

INCREASING THE SAFETY OF OPERATION OF UNMANNED AERIAL VEHICLES IN ADVERSE METEOROLOGICAL CONDITIONS

ZVYŠOVANIE BEZPEČNOSTI PREVÁDZKY BEZPILOTNÝCH LIETAJÚCICH PROSTRIEDKOV POČAS NEPRIAZNIVÝCH METEOROLOGICKÝCH PODMIENOK

Vanesa Viktória Psárska
Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina
vanesaviktoriapsarska@gmail.com

Viliam Ažaltovič
Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina
email@email.com

Abstract

Primary obstacle in using unmanned aerial vehicles are adverse meteorological conditions. To allow more usage options in day-to-day life, it is necessary to increase safety in such conditions. The topic of this paper is analysing possible solutions. First part discusses the current state of art and describes systems currently used. It defined meteorological conditions such as low temperature, wind, humidity and low visibility. It describes their influence on usage of remote controlled aircraft and change in their flight characteristics. Next part is devoted to analysing possible solutions and their applicability. The objective was to find out how to increase safety during adverse meteorological conditions and which technologies are best for achieving this result. Selected technologies have shown great potential and options for increasing safety are plentyfull.

Keywords

unmanned aerial vehicles 1, adverse meteorological conditions 2, increasing safety 3, analyses 4, operation 5

1. Úvod

Odvetvie bezpilotných lietajúcich prostriedkov je pomerne mladé, má však v budúcnosti veľký potenciál. Už v súčasnosti sa bezpilotné lietadlá využívajú v mnohých odvetviach ako napríklad kartografii, mediálnom priemysle, záchranných a policajných operáciách atď. V poslednej dobe sa však bezpilotné systémy tešia aj veľkej obľube medzi širokou verejnosťou a využívajú sa čím ďalej, tým viac v zábavnej sfére. Lietanie je však regulované vzhľadom na meteorologické podmienky, ktoré nepriaznivo vplyvajú na prevádzku UAV. Preto sme si v našej práci vybrali štyri javy, ktoré ovplyvňujú celú leteckú prevádzku. Zameriavame sa na nepriaznivé podmienky ako nízka teplota, vietor, vlhkosť a zlá viditeľnosť. Popisujeme ich vplyv na samotné lietanie a analyzujeme súčasný stav. Po bližšom preštudovaní opisuje návrhy riešení zvyšovania bezpečnosti prevádzky bezpilotných prostriedkov v nepriaznivom počasí. Prácou hodnotíme využiteľnosť nových systémov s cieľom implementácie do širokého spektra modelov. Najväčšou hrozbou pre prevádzku drona sú poryvy vetra, ktoré nie sú možné predvídať a preto sa ťažkou predchádza ich následkom. Je možné minimalizovať jeho následky pomocou naklonenia rotorov, ktorého koncepcia je zatiaľ len v počiatku a je nutné preskúmať vlastnosti naklonených rotorov vzhľadom na celkovú prevádzku. Teoretickými skúsenosťami získanými v simulátore je možné zlepšiť praktické skúsenosti. Chladné počasie a sním spojená námraza ovplyvňuje hlavne akumulátory a prevádzkové vlastnosti. Obmedzením vzniku a odstránením už vytvorenej námrazy tak zabezpečíme požadované letové vlastnosti.

2. Prezentácia práce

2.1. Analýza súčasného stavu

Pri prevádzke bezpilotných prostriedkov je vzhľadom na ich popularizáciu dôležitá regulácia, ktorá má za úlohu zabezpečiť plynulú a bezpečnú prevádzku. V súčasnosti je na území Slovenska v platnosti rozhodnutie č.2/2019, ktoré určuje pravidlá podľa ktorých sa operátori riadia. Nepriaznivé meteorologické podmienky sú najväčšou hrozbou pre všetky kategórie UAV. V práci sa zameriavame na vybrané štyri základné meteorologické javy. Sú to chlad a s ním spojená námraza, vietor, vlhkosť a zlá viditeľnosť.

