

1. METEOROLÓGIA

Prevádzka bezpilotných lietadiel v podkategórii A2 zahŕňa zvýšené riziko pre ľudí a majetok na zemi. Preto musí pilot na diaľku s kvalifikáciou A2 vedieť viac o vplyve poveternostných podmienok na dron a lety s dronom.

Táto kapitola pojednáva o vplyve počasia a o tom, ako nájsť informácie o počasí.

Ako vietor ovplyvňuje let?

Drony, rovnako ako všetky lietajúce zariadenia, sú ľahko ovplyvnené vetrom. Typ, veľkosť a hmotnosť dronu majú zásadný vplyv na to, ako vietor ovplyvňuje dron vo vzduchu. Malý a ľahký dron je ovplyvnený vetrom ľahšie ako veľký dron. Zohľadnenie účinku vetra je iné pri vrtuľníkoch a viacrotorových dronoch ako pri dronoch s pevnými krídlami. Keď sa dron vznáša na mieste vzhľadom na zem, efekt vetra vytvorí rýchlosť vzduchu pre dron, ktorá je ekvivalentná sile vetra, a dron vyžaduje príkazy riadenia, aby zostal na mieste, čo môže ovplyvniť potrebný výkon motora, ako aj spotrebu nabitia batérie. V silnom vetre nemusí byť dron schopný udržať svoju polohu. Dron s pevnými krídlami letí vo vzťahu k vzduchu, a pozemná rýchlosť dronu sa mení v závislosti od smeru letu a sily vetra. Vo všeobecnosti sa sila vetra zvyšuje s nadmorskou výškou.

Pri všetkých komerčne vyrábaných dronoch výrobca uvádza najvyššiu odporúčanú silu vetra, v akej môže dron lietať. Pilot na diaľku je preto povinný si preštudovať pokyny výrobcu a dodržiavať ich, aby mohol vykonať bezpečný let. Ak je vietor príliš silný, dron sa môže spolu s vetrom vzdialiť alebo pilot môže stratiť kontrolu.

Ak má dron užitočné zaťaženie

Užitočné zaťaženie sa vzťahuje na senzor, náklad, komunikačné zariadenie alebo podobné zariadenie pripojené k dronu, ktoré sa nepoužíva na prevádzku alebo riadenie dronu a nie je súčasťou jeho tela, motora alebo vrtule. Pri prevádzkach v otvorenej kategórii nemôže byť z užitočného zaťaženia vypustený žiadny predmet (materiál).

Pozornosť treba venovať prichyteniu užitočného nákladu k dronu a náklad musí byť správne pripevnený, berúc do úvahy dron a úlohu. Ak sa náklad môže počas letu posunúť alebo uvoľniť, môže to viesť k zmene **ťažiska** dronu. Výrobca určil ťažisko dronu a ak sa v dôsledku presunu záťaže presunie mimo povolenú zónu, ovládanie dronu môže byť nemožné. Inštalácia užitočného zaťaženia mimo tela dronu tiež zvyšuje jeho odpor vzduchu. Výsledkom je väčšia plocha vystavená vetru pri vznášaní sa na mieste vzhľadom na zem a teda väčší účinok vetra. Zvýšený odpor vzduchu ovplyvňuje aj výkon motora potrebný pre horizontálny let.

Vietor môže tiež ovplyvniť čas letu dronu tým, že ho zníži alebo zvýši. Keď dron zostane na mieste vzhľadom na zem v silnom vetre, potrebný výkon motora sa líši v porovnaní s lietaním v pokojných podmienkach. Pilot musí pozorne sledovať úroveň nabitia batérie.

Dron lietajúci s nákladom nemusí byť nutne schopný lietať pri najvyššej rýchlosti vetra odporúčanej výrobcom.

Vietor môžete využiť vo svoj prospech aj pri lietaní s dronom. Predovšetkým bezmotorové drony môžu lietať v sklone kolmom na smer vetra s využitím stúpavého prúdu v smere sklonu vytvoreného vetrom.

Silný vietor môže brániť dronu v návrate do východiskového bodu

V mnohých dronoch je aktivácia automatickej funkcie „Return To Home“ RTH nastavená tak, aby sa aktivovala, ak úroveň nabitia batérie klesne tak nízko, že už nie je možný let späť do nastaveného domova (v závislosti od vzdialenosti medzi dronom a miestom domova). Vybavenie/systemy dronu však nezohľadňujú vplyv vetra. Pozemná rýchlosť dronu klesá, keď dron letí v protivetre, a zároveň sa znižuje možná vzdialenosť letu, takže nie je možné vrátiť sa domov. Dron môže neplánovane pristáť na potenciálne nevhodnom mieste a pilot na diaľku nemusí byť schopný zmeniť miesto pristátia. Riziko zranenia náhodne sa vyskytujúcich osôb je vysoké. Počas silného vetra by mal pilot na diaľku zvážiť lietanie nad vetrom, aby sa zabezpečil bezpečný návrat.

