

Vývoj a stavba dronu

Představení a nauka o základních hardwarových částí dronu. Mimo to představuje základní vládní restrikce, poukazuje na etiku letu a popisuje zkušenosti či zajímavé vychytávky.

- [Úvod](#)
- [Všeobecné informace](#)
- [Hardware](#)
- [Rady, vychytávka a jiné informace](#)
- [Legislativa](#)
- [Řízení provozu](#)

Úvod

Tato skripta slouží k představení a porozumění základních hardwarových částí dronu. Mimo to představuje základní vládní restrikce, poukazuje na elementární etiku letu a popisuje různé zkušenosti či zajímavé vychytávky.

Všeobecné informace

Typy dronů

Bezpilotní letecké prostředky pro komerční a rekreační účely, dnes už nejčastěji používané pod názvem drony jsou několika typů. Volba vhodného typu dronu závisí také na požadovaném účelu využívání dronu a základní rozdělení je následující:

- Multikoptéry
- Bezpilotní letouny a křídla
- VTOL drony
- FPV závodní drony

Multikoptéry

Multikoptéry už svým názvem napovídají, že se jedná o vrtulník nebo spíše kopter s kolmým vzletem, k čemu mu slouží určitý počet motorů a vrtulí. Druhů multikoptér je největší množství na trhu a dělí se dále podle počtu motorů/vrtulí, velikosti, vzletové hmotnosti, nosnosti, způsobu ovládání a dalších parametrů. Vrtule s motory jsou uloženy většinou na ramenech vedle sebe s tím, že sousední vrtule se vždy točí opačným druhým směrem. Vrtule s motory mohou být také umístěny proti sobě (protiběžné) a může tak být na čtyřech ramenech celkem osm vrtulí a motorů. Platí, že čím více vrtulí, tím větší výkon dronu a stabilita ve vzduchu a především větší bezpečnost při nouzovém přistání, pokud by došlo k náhodnému poškození jednoho motoru nebo vrtule.

Mezi hlavní výhody multikoptér patří, že je lze využít především jak pro manuální létání, tak i pro automatické létání podle vytvořených letových plánů nebo k jejich kombinování. Současně je velkou výhodou, že multikoptéra vzlétá a přistává směrem kolmo a nepotřebuje žádný velký prostor ke vzletu a může vzlétnout téměř kdekoliv, třeba i z ruky v případě menších multikoptérů a nebo i v interiérech. Také je u větších multikoptérů možné měnit různé snímací senzory na stabilizované plošině (gimbalu) a zvýšit tak možnosti využívání takových dronů, což u bezpilotních letounů má své velké limity.

Mezi nevýhody patří výdrž ve vzduchu, která je mnohem nižší než u bezpilotních letounů, křidel nebo VTOL dronů vzhledem k větší hmotnosti a způsobu pohybu ve vzduchu.

Bezpilotní letouny a křídla

Bezpilotní letadla nebo tzv. křídla jsou určena především pro automatické letové plány pro účely mapování nebo monitorování. V těle letounu je většinou fixně umístěný fotoaparát nebo jiný kamerový senzor, který má za účel provádět kolmé mapování v průběhu letu s určitými předem naplánovanými parametry. V poslední době se rozšiřuje už více možností výměny několika druhů senzorů, ale i tak je variabilita použitých senzorů značně omezena velikostí, vahou a možnostmi připojení do letounu.

Vzlet bezpilotních letounů a křidel je náročnější na plochu vzletu a především přistání. Vzlet může probíhat z odpalovací rampy nebo jednodušeji z ruky hodem. Poté dle předem nadefinovaného letového plánu s parametry pro příslušný výstup (obrazové rozlišení/letová výška, podélné a příčné překryty mezi fotografiemi, doba letu atd.) se letoun přepne do automatického módu a letí sám v dané letové výšce a provádí letecké snímkování dle GPS souřadnic. Po dokončení letového plánu se letoun vrátí na definovanou domácí pozici, kde pak může přistát automaticky nebo manuálně pilot. Nevýhodou je, že pro přistání je potřeba větší plocha bez překážek a s nízkým hustým porostem, což může být někdy i několik set metrů, protože letoun klesá klouzavým pohybem a až několik metrů nad zemí vypne motor a zastaví vrtuli a přistane klouzáním proti větru ideálně v travnatém povrchu. Výhodou je, že délka letu na 1 baterii se pohybuje většinou kolem jedné hodiny, ale může být i delší a pro účely plošného mapování tak letouny nebo křídla zmapují několika násobně větší plochu než multikoptéry.



Bezpilotní letadlo při vzletu z ruky a před automatickým provedením mapovací mise (UpVision)

VTOL drony

VTOL (vertical take-off and landing) drony, jak už název napovídá, značí drony které vzlétají kolmo jako multikoptéry a poté se pohybují jako křídla nebo bezpilotní letouny. Jedná se tedy o spojení výhod multikoptéry a bezpilotního letounu nebo křídla, a to sice o možnost vzletu a přistání téměř

kdekoliv a současně delší dobu letu jako u křidel a možností zmapování nebo monitorování velkých ploch i v náročných podmínkách, kde nelze použít bezpilotní letouny nebo křídla především z důvodu špatného povrchu nebo malé plochy k přistání. VTOL drony do budoucna budou hlavní typ dronů pro přepravu zásilek, ale i přepravu osob.

FPV závodní drony

Závodní drony (race drony nebo FPV drony) jsou většinou malé kvadrokoptéry o váze několika desítek gramů s kamerkou, které jsou řízené z pohledu dronu (first person view) pomocí speciálních brýlí zprostředkávající tento obraz v reálném čase. Tyto drony se prodávají jako sety nebo stavebnice, které je možné si sami postavit a přizpůsobit. Závody probíhají v nejrůznějších lokalitách s překážkami, ale také v interiérech a tyto drony dosahují velkých rychlostí přes 100 kilometrů v hodině.

Využití dronů

Způsoby využití dronů se rozšiřují neustále po celém světě v podstatě každým dnem vzhledem k rozšiřování využití dronů v nejrůznějších odvětví pro zefektivnění různých procesů. Drony se tak snaží spousta společností nejrůznějších zaměření testovat pro zjednodušení částí svých činností a s účelem ušetření nákladů při nasazení dronů proti zavedeným postupům. Drony přináší nové možnosti detailnějších výstupů v porovnání s jinými technologiemi jako například s družicemi nebo klasickými leteckými prostředky, stejně tak mohou být nasazené velice rychle a flexibilně a také v provozech a územích při nebezpečných situacích pro pozemní i letecký personál a řízeny vzdáleně z bezpečí.

Mezi základní využití komerčních dronů patří použití pro zábavu a rekreaci, ale stále více se v posledních letech drony využívají pro profesionální komerční práce. Základní rozdělení využití dronů je následující:

- Letecké foto a video
- Letecký monitoring a inspekce
- Mapování prostoru a terénu
- Speciální aplikace pokročilými senzory
- Logistika a transport
- Zábava a závody

Letecké foto a video

Využití dronů pro letecké fotografie a video je nejčastější využití celosvětově vzhledem k poměrně jednoduchosti pořízení takových výstupů. Dnešní malé komerční drony jsou ideálním nástrojem pro

pořízení efektivních leteckých fotografií ať už pro soukromé nebo komerční účely. Navíc senzory se znatelně zmenšily a jejich parametry zlepšily, drony také obsahují čím dále více nejrůznějších foto a video režimů ve vysokém rozlišení pro co nejlepší foto a video výstupy. Kamery mohou být fixní od výrobce s příslušenstvím jako jsou různé filtry a které jsou takto součástí především menších dronů, nebo na větší multikoptéry lze umístit různé profesionální fotoaparáty nebo větší filmové kamery s ohledem na velikost, hmotnost a způsob připojení a napájení a pořizovat tak výstupy jak pro film a TV s možností i přímého přenosu ze vzduchu, stejně tak pro foto kampaně turismu nebo památky, developery, architektky a další.

Letecký monitoring a inspekce

Využití dronů pro letecké inspekce a monitoring je neustále na vzestupu s velkým komerčním potenciálem, ale stejně tak jej lze stále častěji využít při nebezpečných a rizikových situacích nebo v místech se špatným přístupem jak ze země, tak ze vzduchu s lidskou posádkou.

Letecký monitoring drony se používá nejčastěji pro výškové a těžce přístupné objekty, kde jsou potřebné periodické inspekce, které dříve prováděli například horolezci nebo byly prováděny z vrtulníku, anebo nebyly vůbec řešené z hlediska přístupu. Proto drony nacházejí vysoké uplatnění v energetice pro letecké kontroly elektrického vedení nebo kontroly poškození solárních elektráren, stejně tak jsou ideálním nástrojem pro kontrolu liniových staveb jako jsou silnice, železnice, produktovody, plynovody a další. Kromě toho, jak bylo naznačeno stávají se nedocenitelným pomocníkem pro složky integrovaných záchranných sborů, kdy mohou zprostředkovat ze vzduchu v reálném čase obraz záchranářům nebo hasičům, monitorovat situaci v rizikových lokalitách a s jejichž pomocí lze pak provádět záchranné operace co nejefektivněji a zachraňovat i lidské životy.

Mapování prostoru a terénu

Hlavním účelem využití vojenských dronů byl a je letecké mapování a monitoring. V případě komerčních dronů se stále rozvíjí využití dronů pro aktuální mapování. Letecké mapy jsou důležitým podkladem pro územní plánování, stavební a další inženýrské činnosti. Navíc letecké mapy (tzv. ortofotomapy) jsou dobře dostupné na mapových portálech jako jsou Google Mapy, Bing nebo Mapy.cz.