2.1.1. Poveternostné podmienky

Riaditeľnosť diaľkovo ovládaného lietadla závisí predovšetkým na generovaní dostatočného vztaku. Ten sa vytvára na vrtulkách pomocou ich rotácie. Rotačný pohyb je zabezpečený pomocou rotora. Každý rotor má svoju vlastnú jednotku ESC (elektronická kontrola stability). Tá prijíma širokovou moduláciou signál, ktorý určuje ako rýchlo sa rotor bude točiť. Vďaka autonómnym rotorom tak môžeme vytvárať rôzny vztak na samostatných rotoroch, čo má za následok ovládanie drona. Pri vetre je však ovládanie UAV problematické, nakoľko vychyluje dron z nastavenej hodnoty. Zvýšiť stabilitu môžeme zvýšením počtu vrtúl.

2.1.2. Chladné počasie

Nízka teplota je hrozba najmä pre pohonnú jednotku, batériu. Výrazne znižuje prevádzkový čas. V batériách taktiež prebiehajú chemické reakcie, najmä pri úplne vybitých alebo nabítených batériách, ktoré skrátujú jej životnosť. Preto ak sa s nimi dlhšie nelietajú, je odporúčané skladovať ich pri 50% nabití, pri ktorom sú reakcie najmenšie. Niektoré akumulátory majú funkciu automatického vybíjania. Tá spravidla po 10 dňoch zníži napätie na tzv. "skladovacie". Pri niektorých modeloch sa však táto doba dá skratiť aj na 1 deň. Preto ak je potrebné lietať aj v takomto počasí, je dobré vzlietať vždy s plne nabitými batériami a počítať s kratším časom letu. Veľa výskumov sa zameriava práve na zvyšovanie výdrže bezpilotných systémov vo vzduchu. Jednou zo sľubných metód je nahradenie klasických batérií iným druhom pohonu, napríklad vodíkovým pohonom. Chlad prináša so sebou aj nebezpečnú nástrahu, námrazu. Tá sa vytvára najmä na povrchových častiach a už pri malých vrstvách zhoršuje letové vlastnosti. Vyváženie stroja je narušené a lietajúci prostriedok sa stáva nestabilným. Námraza takisto poškodzuje aj elektrické súčasti, ktoré sú náchylné na námrazu a následnú vlhkosť.

2.1.3. Vlhkosť

Relatívna vlhkosť, ktorá hovorí o obsahu vodných pár v suchom vzduchu, má hlavnú úlohu v leteckej meteorológii. O zvyšovaní relatívnej vlhkosti vieme predpokladať vznik hmly alebo nízkej oblačnosti. Kritická hodnota je 90%-98%, po ktorej prekročení sa obmedzuje letová prevádzka. So zvyšujúcou vlhkosťou sa zvyšuje aj hustota. To spôsobí lepšiu schopnosť generovať vztlakovú silu. Vo vlhkom prostredí je však lietanie nevhodné, nakoľko môže značne poškodiť súčasti lietajúceho prostriedku. S vlhkosťou sa spája aj korózia kovových častí. Pri elektrických dronoch je obzvlášť nebezpečné prevádzkovať UAV v daždi alebo snežení. Možné riešenie predstavuje hydroizolačný náter. Poznáme aj vodeodolné diaľkovo ovládané lietadlá, ktoré sú špeciálne vyrobené pre lietanie vo vlhkom prostredí.

Hydroizolačným náterom vieme predĺžiť životnosť elektrických súčastí. Jedná sa o tenký polymérový film, ktorý sa naniesie na PCB dosku (doska plošných spojov). Ochráni to súčiastku pred vlhkosťou, prachom, chemikáliami ale aj teplotným extrémom. V súčasnosti poznáme dve riešenia a to akrylové a silikónové nátery. Silikón má vyššiu teplotnú odolnosť a preto je pre UAV lepším riešením. Pred aplikovaním náteru je potrebné povrchové vyčistenie izopropylalkoholom, ktorý takisto dokáže náter odstrániť. Pri nátere by sme sa mali vyhnúť častiam ako senzory, kamery, tlačidlá a porty, ktoré by po ošetrovaní nemuseli fungovať správne.

Vodeodolné modely umožňujú pristátie na vodnej hladine. Dokonca poskytujú aj určitý druh prevádzky pod vodnou hladinou s následným vzletom. Jedným takýmto modelom je aj Spry+. Vodeodolná membrána účinne zabraňuje vniknutiu vody do vnútornej časti drony a svojou vzduchovou priepustnosťou zabezpečuje správny chod výškomeru. Kamera je v opticky upravenom polykarbónovom obale. Motory sú potiahnuté špeciálnym povrchom, čo umožňuje využívať tento model aj v nepriaznivých prímorských oblastiach.

