

### Zmluvný výskum: bezpečnostné prvky a systém pristávania

#### Opis:

Zmluvný výskum: bezpečnostné prvky a systém pristávania - obstaranie zmluvného výskumu - služby nevyhnutnej pre realizáciu výskumno-vývojových aktivít žiadateľa v súlade s opisom činností v rámci hlavnej aktivity.

#### Technické parametre:

Špecifikácia zmluvného výskumu:

#### Fáza 1

Cieľom je overenie odolnosti pohonného systému bezpilotného lietajúceho prostriedku za kritických poveternostných podmienok. Pohonný systém pozostáva z motorov a frekvenčného meniča, ktorých funkčnosť môže byť negatívne ovplyvnená najmä vlhkosťou a teplotou. Overenie funkčnosti musí overiť nasledujúce scenáre:

- Vytvorenie referenčného scenára za normálnych podmienok – bez zrážok, teplota od 0 °C do 25 °C vietor do 5 m/s. Cieľom je vytvoriť súbor údajov o správaní bezpilotného lietajúceho prostriedku za normálnych podmienok. Referenčný scenár bude pozostávať min. z 3 letov minimálne s tromi rôznymi akumulátormi (celkovo min. 9 letov), pričom doba trvania letu bude po dosiahnutí kritického stavu akumulátorov na úrovni 20 % kapacity.
- Vplyv tekutých zrážok. Cieľom je overiť odolnosť konštrukcie pohonného systému voči vodným zrážkam bez negatívneho ovplyvnenia chodu pohonného systému. Scenár je potrebné overiť min. pri 3 letoch s tromi rôznymi akumulátormi, pričom doba trvania letu bude po dosiahnutí kritického stavu akumulátorov na úrovni 20 % kapacity. Úroveň zrážok musí byť na úrovni v rozsahu 10-30 mm/hod.
- Vplyv tuhých zrážok. Cieľom je overiť odolnosť vrtúl a motorov pri pôsobení ľadových zrážok počas krupobitia najmä z pohľadu odolnosti vrtúl a vplyvu tuhých zrážok na výkon motora. Keďže tieto podmienky sú veľmi ojedinelé, bude potrebné nasimulovať takúto situáciu tak, aby veľkosť krúp dosahovala rozmeru do 5 mm. Je potrebné uskutočniť minimálne 3 testy trvajúce minimálne 3 minúty.
- Vplyv mrazu a vzdušnej vlhkosti na pohonný systém. Cieľom je overiť podmienky, pri ktorých bude dochádzať k vytváraniu námrazy na vrtuliach a tým k zníženiu ich účinnosti. Treba vykonať minimálne 3 testovacie lety s tromi rôznymi akumulátormi, pričom cieľom bude dosiahnuť čo najdlhšiu dobu letu ideálne až po dosiahnutí kritického stavu akumulátorov na úrovni 20 % kapacity. Pri tomto teste je potrebné merať prúd, ktorý tečie do motorov a teda aj zaťaženie akumulátorov pričom v prípade dosiahnutia kritickej hodnoty prúdu prerušíť experiment. Tento experiment je potrebné zopakovať s ošetrením vrtúl proti námraze a vyhodnotiť jeho prínos k stabilite a bezpečnosti letu.
- Vplyv zvýšenej teploty. Bepilotný lietajúci prostriedok obsahuje viacero mikroelektronických súčiastok, ktorým zvýšené teploty môžu ovplyvniť funkčnosť. Cieľom je overiť pri akých teplotách prichádza k nespoľahlivosti bezpilotného lietajúceho prostriedku. Obvyklými kritickými fázami je práve čas kedy bezpilotný lietajúci prostriedok je pripravený a je vystavený priamemu slnečnému žiareniu. Je potrebné aspoň 3 lety minimálne s tromi rôznymi akumulátormi.

## Príloha č. 1.2): Technická špecifikácia

Všetky scenáre je postačujúce vykonávať na malom priestore v relatívne nízkych výškach do 20-30 m, pričom je dôležité dbať na čo najväčšiu opakovateľnosť situácii. Podrobnejšie podmienky určí dodávateľ v metodike testovania, tak aby bolo možné zopakovať v prípade zmeny dizajnu bezpilotného lietajúceho prostriedku.

