

Technická univerzita v Košiciach

**Podpora špecializovaného vzdelávania operátorov
bezposádkových lietajúcich prostriedkov**

**Support of Specialized Education of Small
Unmanned Aerial Vehicles' Operators**

Projekt č. 045TUKE-4/2022

Ročná správa o riešení projektu KEGA

2023

Ročná správa o riešení projektu KEGA

Vedúci projektu

doc. Ing. Pavol Lipovský, PhD.

Kontaktné údaje

doc. Ing. Pavol Lipovský, PhD.

Technická univerzita v Košiciach, Letecká fakulta

Telefónne číslo: 0556026159

E-mailová adresa: pavol.lipovsky@tuke.sk

Základné informácie

Začiatok riešenia projektu: 2022

Ukončenie riešenia projektu: 2024

Tematická oblasť (názov a číslo komisie): komisia č. 2 pre nové technológie, metódy a formy vo vzdelávaní

Názov projektu (slovenský): Podpora špecializovaného vzdelávania operátorov bezposádkových lietajúcich prostriedkov

Názov projektu (anglický): Support of Specialized Education of Small Unmanned Aerial Vehicles' Operators

Číselný kód a názov podskupiny odborov vedy a techniky, do ktorej spadá riešenie projektu: 20200 elektrotechnika, automatizácia a riadiace systémy

Zhodnotenie projektu za aktuálny rok riešenia

Plán cieľov podľa podanej žiadosti o dotáciu na projekt KEGA

Hmotné ciele

V existujúcom špecializovanom laboratóriu malých UAV na Katedre leteckej technickej prípravy Leteckej fakulty je potrebné pre študentov I. a II. stupňa vysokoškolského štúdia alebo účastníkov budúceho kurzu so zameraním na operátorský výcvik vytvoriť stabilné technické a učebné pomôcky pre vzdelávanie v oblasti malých UAV. Vďaka týmto pomôckam bude možné zefektívniť proces vzdelávania a optimalizovať výcvik operátora malého UAV. Projekt má 3 hmotné ciele:

1. Zariadenie pre odhad predispozícií, testovanie a rozvoj psychomotorických zručností operátora malého UAV.

Toto zariadenie má primárne za úlohu vyriešiť odhad predispozícií a monitorovať rozvíjanie zručností operátora malého UAV počas výcviku. Keďže ide o využitie zariadenia v rámci experimentov priamo vo výučbe, budú získané dáta veľmi cennými pre ďalšiu optimalizáciu vzdelávacieho/učebného procesu a využitie nájdu aj v publikačnej činnosti. Ďalšou funkciou

zariadenia bude využitie v rámci selekcie adeptov na základe dosiahnutia minimálneho počtu bodov na tomto zariadení na základe vytvorenej metodiky.

Ako základ pre tento systém posluži už existujúci prototyp systému používaného na pracovisku na testovanie adeptov na pracovníkov riadenia letovej prevádzky a pilotov. Pre účely použitia pri výcviku operátorov však bude nutné návrh nového systému prispôbiť potrebám výcviku operátorov UAV, ergonomizovať ho a vytvoriť modulárny systém pre rôzne typy úloh. Keďže zariadenie vo svojej konštrukcii bude využívať rôzne senzory a mikrokontrolér, ktorý pracuje v spojení s počítačom, bude potrebné navrhnuť/upraviť/optimalizovať aj zdrojové kódy programového vybavenia. Aplikácia vytvorená pre počítač bude obsahovať taký systém úloh, aby nedošlo k stereotypizácii aktivít vykonávaných na zariadení, najmä v pokračujúcom testovaní počas vzdelávania/výcviku. Pre tvorbu programového vybavenia budú použité open-source vývojové prostriedky, čím sa zabezpečí lepšia finančná efektivita projektu.

2. Vytvorenie systému merania a záznamu akčných zásahov operátora a autopilota malého UAV.

Tento systém predstavuje komplexné riešenie integrujúce senzorické vybavenie na špecializovanom laboratóriu spolu so senzorickým vybavením na palube malého viacrotorového UAV. Systém vyžaduje aj doplnkové vybavenie audio-vizuálneho charakteru, ktoré bude možné použiť na signalizáciu povelov operátorovi. Použitie tohto systému v rámci výcviku/vzdelávania operátora má niekoľko úloh. Prvou úlohou je monitorovanie manipulácie operátora s riadiacimi prvkami malého UAV na základe signálov prijatých priamo na palube UAV. Druhou úlohou je optimalizácia výcviku pre konkrétneho operátora na základe analýzy nameraných dát. Treťou úlohou je variabilita výcviku inšpirovaná leteckými simulátormi, kedy s využitím tohto systému bude možné prakticky demonštrovať rozdiely v správaní sa hmotnostne a výkonnostne rozdielnych strojov v rámci kategórie malých UAV, prakticky vysvetliť väzbu ovládania a parametrov autopilota. Štvrtou úlohou tohto systému je objektívne hodnotenie dosiahnutých výsledkov v praktickom výcviku prostredníctvom vytvorenej dostatočne objektívnej metodiky evaluácie odvodennej od hodnotenia regulačných dejov v kybernetike.

Existujúci prototyp zariadenia už otestovaný na palube malej kvadrokoptéry posluži ako základ pre návrh a vytvorenie nového výkonnejšieho systému. Keďže pôjde o zariadenie využívajúce mikrokontroléry a programovateľné hradlové pole FPGA, je možné zabezpečiť modularitu systému aj pre prostriedky s vyšším počtom rotorov prípadne s vyšším počtom ovládacích kanálov, pričom systém bude pre vybrané účely okrem viacrotorových prostriedkov aplikovateľný aj na palube UAV typu letún. Pre tvorbu programových vybavení pre mikrokontroléry, hradlové polia aj pre počítač so spracovaním dát budú opäť z dôvodu hospodárnosti projektu použité open-source vývojové prostriedky.

Vytvorenie týchto technických pomôcok bude realizované v prvých 24 mesiacoch riešenia projektu. Tento krok vyplýva z charakteru projektu, činnosti v poslednom roku riešenia budú primárne venované optimalizácii a malým úpravám pomôcok, dokončeniu ich finálnej dokumentácie a v neposlednom rade úprave a optimalizácii metód a postupov použitia týchto učebných pomôcok v rámci zlepšenia kvality a efektívnosti výučbového procesu.

3. Vytvorenie vedeckých a odborných publikácií a učebných textov

Za ďalšie, nie však menej dôležité hmotné ciele, je možné uviesť vedecké a odborné publikácie, ktoré budú prezentované aj na rôznych vedeckých konferenciách. Publikácie vzniknú v spolupráci so študentmi, ktorí budú aktívne zapojení do riešenia parciálnych úloh projektu aj v rámci svojich záverečných prác.

V rámci projektu sa plánuje vytvorenie dvoch knižných publikácií s učebnými textami. Prvá z nich, s navrhnutým pracovným názvom Technika malých UAV pre operátorov, sa bude zaoberať oblasťou UAV z pohľadu ich konštrukcie, technológií, pohonnej sústavy, riadenia a riešenia komunikačného vybavenia a v neposlednom rade pilotážou a legislatívou použitia UAV. Tento učebný text bude koncipovaný tak, aby pokrýval nielen technické znalosti potrebné pre získanie certifikátu na Dopravnom úrade SR, ale bol aj prínosom v systéme vysokoškolského vzdelávania. Druhá publikácia, s pracovným názvom Senzorické systémy v UAS, bude tematicky venovaná oblasti fyzikálnych princípov senzorov používaných na palube UAV, senzorických zariadení v podobe užitočného zaťaženia (podvesné a doplnkové zariadenia) a spracovania senzorických signálov, resp. senzorických dát. Jej úlohou bude rozšíriť vedomosti budúceho operátora o rôzne praktické aplikácie senzorov v súvislosti s dynamicky sa rozširujúcou oblasťou využitia UAV. Konceptuálne ide o dve základné publikácie, v ktorých budú koncentrované potrebné poznatky pre adeptov na operátorov malých UAV.

Nehmotné ciele

Najvýznamnejším nehmotným cieľom projektu je zvýšenie kvality výučby na žiadajúcom pracovisku pomocou nových technológií zavedených do procesu výučby. Prostredníctvom vytvorených moderných technických a učebných pomôcok bude intenzifikovaný proces poznávania operátormi-študentami v rámci vzdelávania, vďaka čomu si študenti rýchlejšie osvoja problematiku. Ďalším dôležitým nehmotným cieľom je okrem podpory vzdelávania prostredníctvom e-learning kurzu s názvom Operátor malého viacrotorového UAV v univerzitnom systéme elektronického vzdelávania Moodle aj vytvorenie webového sídla projektu.