2.1.4. Zlá viditeľnosť

Nízka viditeľnosť je pre lietanie UAV nevyhovujúca a spôsobuje nehody spojené práve so stratou vizuálneho kontaktu pilota a lietajúceho zariadenia. Znížená viditeľnosť môže byť

zapríčinená vznikom hmly, chemickým znečistením atmosféry vo forme smogu, dymom a mnohými inými faktormi. Lietanie v noci je takisto neodporúčané, nakoľko diaľkovo ovládané lietadlá nemajú dostatočné osvetlenie, ktoré by zvýšilo bezpečnosť. Pre model Mavic Pro je dostupný systém, ktorý pozostáva z dvoch kociek s LED (elektroluminiscenčná dióda). Každá z kociek dokáže vyprodukovať svetlo o intenzite 1500 lúmenov. Poskytujú aj rôzne intenzity stroboskopického osvetlenia pre požiadavky kolízneho osvetlenia FAA (Federálny letecký úrad USA). Pri plnej intenzite je schopná kocka pracovať približne 20 minút, pri polovičnej intenzite sa čas predĺži až na dve hodiny. Kocky sa uchytávajú po bokoch UAV a vlastnou vstavanou batériou sú sebestačné. Vodeodolnosť im umožňuje pracovať aj vo vlhkom prostredí.



Obrázok 1 : Uchytenie osvetlenia. Zdroj: [1].

2.2. Nepriaznivé meteorologické podmienky

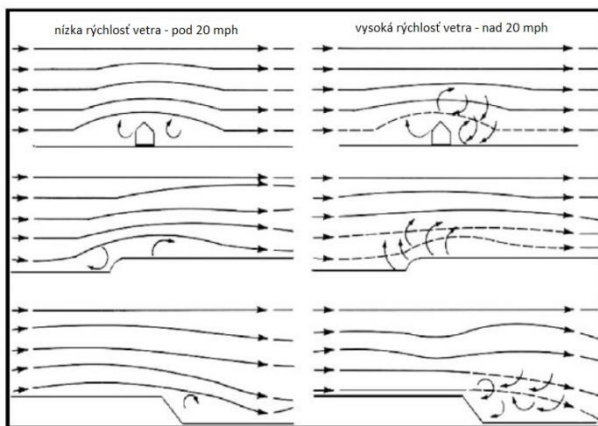
Meteorologické podmienky skúma vedný odbor meteorológia. Na základe pozorovania týchto javov je možné predpovedať počasie. V práci sme sa zamerali na meteorologické prvky, ktoré sa vyskytujú najčastejšie. Tieto prvky sa merajú v meteorologických staniách umiestnených na vhodných miestach. V príručkách výrobcovia limitujú používanie UAV a udávajú tam informácie ako maximálna sila vetra pri ktorom sa odporúča lietať, maximálny uhol náklonu, prevádzková teplota a mnohé iné.

2.2.1. Teplota

Je to termodynamická veličina, ktorá vyjadruje energetický stav molekúl. Energia môže byť do molekuly privádzaná alebo odvádzaná. Pri zvyšovaní energie sa teplota zvyšuje, a naopak. Pre popisovanie teploty sa používajú tri rôzne stupnice a to Kelvinova meraná v Kelvinoch, Celcius s ktorou sa stretávame najčastejšie a stupnica Fahrenheit. Teplota sa s výškou mení a táto zmena sa nazýva vertikálny teplotný gradient. V MSA (medzinárodnej štandardnej atmosfére) sa každých 100m atmosféra ochladí o konštantu 0,65°C. V praxi však táto hodnota nie je konštantná, pretože závisí aj na vlhkosti vzduchu, ročnom období a časti dňa. Suchý vzduch sa ochladzuje rýchlejšie, môže sa ochladiť až o 1°C na 100m, a vlhký naopak pomalšie. Nízka teplota ovplyvňuje výdrž a životnosť batérií. Prináša však so sebou aj námrazu. Tá vzniká prechodom UAV masou vzduchu, ktorá obsahuje kvapky vody a teplota v mieste dotyku povrchu s kvapkami vody je 0°C alebo nižšia.