Tyto ortofotomapy vznikají především pomocí tzv. fotogrammetrie z velkoformátových leteckých kamer v speciálních pilotovaných letadlech nebo z družic. S příchodem a velkou dostupností dronů lze tak nyní mapovat velice efektivně menší území, a především ve vysokém detailu, kterého nejsou pilotovaná letadla ani družice schopni. Vzhledem k možnosti nízké letové výšky dronů v řádech několika desítek metrů, lze pak vytvářet detailní ortofota s obrazovým rozlišením až několik milimetrů například pro malé areály. Takové vysoké obrazové rozlišení a přesnost umožňují další možnosti využití těchto ortofoto pro tvorbu digitálních map nebo 3D modelů. V těchto mapách lze navíc ve speciálních geoinformačních systémech zobrazovat souřadnice, měřit vzdálenosti, vypočítávat plochy, vykreslovat profily terénu a řešit spoustu dalších geograficky zaměřených úloh. Navíc drony lze k mapování menších oblastí ve vysokém rozlišení využívat velice flexibilně na rozdíl od pilotovaných letadel a družic s možností přejezdu až na lokalitu a teprve zde naplánovat letovou misi dronu a po přistání i zkontrolovat pořízená data přímo na lokalitě. Takové možnosti znamenají velice efektivní využití ve spoustě oborech, kde je nutné provést mapování ihned s ohledem na

unikátní přírodní nebo jiné podmínky jako je například v zemědělství, stavebnictví, životním prostředí, krizovém managementu a dalších.

Speciální aplikace pokročilými senzory

Využití dronů pro letecký monitoring a mapování lze ještě více rozšířit ve spojení s dalšími speciálními senzory, které lze připojit ke dronu. Pozitivním trendem je, že se všechny senzory zmenšují, ať už se jedná o profesionální fotoaparáty nebo filmové kamery až po senzory, které mohli být dříve pouze na palubě pilotovaného letadla. Proto nyní lze na drony umístit senzory jako je laserový skener, termovizní kamery, multispektrální nebo hyperspektrální kamery, ale stejně tak třeba plynové senzory, reproduktor, světla a další aparaturu. Možnosti využití pro drony zaznamenali výrobci speciálních sensorů a proto nyní běžně vytvářejí produktové řady pro využití na dronech, jejichž cena je o několik řádů nižší než pro pilotované letecké prostředky. Tím se zvyšuje i dostupnost pořizování speciálních dat, jako jsou laserová bodová mračna, hyperspektrální snímání povrchu a vegetace a využití nejen pro výzkum, ale i pro různé aplikace jako je například multispektrální mapování stavu vegetace pro precizní zemědělství, identifikace zvířete před sklizní pomocí termovize, laserové skenování památek nebo pro tvorbu přesných digitálních modelů terénu a podobně.



Multikoptéra DJI M600 s laserovým skenerem Riegl MiniVUX před skenováním vegetace v KRNAPu (UpVision)

Logistika a transport

Aktuálním tématem ve světě je využití dronů pro logistiku a transport, což je z hlediska legislativy a bezpečnosti jeden z nejvyšších rizikových provozů. O toto využití mají největší zájem především

přepravní společnosti pro co nejrychlejší doručení zboží za minimální náklady.

Pro bezpečný provoz takových dronů se připravuje legislativa pro řízený provoz dronů ve vzdušném prostoru (UTM/U-Space) a takové drony musí sdílet v reálném čase svoji tzv. e-identifikaci a měli by být osazené systémem Detect and Avoid (DAA) pro možnosti vyhýbání se překážkám.

Nejvíce se nabízí využití dronů pro přepravu lékařských zásilek jako jsou například vzorky krve mezi odběrovým místem a laboratoří. Tento způsob dopravy se testuje v různých evropských státech, ve Švýcarsku probíhá už dva roky a například v Ghaně nebo Rwandě v Africe, kde není dostatečná pozemní infrastruktura, takový převoz krevních vzorků drony probíhá od roku 2016. Takové využití dronů může zachraňovat lidské životy.

Drony, které přepravují mezi prvními na světě zboží má také například Google Wing, který převáží nákupy potravin v Austrálii nebo je testuje ve Finsku.

Kromě transportu zásilek drony je stále větším tématem využití velkých dronů (tzv. eVTOL – vertikální vzlet a přistání) pro přepravu osob i vzhledem ke snižování emisí. V tuto chvíli je ve světě už několik stovek výrobců takových dronů, jen převážná většina z nich je teprve na začátku. Na druhou stranu této šance a změny v letectví na krátké vzdálenosti jsou si vědomí i ti největší letečtí výrobci jako například Airbus a Boeing, kteří už testují své prototypy, zatímco v Číně už v roce 2020 byly spuštěny první komerční desetiminutové lety v dronu pro přepravu osob eHang. Tomuto novému dynamickému způsobu přepravy, který může v relativně blízké budoucnosti řešit dopravní problémy velkoměst se říká Urban Air Mobility a některé sdílené transportní služby s touto přepravou počítají do roku 2025 v prvních vybraných velkoměstech.



Dron eVTOL Volocopter pro přepravu osob při demonstraci ve Stuttgartu v 2020 (Volocopter)

Zábava a závody

Využití dronů pro rekreaci a zábavu tvoří stále největší procenta prodeje dronů, i když se očekává neustálý růst pro komerční využívání dronů. Drony navazují na letecké modelářství a dnešní malé drony určené pro zábavu jako jsou focení a natáčení jsou vybaveny spoustou senzorů a režimy, že se s malými drony naučí člověk létat během pár hodin. Některé dnešní menší drony je možné ovládat i gesty rukou na dálku nebo využívat jejich režimy jako například následování objektu, oblétnutí objektu, selfie a další.

Podobně je možnost si malé drony pro závody nejen koupit, ale i postavit a naučit se řízení z pohledu dronu (FPV) pomocí speciálních brýlí, do kterých je přenášén v reálném čase obraz z kamery na dronu. Takové drony je možné využívat pro sportovní létání na soutěžích nebo pro zábavu v nejrůznějším členitém prostředí, ale třeba i v interiérech.

Také se drony využívají pro efektní světelné show, kde stovky osvětlených dronů vytváří koordinovaně nejrůznější obrazce ve vzduchu a mohou tak nahradit například ohňostroje. Z dronu byl také proveden seskok padákem nebo by mohly být určeny pro šíření internetového signálu.

Využití dronů pro rekreaci a zábavu tvoří stále největší procenta prodeje dronů, i když se očekává neustálý růst pro komerční využívání dronů. Drony navazují na letecké modelářství a dnešní malé drony určené pro zábavu jako jsou focení a natáčení jsou vybaveny spoustou senzorů a režimy, že se s malými drony naučí člověk létat během pár hodin. Některé dnešní menší drony je možné ovládat i gesty rukou na dálku nebo využívat jejich režimy jako například následování objektu, oblétnutí objektu, selfie a další.

Podobně je možnost si malé drony pro závody nejen koupit, ale i postavit a naučit se řízení z pohledu dronu (FPV) pomocí speciálních brýlí, do kterých je přenášén v reálném čase obraz z kamery na dronu. Takové drony je možné využívat pro sportovní létání na soutěžích nebo pro zábavu v nejrůznějším členitém prostředí, ale třeba i v interiérech.

Také se drony využívají pro efektní světelné show, kde stovky osvětlených dronů vytváří koordinovaně nejrůznější obrazce ve vzduchu a mohou tak nahradit například ohňostroje. Z dronu byl také proveden seskok padákem nebo by mohly být určeny pro šíření internetového signálu.



Ovládání dronu DJI Spark pomocí gest (UpVision)

Drony přinášejí s vysokou dostupností nové způsoby využití, nových výstupů i zábavy.

Hardware

Pohon – Elektromotory

Typy elektromotorů

Elektromotory rozdělujeme na střídavé a stejnosměrné. Stejnospměrné motory napájíme stejnosměrným proudem a střídavé střídavým. Střídavé motory mají oproti stejnosměrným vyšší účinnost, jsou méně poruchové a mají velmi nízké nároky na údržbu. Jejich nevýhodou je, že potřebují regulátor pro změnu vstupního proudu. Stejnospměrné jsou z pravidla menší a bývají levnější.

Jak to funguje?

Stejnospměrný motor: jeho dvě hlavní části, rotor a stator, se neustále odpuzují. Mohou za to cívky na rotoru, které díky komutátoru mění orientaci svého magnetického pole tak, že se vždy odpuzují od magnetů statoru.

Střídavý motor: stejně jako stejnosměrný, se skládá ze dvou hlavních částí, statoru a rotoru. U předchozího typu byly cívky uloženy na rotoru. U tohoto typu jsou cívky fixně uloženy na statoru. Prochází jimi střídavý proud, který od sebe odpuzuje magnety uloženy na rotoru.

Hodnoty

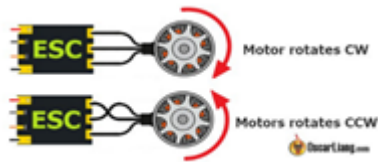
Při výběru motoru sledujeme několik hodnot, které nám definují vlastnosti motoru. Můžeme se setkat například s takovýmto číslem *2212 850KV 12N14P*, které nám říká že 22 je průměr motoru, 12 výška motoru, 850KV říká otáčky motoru za minutu při napětí 1V, 12N je počet elektromagnetů ve statoru a 14P je počet permanentních magnetů v rotoru.

Výpočty

Otáčky motoru: vezmeme hodnotu KV, v našem případě 850, a vynásobíme ji napětím baterie.

Příklad: $850 * 11.1 = 9435$ otáček za minutu.

Další informace



Ukázka připojení motorů

Slovníček pojmů

Rám

Popis

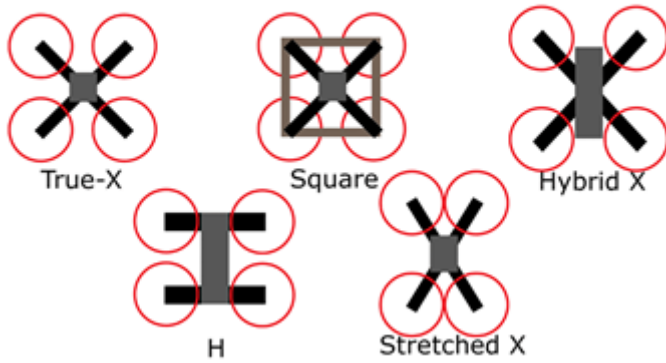
Při výběru rámu sledujeme několik parametrů. Dva nejdůležitější jsou tvar a velikost. U specializovanějších modelů můžeme sledovat i materiál (např. karbon dobře blokuje signál, tudíž nemusí být vhodný pro drony určené na dlouhý dolet), upevnění baterie nebo možnost uložení kamery.