Druhým významným nehmotným cieľom projektu je vytvorenie objektívnej metodiky hodnotenia adeptov na operátorov malých viacrotorových UAV použiteľnej v rámci základného vzdelávania/výcviku operátora. Metodika bude navrhnutá s ohľadom na získané experimentálne dáta a ich multikriteriálnu analýzu. Týmto sa odstráni možný vplyv subjektívnosti hodnotenia schopností operátora skúšajúcim a tak bude posilnená legálna stránka pasívnej bezpečnosti prevádzky malých viacrotorových UAV.

Dôležitým cieľom v poslednom roku riešenia projektu je zorganizovanie malej lokálnej tímovej súťaže zameranej na malé viacrotorové UAV. Súťaž bude trvať cca 1 týždeň, účastníci realizujú riešiteľmi navrhnutú konštrukciu kvadrokoptéry, s ktorou budú aj lietať základné cviky pre operátorov. K výrobe konštrukcií malých kvadrokoptér bude použitá technológia 3D tlače a zakúpené elektrické a elektronické komponenty. Súčasťou súťaže bude aj opakované absolvovanie testovania psychomotorických zručností operátora. Plánované zostavenie je 4 až 5 tímov po 6 členov, pričom 2 členovia tímov budú študenti LF TUKE a 4 členovia vybraní študenti z oslovených stredných škôl. Týmto krokom sa podporí záujem o technické smery medzi stredoškólakmi a vzájomná väzba škôl. Riešiteľský kolektív má už skúsenosť so spoluorganizovaním podobného podujatia s názvom Fly in the Sky, ktoré sa konalo v roku 2014. V rámci súťaže je plánovaným sprievodným programom aj realizácia niekoľkých populárne-náučných prednášok členmi riešiteľského kolektívu a exkurzia po pracoviskách LF TUKE.

Medzi ďalšie dôležité nehmotné ciele je možné zaradiť posilnenie tímovej práce medzi študentami a umožnenie študentom podieľať sa na aplikovanom výskume a vývoji prebiehajúcim na pracovisku a podporiť tak na úrovni katedry a fakulty myšlienku výskumnej univerzity.

Vyjadrenie o splnení/zrealizovaní plánovaných cieľov projektu za hodnotené obdobie

V druhom roku riešenia projektu bola venovaná najväčšia pozornosť plneniu úloh súvisiacich s druhým hmotným cieľom projektu: Vytvorenie systému merania a záznamu akčných zásahov operátora a autopilota malého UAV. V rámci činností na dosiahnutie stanoveného cieľa bolo postupne realizovaných niekoľko verzií programového vybavenia, ktoré spolupracuje s ultrazvukovým pozičným systémom inštalovaným na hale testovania UAV na Leteckej fakulte TUKE.

Prvé riešenie systému merania a záznamu akčných zásahov operátora a autopilota malého UAV pozostávalo z dvoch modulov elektroniky, z ktorých prvý bolo možné použiť na priamy „odposluch“ pulzne šírkovej modulácie (PWM), ktorá ovláda regulátory otáčok elektronicky komutovaných BLDC motorov. Druhý modul experimentálne využíval priamy komunikačný kanál s riadiacou doskou kvadroptéry pomocou UART portu s rýchlym prenosom telemetrických dát pripojeným k prídavnej mikrokontrolérovej jednotke. Po diskusii riešiteľského kolektívu bolo prijaté rozhodnutie, že v rámci projektu bude realizovaný vývoj riešenia, ktoré by malo byť univerzálne a teda kombinovať možnosť snímania PWM aj modernejších protokolov riadenia. Vzhľadom na potrebu úpravy programového vybavenia a jeho optimalizáciu spolu s DPS elektroniky je dokončenie tejto verzie riešenia plánované do konca roku 2023.

V rámci priebežných diskusií riešiteľského kolektívu a aktuálneho stavu na Leteckej fakulte TUKE vyplynula potreba vytvorenia publikácie na techniku UAV v anglickom jazyku, preto publikácii plánovanej na tento rok bol modifikovaný názov z "Technika malých UAV pre operátorov" na "UAV Technologies", ktorej základ tvorila revidovaná verzia v prvom roku v rámci projektu vytvorenej učebnej pomôcky (publikácie) "UAV technológie". Vytvorená učebnica "UAV Technologies" obsahovo sleduje podstatné základné technické aspekty potrebné pre operátora malého UAV, pričom je priamo použiteľná v procese výučby na Leteckej fakulte TUKE.

V druhom roku riešenia projektu začal riešiteľský kolektív pracovať na podkladoch pre plánovanú učebnicu s pracovným názvom Sensorické systémy v UAS, ktorej dokončenie a vydanie je naplánované na rok 2024, teda posledný rok riešenia projektu.

V druhom roku riešenia bolo opäť vytvorených niekoľko vedeckých a odborných publikácií, ktoré priamo súvisia s výcvikom operátorov alebo sa zaoberajú technickými problémami súvisiacimi s technológiou UAV a ich sensorickým vybavením. Na základe predošlých výsledkov testovania realizovanom na 59 študentoch bol vytvorený vedecký článok, ktorý je v čase písania tejto správy vo finálnom posudzovaní po predošlých recenzných konaniach pre časopis SAGE OPEN (WoS Q2). Za ďalší významný úspech projektu je možné považovať zápis úžitkového vzoru s názvom "Zariadenie na testovanie predispozícií pilota-operátora malého lietajúceho bezpilotného prostriedku", ktorý bol zapísaný s účinkami od 27.09.2023, pričom minimálna platnosť je do 27.01.2027 (<https://wbr.indprop.gov.sk/WebRegistre/UzitkovyVzor/Detail/50006-2023?csrt=7396675901512700775>).

V blízkej dobe bude realizované testovanie s využitím vytvorených zariadení v projekte na ďalšej skupine subjektov – študentoch LF a prípadných ďalších záujemcoch. Tieto ďalšie testovania tvoria významný podklad pre tvorbu objektívnej metodiky testovania adeptov. Okrem štandardných parametrov kybernetických modelov operátorov ako sú reakčný čas, doba ustálenia, prekmit, smerodajná odchýlka od modelu a pod., sa riešiteľský kolektív rozhodol implementovať experimentálne vyhodnotenie vlastnej frekvencie kmitov a útlmového koeficientu. Implementácia bude prebiehať priebežne do konca riešenia projektu.

Aj vzhľadom na plánovanú súťaž v poslednom roku boli opäť realizované potrebné nákupy komponentov a senzorov. V tomto roku zakúpené senzory GSR (na meranie odporu kože) budú

integrované k ostatným senzorum monitorujúcim fyziologické parametre k pracovisku so zariadením pre odhad predispozícií, testovanie a rozvoj psychomotorických zručností operátora malého UAV, senzory na meranie zrýchlení budú použité v kombinácii s tenzometrickým meracím stendom pre malé viacrotorové UAV a ďalšími demonštračnými pomôckami pre proces výučby.

Po zalietaní prvých dvoch koptér sa riešiteľský kolektív rozhodol, že v rámci projektu budú na lietanie v hale na Leteckej fakulte zostrojené mierne menšie koptéry a tie, ktoré už sú k dispozícii, budú použité v exteriérovom lietaní. Toto riešenie je finančne efektívnejšie a prináša cieľnú optimalizáciu nielen pre plánovanú súťaž, ale aj budúci proces výučby, ktorý má v pláne využiť všetky vytvorené prostriedky.

Na základe uvedeného je teda možné konštatovať, že ciele projektu stanovené na rok 2023 boli úspešne splnené.

Najdôležitejšie výsledky dosiahnuté pri riešení projektu za hodnotené obdobie

Najdôležitejšie výsledky za hodnotené obdobie boli dosiahnuté v realizácii cieľa (cieľov) stanovených na rok 2023. Za najdôležitejšie výsledky je možné považovať:

- Vytvorenie systému merania a záznamu akčných zásahov operátora a autopilota malého UAV;
- Úspešné podanie prihlášky úžitkového vzoru a patentovej prihlášky na parciálnu časť zariadenia pre odhad predispozícií, testovanie a rozvoj psychomotorických zručností operátora malého UAV;
- Zápis úžitkového vzoru s názvom "Zariadenie na testovanie predispozícií pilota-operátora malého lietajúceho bezpilotného prostriedku", ktorý bol zapísaný s účinkami od 27.09.2023, pričom minimálna platnosť je do 27.01.2027 (<https://wbr.indprop.gov.sk/WebRegistre/UzitkovyVzor/Detail/50006-2023?csrt=7396675901512700775>), v spolupráci so zahraničným členom riešiteľského kolektívu - prof. Jaloveckým z Univerzity obrany Brno, ktorý je spoluautorom predmetnej prihlášky úžitkového vzoru aj patentovej prihlášky;
- Tvorba a príprava podkladov pre učebnice, skriptá a e-learning kurzy z oblasti techniky malých UAV;
- Tvorba vedeckých článkov na úrovni časopisov a medzinárodných konferencií, domácich aj zahraničných;
- Vytvorenie učebných textov "UAV Technologies" v anglickom jazyku pre všetky študijné programy akreditované na Leteckej fakulte;
- Získanie nových cenných poznatkov a kontaktov z medzinárodnej konferencie spojenej s výstavou Embedded World, ktorá sa konala v Norimbergu, Nemecko.

