskumné a vývojové aktivity | 24 mesiacov |
| 4 | Orbisys s. r. o. | Distributed European Network of Ground Stations (DENGS) | B) Výskumné a vývojové aktivity | 12 mesiacov |
| 5 | Algoritmy:SK, s. r. o. | Software tools for monitoring NATURA 2000 habitats by satellite images (NATURAsat) | D) Prípravné aktivity | 24 mesiacov |
| 6 | Ústav experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied, v. v. i. | Follow-up of feasibility study to observe ionospheric disturbances by airglow monitoring network (AMON-net) | B) Výskumné a vývojové aktivity | 24 mesiacov |
| 7 | Slovenská technická univerzita | Additive manufacturing of Ceramic Components by FDM Technology (AM-FDC) | B) Výskumné a vývojové aktivity | 24 mesiacov |
| 8 | GOSPACE s. r. o. | Stratospheric Autonomous Landing System Application (SALSA) | B) Výskumné a vývojové aktivity | 16 mesiacov |

**Projekty 3. PECS výzvy (2018)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Organizácia** | **Názov projektu** | **Typ aktivity** | **Trvanie projektu** |
| 1 | Medzinárodné laserové centrum | Laser Post-ionization Mass Spectrometer Platform for High Performance Meteorite Analysis – LaPoM2et | B) Výskumné a vývojové aktivity | 24 mesiacov |
| 2 | Ústav výskumu progresívnych technológií [Materiálovotechnologická fakulta Slovenskej technickej univerzity v Bratislave](https://www.mtf.stuba.sk/) | Preparation for ATHENA Mission by establishing Slovak research team oriented to existing X-ray Missions and AGN Study | D) Prípravné aktivity | 24 mesiacov |
| 3 | Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského  Bratislava | Improvement of European capabilities for LEO objects tracking with optical passive sensors | B) Výskumné a vývojové aktivity | 24 mesiacov |
| 4 | Ústav experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied, v. v. i. | Slovak contribution to ESA- JUICE mission: Development of Anti-Coincidence Module ACM for Particle Environment Package | A) Letový hardware | 24 mesiacov |
| 5 | NEEDRONIX s. r. o. | Sun sensor feasibility study  – recap | D) Prípravné aktivity | 19 mesiacov |
| 6 | YMS, a. s. | Sentinel 2 based support of forest disturbance mapping and monitoring (Sen2ForMaM) | C) Vesmírne aplikácie, produkty a služby | 24 mesiacov |
| 7 | Ústav experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied, v. v. i. | SPACE::LAB – place to attract, educate and involve young generation in space science and engineering | E) Vzdelávacie aktivity | 24 mesiacov |

**Projekty 4. PECS výzvy (2019)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Organizácia** | **Názov projektu** | **Typ aktivity** | **Trvanie projektu** |
| 1 | BioX Technologies s. r. o. | Aľthrospira: Biomass Recovery | B) Výskumné a vývojové aktivity | 20 mesiacov |
| 2 | Touch4IT s. r. o. | SBAS Geometry Analysis Tool | B) Výskumné a vývojové aktivity | 15+6 mesiacov |
| 3 | CTRL s. r. o. | Adjustment of a Novel Capacitive Multiturn Absolute Rotary Encoder for Space Application – Beam Pointing System (CAPMARE2). | A) Letový hardware | 18 mesiacov |
| 4 | Fakulta elektrotechniky a informatiky Technickej univerzity v Košiciach | TUKE Space Forum | E) Vzdelávacie aktivity | 24 mesiacov |
| 5 | BOROSPACE s.r.o. | Wax Fuel Embedded Structure (WAFER) for Hybrid Rocket Motor | B) Výskumné a vývojové aktivity | 18 mesiacov |
| 6 | ABmerit s. r. o. | ESA-Sen2Agri connection with ESTE | B) Výskumné a vývojové aktivity | 15 mesiacov |
| 7 | Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského Bratislava | Study of meteoroid composition by meteor spectroscopy and simulated ablation of meteorites | B) Výskumné a vývojové aktivity | 24 mesiacov |