Tvar

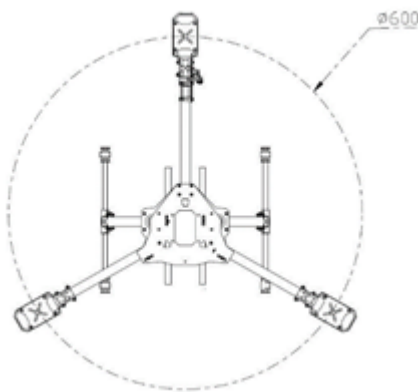
Nám určuje, kolik motorů můžeme na dron usadit a jak. Společně s velikostí nám říká, co vše na dron můžeme upevnit a kam. To je také předem určeno umístěním otvorů, které je specifikováno danými standardy (např. běžné rozpětí upevňovacích otvorů FC je 30.5 mm).

Velikost

U nejběžnějších dronů (4 motory) určujeme velikost dle diagonálního rozpětí motorů (např. 250 mm je běžná velikost závodních dronů). Toto platí i u dronů například s osmi motory, kdy diagonála (např. 600 mm) určuje průměr dronu. V případě trikoptér (3 motory) se také velikost udává průměrem dronu.



Ukázka tvarů rámců různých koptér



znázornění průměru motorů; zdroj: dronetrest.com

Materiály

Velmi oblíbený materiál u závodních či freestylových dronů je karbon, protože je lehký a velmi silný. Nevýhodou může být cena, stínění signálu nebo fakt, že karbon je vodivý, tudíž musíme dbát zvýšené opatrnosti na izolaci kabelů. Dalším velice oblíbeným materiálem je samozřejmě plast, a to díky jeho ceně a jednoduché manipulovatelnosti. Tento materiál můžeme vidět na dronech např. firmy DJI (populární drony na natáčení), plast nestíní signál zdaleka tak silně jako karbon, a není tedy třeba antény vyvádět ze šasi. U dronů na zakázku (průmyslové drony) je často využíván karbon v kombinaci s plastovými díly (nejčastěji na míru vytisknuté). Dron tak dosahuje pevnosti a zároveň modulárnosti.

Další informace

Regulátory (ESC)

Popis

Regulátor neboli ESC nám v podstatě kontroluje rychlost otáčení motoru.

Typy

Při výběru regulátorů máme dvě možnosti: „single“ ESC nebo individuální. „Single“ ESC, nebo také „4 in 1 ESC“, je jediná deska, ke které připojujeme všechny motory. Tato deska je v podstatě složena ze čtyř individuálních regulátorů. Pokud zvolíme individuální regulátor, budeme potřebovat regulátor pro každý motor. Výhody „Single“ regulátoru jsou jednodušší vedení kabelů a menší hmotnost. Mezi hlavní nevýhody patří cena a při zkratu jedné části nefunkčnost celé desky. Hlavní výhodou individuálních ESC je jednoduchost výměny a již zmíněná cena.

Firmware

Je program, který určuje výkon, a které protokoly může ESC využívat. V dnešní době se nejčastěji setkáme s BLheli, SimonK a KISS firmwary. KISS je využíván pouze značkou KISS na jejich ESC. SimonK je s BLheli open source. SimonK je v dnešní době již poměrně zastaralý, proto je dnes nejrozšířenějším firmwarem BLheli.

BLheli: Dnes jsou k vidění hlavně dvě poslední generace tohoto firmwaru, BLheli_S (2. generace) a BLheli_32 (generace třetí). Třetí generace využívá 32 bitový procesor oproti 8 bitovému využívaném generací druhou. Novější generace nám poskytuje více protokolů a více dat, která můžeme sledovat. Například aktuální spotřebu jednotlivého ESC.

Protokoly

Protokoly nám určují jak rychle regulátor komunikuje s řídicí deskou. Obyčejný přijímač a servo mají mezi sebou odezvu přibližně 2ms, moderní protokoly snížili tuto hodnotu na pár desítek mikrosekund. Člověk není tak rychlý, aby dokázal poznat rozdíl mezi 80 μ s a 1ms, ale elektronika ano. Nejnovější protokol Dshot1200 má odezvu 13 μ s a vysoké rychlosti přenosu dat. Nejpopulárnější volbou je např. Dshot 600, který je široce dostupný a podporovaný. Dnes nejběžnějšími protokoly jsou Oneshot125 (125us - 250us), Oneshot 42 (42us - 84us), Multishot (5us - 25us), Dshot150 (106.8us), Dshot300 (53.4us).

Parametry

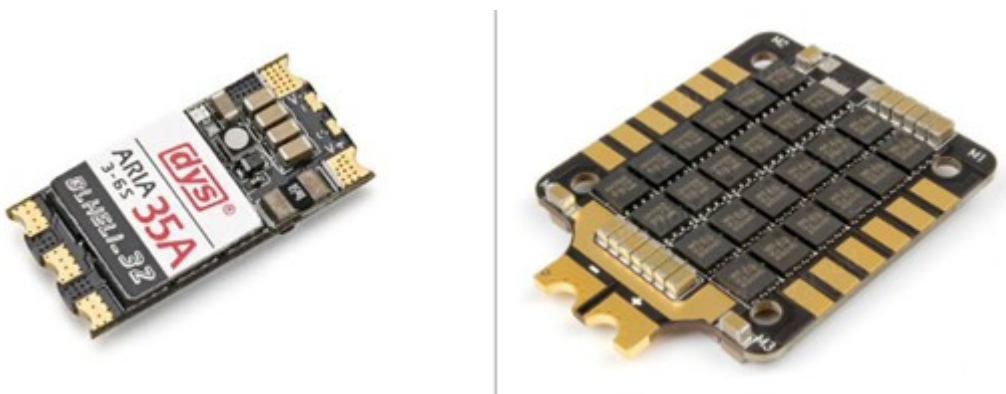
Při výběru regulátoru musíme sledovat několik parametrů. Vstupní napětí, maximální výstupní proud, rozměry, Firmware/Protokoly a BEC.

Vstupní napětí: záleží na baterii, kterou budeme dron napájet. Tento parametr je zobrazován v napětí nebo na počtu článků baterie např. 2S - 4S (dvou až čtyř článkové baterie).

Výstupní proud: pokud máme motor konzumující 30A je důležité, aby náš regulátor byl schopný tuto hodnotu dodávat. Samozřejmě motor nebude vždy plně zatížen, ale je dobré dodržovat určitou výkonnostní rezervu, případně rezervu pro budoucí upgrade. U regulátorů si můžeme většinou všimnout hodnoty burst, případně Peak Current. Tato hodnota nám určuje, jaký proud dokáže regulátor nabídnout, ovšem pouze pro krátký časový úsek.

BEC: nebo také obvod eliminátoru baterie je funkce, která nám nabízí konstantní proud po určitém napětí. Tato funkce je nejčastěji využívána u letadel, kdy z regulátoru napájíme přijímač a ostatní elektroniku (nejčastěji serva). U dronů tuto funkci nepotřebujeme díky PDB, které nám ostatní komponenty napájí.

Rozměry: „4 in 1“ ESC jsou většinou standardizované, aby pasovaly do věže společně s FC a PDB. U individuálních ESC je důležité, aby se nám vešly na rameno, kam se nejčastěji umísťují.



rozdíl mezi jednotlivým a 4in1 ESC; zdroj: dronenodes.com

Další informace

Slovníček pojmů

Flight controller

Popis

Řídicí deska, Flight controller nebo zkráceně FC je takový mozek dronu. Zpracovává signál z přijímače, dává povely motorům, hostí gyroskop, akcelerometr, barometr, kompas atd...

Typy

Flight controllery můžeme rozlišit na 4 základní typy F1, F3, F4 a F7. Hlavním rozdílem je procesor. Typy F1 a F3 (nástupce F1) jsou taktovány na 72 MHz, F4 na 168 MHz a F7 na 216 MHz. S vyšším výkonem procesoru mohou přibývat funkce, např: jestliže řídicí deska typu F3 má Akcelerometr a gyroskop, F7 může mít tyto dva senzory plus barometr, možnost GPS a několik dalších rozšiřovacích portů. Dnes je nejrozšířenější deska F4 díky jejímu poměru cena/výkon.

Další známý typ desek se zabývá spíše na průmyslové užití. A to díky možnostem programovatelnosti a celkové konfigurovatelnosti. Velmi častým zástupcem tohoto typu jsou například desky Pixhawk užívající firmware Ardupilot. Tyto desky bývají v základu větší a poskytují větší počet I/O portů. Častěji se používají i u letadel. Tento flight controller je při správné konfiguraci schopen autonomního letu.

Firmware

Je nedílnou součástí řídicí desky. Jeho pomocí nastavujeme vlastnosti dronu. Určujeme, jaké senzory budou zapnuty, nebo jak chceme aby se chovaly. Nastavujeme, co jaký kanál vysílače bude dělat a upravujeme, jaký protokol budou regulátory používat. Ve firmwaru také nastavujeme, jaký tvar náš dron má, aby mohl správně ve vzduchu vyvažovat. Zkrátka vše, co se dá nastavit, nastavujeme ve firmwaru. Jedním z nejrozšířenějších firmwarů jsou Betaflight, Cleanflight, Raceflight (zaměřen na závodní drony) a ArduPilot. Betaflight a Cleanflight si jsou velice podobné a svými funkcemi se prakticky neliší. Oba dva jsou jednoduché na ovládání a open-source. Díky tomu se pyšní velkým množstvím podporovaných Flight controllerů. Raceflight kvůli svému úzkému zaměření omezuje několik funkcí, jako například GPS. Díky tomu ale nabízí více výkonu jiným funkcím. ArduPilot je firmware poměrně pokročilý, nabízí nám ohromný počet funkcí a neuvěřitelnou rozšiřitelnost. Málo kdy se využívá u dronů určených k závodění či freestylu. Jeho cílem jsou většinou specializované drony např. drony Horské služby.