2.2.2. Vietor

Je to pohybujúci sa vzdušný prúd, ktorý vzniká v dôsledku vyrovnávania tlaku v oblastiach s rôznym atmosférickým tlakom. Čím väčší je tento rozdiel, tým je rýchlosť vetra väčšia. Rýchlosť vetra sa neustále mení. Vieme určiť priemernú rýchlosť za dané časové obdobie alebo nárazovú rýchlosť vetra. Smer vetra môžeme udávať pomocou svetových strán s presnosťou na 22,5° (S,E,N,W a ich kombinácie) alebo pomocou azimutu na škále od 0° až po 360°. Nebezpečná je najmä turbulencia. Je to trojzrnmerný nepravidelný náhodný pohyb vo vnútri vzduchovej hmoty. Poznáme turbulenciu termickú, dynamickú a mechanickú. Všetky sú nebezpečné ale pre bezpilotné lietadlá najmä mechanická turbulencia, ktorá je výsledkom prúdenia vetra okolo nepravidelného terénu alebo umelo vytvorených prekážok. Čím je sila vetra väčšia, tým bude turbulencia silnejšia.



Obrázok 2: Intenzita mechanickej turbulencie. Zdroj: [2].

2.2.3. Vlhkosť vzduchu

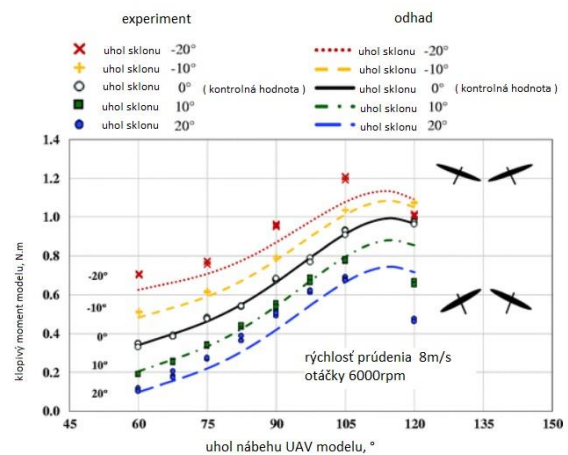
Voda v atmosfére sa nachádza v troch skupenstvách. V plynnom, kvapalnom a pevnom. Prechodom skupenstiev dochádza pomocou topenia, tuhnutia, kondenzáciou, vyparovaním, sublimáciou a desublimáciou. Voda v podobe vodnej pary je jeden z najzákladnejších prvkov v atmosfére. Zmiešaním vodnej pary so suchým vzduchom dostaneme vlhký vzduch, ktorého pomer je označovaný ako vlhkosť vzduchu. Udáva teda pomer vodných pár v atmosfére. So zvyšujúcou teplotou sa zvyšuje aj schopnosť pohltiť vlhkosť. Keď je vzduch presýtený, dochádza ku kondenzácii. Môžeme sa stretnúť aj s pojmom absolútna relatívna vlhkosť, ktorá udáva absolútnu hodnotu nasýtenia vzduchu vodnými parami v gramoch na 1m³. Je to teda hmotnosť vodných pár v istom objeme vzduchu. Relatívna vlhkosť udáva pomernú časť vodných pár v jednotke vzduchovej hmoty k maximálnemu množstvu pri rovnakej teplote. Označujeme ju v percentách.

2.3. Analýza riešni návrhov

Niektoré vynálezy sú len pre komerčný trh a zábavné odvetvie, iné zachraňujú ľudské životy a zvyšujú efektivitu práce. Všetky parametre však majú spoločný bod záujmu, „dronifikáciu“. Nedostatočná bezpečnosť, nevedomosť, ignorancia a slabé praktické skúsenosti operátorov spôsobujú nutnosť výrazných opatrení a zmien v tejto oblasti. Vývoj nových, bezpečnejších systémov je preto nevyhnutný.