Hmla, dážď, búrka! Venujte pozornosť poveternostným javom

Väčšina dronov nemá **IP krytie** (hodnotenie, ktoré udáva, ako dobre je elektrické zariadenie chránené pred vonkajšími hrozbami, ako je prach a vlhkosť), a v dôsledku toho sú drony citlivé na dážď, hustú hmlu a sneh. Do dronu sa môže dostať vlhkosť a poškodiť komponenty riadiaceho systému. Poškodenie vlhkosťou môže byť odhalené až neskôr ako porucha v prevádzke dronu. Úroveň ochrany udávaná výrobcom dronu a povolené podmienky je potrebné pred letom prehodnotiť v prípade vysokej vlhkosti alebo dažďa. Konštrukcia dronu môže tiež utrpieť vlhkosťou. Najmä nechránené elektrické komponenty sú náchylné na vlhkosť.

Búrka sama o sebe je impozantným poveternostným javom. Búrky predstavujú pre letectvo viaceré riziká. Búrka sa môže rýchlo vyvinúť ako miestny jav alebo môže prísť ako veľký front počasia. V súvislosti s búrkou sa môže vyskytnúť silný dážď, krupobitie, silný nárazový vietor a údery bleskov. Všetky tieto poveternostné javy môžu byť nebezpečné pre drony, ako aj pre pilotov na diaľku. Pilot môže stratiť kontrolu nad dronom v dôsledku silného prúdenia vzduchu, krupobitie môže spôsobiť mechanické poškodenie dronu a úder blesku môže dron vážne poškodiť. To všetko môže viesť k strate kontroly a pádu dronu.

Vlhkosť môže negatívne ovplyvniť senzory dronu

Mnohé drony majú IR senzory, ktoré sú citlivé na vodu, sneh, priame slnečné svetlo a lesklé a reflexné povrchy. Tieto poruchy môžu viesť k tomu, že snímač hlási nesprávne informácie o vzdialenosti.

Okrem toho môžu mať drony optické kamerové senzory a vlhkosť a dážď môžu tiež spôsobiť poruchu týchto senzorov. Podmienky, ktoré obmedzujú viditeľnosť, ako je hmla, dážď a dym, tiež obmedzujú funkčnosť týchto senzorov.

Radarové senzory sú menej citlivé na vplyvy vlhkeho počasia ako bežnejšie IR a optické senzory.

Vplyv počasia na pilota

Poveternostné podmienky tiež ovplyvňujú činnosť a schopnosť vnímania pilota na diaľku. Poveternostné podmienky, ktoré obmedzujú viditeľnosť, znižujú veľkosť letovej plochy vo viditeľnom dosahu a dážď tiež ovplyvňuje schopnosť prevádzky. Pri lietaní v zlých podmienkach je potrebné venovať letu osobitnú pozornosť; prípadne zrušenie letu by sa malo tiež zvážiť.

Prevádzka dronu v chladných podmienkach

Studený vzduch ovplyvňuje rôzne drony rôznymi spôsobmi. Ako už bolo spomenuté v predchádzajúcich častiach, piloti na diaľku by si mali preštudovať pokyny výrobcu a oboznámiť sa s obmedzeniami svojich dronov, čo sa týka aj teploty, a riadiť sa pokynmi.

Pri lietaní v chladných podmienkach je potrebné vziať do úvahy nasledujúce problémy:

- tvorba ľadu na vrtuliach alebo krídlach
- odolnosť batérií voči chladu
- vplyv chladu na konštrukciu dronu
- vplyv chladu na diaľkového pilota
- vplyv chladu na rádiový ovládač

Tvorba ľadu na vrtuliach či krídlach má výrazný vplyv na fungovanie dronu a jeho schopnosť lietať. Hmotnosť dronu sa zvyšuje, keď sa nahromadí viac ľadu, no ešte väčší vplyv majú zmeny tvaru vrtule či krídla vplyvom vrstvy ľadu. Ľad mení profil krídla a vrtule a v dôsledku toho vytvárajú menší vztlak. V helikoptére alebo viacrotorovom zariadení môže nahromadenie ľadu znížiť zdvih generovaný rotormi natoľko, že dron už nemôže zostať vo vzduchu. V drone s pevným krídlom môže byť prúdenie vzduchu okolo krídla narušené natoľko, že krídlo už nevytvára dostatočný vztlak na riadený let.