Další funkce

OSD: Je funkce, která nám do video výstupu z kamery přidá informace, např. napětí baterie, rychlost, může nám ukázat horizont a další.

PID slouží k opravě chyb z různých senzorů umístěných na řídicí desce (např. gyroskop). Úpravou této funkce můžeme docílit větší plynulosti dronu.

Senzory

Další informace



Standartní FC od společnosti Mateksys

zdroj: mateksys.com



FC Pixhawk

zdroj: techtonics.in

Slovníček pojmů

Baterie

Popis

Baterie je často neprávem podceňovanou částí dronu. Typů akumulátorů je několik a svými vlastnostmi se velice liší. Je tedy důležité, nikdy nepodceňovat tyto aspekty.

Typy akumulátorů

Parametry

Kromě výše uvedených vlastností sledujeme při výběru akumulátoru tyto parametry: celkové napětí, počet článků (nejčastěji u LiPo), kapacita a vybíjecí proud.

Příklad: 1800mAh 4S 75C - první hodnota nám uvádí kapacitu baterie, druhá počet článku tedy i napětí (4S = 14.8 voltů) a poslední hodnota určuje míru vybíjení. Baterie o kapacitě 1800mAh s mírou 75C může dodávat 135A. Vzorec: (kapacita * míra vybíjení) / 1000 = vybíjecí proud v ampérech.



Typy konektorů; zdroj: rcgeeks.co.uk

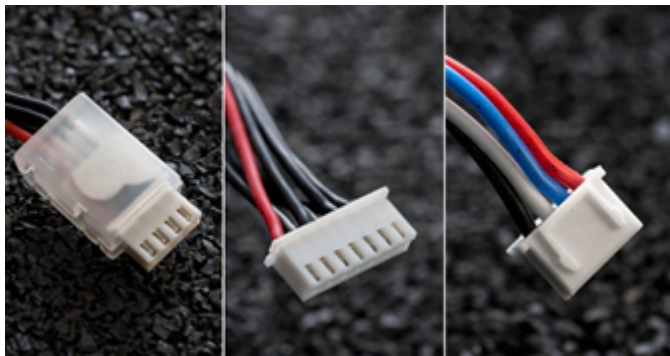


Typy konektorů; zdroj: rcgeeks.co.uk



Typy konektorů; zdroj: rcgeeks.co.uk

Další informace



typy balance konektoru; zdroj: rcgeeks.co.uk

Vysílač a přijímač

Popis

Rádiový systém tvoří dva prvky, vysílač (ovladač) a přijímač. Přijímač umísťujeme na model zatím co vysílač držíme v ruce a ovládáme jej. V tomto segmentu se nepohybuje tolik signifikantních výrobců, ale přesto se můžeme setkat s několika druhy technologií, které nejsou vždy kompatibilní. Je proto důležité vybírat kompatibilní zařízení, případně myslet na budoucnost a zvolit nejmodernější technologie.

Dosah

Běžný dosah modelářských vysílacích souprav je cca. 1500 metrů. Tuto hodnotu můžeme upravit, a to nejen koupí profesionálních vysílaček. Síla výstupu je údaj, na který si musíme dávat velký pozor z důvodu zákonů, které nám omezují maximální hodnoty (všeobecné oprávnění č. VO-R/12/09.2010-12 a č. VO-R/10/01.2019-1). Velký rozdíl může učinit správné umístění antén, ať už vysílače či přijímače. Každá anténa má jinou směrovou charakteristiku (existuje několik typů antén všesměrová, whip...), proto si můžeme všimnout například dvou antén na FPV systémech. Každá anténa vykrývá nedostatky druhů. Velmi spolehlivou, ovšem cenově ne tak dostupnou variantou, je koupě tzv. „long range modulů“ (long range R/C systémů...). Nejjednodušší jsou z důvodu časté kompatibility s nejpoužívanějšími značkami vysílačů. Například technologie TBS Crossfire pracuje na nižších frekvenčních pásmech a dokáže tedy nabídnout dosah až několika desítek kilometrů.

Komunikace

Každý výrobce používá svůj určitý „jazyk“ jakým mezi sebou vysílač a přijímač komunikují (např. přijímač značky FlySky nespárujeme s vysílačem značky FrSky). Dále můžeme rozlišovat určité protokoly, kterými spolu komunikují. Klasickým analogovým standardem je PWM, tedy každý kanál připojujeme pomocí jiného kabelu. Dnes se PWM používá spíše jen pro přímé ovládání serv (např. letadla, auta, helikoptéry). U dronů a jiných modelů ovládaných pomocí Flight controlleru se spíše

setkáme s PPM, který je stále analogový, ovšem všechny kanály předává skrze jeden kabel. Nejmodernější jsou digitální protokoly, např. SBUS, IBUS, DSM2/X. Nabízejí větší přesnost a rychlost.

Další vlastnosti

Počet kanálů: normální RC vysílačka má 4 kanály (2x2 osy „páček“). Další kanály jsou určeny např. pro páčky (arming, změna letového módu...) nebo trim, který si taktéž můžeme nakonfigurovat dle svého. Běžně se setkáváme se čtyř či deseti kanálovými modely, můžeme si ale také vybírat šestnácti kanálové typy.

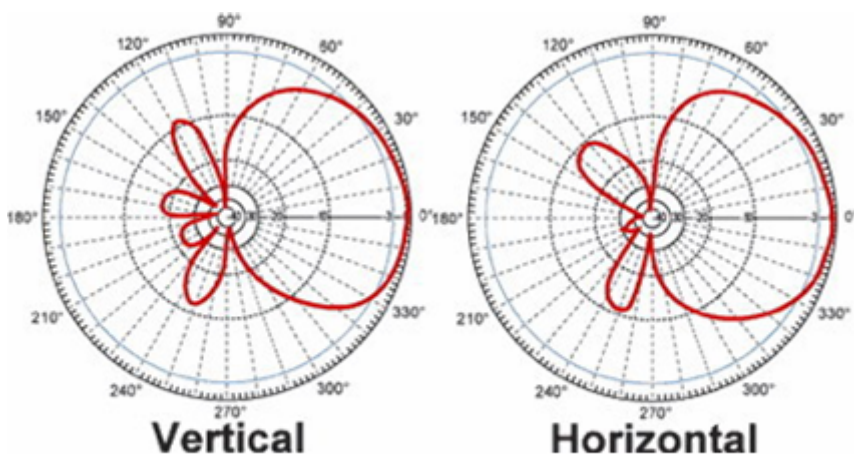
Telemetrie: je výstup z dronu, který zobrazujeme na displeji vysílačky nebo v FPV brýlích. Telemetrie nám může říkat hodnoty jako aktuální stav baterie, sílu signálu, souřadnice dronu atd.

Firmware vysílače: s firmwarem se setkáváme, pokud na vysílačce cokoli nastavujeme. Jsou modely (nejčastěji levnější), které pracují s normálním firmwarem dané značky. Jsme tedy omezeni na funkce, které přidá sama značka. Stále více se ale můžeme setkat s otevřenými firmwary jako například populární Open Tx, který můžeme sami upravit.

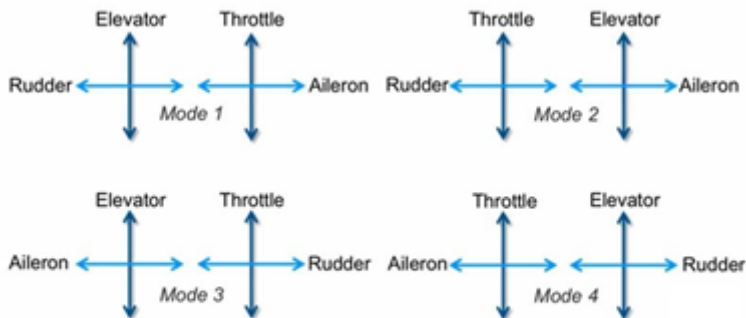
Mód vysílaček: při výběru vysílače nám tzv. mód říká, co každá „páčka“ dělá. Nejčastěji se setkáme s módem 1 a 2.

Další informace

Slovníček pojmů



zdroj: rc-wagleeye.cz; ukázka zobrazení směrového vysílače



zdroj: dronenodes.com; ukázka módů vysílače

PDB

Popis

PDB je často přehlížená část dronu, a to z důvodu určité nadbytečnosti. V kapitole ESC je psáno o tzv. „4 in 1“ ESC, tato komponenta nám v podstatě odstraňuje nutnost užití samostatného PDB v našem modelu.

Funkce

Power distribution board jak již název napovídá distribuuje proud a reguluje napětí. A to nejen k motorům, respektive k jejich regulátorům, ale i k FC, LED diodám, vysílači nebo k čemukoliv jinému co bychom rádi napájeli (Arduino, GPS atd.).

Velikost (upevnění)

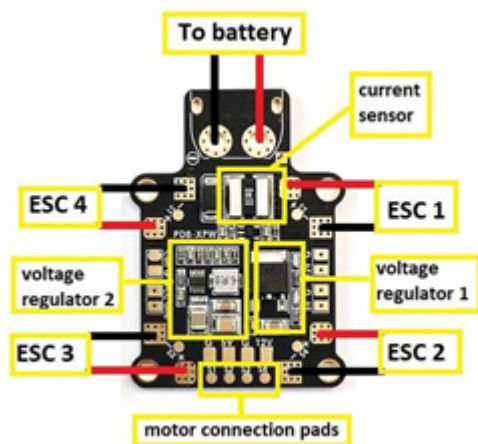
PDB má z pravidla mívá stejné rozměry jako Flight controller abychom je mohli usadit do stejného místa neboli „věže“. PDB pro FC typu Pixhawk je stejně velké jako samotný FC ze stejných důvodů.