2.3.1. Naklonenie rotorov

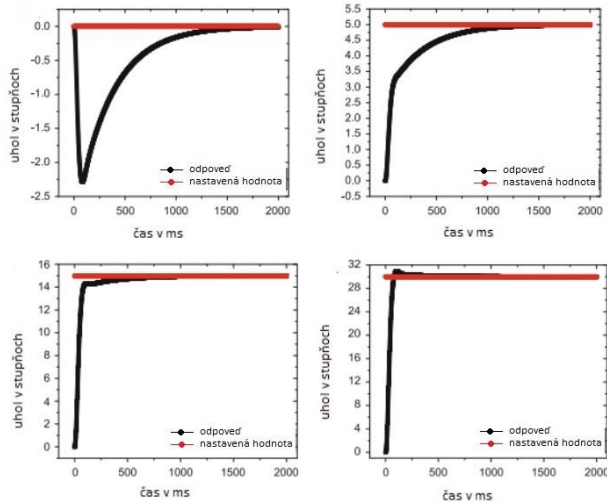
Z hľadiska vyvažovania viac rotorových UAV v rovnomernom prúde hovoríme o metóde, ktoré sa zakladá na znižovaní „head-up“ vztlačového momentu pri kvadroptéroch. Dôležitá je najmä stabilita docielená správnym rozložením komponentov na ráme tela. Pri ustálenom prúde vzduchu predný rotor pôsobí na tok vzduchu a stáča ho smerom dole. Preto je pri 90° a väčších uhloch nábehu zadný rotor negatívne ovplyvňovaný. Takisto kvadroptéru ovplyvňuje aj rozdielna relatívna rýchlosť vzduchu k čepeliam, nakoľko sa párovo otáčajú do opačnej strany. Preto bol navrhnutý systém naklonenia rotorov. Skúmalo sa naklonenie rotorov od -20° až po 20°. Testovanie v aerodynamickom tunely potvrdilo správnosť výpočtov a celkové výsledky preukázali ešte vyššiu stabilitu ako sa očakávala. Naklonenie rotora o 20° do vonkajšej strany degraduje moment o 26% čo je 0,18N.m pri uhle nábehu 90°. Pre naklonené motory sú však potrebné ešte ďalšie štúdiá, nakoľko vplyv naklonenia je na mobilitu UAV ešte nejasný.



Obrázok 3: Grafické znázornenie zvýšenia stability pri naklonených rotoroch. Zdroj: [3].

2.3.2. PID regulator

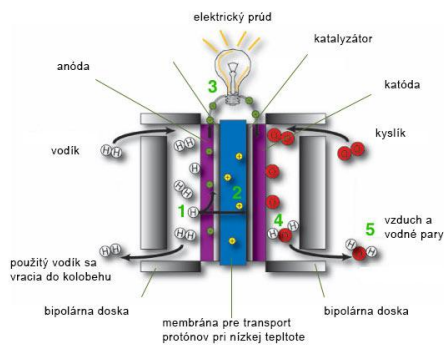
V štúdiu bol testovaný PID (proporcionálne-integračne-derivačný) regulátor, ktorý poskytuje väčšiu stabilitu pomocou regulácie rýchlosti. Hlavnou úlohou PID regulátora je kompenzovanie poruchy a privedenie systému na nastavenú hodnotu v lepšom čase. Pre testovanie použili kvadroptéru v tvare H. Simuláciami skúmali ako reaguje PID regulátor pri zmene uhlu natočenia v osi x a merali časovú závislosť aj zmenu prekročenia a následné dosiahnutie stanovenej hodnoty. Pre riadenie v zlomku sekúnd bol vyvinutý algoritmus. IMU (inerciálna meracia jednotka) pomocou akcelerometru a gyroskopu vyhodnocuje informácie o zrýchlení, orientačnej a uhlovej rýchlosti a iných hodnotách potrebných pre stabilnú polohu. Pri vybočení z nastavenej hodnoty sa dron vráti do prednastavenej polohy. Pre implementovanie sú potrebné rozsiahlejšie experimenty v tomto odvetví. Nízkonákladový systém zvyšuje stabilitu a je schopný odolávať malým vonkajším rušeniam.



Obrázok 4: grafické znázornenie zníženia času potrebného na vrátenie sa kvadroptéry do pôvodného stavu. Zdroj: [4].

2.3.3. Vodíkový pohon

Snaha implementovať tento druh pohonu pre UAV sa začala okolo roku 2013. Systém je založený na štiepení atómu vodíka. Ten je privádzaný na membránu, kde je vplyvom katalyzátora rozštiepený na protón a elektrón. Protón prechádza článkom ku opačnej elektróde a zmiešava sa so vzduchom. To vytvára molekulu vody. V anóde nám po rozštiepení vodíku ostali $2e^-$ (záporné elektróny), ktoré však neprejdú cez membránu ale musia prejsť cez elektrický obvod čo generuje pohon. Tím z Univerzity of Sydney vyvinul pohonnú jednotku, ktorá bola založená na kombinácii palivového článku, superkapacitora a lítiovej batérie. Bezpilotné lietadlo letelo 3 hodiny. Superkapacity dodávali elektrické napätie pri maximálnom režime. Lítiové batérie vyrovnávali spotrebu pri bežnom režime a plnili funkciu rezervy.