Schopnosť batérií uvoľňovať energiu sa v chlade znižuje. Ak je batéria studená, zníži sa dostupný prúd aj kapacita batérie. Zníženie uvoľňovania energie môže mať za následok náhle vybitie batérie a prerušenie letu, a to aj nekontrolovaným spôsobom. Batérie by sa mali pred letom zahriať na izbovú teplotu. Nízke teploty ovplyvňujú najmä životnosť plastových konštrukcií. Keď je teplota pod nula stupňov Celzia, plasty tvrdnú a stávajú sa krehkejšími ako

pri vyšších teplotách. V mrazivom počasí treba s dronmi zaobchádzať obzvlášť opatrne kvôli vyššiemu riziku mechanického poškodenia.

Pilot na diaľku musí byť dobre vybavený na chladné počasie. Nevyhnutnosť manipulácie s rádiovým ovládačom robí výber oblečenia náročným. Jedným z dobrých prevádzkových modelov je použitie ovládača vo vnútri samostatného ochranného krytu vytvoreného na tento účel. Ochranný kryt však môže brániť starostlivému sledovaniu obrazovky fotoaparátu.

Chlad má vplyv aj na rádiový vysielač. Rovnako ako dron, aj rádiový vysielač má batériu. Vysielač vyžaduje oveľa menej energie a nízka spotreba nezohrieva batériu počas používania; preto môže batéria prestať fungovať rýchlejšie ako pri vysokých teplotách. Obrazovka vysielača a samostatné obrazovky kamier nefungujú tak dobre v chladnom ako teplom počasí.

Vo všeobecnosti platí, že so stúpajúcou nadmorskou výškou klesá teplota približne o jeden stupeň Celzia na sto metrov.

Hustota vzduchu sa mení v závislosti od nadmorskej výšky, tlaku vzduchu a teploty

Charakteristiky atmosféry sa líšia v závislosti od hustoty vzduchu. Hustotu vzduchu ovplyvňuje nadmorská výška, tlak vzduchu a teplota. Štandardné atmosférické podmienky sú na hladine mora, pri teplote +15 °C a tlaku vzduchu 1 013,25 hPa. Toto je základná úroveň pri výpočte hustotnej výšky založenej na polohe podľa prevládajúcich podmienok. V horúcich podmienkach sa hustotná výška zväčšuje, v chlade znižuje a so znižovaním tlaku vzduchu sa hustotná výška zvyšuje. Vo výškach s vysokou hustotou vytvárajú rotory alebo krídla dronu menší vztlak, čo môže obmedzovať najväčšiu letovú hmotnosť ešte nižšie, ako je hmotnosť udávaná výrobcom. V užívateľskej príručke dronu je uvedená maximálna výška vzletu.

Príklady výšok hustoty:

- výška od hladiny mora: 1 500 m, +35 °C, 970 hPa -> hustotná výška vzduchu je cca. 3 000 metrov v porovnaní so štandardnou atmosférou na hladine mora
- výška od hladiny mora: 50 m, -20 °C, 1 035 hPa -> hustotná výška vzduchu je cca. -1 450 metrov v porovnaní so štandardnou atmosférou na hladine mora

Turbulencie alebo náhle pohyby vzduchu a ich vplyv na let

Turbulencia nastáva, keď je rovnomerný pohyb vzduchovej hmoty v pohybe narušený a stáva sa turbulentným. Niekoľko rôznych faktorov môže spôsobiť poruchy v prúde vzduchu. Jednou z bežných príčin turbulencií je sálavé teplo zo slnka – slnečné žiarenie ohrieva rôzne oblasti zemského povrchu rôznymi spôsobmi a najmä tmavé oblasti sa zahrievajú viac ako svetlé. Otepluje sa aj vzduch nad vyhrievanou oblasťou a vzduchová hmota stúpa nahor. Tento jav je známy ako **termický**. V termike často rotuje aj stúpajúca vzduchová hmota. Vplyv termiky na drony typu helikoptéry je malý a systémy stabilizácie letu môžu kontrolovať kývanie

spôsobené teplotnými výkyvmi. Drony s pevným krídlom si tiež ľahko poradia s termikou. Je tiež možné využiť termiku lietáním s dronom v stúpajúcej vzduchovej hmote, čo umožňuje získať väčšiu výšku bez použitia energie motora. Toto je známe ako plachtenie a termika sa používa aj v bezpilotnom letectve pri lietaní bezmotorových dronov s pevnými krídlami, známych ako klzáky.