Plánované realizačné výstupy projektu v nasledujúcom roku

Názov plánovaného výstupu	Opis plánovaného výstupu	Realizátor výstupu (názov pracoviska vedúceho projektu alebo názov spolupracujúceho pracoviska)	Rok realizácie plánovaného výstupu
Učebné texty II.	Navrhovaný názov učebnice: Sensorické systémy v UAS. Učebnica sa bude zaoberať oblasťou fyzikálnych princípov senzorov používaných na palube UAV, sensorických zariadení v podobe užitočného zaťaženia a spracovania sensorických signálov, resp. sensorických dát. Predpokladaný rozsah je viac ako 200 strán.	Letecká fakulta Technickej univerzity v Košiciach	2024
Kurz Operátor malého UAV	E-learningový kurz v systéme Moodle, ktorý je celouniverzitne zavedený.	Letecká fakulta Technickej univerzity v Košiciach	2024
Metodická príručka	Metodická príručka pre použitie vytvorených špecializovaných učebných pomôcok vo výcviku operátora malého UAV, obsahujúca aj multikriterionálnu analýzu evaluácie operátora. Predpokladaný rozsah je viac ako 60 strán.	Letecká fakulta Technickej univerzity v Košiciach v spolupráci s Univerzitou obrany v Brne.	2024
Súťaž	Súťaž kombinovaných tímov študentov stredných škôl a Leteckej fakulty TUKE v realizácii a lietaní s malým viacrotorovým UAV vyrobeným pomocou 3D tlače v rámci propagácie projektu.	Letecká fakulta Technickej univerzity v Košiciach	2024
Publikácie III.	Vytvorenie príspevkov na úrovni domácich a zahraničných vedeckých časopisov a konferencií.	Letecká fakulta Technickej univerzity v Košiciach	2024

Medzinárodná spolupráca

Názov pracoviska/inštitúcie

Univerzita obrany, Katedra letecké techniky

Adresa pracoviska/institúcie

Třída Generála Píky 2, budova 1, 613 00 Brno, Česká republika

Kontaktná osoba (meno, priezvisko a tituly)

prof. Ing. Rudolf Jalovecký, CSc.

Opis spolupráce v aktuálnom roku

Pokračovala spolupráca na analýzach vybraných dát z rôznych meraní a experimentov. V rámci projektu tak pokračoval rozvoj medzinárodnej spolupráce v oblasti modelovania človeka v rámci kybernetickej sústavy človek-stroj. Na základe spracovania získaných dát prof. Ing. Rudolf Jalovecký, CSc. participoval aj na riešení optimalizácie evaluácie operátorov s využitím vytvoreného elektronického systému. V rámci medzinárodnej spolupráce prebiehala tvorba podkladov na vedecký článok, vyplynula však potreba väčšieho počtu testovaných subjektov a možnej integrácie informácií o vlastných kmitoch a tlmení v rámci kybernetického modelu. Preto bude spoločná publikácia pravdepodobne podaná do niektorého impaktovaného (WoS) časopisu v ďalšom roku. V tomto roku bol zapísaný aj úžitkový vzor s názvom "Zariadenie na testovanie predispozícií pilota-operátora malého lietajúceho bezpilotného prostriedku", kde je prof. Jalovecký jedným z autorov. Na publikovanie bol prijatý aj článok "Concept of Improved UAV Pilots Training", kde je prof. Jalovecký spoluautorom, publikovaný bude na konferencii NTAD – New Trends in Aviation Development, ktorá sa koná 23. – 24. 11. 2023, z ktorej zborník by mal byť indexovaný.

Opis spolupráce v nasledujúcom roku

Pokračovanie spolupráce na analýzach vybraných dát z rôznych meraní a experimentov. V rámci projektu tak bude ďalej pokračovať rozvoj medzinárodnej spolupráce v oblasti modelovania človeka v rámci kybernetickej sústavy človek-stroj. Na základe spracovania získaných dát bude prof. Ing. Rudolf Jalovecký, CSc. ďalej participovať aj na riešení následnej optimalizácie metodiky a evaluácie operátorov s využitím vytvorených elektronických systémov. V rámci medzinárodnej spolupráce je plánované vytvoriť v spoločný vedecký článok, ktorý bude podaný do niektorého impaktovaného (WoS) časopisu.

Sú naplánované alebo v aktuálnom roku boli už zrealizované zmeny v medzinárodnej spolupráci pri riešení projektu:

nie

Časový harmonogram riešenia projektu v nasledujúcom roku

Dátum realizácie od	Dátum realizácie do	Názov hlavného/ čiastkového cieľa	Opis realizácie cieľa
01.03.2022	20.12.2024	Tvorba vedeckých publikácií	V rámci prebiehajúcich výskumných aktivít pracoviska bude realizovaná publikačná činnosť pre vedecké časopisy a účasť riešiteľov a talentovaných študentov na domácich aj zahraničných konferenciách.

Dátum realizácie od	Dátum realizácie do	Názov hlavného/ čiastkového cieľa	Opis realizácie cieľa
01.06.2022	30.06.2024	E-learning kurz Operátor malého UAV	E-learningový kurz bude založený na univerzitnom systéme Moodle, z dôvodu komplexnosti bude prebiehať jeho tvorba od začiatku projektu až do konca. Do tvorby kurzu budú riešitelia prispievať do tématických oblastí ich špecializácie nielen textami, ale aj názornými príkladmi, testami, kontrolnými úlohami a ďalším audio-vizuálnym obsahom.
01.01.2023	01.05.2024	Senzorické systémy v UAS	Učebnica sa bude zaoberať oblasťou fyzikálnych princípov senzorov používaných na palube UAV, senzorických zariadení v podobe užitočného zaťaženia a spracovania senzorických signálov, resp. senzorických dát. Predpokladaný rozsah je viac ako 200 strán.
01.09.2023	31.08.2024	Metodická príručka	Metodická príručka pre efektívne a účelné používanie vytvorených pomôcok v procese výučby/výcviku zahŕňajúca aj názorné spracovanie dát, analýzy a ukázkové grafy, bude realizovaná po dokončení a otestovaní vytvorených špecializovaných pomôcok.
14.10.2024	18.10.2024	Súťaž	Organizácia súťaže s účelom propagácie projektu a jeho výsledkov a s účelom zaujať mladých potenciálnych študentov/ operátorov malých UAV. Trvanie súťaže bude naplánované na jeden týždeň tak, aby účastnícke tímy zložené zo študentov Leteckej fakulty a rôznych stredných škôl mohli popri aktivitách absolvovať aj niekoľko odborných prednášok.

Konkrétny návrh postupu na dosiahnutie jednotlivých úloh a cieľov v nasledujúcom roku riešenia

Pre naplnenie jednotlivých cieľov projektu v ďalšom roku budú opäť vytvorené menšie tímy naďalej vedené skúsenými riešiteľmi so skúsenosťami s riešením terminovaných úloh projektov. Riešiteľský kolektív bude naďalej zodpovedne dodržiavať plán čiastkových úloh podľa harmonogramu. Aj v ďalšom roku budú určené krátkodobé operatívne ciele tak, aby na realizáciu cieľov ročného plánu projektu bol dostatočný časový priestor.

Pravidelne s mesačnými intervalmi bude naďalej prebiehať interná kontrola priebežného plnenia úloh členmi riešiteľského kolektívu, pričom riešiteľský kolektív sa bude stretávať minimálne raz za dva mesiace na projektovej porade/sedení. Na koncoročnom stretnutí riešiteľského kolektívu bude realizovaná vnútorná oponentúra dosiahnutých výsledkov a plánovaných úloh. Plán hlavných úloh na jednotlivé roky je daný plánovanými cieľmi projektu.