Výběr

Výběr správného PDB nezáleží jen na motorech které chceme využívat ale i na baterii či na velikosti rámu. Vždy je dobré vybírat desku s výkonnostní rezervou. Starší desky nemusí podporovat nejnovější 6-ti článkové baterie.

Další informace

Slovníček pojmů



popis PDB; zdroj: dronenodes.com

Video vysílání/přijímání

Popis

Tato kapitola je úzce spojena s kapitolou Vysílač a přijímač, protože i zde máme podobné aspekty jako jsou frekvence, zisk antény, odpor...

Funkce

Video vysílač nemusí sloužit pouze k přenosu videa z FPV kamery, zároveň může k obrazu vložit tkz. OSD tedy informace o modelu k vysílanému videu. K pořizování videa nemusí volit pouze klasické FPV kamery ale i kamery typu GoPro a podobné.

Typy

Mezi nejrozšířenější typ patří klasické analogové vysílače, ty ovšem velmi omezují kvalitu obrazu (640x480 bodů). Jsou ale velmi dostupné. Alternativou k nim jsou vysílače digitální ty dokáží vysílat obraz až ve FullHD kvalitě, jsou ovšem mnohonásobně dražší a z pravidla těžší. Také bývá složitější dosáhnout delších vzdáleností z důvodu užití vyšších pásem (5,8 GHz). Analogové systémy mohou využívat i pásma 2,4 Ghz či 1,2 GHz které napomáhají i větší odolnosti vůči překážkám.

Přijímač

Velmi častým způsobem příjmu signálu jsou tkz. FPV brýle které nám poskytují pohled z první osoby. Tyto brýle ale fungují v podstatě na stejném principu jako klasická obrazovka jen jsou přizpůsobeny k nošení na hlavě. Můžeme ale využít pouze přijímač který poté připojíme například k televizi nebo již zmíněné standardní obrazovce.

Dosah

Většina dnešních modelů dokáže bez problému vysílat do vzdálenosti jednoho kilometru (bez výrazných překážek). Chceme-li ale létat do velkých vzdáleností nebo v husté zástavbě budeme muset vybírat vysílač který má vysoký výkon a užívá nízkých frekvencí, nejlépe 1,2 – 1,3 GHz. Výkon vysílače se udává v mW, nejčastěji 25mW, 200mW, 400mW, 600mW (výkonnější vysílače mění vhodné užívat v uzavřených prostorách kvůli odrazu signálu od objektů, pro přijímač je poté mnohem těžší detekovat přijímač). Čím vyšší výkon vysílač má, tím více se zahřívá. Při použití výkonnějších modelů musíme dávat pozor na správné umístění nebo budeme muset použít aktivní chladič prvek.

Kanály

Kanály jsou jednotlivé předdefinované frekvence s určitým odstupem mezi sebou. V případě že na jednom místě létá více lidí, je dobré se dohodnout který kanál kdo bude využívat, aby nedocházelo k rušení.

Kamery

Pomineme-li kamery typu GoPro (či ve výjimečných případech klasických fotoaparátů a kamer), vybíráme mezi FPV kamerami. U těchto kamer sledujeme několik parametrů. FOV tedy zorné pole, kódování signálu (NTSC nebo PAL): NTSC podporuje vyšší rozlišení než PAL, poměr stran (16:9/4:2), horizontální rozlišení nebo také TVL (čím vyšší tím lepší, např. 1000TVL) dále také dynamický rozsah, velikost objektivu, latenci nebo typ čipu.



zdroj: rotorama.cz; klasická FPV kamera



zdroj: rotorama.cz; standardní VTX



zdroj: rotorama.cz; populární FPV brýle Fat Shark

Další informace

Slovníček pojmů

Rady, vychytávka a jiné informace

Další rady, pravidla, vychytávky a zajímavé informace

Plán údržby

Je dobré sledovat kolika cykly si naše baterie prošla nebo jak dlouho nebyla používána. Také je dobré si zapisovat v jakém stavu baterie je. Kontrolovat bychom neměli pouze baterie, je dobré čas od času zkontrolovat dron samotný. Dáváme pozor na to, zda je kabeláž v pořádku nebo jestli nějaký šroub v konstrukci není povolen. Můžeme se tak vyhnout nepříjemným překvapením ve vzduchu.

Předletová kontrola

Před každým letem kontrolujeme stav baterie ať už modelu, FPV brýlí nebo vysílače. Vždy bychom měli překontrolovat vrtule, zda jsou správně upevněny. Před letem kontrolujeme, jestli se nenacházíme v bezletové oblasti a celkově kontrolujeme, zda je na daném místě vůbec létat. Vždy zapínáme vysílač jako první a až poté model, tímto snižujeme možnost, že se náš model připojí k jinému signálu.

Předletová příprava

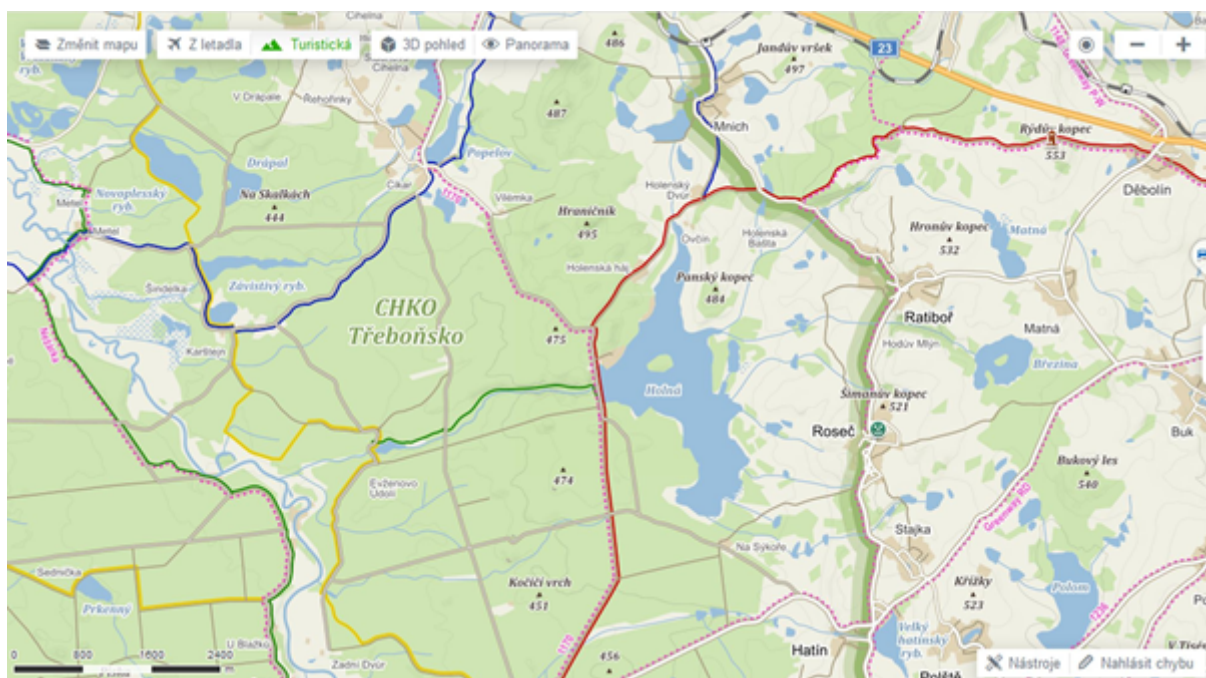
Checklist

Pro většinu profesionálních dronů existují tzv. checklisty, což je seznam postupných po sobě jdoucích kroků předletové přípravy daného dronu.

Použití checklistu je vhodné hlavně v počátcích létání s novým dronem a pokud ho dron nemá, tak si takový checklist můžeme jednoduše vyrobit. Tímto způsobem si rychle zvykneme na celý postup předletové přípravy dronu, která může spočívat u malých dronů pouze v několika krocích, ale u větších dronů může být takových kroků mnohem více a v případě vynechání nějakého kroku může dojít k různým komplikacím. Checklist je i součástí provozní příručky v případě registrace dronu na ÚCL a je ukázkou profesionálního přístupu k létání.

Mapové podklady

Před samotným létáním na vybrané lokalitě, je efektivní se dopředu připravit a zjistit si co nejvíce o lokalitě především z mapových podkladů, které jsou dostupné online, jako například mapy.cz nebo Google maps. Navíc v dnešní době jsou dostupné různé druhy mapových podkladů jako jsou turistické mapy, ortofotomapy nebo virtuální prohlídky. Lze tak pomocí turistických map jednoduše zjistit, zda nezasahuje do lokality například chráněná krajinná oblast (CHKO) nebo národní park (NP), kde není možné létat s rekreačními drony, nebo jak vypadá terén na lokalitě z hlediska členitosti a výškových rozdílů a také zjistit, zda nevede na lokalitě například elektrické vedení. Z letecké ortofotomapy zase lze zjistit, zda nejsou v okolí nějaké stavby, stromy a kde můžou být nejlepší místa pro vzlet dronu a z virtuálních prohlídek je možné si ověřit, jak prostředí vypadá ze země. Dopředu si tedy můžeme rychle zjistit, zda vybrané místo k létání je vhodné nebo je třeba se někde přemístit poblíž, najít si záložní místo vzletu a přistání a případně si vytvořit předem letový plán. Což nám může ušetřit spoustu času stráveného na lokalitě a věnovat se hlavně létání.