Ďalšou formou turbulencie je **mechanická turbulencia**, v ktorom je prúdenie vetra ovplyvnené prekážkou, akou sú budovy, lesy alebo terén. Pod vetrom sa vytvára turbulencia a jej sila je ovplyvnená rýchlosťou vetra a veľkosťou a tvarom prekážky. Zvyčajne systém stabilizácie letu dronu dokáže zvládnuť poruchy spôsobené turbulenciou, ale v niektorých prípadoch so silnou vrstvou turbulencií je možné na chvíľu stratiť kontrolu. Napríklad veľká turbulentná zóna sa môže vyskytnúť pri lete do silného vetra z pokojnej oblasti za veľkou budovou. Medzi ďalšie miesta spôsobujúce turbulencie patrí okraj lesa. Pri stúpaní zo zeme pod vetrom, v takmer úplne pokojných podmienkach, sa môže sila vetra výrazne zvýšiť na úrovni korún stromov. Piloti na diaľku by sa mali vyhýbať lietaniu v blízkosti prekážok v silnom vetre.

Mechanická turbulencia klesá so zvyšujúcou sa nadmorskou výškou a znižuje sa účinok trecej vrstvy na povrch zeme. Vo všeobecnosti turbulencie spôsobené zemským povrchom už v nadmorskej výške 50 metrov nie sú účinné. Na druhej strane sa rýchlosť vetra zvyšuje s nadmorskou výškou.

Tretím faktorom, ktorý spôsobuje turbulencie, je rýchla zmena teploty pri stúpaní vyššie. Za určitých podmienok sa môže pri zvyšovaní nadmorskej výšky objaviť jasná hraničná vrstva teploty vzduchu. V takýchto prípadoch sú podmienky na zemi zvyčajne pokojné a vietor nad hraničnou vrstvou je silný. Pri dosiahnutí hraničnej vrstvy je možná strata kontroly nad dronom, pretože rýchlosť jeho vzduchu sa rýchlo mení. Tento jav je bežný v zime počas **inverzie**.

Ako rôzne poveternostné podmienky ovplyvňujú let

Vietor: Vietor ovplyvňuje schopnosť dronu lietať podľa plánu a môže ovplyvniť upevnenie užitočného zaťaženia. Náklad musí byť vždy dostatočne pripevnený.

Vlhkosť: Mnohé drony nemajú IP krytie, čo ich robí zraniteľnými voči vlhkosti v dôsledku dažďa, hmly a snehu. Drony môžu tiež priťahovať blesky a senzory dronu nefungujú normálne vo vlhkých podmienkach.

Nízke teploty: Na krídlach alebo vrtuliach dronu sa môže hromadiť ľad a výkon batérií sa zhoršuje. Konštrukcia dronu môže v chlade skrehnúť.

Hustota vzduchu: Odpor vzduchu je v riedkom vzduchu nižší, ale vytvára sa aj menší ťah a vztlak.

Turbulencia: Mechanická turbulencia sa môže vyskytnúť, ak lietate v blízkosti budov, lesa alebo premenlivého terénu; narúšajú prúdenie vzdušnej hmoty.

Informujte sa o poveternostných podmienkach a predpovediach

Bez ohľadu na prevádzkovú kategóriu, v ktorej piloti na diaľku lietajú so svojimi dronmi, musia byť piloti informovaní o počasí. Slovenský hydrometeorologický ústav (SHMÚ) je špecializovaná organizácia vykonávajúca hydrologickú a meteorologickú službu na Slovensku. Poveternostné podmienky a predpoveď si môžete pozrieť na webovej stránke SHMÚ <https://www.shmu.sk/sk>. Často postačujú všeobecné miestne predpovede. Podrobnejšie informácie o meteorologických službách súvisiacich s letectvom nájdete na webovej stránke https://www.shmu.sk/sk/?page=1&id=meteo_lms_aktualne_info.

2. LETOVÉ CHARAKTERISTIKY UAS

Predchádzajúce kapitoly pojednávajú o dronoch a ich prevádzke. Táto kapitola podrobnejšie študuje fungovanie dronu; pokrýva teoretické požiadavky na pilotov na diaľku v prevádzkovej kategórii A2.

Ako funguje dron?

Všetky drony majú **riadiaci systém**. Tento systém by sa dal nazvať mozgom dronu. Systém prijíma informácie zo senzorov a systémov dronu, spracováva informácie o polohe, nadmorskej výške a rýchlosti a prenáša informácie o riadení do motorov a/alebo riadiacich plôch na stabilizáciu alebo zmenu letu.