Minimálny počet letov: 48

### Fáza 2

Cieľom tejto fázy je otestovať rutiny pre automatické štartovanie a pristávanie bezpilotného lietajúceho prostriedku v rôznych situáciách. Bepilotný lietajúci prostriedok bude štartovať na vopred naplánovanú automatickú misiu a pilot bezpilotného lietajúceho prostriedku bude pozorovať let a zasahovať len v prípade krízovej situácie. Testovanie bude pozostávať z nasledujúcich scenárov:

- Vytvorenie referenčného scenára za normálnych podmienok – bez zrážok, teplota od 0 °C do 25 °C, vietor do 5 m/s. Cieľom je vytvoriť súbor údajov o správaní bezpilotného lietajúceho prostriedku za normálnych podmienok. Referenčný scenár bude pozostávať min. z 10 vzletov a pristátí minimálne s tromi rôznymi akumulátormi (celkovo 30 experimentov).
- Scenár za silného vetra – pristávanie pri min. rýchlosti vetra 8 m/s. Bude pozostávať min. z 10 vzletov a pristátí minimálne s tromi rôznymi akumulátormi.
- Scenár za dažďa – pristávanie pri min. rýchlosti vetra 8 m/s. Bude pozostávať min. z 5 vzletov a pristátí minimálne s tromi rôznymi akumulátormi.
- Scenár za mrazu a zvýšenej vlhkosti – bude pozostávať min. z 5 vzletov a pristátí minimálne s tromi rôznymi akumulátormi.
- Scenár počas hmly/zníženej viditeľnosti – bude pozostávať min. z 5 vzletov a pristátí minimálne s tromi rôznymi akumulátormi.
- Scenár počas noci – bude pozostávať min. z 5 vzletov a pristátí minimálne s tromi rôznymi akumulátormi.
- Scenár za zvýšenej teploty – nad 30°C. Cieľom je overiť min. 5 vzletov a pristátí minimálne s tromi rôznymi akumulátormi. Pre tento scenár je kritické práve nedostatočné chladenie, ktoré sa práve môže prejaviť, ak je bezpilotný lietajúci prostriedok dlhšiu dobu na zemi v pripravenom stave.

Vzlet bude vykonaný vždy z toho istého miesta a bude sa hodnotiť presnosť pristávania za meraním pozície bezpilotného lietajúceho prostriedku pri pristátí pomocou minimálne v 3 triede geodetickej presnosti. Podrobnejšie podmienky určí dodávateľ v metodike testovania, tak aby bolo možné zopakovať v prípade zmeny dizajnu bezpilotného lietajúceho prostriedku.

Minimálny počet letov: 150

### Fáza 3

Cieľom fázy je overiť funkčnosť bezpečnostných sekvencií ako je návrat domov a núdzové pristávanie. Funkcia návrat domov má zabezpečiť automatický návrat bezpilotného lietajúceho prostriedku na miesto vzletu v prípade dosiahnutia kritických hodnôt. Funkcia núdzového pristátia zabezpečí prerušenie letu a okamžité bezpečné pristátie v mieste prerušenia letu. Scenáre majú za úlohu otestovať či v očakávaných kritických situáciách príde k automatickému aktivovaniu týchto bezpečnostných funkcií. Testovanie bude pozostávať z nasledujúcich scenárov:

- Kritická úroveň akumulátora bezpilotného lietajúceho prostriedku. Ak je dosiahnutá kritická úroveň akumulátora a kapacita mu nepostačuje ani na dokončenie plánovaného letu a ani na

## Príloha č. 1.2): Technická špecifikácia

bezpečný návrat domov, je potrebné aby bezpilotný lietajúci prostriedok prerušil let a začal havarijne pristávať. Je potrebné vykonať minimálne 10 opakovaní pre túto situáciu.

- Strata ovládania a komunikácie s bezpilotným lietajúcim prostriedkom. Ak strata komunikácie bude trvať dlhšie ako stanovenú dobu, musí bezpilotný lietajúci prostriedok začať realizovať návrat domov. Túto funkciu je potrebné otestovať za rôznych poveternostných podmienok. Je potrebné vykonať minimálne 10 testov pre stratu ovládania a komunikácie.
- Návrat domov v zložitých podmienkach – otestovať funkciu návrat domov pre prípad zložitejších terénnych podmienok, kedy v priamej línii návratu budú prekážky ako budova, kopec a pod. Cieľom je overiť schopnosť bezpilotného lietajúceho prostriedku vyhýbať sa prekážkam automaticky na základe vopred stanovených pravidiel. Túto funkciu bude potrebné otestovať minimálne 5 krát opakovane pre minimálne 3 rôzne prekážky.
- Testovanie padákového systému – aktivácia padákového systému má nastať v prípade úplnej straty kontroly nad bezpilotným lietajúcim prostriedkom, napr. strata napájania, výpadok pohonného systému, úplne zlyhanie riadiaceho systému. Je potrebné vykonať minimálne 3 testy autonómnej aktivácie padákového systému, kde bude treba navodiť za letu podmienky, ktoré budú viesť k jeho aktivácii.