Obrázok 5: Vodíkový článok. Zdroj: [5].

2.3.4. Nanometeriálový grafénový povlak

Grafén má vynikajúce vlastnosti ako tuhosť, ľahkosť, pevnosť, odolnosť voči korózii a dobrú vodivosť, čo predstavuje široké využitie v mnohých priemysloch. V UAV priemysle sa skúma jeho uplatnenie pri regulácii teploty na povrchu profilov. Systém je založený na vodivom povlaku, ktorý dokáže generovať teplo pri napájaní a pracuje na základe elektrického odporu. Poskytuje dve riešenia a to prevencia voči námraze, udržiavaním nastavenej teploty na povrchu, a odstraňovanie námrazy pomocou rýchleho nahriatia. Systém sa testoval na pevnom

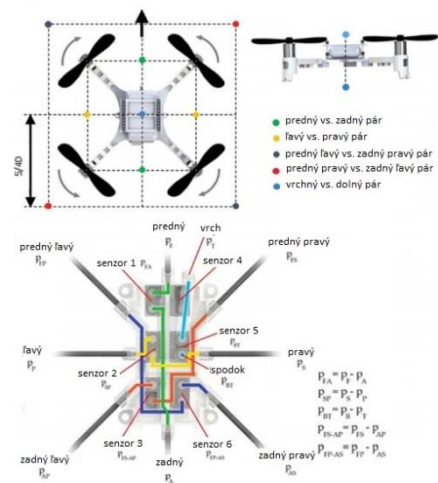
krídle typu Skywalker X-8. Pomocou PID regulátoru, ktorý dostával spätnú väzbu od senzoru vlhkosti a termočlánku. Je naprogramovaný mikroprocesor, ktorý riadi dodávanú energiu. Tým upravuje teplotu v povlaku.

2.3.5. NASA a dvojica vodičov

Jedným z hlavných cieľov pre NASA (národný úrad pre letectvo a vesmír) bol boj s námrazou. Inžinier Leonard Haslim dostal cenu NASA, vynálezca roka, práve za jeden takýto systém. Systém sa skladá z dvojice vodičov, ktoré sú zaliate v pružnom materiáli a sú pevne pripevnené na rám lietadla. Prúd elektriny, ktorá pulzuje cez vodiče, vytvára vo vodičoch protichodné magnetické polia, ktoré odpudivou silou vytvorí oddelenie vodičov od seba. Tie sa oddelia len o malý zlomok, ale vibráciami dokážu rozbiť nános usadeného ľadu.

2.3.6. Detekcia na princípe Johnstonovho orgánu

Mnoho technických vynálezov sa inšpirovalo priamo zo zvieracej ríše. Tím vedcov z Royal Veterinary College v Londýne sa začal zaoberať senzorickým mechanizmom na vyhýbanie sa prekážkam u samcov komárov. Johnstonov orgán umiestnený na anténach je na základe veľkej citlivosti schopný vytvárať obraz prostredia na základe zmeny tlaku. Tím do miniatúrnej kvadroptéry zakomponoval zariadenie pozostávajúce z piatich párov sondových trubíc uložených v opačných častiach kvadroptéry. Zmena tlaku medzi dvojicou sond sa vypočítavala na základe rozdielu. Snímače dokážu spoľahlivo zaznamenať prekážku vo vzdialenosti trikrát väčšej ako priemer rotora. Experiment bol vyhodnotený ako úspešný a na základe dobrých výsledkov sa testovalo zariadenie autonómne.



Obrázok 6 : Umiestnenie sond na tele kvadroptéry. Zdroj: [6].