V najjednoduchšom prípade riadiaci systém implementuje príkazy riadenia prijaté z vysieláča priamo do riadiacich plôch a systém nemá žiadne funkcie súvisiace so stabilizáciou letu. Pilot na diaľku monitoruje let dronu a prostredníctvom rádiového vysieláča dáva potrebné príkazy na riadenie. Gyroskopické stabilizátory na jednej alebo viacerých osiach môžu fungovať ako pomocné systémy, ale neponúkajú plnú funkciu stabilizácie letu. Tradičné modely lietadiel majú tento typ riadiaceho systému a ich riadenie je založené na tom, že pilot na diaľku zostáva v neustálom vizuálnom kontakte s modelom lietadla pri jeho ovládaní. Vo voľnom lete modelu lietadla s pevnými krídlami bol zvyčajne nainštalovaný vopred naprogramovaný riadiaci systém; jeho činnosť nemôže byť počas letu ovplyvnená, s výnimkou príkazu, ktorým sa let neodvolateľne zastaví. V takom prípade model lietadla pristane v letových podmienkach, v ktorých už nemôže normálne lietať, ale stále si zachováva rýchlosť klesania, ktorá je bezpečná pre pristátie.

Dôležitou súčasťou systému dronu vybaveného **systémom stabilizácie letu** je **Inertial Measurement Unit (IMU)**. Táto jednotka rozpoznáva polohu a pohyb dronu voči zemi, ako aj zmeny polohy a pohybu. Funkcia je potrebná pre činnosť automatického stabilizačného systému.

Ďalšou dôležitou súčasťou riadiaceho systému je **globálny navigačný satelitný systém** (GNSS). Najznámejším globálnym navigačným satelitným systémom je **GPS** (Global

Positioning System). Dron dostáva presné informácie o polohe z pozičného systému okrem vzdialenosti od východiskového bodu, ako aj informácie o polohe v závislosti od systému. Súčasťou polohovacieho systému je aj **barometer**; ním poskytované informácie sa používajú na určenie výšky letu. Informácie o výške letu, ktoré poskytuje barometer, sú oveľa presnejšie ako informácie o výške z GNSS.

Ako fungujú motory?

Motory dronu otáčajú buď rotory alebo vrtule. Ako sa otáčajú, rotory vytvárajú zdvih, ktorý dron potrebuje; v drone s pevným krídlom vrtule generujú silu, ktorá poháňa dron v smere letu, ako aj rýchlosť vzduchu potrebnú na to, aby dron letel. V dronoch, ktoré lietajú ako helikoptéra, musí byť rýchlosť otáčania motora dostatočne vysoká, aby vytvorila dostatočný zdvih, ktorý by sa rovnal hmotnosti dronu. V jednorotorovom drone, ktorý sa podobá bežnému vrtuľníku, sú uhly rotora zvyčajne nastaviteľné a zdvih možno regulovať zmenou uhla listu, pričom rýchlosť otáčania rotora zostáva konštantná. V multirotorovom drone je riadenie dronu založené na úprave rýchlosti otáčania motorov, čo zase ovplyvňuje ovládanie produkované krútiacim momentom a asymetrickým zdvihom.

Činnosť elektromotora a rýchlosť jeho otáčania riadi **elektronický regulátor otáčok (ESC)**.

Dron môže byť vybavený aj spaľovacím motorom. Motor môže byť dvoj- alebo štvortaktný, poháňaný metanolom, benzínom alebo naftou, alebo môže byť poháňaný plynovou turbínou. Pilot dronu so spaľovacím motorom si musí dôkladne preštudovať činnosť motora a pokyny výrobcu. Správna manipulácia a skladovanie paliva si vyžaduje osobitnú starostlivosť.

Držiak kamery so stabilizáciou kamery

Držiak kamery dronu je často vybavený funkciou stabilizácie. Držiak kamery so stabilizáciou sa nazýva **gimbal**. Gimbal môže mať dve alebo tri osi. V dvojsmerovom gimbale je kamera stabilizovaná vertikálne a horizontálne a v trojnápravovom gimbale sú pohyby plynulejšie, keď sa dron otáča okolo vlastnej osi.

Každý hriadeľ gimbalu je vybavený motorom, takže kamera môže zostať stabilná vo svojej nastavenej polohe. Tieto motory sú veľmi malé a ľahko sa zlomia, a preto sa s nimi musí zaobchádzať opatrne. Kamera by sa nemala hýbať a najmä sa nesmie brániť pohybu kamery pri zapnutom gimbale. Prepravný kryt, ktorý uzamyká gimbal, musí byť vždy pred letom odstránený a po lete nasadený späť.