Pre dosiahnutie cieľov projektu budú naďalej využité súčasné meracie a elektronické zariadenia v kombinácii s novými zakúpenými senzorickými systémami a vytvorenými riešeniami v rámci projektu. Naďalej budú činnosti v rámci projektu realizované s dôrazom na funkcionality ako pre vyučovací proces, tak aj pre odbornú a vedeckú činnosť študentov. Bude pokračovať testovanie a optimalizácia zariadení implementovaných na pracovisku malých UAV na Leteckej fakulte.

Počas riešenia projektu budú naďalej členmi riešiteľského kolektívu vytvárané účelové programové aplikácie v jazykoch C/C++ a Python, ktoré budú následne nasadené na vytvorených pracoviskách pre použitie v rámci praktickej výučby v súlade s navrhnutou metodikou. Tieto aplikácie budú založené na použití open-source prostriedkov, aby bola zabezpečená ich dostupnosť zadarmo aj pre záujemcov a adeptov na operátorov malých UAV na domáce použitie, prípadne úpravu a vylepšenia.

Na účel súťaže bude zriadená menšia skupina, ktorá bude mať za úlohu vytvoriť na začiatku roka 2024 program súťaže a následne zabezpečiť oslovenie/účasť študentov zo stredných škôl. Plánovaná je súťaž v trvaní 4-5 pracovných dní, avšak bude prispôbena konkrétnym možnostiam študentov zo stredných škôl. Program prednášok, ktoré budú realizované v rámci súťaže a pomer študentov LF ku študentom stredných škôl bude definitívne stanovený podľa záujmu zo strany stredných škôl.

Riešiteľský kolektív

Technická univerzita v Košiciach

Percentuálny podiel vysokej školy na plánovanej finančnej dotácii: 100 %

Meno a priezvisko príslušného funkcionára vysokej školy, ktorý schvaľuje podanú ročnú správu za túto vysokú školu: doc. Ing. Peter Korba, PhD., Ing. Paed. IGIP (dekan)

Vedúci projektu		Počet hodín (2022)	Počet hodín (2023)	Počet hodín (2024)
doc. Ing. Pavol Lipovský, PhD. (38)		450	450	450
Pracovné zaradenie: vysokoškolský učiteľ (vykonávajúci aj výskumnú, resp. umeleckú činnosť)				
Pracovisko: Letecká fakulta, KLTP				
Spoluriešitelia	Funkcia	Počet hodín (2022)	Počet hodín (2023)	Počet hodín (2024)
doc. Ing. Katarína Draganová, PhD. (37)	zástupca vedúceho projektu	350	350	350
Pracovné zaradenie: vysokoškolský učiteľ (vykonávajúci aj výskumnú, resp. umeleckú činnosť)				
Pracovisko: Letecká fakulta				
doc. Ing. Monika Blišťanová, PhD., MBA (44)	člen riešiteľ. kolektívu	150	200	300
Pracovné zaradenie: vysokoškolský učiteľ (vykonávajúci aj výskumnú, resp. umeleckú činnosť)				
Pracovisko: Letecká fakulta, Katedra manažmentu leteckej prevádzky				
doc. Ing. Karol Semrád, PhD. (51)	člen riešiteľ. kolektívu	200	200	200
Pracovné zaradenie: vysokoškolský učiteľ (vykonávajúci aj výskumnú, resp. umeleckú činnosť)				
Pracovisko: Letecká fakulta, Katedra leteckého inžinierstva				

Ing. Zoltán Szőke, PhD. (28)(**)	člen riešiteľ. kolektívu	200	200	150
Pracovné zaradenie: vysokoškolský učiteľ (vykonávajúci aj výskumnú, resp. umeleckú činnosť)				
Pracovisko: Letecká fakulta, Katedra leteckej technickej prípravy				
Ing. Patrik Kašper, PhD. (29)(**)	člen riešiteľ. kolektívu	250	200	150
Pracovné zaradenie: vysokoškolský učiteľ (vykonávajúci aj výskumnú, resp. umeleckú činnosť)				
Pracovisko: Letecká fakulta, Katedra leteckej technickej prípravy				
Ing. Michaela Tirpáková, PhD. (28)(**)	člen riešiteľ. kolektívu	200	150	0
Pracovné zaradenie: len výskumný alebo umelecký pracovník				
Pracovisko: Letecká fakulta, Katedra leteckej technickej prípravy				
Člen sa aktívne nepodieľa na riešení projektu od: 01.07.2023				
Zdôvodnenie zrušenia účasti člena na riešení projektu: Ukončenie pracovného pomeru s LF TUKE k 30.6.2023.				
Ing. Dávid Pastír (27)(*)(**)	člen riešiteľ. kolektívu	200	200	0
Pracovné zaradenie: doktorand v dennej forme štúdia do vykonania dizertačnej skúšky				
Pracovisko: Letecká fakulta, Katedra manažmentu leteckej prevádzky				
Člen sa aktívne nepodieľa na riešení projektu od: 31.08.2023				
Zdôvodnenie zrušenia účasti člena na riešení projektu: Ukončenie doktorandského štúdia 30.8.2023, nenastúpil do pracovného pomeru na LF TUKE.				
Ing. Jozef Novotňák, PhD. (32)	člen riešiteľ. kolektívu	0	200	150
Pracovné zaradenie: len výskumný alebo umelecký pracovník				
Pracovisko: Letecká fakulta, Katedra leteckej technickej prípravy				
Nový člen sa aktívne podieľa/bude podieľať na riešení projektu od: 01.01.2023				
Zdôvodnenie účasti nového člena na riešení projektu: Skvalitnenie činnosti na riešení parciálnych úloh projektu a skvalitnenie ďalších publikačných výstupov realizovaných s podporou projektu, podpora mladých talentovaných výskumných pracovníkov. Vo svojej práci sa venuje problematike modelovania a aplikácie kybernetiky v riadení objektov vrátane malých UAV. Jeho primárnou úlohou v projekte bude podieľať sa na konštrukcii potrebných zariadení, modelovaní a optimalizácii riadiacich algoritmov malých UAV.				
Ing. Martin Filko, PhD. (29)	člen riešiteľ. kolektívu	0	200	150
Pracovné zaradenie: len výskumný alebo umelecký pracovník				
Pracovisko: Letecká fakulta, KATEDRA LETECKEJ TECHNICKEJ PRÍPRAVY				
Nový člen sa aktívne podieľa/bude podieľať na riešení projektu od: 01.01.2023				
Zdôvodnenie účasti nového člena na riešení projektu: Skvalitnenie činnosti na riešení parciálnych úloh projektu a skvalitnenie ďalších publikačných výstupov realizovaných s podporou projektu, podpora mladých talentovaných výskumných pracovníkov. Vo svojej práci sa venuje problematike elektroniky a konštrukcie malých viacrotorových UAV. Jeho primárnou úlohou v projekte bude podieľať sa na konštrukcii potrebných zariadení a modulov elektroniky.				
Ing. Adam Polakovič (24)(*)(**)	člen riešiteľ. kolektívu	0	100	150
Pracovné zaradenie: doktorand v dennej forme štúdia do vykonania dizertačnej skúšky				
Pracovisko: Letecká fakulta, Katedra leteckej technickej prípravy				

Nový člen sa aktívne podieľa/bude podieľať na riešení projektu od:

01.09.2023

Zdôvodnenie účasti nového člena na riešení projektu:

Nový interný doktorand LF TUKE, jeho úlohou v rámci projektu je spolupráca na tvorbe a optimalizácii programového vybavenia v jazyku Python pre použitie s vytvorenými zariadeniami v projekte.

Ing. Jaroslav Kessler (25)(*)(**)	člen riešiteľ. kolektívu	0	100	150
-----------------------------------	--------------------------	---	-----	-----

Pracovné zaradenie: doktorand v dennej forme štúdia do vykonania dizertačnej skúšky**Pracovisko:** Katedra Leteckého Inžinierstva**Nový člen sa aktívne podieľa/bude podieľať na riešení projektu od:**

01.09.2023

Zdôvodnenie účasti nového člena na riešení projektu:

Nový interný doktorand LF TUKE, jeho úlohou v rámci projektu bude spolupráca na dizajne a tvorbe pomocných mechanických a iných konštrukčných prvkov potrebných pre použitie v zariadeniach vytváraných v rámci projektu.