2.3.7. ADS-B

“Automatic dependent surveillance-broadcast” je jednoducho povedané veľký elektrický megafón, ktorý do okolia posieľa informácie hlavne o svojej polohe. Vybavením lietajúcich prostriedkov systémom ADS-B by mohlo prispieť k zvýšenej bezpečnosti. ADS-B systém pozostáva z dvoch komponentov, ADS-B Out ktorý informácie vysiela a ADS-B In, ktorý informácie prijíma. FAA odporúča zákaz vybavenia dronov systémom ADS-B Out z dôvodu obáv, že takéto zahlcovanie vysielacích pásiem

by malo negatívny vplyv a spôsobilo prekážky a komplikácie aj tradičnej leteckej doprave. Možné riešenie by bolo vytvorenie samotného ATC (riadenie letovej prevádzky) systému pre bezpilotné lietajúce prostriedky s vlastnými frekvenciami, obmedzeniami, pravidlami, kontrolnými stanovišťami a oddelením dohľadných orgánov.

2.3.8. Termovízia

Termokamera, alebo infračervená kamera, vytvára obraz pomocou snímania infračerveného žiarenia. Namiesto snímania svetla vo viditeľnom spektre sníma vlnové dĺžky okolo 14 000 nm. Infračervená energia je jednou z častí elektromagnetického spektra. Každé teleso vyžaruje určité množstvo žiarenia, pričom čím väčšia je povrchová teplota, tým väčšie množstvo infračerveného žiarenia vyžaruje. Vybavenie termokamerou by zvýšilo bezpečnosť lietania v nízkej viditeľnosti ako napríklad záchranné drony.

2.3.9. Záchranné systémy

Niektoré situácie nemôžeme predvídať a nezabránilme pádu dronu. Pri páde môžeme poškodiť majetok sebe alebo iným, ublížiť na zdraví a v neposlednom rade prideme o bezpilotné lietadlo v dôsledku zničenia. Existujú však aj záchranné systémy, ktoré eliminujú hrozbu v podobe padajúceho alebo neovládateľného systému.

Dronové padákové systémy sú bezpečné riešenie. Jedným z takých je aj systém VectorSave 10 pre Phantom 4. Maximálne zaťaženie nárazového lana je až 430 kg, čo umožňuje využiť tento systém pri širokej škále bezpilotných prostriedkov. Inštalácia je jednoduchá a pripája sa vlastnými úchytmi v spodnej časti UAV. Špeciálny softvér meria zrýchlenie a naklonenie odpaľovacej trubice od vodorovného gravitačného poľa. Pri detekcii extrémneho uhlu náklonu alebo voľného pádu po dlhšiu dobu vystrelí systém padák. Vstavaná batéria zabezpečí pri úplnom nabití až 5 hodín prevádzky.

Ďalší systém na zvýšenie bezpečnosti je Dronerfts-WaterStrider 2.0.. Systém je vyrobený z ultraľahkej konštrukcie z uhlíkových vlákien a nárazuvzdorných polymérov. Sú mimoriadne odolné a umožňujú drsné pristátia v členitom teréne. Dizajn je prispôsobený pre účely dronov a umožňuje pristátie na snehu, vodných plochách alebo tokoch, piesku, kamenistom teréne, vysokej tráve, nerovnom a náročnom teréne. Hmotnostné a aerodynamické vplyvy boli minimalizované, ale aj napriek tomu skracujú čas lietania o 30%. Inštaluje sa na spodnú stranu UAV a upevní sa remienkami, čím zabezpečí dobrú stabilitu. Eliminuje kontakt zariadenia s vodou pri pristáť na vode a chráni spodnú časť bezpilotného prostriedku. Širokou základňou zabezpečí dosadenie dronu aj pri 60° uhloch náklonu.



Obrázok 7 : WaterStrider 2.0. Zdroj: [7].

2.3.10. Teoretické a praktické zručnosti pilotov

Nová legislatíva pre bezpilotné lietajúce prostriedky z roku 2021 zvyšuje bezpečnosť cez povinnosť registrácie v "otvorenej" kategórii s hmotnosťou nad 250g. Minimálny vek je 16 rokov. Pilot takisto musí prejsť aj on-line školením a on-line testom, ktoré preveria jeho schopnosti a zručnosti. Registráciou bude UAV pridelený 12 miestny kód. Prínosom je identifikácia a zvýšenie schopností operátorov. Podniky prijímajú novú technológiu v podobe dronov rýchlo. Nízke náklady, eliminácia ľudského faktora, zvýšenie efektivity a mnohé ďalšie benefity zvyšujú záujem o technológiu. Pre získavanie praktických skúseností navrhlo DJI riešenie v podobe "DJI-Flight Simulator".