Turistická mapa v aplikaci Mapy.cz může zobrazit nejen terénní model pomocí vrstevnic, ale také například hranice CHKO nebo Národních parků (foto Mapy.cz)

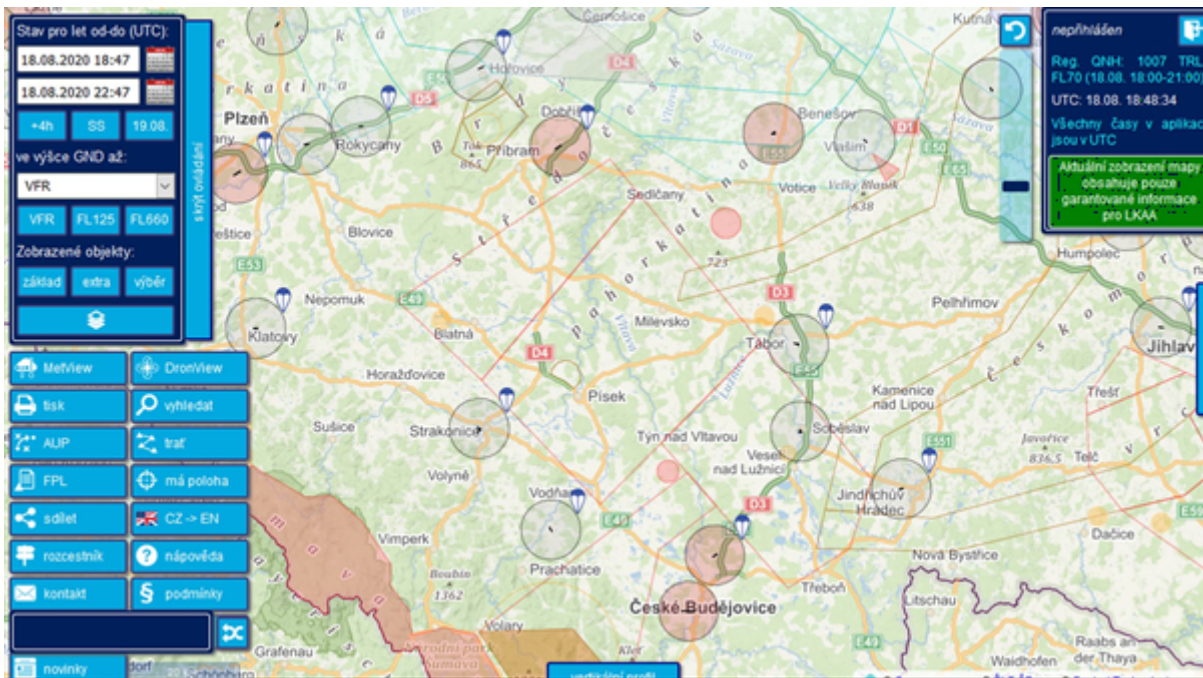
Omezení ve vzdušném prostoru

Kromě mapových podkladů lokality, kde se chystáme létat by mělo být dalším krokem předletové přípravy si ověřit, zda v daném místě nejsou nějaká omezení plynoucí z legislativy provozu dronů nejen na zemi, ale i ve vzdušném prostoru.

K tomu nejlépe slouží mapová aplikace od Řízení letového provozu AISView (případně DronView v ní spustitelná), nebo další mobilní aplikace jako je AirMap, Létejte zodpovědně nebo Maia, kde lze navíc prohlížet omezení ve vzdušném prostoru i v dalších evropských státech.

Kontrolu případných omezení ve vzdušném prostoru je potřebné provést méně než 24 hodin před vzletem, pro ověření, zda nejsou aktivovány nějaké vyhrazené letecké prostory a pokud tak od jaké výškové hladiny nad zemí. Současně zjistíme, zda se lokalita nenachází poblíž nějakého letiště nebo dalších míst, kde můžou být různá omezení nebo dokonce bezletové zóny a případně tak

změnit lokalitu, kde chceme létat na místa bez takových omezení.



Náhled webového rozhraní Aisview od ŘLP pro zobrazení omezení ve vzdušném prostoru včetně podrobností (foto ŘLP)

Počasí

Po prověření dostupných podkladů pro lokalitu, kde budeme chtít létat je potřeba hlídat předpověď počasí a vybrat vhodný den i z hlediska počasí na lokalitě.

Současně někdy můžeme mít i specifické požadavky, jaké by mělo být počasí při pořizování vybraného výstupu z dronu a také lokalita, kde chceme létat může být poměrně vzdálená a o to více musíme plánovat létání z hlediska počasí. Předpovědi počasí nejsou nikdy stoprocentní, proto je potřeba sledovat více datových zdrojů průběžně a nelze se spoléhat na dlouhodobé předpovědi, ale na předpovědi ideálně méně než 24 hodin před létáním na lokalitě. Mezi osvědčené zdroje kvalitních předpovědí počasí patří například chmi.cz, windy.com, yr.no a další. V předpovědi jsou pro létání důležité především parametry jako je stav oblačnosti, srážky, vítr, teplota, ale třeba i sluneční aktivita, která ovlivňuje geomagnetické pole a družice a z toho mohou plynout chyby v pozici GPS (dle hodnoty KP nad 4 by se nemělo s drony létat v GPS režimu).

Také je vhodné si před odjezdem na lokalitu zkontrolovat, zda není poblíž nějaká webkamera na mapě webcams.cz, na které lze velice dobře zjistit, zda například na lokalitě není nízká oblačnost nebo mlhy. Na pozorování oblačnosti je také dobré využít aktuální snímky z družic MSG v kombinaci spektrálních kanálů VIS-IR na chmi.cz.

Všechny předpovědi lze sledovat v mobilním telefonu a je vhodné si je vždy před cestou na lokalitu zkontrolovat a ušetřit si čas v případě zjištění nepříznivých podmínek pro létání až přímo na lokalitě.

Baterie

Baterie jsou nejdůležitější součástí každého dronu, protože bez nich dron nebude létat a jejich stav a kondice ovlivňují bezpečnost provedení letu a jak dlouhý bude let. Při létání s drony je potřebné mít více baterií, nejen z důvodu létání delší dobu, potřebného střídání baterií, ale také kdybychom objevili nějaké poškození baterie nebo její nafouknutí, abychom ji mohli vyměnit nebo rovnou vyřadit a zbytečně neriskovat v nejhorším případě až pád dronu. Baterie je vhodné si označit číslem, abychom mohli při větším počtu baterií jednoduše identifikovat již použité baterie a například i si zapisovat jejich využití do letového deníku a mít k dispozici počet provedených letů na danou baterii nebo provedených nabíjecích cyklů. Je potřeba sledovat neustále stav baterií při nabíjení i při samotném letu a po jeho dokončení. U chytrých baterií u nových dronů lze zjistit poškození při nabíjení nebo před vzletem v aplikaci ke dronu, u dalších dronů je vhodné mít měřák napětí a ověřit si, zda je baterie nabitá těsně před letem. Také není vhodné po přistání s baterií, která je více jak z poloviny vybitá znovu létat podle očekávané délky a vzdálenosti dalšího letu. K bateriím je vhodné si vždy s sebou brát na létání nabíječku a využít možné dobíjení například z powerbanky nebo automobilu, i když máme v plánu jen určitý počet letů na které máme baterie, ale v případě nějakých komplikací nebo jen kvůli třeba chvilkovému zatažení oblohy při focení nebo natáčení pak zjistíme, že nám nestačí počet baterií a je potřeba některou z baterií dobít.



Nabíječka pro nabíjení více baterií současně nebo postupně (foto DJI)

Na délku výdrže baterie kromě samotného způsobu letu mají také velký vliv klimatické podmínky, kdy především při nízkých teplotách pod 0°C se vybíjejí mnohem rychleji než při průměrných teplotách kolem 15-20°C. Některé baterie při takové teplotě indikují, že není možný bezpečný vzlet, proto před létáním v zimě je vhodné mít baterie v teplém prostředí a dávat je na dron až těsně před samotným vzletem. Podobně v příliš teplém počasí může docházet k rychlejšímu vybíjení nebo přehřátí a je potřeba baterie před dalším použitím ochladit, aby nebyly horké.

Kalibrace kompasu

Při častém létání na různých lokalitách, které jsou od sebe vzdálené více jak několik desítek kilometrů je potřebné provádět kalibraci kompasu dronu. Kalibrace kompasu zajistí správnou orientaci dronu při létání a stačí ji provést vždy jen jednou na dané lokalitě. Spousta dronů sama informuje pilota, že je nutná kalibrace kompasu a zobrazuje jakým způsobem se provádí. V případě, že takový náhled není k dispozici je potřebné se postup kalibrace naučit nebo si ho zaznamenat do checklistu. Průběh kalibrace má každý výrobce dronu trochu rozdílný a spočívá v provedení různých otáček s dronem v horizontální a vertikální ose. Kalibrace by se neměla provádět blízko elektrického vedení a u kovových objektů nebo automobilů a po jejím dokončení dron signalizuje, zda byla provedena správně.



Foto z průběhu kalibrace u letounového UAV (foto UpVision)

Místo vzletu

Na lokalitě, kde chceme létat je vhodné si ji projít a lépe prohlédnout, zda zde nejsou nějaké terénní nerovnosti, zda nejsou v pohledu na dron až bude ve vzduchu nějaké překážky ve viditelnosti po celou dobu letu a zda tam nedochází k pohybu osob, zvířat nebo pohybu ve vzdušném prostoru. Je potřeba si najít co nejlepší místo vzletu a přistání s ohledem na to, zda dron vzlétá z ruky nebo ze země, pak je možné využít třeba podložky v travnatém nebo prašném prostředí, případně najít nějaké vhodnější místo vzletu. Také je dobré mít přehled o lokalitě a v případě nějakých komplikací mít nějaká záložní místa pro přistání. Místo vzletu také značně ovlivňuje, jak daleko bude možné s dronem létat z hlediska přímé viditelnosti pilota na dron.

Předletová kontrola

Při přípravě dronu na lokalitě před vzletem je vhodné kromě kontroly stavu nabití baterií a jejich zapojení zkontrolovat také vrtule a jejich uchycení na dronu jednoduchým protočením, zda se nezadrhávají nebo nevydávají nějaké zvláštní zvuky. Také u dronů se sundavacími vrtulami ověřit, zda jsou dobře nasazené, včetně správného uložení z hlediska otáčení. Kromě provedení kalibrace kompasu, kontroly baterií a vrtulí je také vhodné provést kontrolu video přenosu z dronu a ověření funkčnosti nahrávání nebo focení před letem, než to zjistit až v průběhu letu a zbytečně tak vybijet baterii.