Drony vybavené rotormi

Najbežnejším typom dronu je **multirotorový dron**, ktorý pripomína vrtuľník. Takéto drony sa nazývajú viacrotorové, pretože sú vybavené viac ako jedným rotorom. Najbežnejší typ viacrotorového dronu je vybavený najmenej štyrmi rotormi; počet rotorov je však vždy párný. Tieto drony sú často vyrobené z plastu, ale na telo možno použiť aj iné materiály, ako

sú uhlíkové vlákna alebo sklolaminát. V menších dronoch sú rotory často plastové a rotory najmä ťažších dronov sú vyrobené z uhlíkových vlákien.

Vďaka schopnosti vznášať sa, viacrotorové drony nepotrebujú pristávaciu dráhu na vzlet alebo pristátie.

Dron môže tiež pripomínať tradičný vrtuľník, vybavený **hlavným rotorom**, ktorý generuje vztlak, a **chvostovým rotorom**, ktorý kompenzuje tendenciu otáčať sa. V takýchto dronoch sa riadenie a pohyb realizuje nastavením uhlov listov rotora, čo umožňuje široký rozsah pohybu. Dron, ktorý sa podobá tradičnému vrtuľníku, je mechanicky zložitý a jeho riadenie je oveľa náročnejšie ako viacrotorový dron. Lietanie s takýmto dronom si vyžaduje špeciálny výcvik a letová plocha musí byť veľká. Dron vrtuľníka je často schopný pristáť bez pohonu motora pomocou autorotácie. To umožňuje kontrolované pristátie v prípade poruchy motora.

Drony s pevnými krídlami

Drony s pevnými krídlami pripomínajú tradičné lietadlá, pretože vztlak potrebný na lietanie je generovaný pevnými krídlami. V dronoch sa však tvar a umiestnenie krídel môže značne líšiť v dôsledku optimalizácie pre zamýšľaný účel. Telo a krídla dronu sú vyrobené z rôznych ľahkých, pevných materiálov, ktoré sa kombinujú rôznymi metódami. Krídla môžu byť napríklad vyrobené z polystyrénu, ktorý je narezaný alebo vylisovaný do tvaru a prípadne pokrytý tenkou drevenou dyhou, ako je balza alebo obecha, alebo uhlíkovými vláknami alebo sklenenými vláknami. Vďaka vztlaku generovanému krídlami nie je dron pri pohybe vo vzduchu odkázaný len na energiu z batérií alebo iných zdrojov energie; energia zo zdroja energie sa využíva na stúpanie alebo udržiavanie rýchlosti vpred, ako aj horizontálneho letu. Prevádzka dronu s pevným krídlom môže byť riadená v prípade poruchy motora. Dron môže byť stále kontrolovaný na riadené pristátie bez napájania motora, na rozdiel od multirotorového dronu, ktorý môže v najhoršom prípade spadnúť priamo dole.

Na rozdiel od vrtuľníkových dronov vyžadujú drony s pevnými krídlami dostatočnú rýchlosť na vzlet a pristátie. Dron môže vzlietnuť z pristávacej dráhy, môže byť vyhodенý do vzduchu alebo môže byť použité katapultové odpaľovacie zariadenie. Dron vyžaduje na pristátie dostatočne veľkú dráhu, prípadne môže dron pristáť s padákom.

Hybridné drony vybavené krídlami a rotormi

Drony s pevnými krídlami sa dodávajú s vrtuľami aj bez nich. Viacmotorové drony s pevnými krídlami sa dajú použiť aj ako viacrotorové drony a dokážu sa vznášať. Schopnosť vznášať sa bola implementovaná rôznymi spôsobmi s rôznymi riešeniami pohonných jednotiek v hybridných dronoch, buď s rotačnými motormi, alebo so samostatnými vznášacími motormi, ktoré umožňujú vznášanie sa, ako aj vertikálny vzlet a pristátie. To spája výhody vrtuľníkov pri vzlete a pristávaní, ako aj vyššiu rýchlosť dronov s pevným krídlom a ich nízke nároky na energiu pri horizontálnom lete.