Ing. Jozef Galanda, PhD. (47)	člen riešiteľ. kolektívu	0	0	200
-------------------------------	--------------------------	---	---	-----

Pracovné zaradenie: vysokoškolský učiteľ (vykonávajúci aj výskumnú, resp. umeleckú činnosť)**Pracovisko:** Letecká fakulta, Katedra manažmentu leteckej prevádzky**Nový člen sa aktívne podieľa/bude podieľať na riešení projektu od:**

01.01.2024

Zdôvodnenie účasti nového člena na riešení projektu:

Skvalitnenie činnosti na riešení parciálnych úloh projektu a skvalitnenie ďalších publikačných výstupov realizovaných s podporou projektu. Odborný asistent LF TUKE, v rámci spolupráce na projekte sa bude venovať experimentálnej integrácii tzv. eye trackingu (sledovania pohybu očí) k systému na odhad predispozícií, testovanie a rozvoj psychomotorických zručností operátora malého UAV. Spolupracovať bude aj na integrácii snímania odporu kože pomocou GSR senzora. Podieľať sa bude tiež na učebných textoch a publikačných výstupoch plánovaných v rámci projektu.

Ing. Iveta Vajdová, PhD. (35)	člen riešiteľ. kolektívu	0	0	200
-------------------------------	--------------------------	---	---	-----

Pracovné zaradenie: len výskumný alebo umelecký pracovník**Pracovisko:** Letecká fakulta, Katedra manažmentu leteckej prevádzky**Nový člen sa aktívne podieľa/bude podieľať na riešení projektu od:**

01.01.2024

Zdôvodnenie účasti nového člena na riešení projektu:

Skvalitnenie činnosti na riešení parciálnych úloh projektu a skvalitnenie ďalších publikačných výstupov realizovaných s podporou projektu. V projekte sa bude zaoberať optimalizáciou výcviku operátorov malých UAV, metodikou výcviku a evaluácie s ohľadom na identifikované parametre. Podieľať sa bude tiež na učebných textoch a publikačných výstupoch plánovaných v rámci projektu.

* Doktorand v dennej forme doktorandského štúdia.

** Školiteľ sa podieľa na riešení projektu.

Riešiteľská kapacita v hodinách všetkých členov riešiteľského kolektívu z vysokých škôl

Počet hodín 2022	Počet hodín 2023	Počet hodín 2024
2000	2550	2600

Počet hodín členov riešiteľského kolektívu z vysokých škôl/výška požadovanej finančnej dotácie: 0,15

Na riešení projektu je zapojený aj technický a pomocný personál:

áno

Meno, priezvisko (tituly)	Zamestnávateľ/ organizácia	Funkcia	Konkretizácia činností technického/pomocného personálu pri riešení projektu
Ing. Mária Jozeková	Technická univerzita v Košiciach, Letecká fakulta	technický pracovník	Pomoc s agendou nákupov a administratívou projektu

Iná spolupracujúca inštitúcia, ako je verejná a súkromná vysoká škola

Názov spolupracujúcej inštitúcie: EDIS-vvd

Meno, priezvisko a tituly spoluriešiteľ'a: prof. Ing. Josef Blažek, CSc.

Adresa inštitúcie (ulica, číslo, PSČ a mesto): Rampová 7, 041 21 Košice

Opis spolupráce v aktuálnom roku:

Vzhľadom na priemyselné aplikácie senzorov a dlhoročnú prax v spolupráci pracoviska s firmou bolo možné konzultovať návrhy a riešenia vytváraných technických pomôcok s využitím dlhoročných skúseností. Či už ide o vývoj a aplikácie v oblasti senzorovej techniky alebo elektromechanických častí riešení. Firma nevyžadovala žiadne financie z dotácie projektu, išlo o prehĺbenie súčasnej spolupráce a možnosť študentov pri zapojení sa do projektov konzultovať problematiku vývoja elektroniky a technických riešení vhodných pre opakovanú výrobu, prípadne modulárne riešenia.

Opis spolupráce v nasledujúcom roku:

Vzhľadom na priemyselné aplikácie senzorov a dlhoročnú prax v spolupráci pracoviska s firmou bude naďalej možné konzultovať návrhy a riešenia vytváraných technických pomôcok s využitím dlhoročných skúseností z vývoja a aplikácií v oblasti senzorovej techniky alebo elektromechanických častí riešení. Firma naďalej nevyžaduje žiadne financie z dotácie projektu, naďalej ide o prehĺbenie súčasnej spolupráce a možnosť študentov pri zapojení sa do projektov konzultovať problematiku vývoja elektroniky a technických riešení vhodných pre opakovanú výrobu, prípadne modulárne riešenia. V tejto inštitúcii bude v budúcnosti možné pre študentov zapojených do riešenia parciálnych úloh projektu poskytnúť prax, stáž, prípadne budúce zamestnanie.

**Celkový počet fyzických osôb zapojených do realizácie v nasledujúcom roku riešenia projektu:
14 (okrem zúčastnených v rámci medzinárodnej spolupráce)**

Boli zrealizované alebo sú naplánované zmeny v zložení riešiteľského kolektívu, príp. pracoviska (v aktuálnom roku/v nasledujúcom roku):

áno

Zdôvodnenie zmien v zložení riešiteľského kolektívu alebo pracoviska

Zmena statusu v rámci riešiteľského kolektívu:

- Ing. Zoltán Szőke, PhD. - LF TUKE, od 1.7.2023 nastúpil na pracovné miesto odborného asistenta na LF TUKE, naďalej je súčasťou riešiteľského kolektívu;
- Ing. Patrik Kašper 30.08.2023 úspešne obhájil dizertačnú prácu, od 1.9.2023 nastúpil na LF TUKE ako odborný asistent, naďalej je súčasťou riešiteľského kolektívu;

Pôsobenie v riešiteľskom kolektíve ukončili:

- Ing. Michaela Tirpáková, PhD. - LF TUKE, dôvodom je ukončenie pracovného pomeru k 30.06.2023;
- Ing. Dávid Pastír, PhD. - ukončenie štúdia po úspešnej obhajobe dizertačnej práce 30.8.2023, nenastúpil do pracovného pomeru na LF TUKE;

Do riešiteľského kolektívu boli pridaní s účinnosťou od 1.9.2023:

- Ing. Adam Polakovič, doktorand LF TUKE v dennej forme štúdia, doktorand pred vykonaním dizertačnej skúšky;
- Ing. Jaroslav Kessler, doktorand LF TUKE v dennej forme štúdia, doktorand pred vykonaním dizertačnej skúšky;

Do riešiteľského kolektívu budú pridaní s účinnosťou od 1.1.2024:

- Ing. Iveta Vajdová, PhD., mladá výskumná pracovníčka;
- Ing. Jozef Galanda, PhD., Ing.Paed.IGIP, odborný asistent;

Rozšírenie tímu riešiteľov o nových členov, doktorandov aj pracovníkov, je realizované s účelom udržania a skvalitnenia činnosti na riešení parciálnych úloh projektu a skvalitnení ďalších publikačných výstupov realizovaných s podporou projektu.

Realizované výstupy

Realizované výstupy za aktuálny rok riešenia projektu

Názov realizovaného výstupu	Opis realizovaného výstupu	Realizátor výstupu (názov pracoviska vedúceho projektu alebo názov spolupracujúceho pracoviska)	Rok realizácie výstupu
Učebné texty I.	Navrhovaný názov učebnice: Technika malých UAV pre operátorov. Učebnica sa bude zaoberať oblasťou UAV z pohľadu ich konštrukcie, technológií, pohonnej sústavy, riadenia a riešenia komunikačného vybavenia a v neposlednom rade pilotážou a legislatívou použitia UAV. Predpokladaný rozsah je viac ako 180 strán.	Letecká fakulta Technickej univerzity v Košiciach	2023
Systém merania a záznamu akčných zásahov operátora a autopilota malého UAV	Návrh, výroba a zostavenie nového prispôbeného vybavenia pracoviska na základe súčasného prototypu, požiadaviek a skúseností riešiteľského kolektívu.	Letecká fakulta Technickej univerzity v Košiciach	2023
Publikácie II.	Vytvorenie príspevkov na úrovni domácich a zahraničných vedeckých časopisov a konferencií.	Letecká fakulta Technickej univerzity v Košiciach	2023

Zoznam výstupov projektu za aktuálny rok riešenia

Publikačné výstupy

Kód, názov kategórie	Konkrétny výstup, názov (ISBN, počet strán...)	% podiel riešenia projektu KEGA v publikácii
V3-article	Kessler, Jaroslav (40%); Draganová, Katarína (20%); Semrád, Karol (20%); Filko, Martin (20%): Modification of the 3D Printer for the Processing of the High-Performance Thermoplastic Polymers in the Production Process of Transport System Components. Záhreb : ISSN 1334-2576	25