Pokud je před letem zvýšená síla větru, je možné si při použití měřáku rychlosti proudění větru (anemometr) zjistit aktuální sílu větru přímo na lokalitě, s tím že je potřeba počítat, že ve vzduchu bude síla větru ještě vyšší. V případě silného větru, což dokáží některé drony i sami v průběhu letu indikovat, je vhodné létání přerušit i s ohledem na to, že většina nehod dronů je způsobena lidským faktorem a většinou podceněním aktuálních podmínek nebo schopností pilota.

Létání dronu

V závislosti na účelu létání, lokalitě a případném pořizování výstupu je vhodné být na létání s dronem ve dvou osobách. Především z důvodu většího přehledu při létání a i zvýšení bezpečnosti, protože zatímco pilot se věnuje samotnému letu a pořízení například nějakého výstupu, druhá osoba se může věnovat prostředí, zda se někdo nepohybuje v místě létání nebo před vzletem a přistáním, zda není nějaká aktivita ve vzdušném prostoru a neletí zde náhle například helikoptéra nebo i sledovat telemetrické údaje dronu a informovat průběžně pilota, který by měl sledovat především dron, případně hlídat expozici výsledného videa, fotografií nebo jiného výstupu a být operátorem dronu, což je možné u velkých profesionálních dronů s druhým ovládáním pro senzor pod dronem.

Před vzletem je nutné počkat na zafixování polohy GPS s minimálním počtem družic určujících polohu, pokud se nechystáme létat v módu ATTI, v kterém dron udržuje pouze výšku letu. Tento mód je naopak nutné mít při létání v interiérech.

Po zapnutí motorů je vždy dobré krátce vyzkoušet malými pohyby kniplů na dálkovém ovládní dronu, zda se nahýbá nebo naklání do správných směrů při přidání plynu a máme správně nastavený mód dálkového ovládní, vzhledem k tomu, že je možné využívat 4 nejčastější módy ovládní dronu, které mají rozdílně přiřazené nastavení pohybu dronu každému kniplu a v případě použití jiného módu než na který je pilot zvyknutý například při půjčení dronu někomu jinému s jiným používaným módem ovládní může dojít velice rychle k nehodě dronu.

Samotný vzlet je vhodné vždy udělat rychlejší alespoň do výšky 3-5 metrů nad zemí nebo výše s ohledem na případné blízké objekty a vyzkoušet si, zda dron drží polohu a výšku ve vzduchu podle GPS bez potřeby kompenzace polohy dálkovým ovládním. Pokud je vše v pořádku, tak je možné zahájit létání, ať už v plně manuálním režimu nebo v dalším přednastaveném režimu ovládní a po celou dobu je nutné, aby pilot sledoval dron a létal na přímou viditelnost a měl jistotu, že dron je plně ovladatelný příkazy pilota.

Létání za různých podmínek

Způsob létání dronu může být značně proměnlivý vzhledem k aktuálním klimatickým podmínkám nebo, zda dron létá přes den nebo v noci.

Jak již bylo uvedeno u baterií, tak aktuální klimatické podmínky, a to sice zda je horko, zima nebo vítr mají velký vliv na délku letu, bezpečnost letu i způsob ovládání.

Při létání s dronem **v zimě** při teplotách kolem nuly a pod nulou stupňů Celsia se značně zkracuje doba letu a je nutné zvýšeně dbát o baterie. Některé drony ani neumožní vzlet dronu nebo je nutné zahřát baterie před samotným vzletem. V zimě je potřeba baterie mít v teple a mít na ně ochranné obaly a umístit je do dronu až těsně před vzletem. To platí i pro případné další nezávislé senzory na dronu, například pro kamery, které se také vybíjejí mnohem rychleji a je potřeba být obzvláště vybavený všemi nabíječkami a více bateriemi, pokud je to možné. Také je vhodné kontrolovat objektiv senzoru před zamlžením při změnách teplot a myslet na zvýšení pohodlí při ovládání dronu, mít například prověřené prstové rukavice na létání nebo existují ochranné návleky na ruce a ovládání dronu, aby pilot mohl neustále po celou dobu držet dobře kniply dálkového ovládání. V zimě může docházet i k námraze na vrtulích, především při létání v mlze nebo mracích, což může mít za následek poměrně rychlý pád dronu, proto není vhodné v mrazivém počasí riskovat létáním do velkých výšek a vzdáleností.

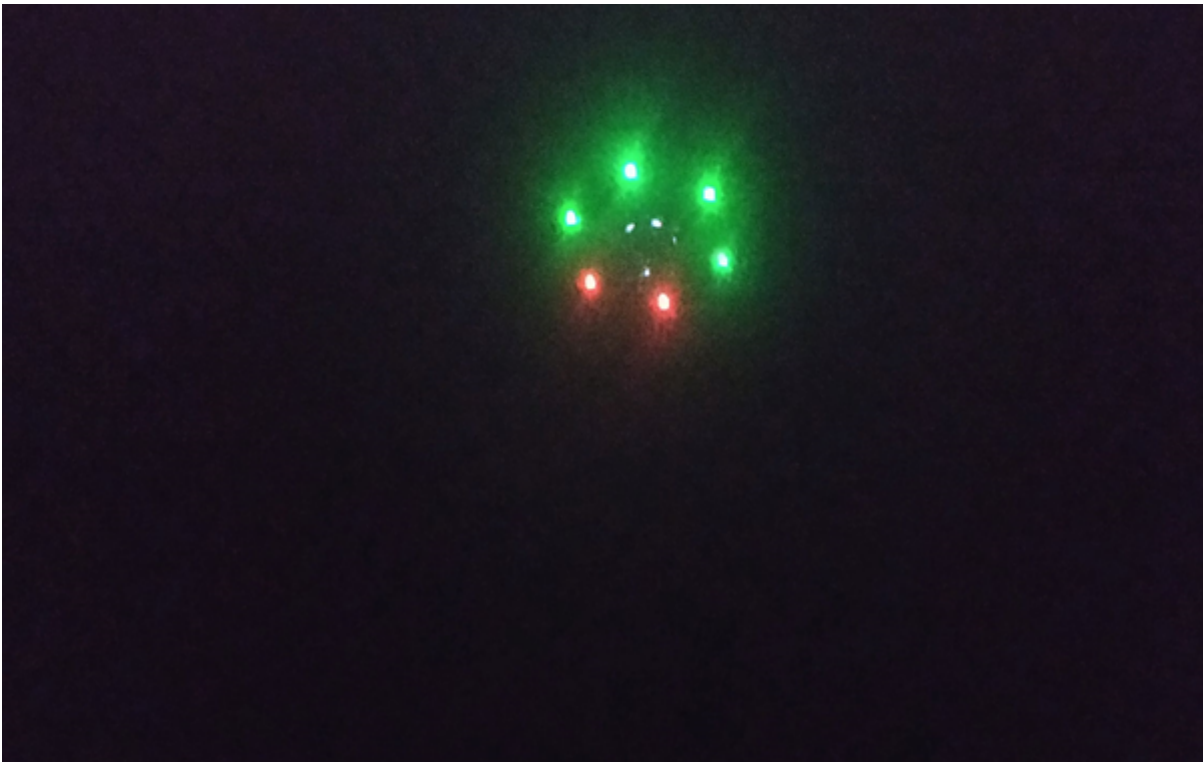


Foto z průběhu kalibrace u letounového UAV (foto UpVision)

Létání **v horku** je sice pohodlnější než létání v zimě, ale podobně jako v zimě je potřeba zvýšit péči o baterie a celý dron v takovém počasí. Dron ani baterie by neměli zůstat dlouho na slunci při teplotách nad 30°C a je vhodné baterie i dron hned po přistání přenést do stínu. U větších dronů je potřeba také hlídat teploty motorů v průběhu letu a po přistání dělat větší přestávky mezi lety pro ochlazení dronu i baterií.

Při létání **ve větrném počasí** je mít na paměti jaké jsou maximální hodnoty rychlosti větru v které dron může bezpečně létat. Toto je vhodné si sám prověřit s rostoucími zkušenostmi a získat zkušenostmi své vnitřní limity, kdy už není bezpečné s daným dronem létat. Před létáním lze podle předpovědi počasí nebo přímo na lokalitě pomocí anemometru ověřit, zda síla větru umožňuje ještě bezpečné létání. Je také potřeba vždy počítat s tím, že ve vzduchu je vyšší síla větru než na zemi a proto mít vždy rezervu, kdy je ještě bezpečné létat a zda vůbec stojí za to ve větrném počasí s dronem létat i z hlediska případného pořizovaného výstupu, který může být značně ovlivněn vibracemi. Platí také, že čím je dron větší a má větší počet vrtulí, tak tím lépe dokáže stabilizovat let a současně brát v úvahu také směr větru, protože když poletíme od nás po směru větru, tak dron se dostane velice rychle do velké vzdálenosti a naopak, když poletíme proti větru směrem k sobě například, tak let bude trvat mnohem déle než za bezvětří, což s ohledem na baterii může i znamenat, že dron se nedokáže vrátit na požadované místo a baterie se bude při letu proti větru mnohonásobně rychleji vybíjet. Při extrémním větru se může stát, že dron bude i při pohybu proti větru stát až mírně couvat a pak je jediným řešením co nejdříve přistávat než se dále prát s větrem a rychle vybíjet baterii.