Drony a užitočné zaťaženie

Za užitočné zaťaženie sa považuje všetko, čo pôvodne nebolo súčasťou dronu. Nosnosť dronu závisí od toho, aký typ dronu sa používa. Pri niektorých dronoch sa lietanie s nákladom vôbec neodporúča. Napríklad drony s pevným krídlom zvyčajne nedokážu uniesť také veľké náklady ako viacrotorové. Umiestnenie užitočného zaťaženia je tiež kritickejšie pre drony s pevnými krídlami; mimo tela môže záťaž výrazne ovplyvniť činnosť dronu s pevným krídlom.

Diaľkový pilot si musí preštudovať pokyny výrobcu a nosnosť dronu udávanú výrobcom. Maximálna povolená vzletová hmotnosť, celková hmotnosť (dron + užitočné zaťaženie) uvedená výrobcom dronu, nemôže byť prekročená. Pri vzletovej hmotnosti treba brať do úvahy aj klasifikáciu a prevádzkovú kategóriu dronu.

V užitočnej hmotnosti je zahrnuté aj bežné vybavenie

Mohli by ste si myslieť, že užitočné zaťaženie pozostáva predovšetkým z predmetov alebo vecí prepravovaných z bodu A do bodu B, no v náklade je zahrnuté aj bežné vybavenie pripojené k dronu, ako sú kamery, gimbal a kryty vrtúľ. Používanie takéhoto zariadenia počas letu môže spôsobiť zhoršenie výkonu, pretože so zariadením sa zvyšuje odpor vzduchu a celková hmotnosť. Toto treba vždy brať do úvahy pri lietaní s dronom, ktorý nesie náklad.

Ťažisko dronu

Výrobcovia dronov špecifikovali **ťažisko (CG)** každého dronu; jeho umiestnenie sa zvyčajne nedá manuálne zmeniť ani prekalibrovať. Pri lietaní s dronom s pripevneným nákladom je potrebné vždy skontrolovať polohu ťažiska. V prípade potreby sa musí zmeniť umiestnenie užitočného zaťaženia, aby sa ťažisko posunulo do povolenej zóny. Náklad musí byť pripevnený

- čo najbližšie k ťažisku
- čo najpevnejšie
- čo najbližšie k telu dronu, pretože zle pripevnená pohyblivá záťaž môže počas letu ovplyvniť ťažisko a spôsobiť stratu kontroly.

Umiestnenie ťažiska sa líši v závislosti od typu dronu a pri niektorých modeloch sa dá prekalibrovať. Niekedy je dokonca potrebná rekalibrácia kvôli umiestneniu užitočného zaťaženia. Pri zvažovaní umiestnenia užitočného zaťaženia je potrebné zabezpečiť aj to, aby náklad nezakrýval batérie dronu a nespôsoboval riziko prehriatia batérií.

Batérie dronov, najbežnejší zdroj energie

Batérie dronov vyžadujú starostlivý servis a údržbu. Batérie sa musia vybrať a nabiť čo najskôr po každom pristátí. Batérie sa musia uchovávať alebo skladovať chránené pred svetlom na chladnom mieste s ohňovzdorným povrchom. Ak batérie ponecháte alebo uskladníte s príliš nízkym nabitím (menej ako 10 %) namiesto nabíjania po lete, môžu sa trvalo poškodiť a predstavovať nebezpečenstvo počas ďalšieho letu. V prípade požiaru si mnohé batérie vyžadujú špeciálne hasiace prístroje na uhasenie požiaru.

Čo sa týka batérií, pamätajte, že

- batéria je spotrebný tovar a nie je možné ju nabíjať donekonečna
- kapacita batérie sa po každom nabití zníži

Maximálny odporúčaný počet nabití môžete skontrolovať v návode na použitie od výrobcu.

Koľko článkov majú vaše batérie?

Batérie pozostávajú z niekoľkých **článkov**. Hmotnosť dronu určuje, koľko článkov musí mať jeho batéria. Aj keď batéria funguje, nemusí to vždy znamenať, že všetky jej články fungujú správne. Stav článkov nie je možné skontrolovať vizuálne, ale väčšina systémov dronov vás upozorní na potenciálne chyby alebo poškodenia.

Stav článkov batérie môžete spravidla skontrolovať na displeji systému diaľkového ovládania. Elektrický potenciál článkov sa meria vo voltoch (V) a mal by byť na rovnakej úrovni vo všetkých článkoch batérie. Ak sa výkon v jednom z článkov líši od ostatných, mali by ste batériu nabiť úplne (100 %) a skontrolovať, či všetky články dosahujú plnú úroveň. Ak sa tak nestane, predmetná batéria by sa nemala používať na lietanie s dronom.