Kód, názov kategórie	Konkrétny výstup, názov (ISBN, počet strán...)	% podiel riešenia projektu KEGA v publikácii
V3-article	Kessler, Jaroslav (40%); Semrád, Karol (20%); Draganová, Katarína (20%); Kašper, Patrik (20%): Application And Mechanical Properties of Thermoplastic Polymers for The Additive Manufacturing of Transportation Systems. Záhreb : ISSN 1334-2576	25
P1-university_textbook	DRAGANOVÁ, Katarína (40%) - NOVOTŇÁK, Jozef (30%) - SZŐKE, Zoltán (30%): UAV Technologies / Katarína Draganová, Jozef Novotňák, Zoltán Szőke - 1. vyd. - Košice : Technická univerzita v Košiciach - 2023. - 199 s. [DVD]. - ISBN 978-80-553-4378-5.	100
V2-contribution	SZŐKE, Zoltán - LIPOVSKÝ, Pavol - JALOVECKÝ, Rudolf: Návrh postupov a vyhodnotenia výcviku pilotov UAV. In: Sborník příspěvků 21. mezinárodní vědecké konference „Měření, diagnostika a spolehlivost palubních soustav letadel 2023“, Roč. 21, s. 167-179. ISBN 978-80-7582-274-1	100
V2-contribution	POLAKOVIČ, ADAM - LIPOVSKÝ, Pavol - KAŠPER, Patrik - NOVOTŇÁK, Jozef - FILKO, Martin - KESSLER, Jaroslav: Návrh low-cost riešenia magnetometrického systému pre malé UAV využívajúceho konverziu na meranie časov. In: Sborník příspěvků 21. mezinárodní vědecké konference „Měření, diagnostika a spolehlivost palubních soustav letadel 2023“, Roč. 21, s. 133-148. ISBN 978-80-7582-274-1	50
V2-contribution	KESSLER, Jaroslav - SEMRÁD, Karol - ŠMELKO, Miroslav: Optimalizácia komponentov pasívneho stabilizačného systému IU nanosatelitov s využitím moderných CAD systémov. In: Sborník příspěvků 21. mezinárodní vědecké konference „Měření, diagnostika a spolehlivost palubních soustav letadel 2023“, Roč. 21, s. 90-98. ISBN 978-80-7582-274-1	25
V2-contribution	KAŠPER, Patrik - KESSLER, Jaroslav - LIPOVSKÝ, Pavol - NOVOTŇÁK, Jozef - ŠMELKO, Miroslav: Meracie pracovisko na meranie magnetizačných charakteristík otvorených feromagnetických vzoriek. In: Sborník příspěvků 21. mezinárodní vědecké konference „Měření, diagnostika a spolehlivost palubních soustav letadel 2023“, Roč. 21, s. 72-89. ISBN 978-80-7582-274-1	40
V2-contribution	SZŐKE, Zoltán - LIPOVSKÝ, Pavol - JALOVECKÝ, Rudolf: Concept of Improved UAV Pilots Training. In New Trends in Aviation Development 2023 - prijatý	70

Kód, názov kategórie	Konkrétny výstup, názov (ISBN, počet strán...)	% podiel riešenia projektu KEGA v publikácii
V2-contribution	POLAKOVIČ, ADAM - LIPOVSKÝ, Pavol - KAŠPER, Patrik - NOVOTŇÁK, Jozef - FILKO, Martin - KESSLER, Jaroslav: Design Concept of Low Cost Magnetometric System for Small UAVs and CubeSats. In New Trends in Aviation Development 2023 - prijatý	50
V2-contribution	KESSLER, Jaroslav - SEMRÁD, Karol - ŠMELKO, Miroslav: - MUSZKA, Tibor: The Possibilities of Using Generative Optimalization in the Design of Cubesats. In New Trends in Aviation Development 2023 - prijatý	25
D1-utility_model	Lipovský, Pavol (30%); Szóke, Zoltán (30%); Jalovecký, Rudolf (20%); Novotňák, Jozef (10%); Draganová, Katarína (10%): Zariadenie na testovanie predispozícií pilota-operátora malého lietajúceho bezpilotného prostriedku.	70
D1-utility_model_final	Lipovský, Pavol (30%); Szóke, Zoltán (30%); Jalovecký, Rudolf (20%); Novotňák, Jozef (10%); Draganová, Katarína (10%): Zariadenie na testovanie predispozícií pilota-operátora malého lietajúceho bezpilotného prostriedku.	70

Umelecké výstupy

Kód, názov kategórie	Konkrétny výstup, názov	% podiel riešenia projektu KEGA v umeleckom výstupe
----------------------	-------------------------	---

Ohlasy

Názov kategórie	Konkrétny názov	Názov publikácie, v ktorej sa nachádza citácia/recenzia/kritika
1	Design of the System for Measuring UAV Parameters / Jozef Novotňák ... [et al.] Spôsob prístupu: http://dx.doi.org/10.3390/drones6080213... - 2022. In: Drones. - Basel (Švajčiarsko) : Multidisciplinary Digital Publishing Institute Roč. 6, č. 8 (2022), s. [1-17] [online]. - ISSN 2504-446X (online) [NOVOTŇÁK, Jozef - FILKO, Martin - LIPOVSKÝ, Pavol - ŠMELKO, Miroslav]	2022 [01] PUCHALSKI, Radoslaw, GIERNACKI, Wojciech: UAV Fault Detection Methods, State-of-the-Art In: DRONES vol.6, no.11 (2022) eISSN:2504-446X Doi:10.3390/drones6110330 [WOS:000881014200001]
1	Design of the System for Measuring UAV Parameters / Jozef Novotňák ... [et al.] Spôsob prístupu: http://dx.doi.org/10.3390/drones6080213... - 2022. In: Drones. - Basel (Švajčiarsko) : Multidisciplinary Digital Publishing Institute Roč. 6, č. 8 (2022), s. [1-17] [online]. - ISSN 2504-446X (online) [NOVOTŇÁK, Jozef - FILKO, Martin - LIPOVSKÝ, Pavol - ŠMELKO, Miroslav]	2022 [01] ABDELGHANY, Muhammad Bakr, MOUSTAFA, Ahmed M., MONESS, Mohammed: Benchmarking Tracking Autopilots for Quadrotor Aerial Robotic System Using Heuristic Nonlinear Controllers In: DRONES vol.6, no.12 (2022) eISSN:2504-446X Doi:10.3390/drones6120379 [WOS:000900981600001]
1	Design of the System for Measuring UAV Parameters / Jozef Novotňák ... [et al.] Spôsob prístupu: http://dx.doi.org/10.3390/drones6080213... - 2022. In: Drones. - Basel (Švajčiarsko) : Multidisciplinary Digital Publishing Institute Roč. 6, č. 8 (2022), s. [1-17] [online]. - ISSN 2504-446X (online) [NOVOTŇÁK, Jozef - FILKO, Martin - LIPOVSKÝ, Pavol - ŠMELKO, Miroslav]	2023 [01] SZABO, Peter, GALANDA, Jozef, MUSZKA, Tibor: Modeling the Area of Interest for a Mobile Sensory System In: APPLIED SCIENCES-BASEL vol.13, no.9 (2023) eISSN:2076-3417 Doi:10.3390/app13095541 [WOS:000986894300001]
1	Design of the System for Measuring UAV Parameters / Jozef Novotňák ... [et al.] Spôsob prístupu: http://dx.doi.org/10.3390/drones6080213... - 2022. In: Drones. - Basel (Švajčiarsko) : Multidisciplinary Digital Publishing Institute Roč. 6, č. 8 (2022), s. [1-17] [online]. - ISSN 2504-446X (online) [NOVOTŇÁK, Jozef - FILKO, Martin - LIPOVSKÝ, Pavol - ŠMELKO, Miroslav]	2023 [01] Conceptual design for a multi-rotor UAV based on variable paddle pitch Qin, Z., Tang, X., Meng, Z., (...), Lyu, S.-K., Wang, Y. 2023 Journal of Mechanical Science and Technology 37(10), pp. 5349-5361

Názov kategórie	Konkrétny názov	Názov publikácie, v ktorej sa nachádza citácia/recenzia/kritika
1	Pavol Lipovský, Jozef Novotňák, Josef Blažek. Possible Utilization of Low Frequency Magnetic Fields in Short Range Multicopter UAV Detection System. In Transportation Research Procedia, International Conference on Air Transport 2022	2023 [01] Improvement of Hexacopter UAVs Attitude Parameters Employing Control and Decision Support Systems Open Access Stamate, M.-A., Pupăză, C., Nicolescu, F.-A., Moldoveanu, C.-E. 2023 Sensors 23(3),1446

Iné výstupy (napr. e-learning, webové stránky, virtuálne laboratórium, školenia, kurzy, workshop a pod.), ak sú oficiálne dostupné na internete, uvedie sa link.