Podrobnejšie podmienky určí dodávateľ v metodike testovania, tak aby bolo možné zopakovať v prípade úpravy najmä systému pre vyhýbanie sa prekážok. Je treba počítať že tieto testy bude potrebné opakovať, v prípade ak bezpilotný lietajúci prostriedok nebude fungovať podľa predpokladov.

Minimálny počet testov: 38

### Fáza 4

Riadiaci a komunikačný systém tzv. C2 link je kritickým prostriedkom pre príjem informácií o polohe a stave bezpilotného lietajúceho prostriedku ako i možnosti jeho riadenia. Cieľom tejto fázy je overiť možnosti využitia sekundárneho C2 linku v prípade výpadku primárneho C2 linku. Primárny riadiaci a komunikačný systém je postavený na báze priameho rádiového spojenia diaľkové ovládanie. Pre sekundárny C2 link je potrebné overiť vhodnosť iných komunikačných systémov či už na báze 4G/5G modemu alebo využitím satelitnej komunikácie. Počas samotného štandardného letu, je plánovaná misia nahratá do riadiaceho systému pred vzletom bezpilotného lietajúceho prostriedku a počas letu je komunikácia určená hlavne na prenos telemetrických údajov o polohe bezpilotného lietajúceho prostriedku. Samotné príkazy sú skôr obmedzené na neplánované zmeny letu. Bude potrebné overiť nasledujúce scenáre:

- Prenos telemetrických údajov počas letu cez sekundárny C2 link, pričom primárny C2 link bude plne funkčný na prenos riadiacich aj komunikačných signálov. Cieľom bude porovnať rýchlosti odozvy oboch systémov pre prenos telemetrických údajov. Tento scenár bude potrebné overiť minimálne na 30 letoch pre 2 typy sekundárneho C2 linku.
- Prenos aj riadiacich príkazov cez sekundárny C2 link. Primárny C2 link bude len v stave pripravenosti, a bezpilotný lietajúci prostriedok bude riadený cez sekundárny C2 link. Bude potrebné overiť prípadné oneskorenie rôznych sekundárnych C2 linkov pre priame riadenie bezpilotného lietajúceho prostriedku. Primárny C2 link musí byť stále v stave, aby bolo možné okamžite prebrať kontrolu. Tieto testy musia byť zabezpečené minimálne dvomi skúsenými pilotmi bezpilotných lietajúcich prostriedkov a jedným pozorovateľom. Musí byť vykonaných min. 20 testov pre 2 typy sekundárneho C2 linku.

## Príloha č. 1.2): Technická špecifikácia

- Overenie správnosti prepínania medzi primárnym a sekundárnym C2 linkom v prípade výpadku primárneho C2 linku a jeho opätovnom obnovení. Pre tento scenár musia byť prijaté opatrenia, ktoré zabezpečia bezpečné ukončenie experimentu aj v prípade výpadku oboch komunikačných rozhraní. Musí byť vykonaných min. 50 testov výpadkov primárneho C2 linku.

Podrobnejšie podmienky určí dodávateľ v metodike testovania, tak aby bolo možné zopakovať. Je treba počítať že tieto testy bude potrebné opakovať 2-3 krát, v prípade ak bezpilotný lietajúci prostriedok nebude fungovať podľa predpokladov.

Minimálny počet testov: 150

### Fáza 5

V súlade s implementačným nariadením EÚ 2019/947 je potrebné zhodnotiť špecifické prevádzkové riziká (Specific Operations Risk Assessment – SORA). Zhotoviteľ stanoví metodiku testovania pre fázy 1 až 4 s ohľadom na to, aby v tejto fáze vedel zhodnotiť prevádzkové špecifické riziká a poskytnúť objednávateľovi podnety ku konštrukcii bezpilotného lietajúceho prostriedku. V tejto fáze vykoná zhotoviteľ pripraví koncept prevádzky tzv. ConOPS a zhodnotí vlastné pozemné riziko tzv. intrinsic ground risk class s ohľadom najmä na:

- Očakávané rozmery a kinetickú energiu bezpilotného lietajúceho prostriedku
- Pre lety mimo priameho vizuálneho dohľadu tzv. BVLOS, pre prípady:
  - nad kontrolovanou plochou
  - nad riedko osídlenou oblasťou
  - nad osídlenou oblasťou

V tejto fáze zhodnotí, či dizajn a konštrukcia bezpilotného lietajúceho prostriedku na základe vykonaných testov a dostupných dát o spoľahlivosti jednotlivých prvkoch je dostatočná spoľahlivá a bezporuchová, pričom je dodržaná zásad nezávislosti, oddelenia a redundancie jednotlivých častí bezpilotného lietajúceho prostriedku. Zhodnotenie musí byť vykonané v súlade s Annex E k AMC1 článok 11 implementačného nariadenia EÚ 2019/947.

### Metodika testovania

Zhotoviteľ vypracuje metodiku testovania pre každú fázu a predloží ju na odsúhlasenie objednávateľovi najmenej 10 dní pred plánovaným začatím testov. Metodika testovania pre každú fázu musí obsahovať rozpracovanie jednotlivých scenárov tak, aby bol dosiahnutý cieľ testovania.

Objednávateľ poskytne na testovanie bezpilotný lietajúci prostriedok – prototyp na testovanie. Zhotoviteľ zabezpečí získanie potrebných povolení pre lietanie s týmto bezpilotným lietajúcim prostriedkom a vypracovanie nevyhnutnej dokumentácie.

Metodika testovania bude obsahovať okrem samotného vykonania testov aj odborné zhodnotenie zistených skutočností a nameraných údajov s ohľadom na:

- mechanickú konštrukciu, najmä z pohľadu dostatočnej robustnosti konštrukcie a mechanickej odolnosti,
- dizajn elektronického zapojenia s ohľadom na jeho EMC kompatibilitu, jednoduchosť a oddeliteľnosť jednotlivých prvkov, redundanciu dôležitých komponentov
- programové vybavenie, najmä jeho robustnosť a stabilitu

Zhotoviteľ zabezpečí vhodné priestory pre potreby vykonávania testov, zabezpečí potrebné technické vybavenie, meracie prístroje a podmienky pre uskutočnenie jednotlivých experimentov.

## Príloha č. 1.2): Technická špecifikácia

Zhotoviteľ zabezpečí na svoje náklady prípadnú opravu/ výmenu komponentov bezpilotného lietajúceho prostriedku v prípade poškodenia počas testovania. Všetky opravy a výmeny bude koordinovať s objednávateľom.

### Záznamy z meraní

Pre všetky testované scenáre je potrebné uchovávať tzv. flight logy (záznamy) vytvárané riadiacim systémom bezpilotného lietajúceho prostriedku. Na bezpilotný lietajúci prostriedok je potrebné pripevniť 1 alebo viacej datalogerov, ktoré, budú nezávisle od systémov bezpilotného lietajúceho prostriedku zaznamenávať údaje:

- jeho polohy, pričom presnosť určenia polohy musí byť vo všetkých osiach musí menšia ako 0,5 m a frekvencia záznam polohy musí byť minimálne 1 Hz.
- o jeho zrýchlení vo všetkých osiach s frekvenciou záznamu min. 1 kHz, pričom IMU senzor musí byť schopný pracovať s frekvenciou min. 1 kHz.

Pre jednotlivé scenáre je potrebné vyhotoviť foto a video dokumentáciu, ktorá bude ilustrovať podmienky počas jednotlivých testov.

Údaje o poveternostných podmienkach postačuje uchovávať z verejne dostupných databáz. Údaje o sile a smere vetra je možné použiť z údajov z riadiacej jednotky bezpilotného lietajúceho prostriedku. Ak nebudú dostupné bude potrebné použiť anemometer s meraním sily vetra vo výške 2 m nad zemou.

Podrobnejšie požiadavky na rozsah zaznamenávaných údajov stanoví zhotoviteľ v metodiky pre jednotlivé fázy.

### Vyhodnotenie testov a výstupy

Zhotoviteľ zosumarizuje výsledky jednotlivých testov do správy pre jednotlivé fázy. Každá správa bude obsahovať:

- popis testovaného scenáru podľa metodiky a popis reálnych podmienok počas experimentu
- tabuľkové a grafické zobrazenie nameraných údajov
- analýzu údajov
- zhodnotenie výsledkov experimentov pre danú fázu

Záverečná správa pre každú fázu je podkladom pre fakturáciu.