Najbežnejší typ batérie pre lietajúce drony

LiPo (lítium-polymérové) batérie sú typ, ktorý sa najčastejšie používa v dronoch. Aj keď existujú aj iné typy batérií, LiPo batéria najlepšie znáša vysokú rýchlosť vybíjania. Dobrá je aj schopnosť LiPo batérie ukladať elektrickú energiu v pomere k jej hmotnosti.

Ako sa vypočíta energia?

Množstvo **elektrickej energie** v batérii možno vypočítať vynásobením napätia kapacitou. Jednotkou elektrickej energie je watthodina (Wh). Príklad: ak je napätie článku 3,5 V a jeho kapacita 3 Ah, množstvo elektrickej energie je 10,5 Wh.

$$V \times Ah = Wh$$

Ako sa vypočíta výkon?

Výkon batériového článku sa meria vo wattoch (W) a vypočíta sa vynásobením napätia elektrickým prúdom, ktorého jednotkou sú ampéry (A). Výkon je závislý od času, čo znamená, že ak sa článok vybije vysokým elektrickým prúdom, má veľa energie, ale jeho kapacita sa spotrebuje a batéria sa vybije rýchlejšie:

- Ak sa článok vybíja prúdom 3 A, výkon je 10,5 W a vybíjanie trvá jednu hodinu.
- Ak sa ten istý článok vybíja prúdom 10 A, výkon je 35 W a vybíjanie trvá len približne 15 minút.

$$V \times A = W$$

3. TECHNICKÉ A PREVÁDZKOVÉ SPÔSOBY ZMIERNENIA RIZIKA NA ZEMI

Nízkorýchlostný režim dronu – „Low-speed mode“

Niektoré drony majú **nízkorýchlostný režim**. Keď je tento režim aktivovaný, systém dronu môže pôsobiť rôznymi spôsobmi v závislosti od modelu dronu a výrobcu. V niektorých dronoch sa aktivuje viac senzorov a v iných dronoch je pohyb zmiernený pre jemnejší a kontrolovanejší let. V niektorých prípadoch je jediným rozdielom nižšia rýchlosť.

Ak sa chystáte lietať s dronmi v podkategórii A2, je dôležité, aby ste sa naučili správne zaobchádzať s nízkorýchlostným režimom vášho dronu a aby ste pochopili, že nízkorýchlostný režim funguje v rôznych dronoch odlišne. Keďže s týmto aktivovaným režimom môžete lietať až na päť metrov od ľudí, predstavujete veľké riziko, ktoré musíte kompenzovať dobrými schopnosťami. Maximálnu rýchlosť nízkorýchlostného režimu nastavíte pomocou rádiového vysielacza. Je povolená akákoľvek rýchlosť pod 11 km/h (3 m/s).

Ale pamätajte: aj keď môžete lietať blízko ľudí, nikdy nemôžete preletieť cez davy, resp. nad zhromaždeniami ľudí!

Vykonajte správne posúdenie rizika pri lietaní v blízkosti ľudí

Predtým, ako predstavíte riziko pre ľudí, zvieratá alebo predmety na zemi lietaním blízko nich, musíte dobre pochopiť, ako sa váš dron správa vo vzduchu.

Berte do úvahy brzdnú dráhu

Jednou z vecí, ktoré musíte urobiť, je skontrolovať ovládateľnosť dronu. To zahŕňa zistenie, ako rýchlo dron brzdí a akú **brzdnú dráhu** potrebuje. Aj keď prudko zabrzdíte, musíte mať na pamäti, že dron sa bude naďalej pohybovať v smere letu. Ako ďaleko bude pokračovať, závisí od jeho veľkosti, hmotnosti a odporu vzduchu.

Ak sa dron vznáša

Keď necháte svoj dron **vznášať sa** vo vzduchu, je dôležité, aby ste venovali pozornosť aktivitám na zemi. Ľudia v oblasti, ktorí nie sú zapojení do vášho letu, nikdy nenesú žiadnu zodpovednosť a nikdy by sa nemali prispôbovať vám a vášmu dronu – ani keď sa dron len vznáša vo vzduchu. Z tohto dôvodu je dôležité okamžite konať, ak si všimnete ľudí pohybujúcich sa smerom k dronu – aby ste zabránili zraneniu kohokoľvek.

Pravidlo 1:1

Keď dron pracuje v tesnej blízkosti ľudí, pilot na diaľku by mal držať dron vo vzdialenosti od akejkoľvek nezúčastnenej osoby, ktorá nie je menšia ako letová výška. Napríklad, ak dron letí vo výške 5 m, vzdialenosť od akejkoľvek nezúčastnenej osoby by mala byť aspoň 5 m.