Názov výstupu	Opis výstupu	Link	% podiel riešenia projektu KEGA vo výstupe
Webová stránka	Správa a doplnenie webovej stránky projektu KEGA 045TUKE-4-2022	https://uavoperator.lf.tuke.sk	100

Sú navrhované vecné zmeny v riešení projektu a v realizácii výstupov

nie

Rozpočet projektu

Výška presunutých finančných prostriedkov z dotácie KEGA z predchádzajúceho roku/predchádzajúcich rokov

Bežné výdavky: 867,67

Kapitálové výdavky: 0,00

Konkretizácia presunutia finančnej dotácie z predchádzajúceho roku/predchádzajúcich rokov

Typ finan. položky	Konkretizácia finan. položky a zdôvodnenie jej využitia	Suma (€)
631 - cestovné náhrady	konferencia MDS PSL 2023 - parciálne cestovné náklady	424,60

Typ finan. položky	Konkretizácia finan. položky a zdôvodnenie jej využitia	Suma (€)
637 - služby	Poplatok za podanú žiadosť o vykonanie úplného prieskumu patentovej prihlášky číslo PP 50020-2021-8 s názvom „Prútová zostava so snímačmi na identifikáciu parametrov bezposádkových prostriedkov“	58,00
633006 - všeobecný materiál	Senzory, elektronické komponenty komponenty, predlžovacie zásuvky, elektroinštalačný materiál, akumulátor, batérie monočlánky.	385,07
Spolu:		867,67

Zdôvodnenie presunutia finančnej dotácie z predchádzajúceho roku/predchádzajúcich rokov

Pôvodne bol zámysel prenášanú čiastku použiť na parciálne financovanie služobnej cesty na výstavu s konferenciou Embedded World 2023, ktorá sa konala 14.-16.3.2023 v Norimbergu, v Nemecku. V priebehu mesiaca február sa naskytila príležitosť ušetriť prostriedky projektu a financovať služobnú cestu z iných zdrojov (keďže pracovná cesta do Nemecka je fiannčne dosť náročná). Preto boli dané prostriedky použité na nákup materiálu, financovanie poplatku za podanú žiadosť o vykonanie úplného prieskumu patentovej prihlášky číslo PP 50020-2021-8 s názvom „Prútová zostava so snímačmi na identifikáciu parametrov bezposádkových prostriedkov“ a na čiastočné financovanie cestovných nákladov na konferenciu MDS PSL (Měření, diagnostika, spolehlivost palubních soustav letadel) 2023, ktorá sa konala 18.10.-19.10.2023 v Brne, v Českej republike.

Skutočne čerpaná finančná dotácia v aktuálnom roku

Konkretizácia rozpočtu

Typ finan. položky	Konkretizácia finan. položky a zdôvodnenie jej využitia	Čerpané (€)
nepriame režijné náklady		0,00
633006 - všeobecný materiál	Konštrukčný materiál, kovové profily a súčiastky a elektrosúčiastky, elektronické moduly, filament do 3D tlačiarní, akumulátory. Konkretizácia: operačný zosilňovač OPA552 UA, modul MPU6050, modul Nucleo WB55.	261,12
633002 - výpočtová technika	Jeden notebook s príslušenstvom pre stabilné použitie so systémom merania a záznamu akčných zásahov operátora a autopilota malého UAV a vývoj jeho programového vybavenia. Konkretizácia: HP 250/G10/i7-1360P/15,6"/FHD/16GB/512GB SSD/Iris Xe/DOS/Silver/1R + myš Logitech M650L	882,64

Typ finan. položky	Konkretizácia finan. položky a zdôvodnenie jej využitia	Čerpané (€)
631 - cestovné náhrady	Uhradenie cestovných nákladov na konferencie, exkurzie (Embedded World 2023) a iné služobné cesty spojené s riešením projektu (vrátane cestovných výdavkov spojených s pracovným stretnutím k projektu). Konkretizácia: Cestovné výdavky na konferenciu MDS PSL 2023 - zvyšok nákladov. V rámci pracovnej cesty bolo realizované aj osobné pracovné stretnutie k projektu KEGA s prof. Jaloveckým (medzinárodná spolupráca v rámci projektu).	784,25
637001 - školenia, kurzy, semináre, porady, konferencie, sympóziá	Konferenčné poplatky a školenia. Konkretizácia: 4x poplatok na MDS PSL 2023 (Lipovský, Szőke, Polakovič, Kessler) a 1x poplatok NTAD 2023 (Szőke)	594,27
633009 - Knihy, časopisy, noviny, učebnice, učebné pomôcky a kompenzačné pomôcky	Nákup potrebnej odbornej literatúry. Konkretizácia: Remote Pilot Test Prep Plus, The Complete Remote Pilot, UAV or Drones for Remote Sensing Applications in GPS/GNSS Enabled and GPS/GNSS Denied Environments, Unmanned Aerial Systems, Unmanned Aerial Vehicles Applications, Handbook of Thermoplastics, Spacecraft Systems Engineering, CubeSat Handbook.	988,85
637004 - všeobecné služby	Financie na tlač vytvorených učebných textov. Konkretizácia: UAV Technologies, ISBN 978-80-553-4378-5	475,80
633004 - prevádzkové stroje, prístroje, zariadenie, technika a náradie	RC súprava pre ovládanie malých viacrotorových UAV (napr. SPEKTRUM DX9 DSMX) s prijímačmi (položka slúži aj pre účely technického zabezpečenia plánovanej súťaže). Konkretizácia: Radiomaster TX16S MKII 4in1	295,00
633006 - všeobecný materiál	Senzorové sady pre snímanie fyziologických parametrov ako tlak, tep, odpor kože a pod. Konkretizácia: 3x senzor na meranie odporu kože GROVE GSR	65,02
633006 - všeobecný materiál	Moduly programovateľného autopilota pre malé UAV (napr. PixHawk 4 mini), elektromotory, regulátory otáčok a pod. pre zhotovenie 2+2 koptér podľa vlastného návrhu (položka slúži aj pre účely technického zabezpečenia	4 119,72

Typ finan. položky	Konkretizácia finan. položky a zdôvodnenie jej využitia	Čerpané (€)
	plánovanej súťaže) + prekážky pre drony. Konkretizácia: RadioMaster AG01 Gimbal set, BetaFPV ELRS Micro TX Module 2.4G 1W, BetaFPV SuperD ELRS 2.4G Diversity Receiver, TATTU R-line 3S1P 11.1V 650mAh 95C Lipo Battery with XT30 Plug, T-motor M1104 Micro Motor - 7500KV, Carbon Blade 25 Freestyle&Race frame, Diatone MAMBA F40_128K BL32 MINI 4IN1 ESC 40A 6S, Diatone MAMBA MK4 F722 MINI Flight Controller 20mm/M2, HQ Durable Prop T2.5X2X3V2S Grey (2CW+2CCW), HQ Durable Prop T2.5X2.5X3 (2CW+2CCW), TATTU Funfly 4S1P 14.8V 1550mAh 100C Lipo Battery with XT60 Plug, Velox Veloce V2 V2307 2550KV Rose Gold Motor, Diatone Mamba Stack H743 BMI270*1 F55_128K, GPS Modul-Diatone MAMBA GPS/BEIDOU M220, Carbon Edge X Race frame, GEMFAN prop Hurricane Durable 3 Blade, Foxeer Lollipop 4 Plus LHCP RP-SMA FPV Omni Antenna, Foxeer Echo 2 9dBi Patch Antenna LHCP White, SMA male to SMA female 135 degree, Bránky pre výcvikovú stráž - Gemfan Race gate 150x150x120 cm, dronové prekážkové brány - Pack of 5 Drone Obstacle Racing, Karbonový plát 2 mm, Karbonový plát 3 mm, Karbonový plát 5 mm, Walksnail Avatar HD Kit V2, FVP-Walksnail Avatar HD Mini 1s Kit	
633006 - všeobecný materiál	Kancelársky materiál a kancelárske potreby. Konkretizácia: fixy na tabuľu, permanentné popisovače, náplne pre fixy, guľičkové perá, mechanické ceruzky.	141,20
614 - odmeny	Odmeny členom riešiteľského kolektívu.	665,00
620 - poistné a príspevok do poisťovní	Odvody.	234,92
633004 - prevádzkové stroje, prístroje, zariadenie, technika a náradie	FPV okuliare na nácviak pokročilejšej pilotáže malého viacrotorového UAV. Konkretizácia: Walksnail Avatar HD	862,30
633010 - pracovné odevy, obuv a pracovné pomôcky	MZTECH - Ochranné okuliare - Certifikované Ochranné okuliare proti CO2 laseru 9000 – 11000nm OD 6+	149,00

Typ finan. položky	Konkretizácia finan. položky a zdôvodnenie jej využitia	Čerpané (€)
Spolu:		10 519,09