DJI- Flight Simulator predstavuje novú éru školenia. Vytvoril softvérový program, ktorý si jednoducho dokážeme stiahnuť do počítača. Je dostupný v troch verziách, z toho jedna je skúšobná, bezplatná. Používateľ má k dispozícii realistický letový zážitok, v ktorom si môže vyskúšať všetky letové situácie a problémy, ktoré môžu nastať počas prevádzky. Ponúka aj školenia zamestnaní ako sú kontroly elektrického vedenia, pátracie a záchranné misie. Používateľ sa na počítač pripojí diaľkovým ovládačom modelu DJI, čím je mu poskytnutý najdôveryhodnejší zážitok. Letový simulátor podporuje väčšinu dronov DJI, vrátane Mavic 2 Enterprise, Phantom 4 Pro, Inspire 2 a Matrice 210 RTK.

2.4. Záver

V oblasti dronov je stále nevyužitý veľký potenciál, ktorý je limitovaný práve mnohými bezpečnostnými opatreniami spájanými najmä s nepriaznivými meteorologickými podmienkami. Poveternostné podmienky, nízka teplota, vlhkosť a zlá viditeľnosť sú primárne prekážky, ktoré znemožňujú maximalizovať využiteľnosť bezpilotných lietadiel. Sú to hrozby pre všetkých účastníkov leteckej premávky, či prevádzkovateľov bezpilotných systémov alebo aj všeobecného letectva. Odvetvie dronov je pomerne mladá technologická vymoženosť. Práve kvôli nedostatku času na získanie potrebných skúseností sa v nestihli mnohé prekážky prekonať. Preto je dôležité zamerať sa na nové systémy, ktoré predstavujú riešenia. Aplikáciu technológií analyzovaných v tomto článku môžeme tento potenciál rozvíjať. Implementáciou systémov by sa docielila bezpečnejšia prevádzka UAV, čo by výrazne zvýšilo dopyt a drony by sa stali súčasťou našich životov.

Pod'akovanie

Článok je publikovaný ako jeden z výstupov projektu Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky KEGA 046ŽU-4/2019 s názvom „Inovácia vzdelávania v oblasti prevádzky lietadiel spôsobilých lietať bez pilota“.

Referencie

- [1] bhphotovideo. (dátum neznámy). Cit. 15. Máj 2021. [online] Dostupné na Internetete: https://www.bhphotovideo.com/c/product/1361051-REG/lume_cube_lc_mavic22_lume_cubes_with_2.html/overview
- [2] navyflightmanuals. (dátum neznámy). Cit. 15. Máj 2021. [online] Dostupné na Internetete: http://navyflightmanuals.tpub.com/P-303/Mechanical-Turbulence-106.htm?fbclid=IwAR0L2VPvltrePwBGmErI53MA_Hu63G5yls1JbCkxYN2JfIPUv0EVmajQzkM#:~:text=Mechanical%20turbulence%20results%20from%20wind,is%20disturbed%20and%20transformed%20into
- [3] HIKARU, O., a kol. (December 2017). *International journal of micro air vehicles*. [online] Dostupné na Internetete: https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1756829317745318?fbclid=IwAR3y2prMtzBHzEwPDg4z4sVTqd_mdOYS hPvrAcAQf9dMfmKXKxIkIDRqvgU
- [4] ESWARAN, P., a kol. (December 2015). *Researchgate*. [online] Dostupné na Internetete: https://www.researchgate.net/publication/300113491_Stabilization_of_UAV_Quadcopter
- [5] <https://www.mladyvedec.eu/index.php/laboratorium/technicke-stavebnice-kosmos/auto-na-vodik>
- [6] NAKATA, T., a kol. (Apríl 2020). *Science* 368. Cit. 15. Máj 2021. [online] Dostupné na Internetete: https://www.researchgate.net/publication/341098897_A_ero-dynamic_imaging_by_mosquitoes_inspires_a_surface_detector_for_autonomous_flying_vehicles
- [7] <https://forum.dji.com/thread-197813-1-1.html>
- [8] Galierikova, A., Materna, M., Sosedova, J. 2018. Analysis of risks in aviation. Transport Means - Proceedings of the International Conference, 2018, 2018-October, pp. 1427–1431.