**Projekty 5. PECS výzvy (2020)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Organizácia** | **Názov projektu** | **Typ aktivity** | **Trvanie projektu** |
| 1 | 3IPK, a. s. | Blockchain Software Tool for Spacecraft Components Incoming and Outgoing Inspection | B) Výskumné a vývojové aktivity | 12 mesiacov |
| 2 | Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského Bratislava | Potential solid lubricant for extreme temperatures based on vanadium boride | D) Prípravné aktivity | 14 mesiacov |
| 3 | CTRL s. r. o. | Capacitive Absolute Sensor for Space Applications - CAPSE | B) Výskumné a vývojové aktivity | 16 mesiacov |
| 4 | Ústav jadrového a fyzikálneho inžinierstva, FEI STU | Space Engineering Through (True) Training (SETTT) | E) Vzdelávacie aktivity | 24 mesiacov |
| 5 | Trifid Automation | Sky Simulator for Fine Guidance Sensors | B) Výskumné a vývojové aktivity | 18 mesiacov |
| 6 | Ústav experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied, v. v. i. | SIREN Space Ionizing Radiation Experts Nursery | E) Vzdelávacie aktivity | 18 mesiacov |
| 7 | Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií Technickej univerzity v Košiciach | University course Earth Observation with ESA missions | E) Vzdelávacie aktivity | 18 mesiacov |
| 8 | Astros Solutions s. r. o. | Slovak Automated Space Surveillance and Tracking Optical System | B) Výskumné a vývojové aktivity | 18 mesiacov |
| 9 | Algoritmy:SK s.  r. o. | NaturaSat - software for exploring Natura 2000 habitats by satellite data | B) Výskumné a vývojové aktivity | 24 mesiacov |
| 10 | M2M Solutions, s. r. o. | Ground Station Scheduling Broker | C) Vesmírne aplikácie, produkty a služby | 24 mesiacov |

**Projekty 6. PECS výzvy (2021)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Organizácia** | **Názov projektu** | **Typ aktivity** | **Trvanie projektu** |
| 1 | CTRL s. r. o. | Design and qualification of a Capacitive Absolute sensor - EQM (CAPSE2) | A) Letový hardware | 18 mesiacov |
| 2 | 3IPK, a. s. | Blockchain-augmented configuration management for spacecraft engineering | B) Výskumné a vývojové aktivity | 14 mesiacov |
| 3 | Ústav krajinnej ekológie Slovenskej akadémie vied, v. v. i. | Towards quantification of non-photosynthetic vegetation from Copernicus Hyperspectral Imaging Mission for the Environment (Acronym: CHIME\_NPV) | D) Prípravné aktivity | 24 mesiacov |
| 4 | Ústav experimentálnej fyziky, Slovenskej akadémie vied, v. v. i. | Feasibility study of data-driven Autonomous Service for Prediction of Ionospheric Scintillations (ASPIS) | D) Prípravné aktivity | 18 mesiacov |
| 5 | CTRL s. r. o. | Preparatory activity for an ASIC development applicable for space sensors (CAPASIC) | D) Prípravné aktivity | 14 mesiacov |
| 6 | STATON, s. r. o. | Ultra-high temperature thin coatings for aerospace industry | D) Prípravné aktivity | 20 mesiacov |
| 7 | Solargis s. r. o. | Enhanced solar radiation nowcasting based on geostationary satellite data (NOWCASTSAT) | C) Vesmírne aplikácie (downstream) | 18 mesiacov |
| 8 | Žilinská univerzita v Žiline | Advanced electronics with supercaps | B) Výskumné a vývojové aktivity | 18 mesiacov |
| 9 | insar.sk s. r. o. | Retrieval of Motions and Potential Deformation Threats using InSAR Geodesy (remotIO) | B) Výskumné a vývojové aktivity | 24 mesiacov |
| 10 | YMS, a. s. | Satellite-based delineation of yield productivity zones for Slovak crop fields (SatZones) | C) Vesmírne aplikácie (downstream) | 18 mesiacov |
| 11 | Astros Solutions  s. r .o. | Validation of re-entry models by using real optical measurements obtained by AMOS global network (AMOS-Re-entry) | B) Výskumné a vývojové aktivity | 24 mesiacov |
| 12 | GEODETICCA VISION, s. r. o. | Space CARTOGRAPHER | D) Prípravné aktivity | 18 mesiacov |
| 13 | Strýco Berco  s. r. o. | Formulation and Assessment of Multi-agent Active Debris Removal Application | D) Prípravné aktivity | 19 mesiacov |
| 14 | BioX Technologies s. r. o. | MELISSA Feeder | B) Výskumné a vývojové aktivity | 18 mesiacov |
| 15 | BioX Technologies s. r. o. | Limnospira - Lipidom and Pathways | B) Výskumné a vývojové aktivity | 23 mesiacov |