Realizované pracovné cesty:

Miesto uskutočnenej cesty/ciest:	Konferencia a výstava Embedded World 2023, Norimberg, Nemecká spolková republika
Cieľ/zámer uskutočnenej cesty/ciest:	Získanie nových poznatkov v oblasti elektroniky, sensoriky a embedded systémov vhodných pre UAV
Výsledky uskutočnenej cesty/ciest:	Nadviazanie nových kontaktov, nové poznatky z oblasti elektronických komponentov, modulov, zariadení, systémov a softvéru aplikovateľných v oblasti UAV technológií.
Počet osôb, ktoré sa zúčastnili na pracovnej ceste/cestách:	4
Konkretizácia osôb, ktoré sa zúčastnili na pracovnej ceste/cestách:	doc. Ing. Pavol Lipovský, PhD. Ing. Zoltán Szóke, PhD. Ing. Jozef Novotňák, PhD. Ing. Martin Fil'ko, PhD.
Dĺžka trvania pracovnej cesty/ciest:	4 dni, 13.3.2023 - 16.3.2023, financovanie zabezpečené z iných zdrojov
Miesto uskutočnenej cesty/ciest:	Konferencia MDS PSL 2023 (Měření, diagnostika, spolehlivost palubních soustav letadel 2023), Brno, Česká republika
Cieľ/zámer uskutočnenej cesty/ciest:	Aktívna prezentácia príspevkov na medzinárodnej vedeckej konferencii, pracovné stretnutie k projektu KEGA s prof. Jaloveckým
Výsledky uskutočnenej cesty/ciest:	Nadviazanie nových kontaktov, opätovne úspešná praktická prezentácia zariadenia pre odhad predispozícií, testovanie a rozvoj psychomotorických zručností operátora malého UAV, prezentované riešenie zariadenia merania akčných zásahov operátora malého UAV, konzultované postupy analýzy, metodiky a evaluácie dát.
Počet osôb, ktoré sa zúčastnili na pracovnej ceste/cestách:	4
Konkretizácia osôb, ktoré sa zúčastnili na pracovnej ceste/cestách:	doc. Ing. Pavol Lipovský, PhD. Ing. Zoltán Szóke, PhD. Ing. Adam Polakovič Ing. Jaroslav Kessler
Dĺžka trvania pracovnej cesty/ciest:	4 dni, 17.10.2023 - 20.10.2023, financovanie z projektu

Zostatok nevyčerpaných finančných prostriedkov z dotácie KEGA

Bežné výdavky: 824.91

Kapitálové výdavky: 0.00

Konkretizácia použitia nevyčerpaného finančného zostatku

Typ finan. položky	Konkretizácia finan. položky a zdôvodnenie jej využitia	Plán čerpania (€)
633006 - všeobecný materiál	Drobný konštrukčný materiál pre konštrukciu súťažných koptér a pomocných konštrukčných prvkov.	624,91
637004 - všeobecné služby	Propagačné materiály na súťaž	200,00
Spolu:		824,91

Zdôvodnenie nevyčerpaného finančného zostatku

Ušetrené prostriedky na služobnej ceste na Embedded World 2023 a potreba vytvorenia rezerv na drobné nákupy na začiatku ďalšieho roka. Na začiatku ďalšieho roka sa predpokladá aj oslovenie vybraných stredných škôl, k čomu bude potrebné vytvoriť aj propagačné materiály.

Rozpočet projektu na nasledujúci rok

Konkretizácia rozpočtu

Typ finan. položky	Konkretizácia finan. položky a zdôvodnenie jej využitia	Plán čerpania (€)
nepriame režijné náklady		0,00
631 - cestovné náhrady	Uhradenie cestovných nákladov na konferencie a iné služobné cesty spojené s riešením projektu (vrátane cestovných výdavkov spojených s pracovným stretnutím k projektu).	1 800,00
637001 - školenia, kurzy, semináre, porady, konferencie, sympóziá	Konferenčné poplatky a školenia.	1 800,00
633009 - Knihy, časopisy, noviny, učebnice, učebné pomôcky a kompenzačné pomôcky	Nákup potrebnej odbornej literatúry.	500,00
633004 - prevádzkové stroje, prístroje, zariadenie, technika a náradie	Moduly programovateľného autopilota pre malé UAV (napr. PixHawk 4 mini), elektromotory, regulátory otáčok a pod. pre zhotovenie 2 koptér podľa vlastného návrhu, ultrazvukový systém polohy pre interiérovú aplikáciu (položka slúži aj pre účely technického zabezpečenia plánovanej súťaže).	1 500,00

Typ finan. položky	Konkretizácia finan. položky a zdôvodnenie jej využitia	Plán čerpania (€)
633006 - všeobecný materiál	Konštrukčný materiál, súčiastky a elektrosúčiastky, elektronické moduly, filament do 3D tlačiarň, akumulátory.	1 500,00
637004 - všeobecné služby	Financie na tlač vytvorených učebných textov.	600,00
637002 - konkurzy a súťaže	Financie spojené s organizáciou a na vecné ceny pre účastníkov a výhercov plánovanej súťaže.	2 000,00
633006 - všeobecný materiál	Všeobecný materiál (vrátane kancelárskeho) pre potreby zorganizovania plánovanej súťaže.	1 000,00
637004 - všeobecné služby	Výroba propagačných materiálov pre plánovanú súťaž.	600,00
637004 - všeobecné služby	Poplatky spojené so spracovaním publikovania článku v renomovaných časopisoch (tzv. article processing charges) a tlač propagačných materiálov.	2 500,00
614 - odmeny	Odmeny členom riešiteľského kolektívu.	1 000,00
620 - poisťovné a príspevok do poisťovní	Odvody.	352,00
Spolu:		15 152,00

Sú v rozpočte naplánované (na nasledujúci rok) alebo boli uskutočnené (v aktuálnom roku) zmeny finančných prostriedkov oproti schválenej žiadosti, resp. predchádzajúcej ročnej správy:

áno

Zdôvodnenie a konkretizácia plánovanej (na nasledujúci rok) a uskutočnenej (v aktuálnom roku) zmeny použitia finančných prostriedkov v rozpočte

Vzhľadom na zníženú dotáciu aj v druhom roku riešenia v porovnaní so žiadosťou bolo opätovne potrebné prehodnotiť rozdelenie financií medzi položkami tak, aby nebolo ohrozené naplnenie cieľov projektu.

Navyše, na plánovanú pracovnú cestu na konferenciu spojenú s výstavou Embedded World 2023, ktorá sa konala v Norimbergu v Nemecku, sa podarilo prostriedky získať z iného zdroja financovania.

Riešiteľský kolektív aj v roku 2023 pridal do projektu položku "FPV okuliare na nácvik pokročilejšej pilotáže malého viacrotorového UAV", z dôvodu možnosti lietania malých UAV vo viac ako jednom kuse naraz a zároveň ide o zabezpečenie prostriedkov pre súťaž plánovanú v poslednom roku projektu. Ďalšia malá pridaná položka sú ochranné okuliare k CO2 laseru, ktorý má riešiteľský

kolektív k dispozícii a má v pláne rezať niektoré konštrukčné časti koptér a iných prvkov, napr. prekážok na súťaž a pod.

Vzhľadom na podanú publikáciu (marec 2023) v renomovanom časopise SAGE OPEN (Q2 WoS), ktorá je aktuálne v druhom kole recenzného konania, ktoré však trvá príliš dlho (od júla 2023), sa riešiteľský kolektív zhodol na tom, že položka APC na publikovanie tento rok bude zrušená, a to aj vďaka tomu, že sa naskytla možnosť využiť financovanie tohto APC z iného zdroja.

Úpravy položiek v rozpočte vyplynuli na základe súčasných potrieb projektu na zabezpečenie plnenia stanovených cieľov. Dôraz bol položený na nákup komponentov pre malé kvadrokoptéry vhodné na lietanie aj na hale testovania UAV na LF TUKE.

Na rok 2024 nie sú zatiaľ v porovnaní s pôvodnou žiadosťou plánované zmeny.

Finančné prostriedky z dotácie KEGA

	Bežné výdavky	Kapitálové výdavky
Pridelená dotácia v roku 2022	9 617,00	0,00
Pridelená dotácia v roku 2023	11 344,00	0,00
Pridelená dotácia v roku 2024	0,00	0,00
Plán na rok 2024	15152,00	0,00
Plán do skončenia riešenia projektu	15 152,00	0,00

Prílohy

Obrazová príloha k 2. ročnej správe projektu KEGA 045TUKE-4/2022 - 2-ročná správa-045TUKE-4-2022-priloha.pdf