**Projekty 7. PECS výzvy (2022)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Organizácia** | **Názov projektu** | **Typ aktivity** | **Trvanie projektu** |
| 1 | Univerzita Komenského v Bratislave | Hα and CN emissions as tracers of H2O molecules and organic compounds in meteoroids: a feasibility study and instrument design | D) Prípravné aktivity | 18 mesiacov |
| 2 | Univerzita Komenského v Bratislave | Modelling the night sky brightness produced by space objects | D) Prípravné aktivity | 16 mesiacov |
| 3 | Technická univerzita v Košiciach | Proposal for Slovak universities curriculum adaptation toward S2P market (SK-S2P-Edu) | E) Vzdelávacie aktivity | 10 mesiacov |
| 4 | DECENT Group, a.s. | dCorePQfabric | D) Prípravné aktivity | 9 mesiacov |
| 5 | Astros Solutions s.r.o. | Roadmap for EuroQCI optical ground station deployment in Slovakia - Study | D) Prípravné aktivity | 15 mesiacov |
| 6 | Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach | ENEUM: Enhancing Earth Observation Curriculum with a Focus on ESA Sensors | E) Vzdelávacie aktivity | 18 mesiacov |
| 7 | Ústav materiálov a mechaniky strojov SAV | Feasibility Study of Contact Capacitor Discharge Welding Gear for Space Debris Capture | D) Prípravné aktivity | 19 mesiacov |

**Analýza PECS výziev**

Počas 7 PECS výziev uskutočnených v rokoch 2016 – 2022 **bolo dokopy podaných 131 projektových návrhov, z ktorých bolo 61 projektov slovenských subjektov financovaných a implementovaných.**

**Prehľad projektov implementovaných v siedmich výzvach ESA PECS podľa jednotlivých typov aktivít:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Typ aktivity** | **Počiatočné minimálne TRL** | **Cieľové minimálne TRL** | **Počet projektov** |
| Letový hardware | 4 | 6 | 6 |
| Výskumné a vývojové aktivity | 3 | nie viac ako 5 | 28 |
| Vesmírne aplikácie, produkty a služby | 4 | 6 | 4 |
| Prípravné aktivity | 1 | 3 | 15 |
| Vzdelávacie aktivity |  |  | 8 |

Priemerná dĺžka trvania projektu je 20,2 mesiaca a priemerné náklady na 1 projekt 145 000 €.

Tematicky sa projekty venovali týmto doménam: všeobecné technológie (39% projektov), pozorovanie Zeme (24%), vesmírna bezpečnosť (14%), vzdelávanie (4%), veda (6%), vesmírna doprava (4%), vesmírny výskum (7%) a navigácia (2%).

V rokoch 2021 – 2022 boli tiež vyhlásené tzv. „**top-down“ výzvy**. Sú to špecifické dopytové výzvy vyhlásené agentúrou ESA s už konkrétne predefinovanými zadaniami zákaziek, ktoré vychádzali z potenciálu slovenského vesmírneho priemyslu tak, aby slovenské subjekty posilnili svoje kompetencie v prioritných oblastiach vesmírnych technológií, prehĺbili svoje medzinárodné partnerstvá a pripravili sa tak na budúcu participáciu v ESA programoch.

Okrem týchto výziev boli so slovenskými entitami uzatvorené aj dodatočné kontrakty so zahraničnými partnermi (ako hlavnými riešiteľmi), v ktorých sa slovenské subjekty stali dodávateľmi a partnermi projektu (max. do výšky 20%).

Celkovo možno za obdobie PECS evidovať implementáciu **68** projektov, riešenia ktorých sa zúčastnilo 35 subjektov (z toho 20 firiem). Celkový finančný príspevok SR do ESA za obdobie PECS činil 14,5 mil**.** eur**,** z čoho sa približne **80 % vrátilo na Slovensko** vo forme zákaziek (pre výlučne) slovenské entity.

Kým zo začiatku boli hlavnými riešiteľmi ESA PECS výziev hlavne výskumné a akademické inštitúcie, v priebehu ďalších výziev sa do popredia dostávali aj súkromné spoločnosti a priemyselne orientované firmy. **Aktuálny pomer zastúpenia priemyselných (súkromných) aktérov k výskumno-akademickým inštitúciám bol k 30.06.2023 60% k 40%.** (Podľa ESA je ideálny pomer v krajine 75% k 25%).

Za posledné roky sa dosiahol značný pokrok aj vo zvyšovaní úrovne technologickej vyspelosti/pripravenosti (TRL) projektov PECS. Kým do januára 2020 bolo iba 16 % implementovaných aktivít zameraných na TRL 4 alebo vyššie, v prvom štvrťroku 2022 to bolo už približne 50 % , pričom sa predpokladá ďalšie zvyšovanie.

**Spolupráca s ESA zaznamenala posun od výskumných projektov k inovačným a s vyšším TRL, umožnila prepájanie a hlbšiu spoluprácu jednotlivých aktérov** (akadémie, priemyslu, výskumno-vývojových inštitúcií atď.) a internacionalizáciu slovenských inštitúcií.

Riešenia PECS projektov, zameraných na špičkový vesmírny výskum, prispeli k rozvoju a diverzifikácii malých a stredných podnikov a vzniku startupov. Ich výsledky napomohli vzniku inovatívnych riešení a tvorbe produktov v oblasti vesmírneho softvéru, hardvéru a vesmírnych aplikácií.