Létání **v noci** se jeví více bezpečné s ohledem na to, že většina dronů je vybavena diodami, které signalizují například předek dronu, signál GPS a další aktuální stav dronu. Současně pohyb v noci ve vzdušném prostoru je mnohem nižší a i přehlednější, na druhou stranu na videopřenosu z dronu je většinou jen černá obrazovka v závislosti na osvětlení prostředí, kde by dron letěl a pilot tak může spoléhat jen na vizuální kontrolu dronu pomocí diod ve vzduchu, z kterého tak dobře neodhadne vzdálenost, natočení a další parametry dronu, které může kontrolovat pouze podle telemetrických údajů. Navíc zásadní je skutečnost, že v České republice, ale i ve spoustě dalších státech je takový provoz dronů v noci zakázaný, existuje jediné možnost zažádání o výjimku na ÚCL, kterou může udělit pouze komerčním subjektům za dodržení zvýšených bezpečnostních podmínek.



Při létání v noci lze dobře vidět dron dle světelných diod (foto UpVision)

Létání v interiérech

Dnešní především malé drony umožňují létání i v interiérech a mohou tak nahradit mnohem náročnější natáčení jinými technologiemi ať už se jedná o kamerové jeřáby, koleje pro kameru nebo steadicam.

Před létáním v interiérech je nutné si prostory důkladně projít a zjistit, jestli jsou dostatečně široké a vysoké pro potřebné létání a nejsou zde nějaká kritická místa a překážky. Spousta malých dronů má dnes možnost dokoupení příslušenství, konkrétně ochranné kryty vrtulí dronu, které brání dotyku vrtulí s okolním prostředím jako jsou například stěny nebo další předměty. Pro létání v interiérech je nutné mít vždy vypnutý režim GPS a létat v manuálním režimu ATTI, kdy dron drží výšku při letu, ale ne polohu, a proto je potřeba neustále dron manuálně korigovat dálkovým ovládáním. Novější drony mají i různé senzory ze spodu a ze stran dronu a mohou tak sami zabránit případné kolizi nebo naopak při nějakém obtížnějším létání v interiéru s dobrými zkušenostmi pilota tyto senzory vypnout. Také je potřeba udržovat dostatečnou vzdálenost od stropu, kdy by v závislosti na různých strukturách povrchu stropu mohlo dojít k přisátí dronu ke stropu a jeho pádu. V případě létání pomocí malých a rychlých FPV dronů v interiérech je potřeba především praxe a postřeh pilota vyhýbat se překážkám, což může vést k vizuálně velmi zajímavým závodům.

Výhodou létání v interiéru je to, že na něj neplatí pravidla pro provoz dronů ve vzdušném prostoru a uvedená legislativa, na druhou stranu létání v interiéru je mnohem náročnější na pilotování oproti létání ve volném prostoru, a ještě při stabilizování polohy a výšky.



Létání v interiéru s ochrannými kryty vrtulí na dronu (foto UpVision)

Krizové situace

Při létání s drony se může při sebelepší přípravě stát, že se dron začne chovat nepředvídatelně, a proto je nutné zachovat chladnou hlavu, být připraven a vědět, jak zkusit zabránit případnému pádu nebo ztrátě dronu.

Takových důvodů a situací, kdy se dron začne chovat nepředvídatelně může být více a ve většině případů je chyba především v podcenění schopností pilota nebo podmínek k létání. I tak není vyloučené, že může dojít k závadě na dronu z různých důvodů jako je například přehřátí motorů, navlhnutí dronu nebo zarušení GPS nebo ovládání dronu. Proto je potřeba takové situace předvídat a přizpůsobit tomu létání na dané lokalitě nebo tam vůbec nelétat.

Pokud náhodou nastane nějaká situace, kdy se dron začne chovat při letu zvláště, pak je nutnost mít co nejrychlejší reakce a snažit se s dronem co nejdříve vrátit zpět s průběžným klesáním nebo ihned přistát s ohledem na místo přistání. Při výpadku spojení mezi dronem a ovládáním je potřeba se co nejrychleji snažit měnit nastavení antén, pohybovat se a vydat se ihned směrem k dronu a snažit se o navázání spojení. Také je možné zkusit přepínat módy z GPS na ATTI a zkusit, zda se dá dron bezpečně ovládat, případně pomocí funkce RTH (return-to-home) se pokusit o automatický návrat dronu na domácí pozici vzletu nebo pomocí funkce HomeLock. Také je důležité mít nastavený tzv. FailSafe, jak se bude dron chovat při ztrátě spojení a za kolik vteřin se bude snažit vrátit na domácí pozici a přistát nebo rovnou přistát na místě, kde došlo ke ztrátě spojení. Při takovém automatickém návratu je nutné sledovat, zda není nějaká překážka v dráze návratu dronu. Současně se dron může snažit sám vrátit a přistát na místě vzletu při překročení přednastavené hodnoty téměř vybité baterie a je vhodné se takovým situacím vždy vyhnout a vracet se tak vždy na přistání dostatečně předem před signalizací slabé baterie s ohledem na vzdálenost a výšku letu a klimatické podmínky.

Přistání

Poslední část letu, kterou je přistání je potřeba nepodceňovat a předem mít rozmyšlené místo přistání, případně takové místo mít upravené, aby vrtule nešlehaly do trávy nebo do nějakého kamenu a mít třeba v prašném nebo zarostlém prostředí přistávací podložku. U malých dronů je možné přistání do ruky a samotné přistání je vhodné vždy provádět tak jako vzlet, což znamená mít zadní část dronu směrem k sobě a přední stranu dronu od sebe, abychom mohli v případě nějakých problémů například při větru nahnutím kniplu vpřed s dronem rychle bezpečně od sebe, ne proti sobě. Je nutné mít na paměti, že při pohybu dronu proti sobě je ovládání dronu převrácené a může tak mnohem jednodušeji v nějaké kritické situaci dojít k nebezpečnému manévru pro samotného pilota nebo při letu poblíž nějakého objektu namísto vzdálení se od objektu se k němu rychle přiblížit. Přistání s ohledem na prostředí a mimo blízkosti osob může být klidné a pomalé nebo naopak rychlejší například v zmíněném prašném prostředí a senzor pod dronem by měl mířit před sebe nebo nahoru, aby se nepoškrábal, kdyby byl sklopený k zemi. Je potřeba vyčkat na zastavení motorů a vrtulí a pak teprve pustit knipty, protože při jejich brzkém puštění při dosednutí dronu na zem, ale se stále spuštěnými motory může dojít také třeba k převržení dronu. Po vypnutí motorů lze bezpečně odpojit baterie.



Přistání dronu je potřeba věnovat zvýšenou pozornost (foto UpVision)

Legislativa

Legislativa - Doplněk X

Zákon

V České republice máme zákon jménem Doplněk X, který nám drony rozděljuje do 4 kategorií založených na maximální vzletové hmotnosti, tedy na maximální hmotnosti letadla, při které je možno uskutečnit let. Všechny tyto kategorie se dělí na dvě stejné podkategorie, které vyjadřují, zdali se jedná o rekreačně/sportovní let nebo výdělečný, výzkumný či let experimentální. Viz. tabulka.

Kategorie

<0,91 Kg; 0,91 – 7 Kg; 7 – 20 Kg; >20 Kg. Od hmotnosti 0,91 Kg by měl být stroj opatřen identifikačním štítkem se jménem a telefonním číslem majitele, taktéž by měl mít systém umožňující v případě ztráty spojení bezpečně ukončit let tkz. Fail-safe. Dd hmotnosti 7 kg musí pilot dodržovat pravidlo, které se dobře pamatuje podle číslic 50, 100 a 150. Tedy, že při startu nikdo kromě pilota nesmí být blíže než 50 m, při letu se stroj nesmí k lidem a stavbám přiblížit na méně než 100 metrů a musí se létat nejméně 150 metrů od hustě zastavěných ploch (jde o horizontální vzdálenosti).

Souhrn

- Vždy létáme za podmínek, ve kterých jsme schopni model bezpečně pilotovat.
- Létáme tak abychom nenarušovali cizí soukromí.
- Vyhýbáme se vedení a dalším vysokonapěťovým hrozbám.
- Nikdy nelétáme poblíž letišť a jiných bezletových oblastí. Pokud se nacházíme 5,5 Km od letiště létáme maximálně 100 m nad zemí a vyhýbáme se ochranným pásmům letiště.
- Velmi dobrou kontrolou, zda je možné na daném místě létat je online mapa

<https://aisview.rlp.cz>.

Slovníček pojmů

- Fail-safe systém: je systém, který v případě ztráty spojení bezpečně ukončí let. Ne vždy se však musí jednat o ztrátu spojení, proto je systém možné aktivovat také ručně při

jakékoliv ztrátě kontroly nad modelem.

- UAV: Unmanned Aerial Vehicle neboli dron, lze přeložit jako letadlo bez posádky.

ř.	maximální vzletová hmotnost	≤ 0,91 kg		> 0,91 kg a < 7 kg		7 – 25 kg		> 25 kg		bez pilotní letadlo provozované mimo dohled pilota
		rekreace sportovní	výdělečné, experimentální, výzkumné	rekreace sportovní	výdělečné, experimentální, výzkumné	rekreace sportovní	výdělečné, experimentální, výzkumné	rekreace sportovní	výdělečné, experimentální, výzkumné	
1	evidence letadla	ne	ano	ne	ano	ne	ano	ano	ano	ano
2	evidence pilota	ne	ano	ne	ano	ne	ano	ano	ano	ano
3	praktický a teoretický test pilota	ne	ano	ne	ano	ne	ano	ano	ano	ano
4	povolení k létání	ne	ano	ne	ano	ne	ano	ano	ano	ano
5	povolení k provádění LP a LČPVP	ne/ze	ano	ne/ze	ano	ne/ze	ano	ne/ze	ano	ne/ze
6	označení UA: D štítek / D štítek + pozn. značka	ne / ne	ano / ano	ano / ne	ano / ano	ano / ne	ano / ano	ano / ne	ano / ano	ano / ano
7	min. ve vzdálenosti (m): vzlet, přistání / osoby, stavby / osídlený prostor	bezpečná	bezpečná	bezpečná	bezpečná	bezpečná ale minimálně 50/100/150	bezpečná ale minimálně 50/100/150	bezpečná ale minimálně 50/100/150	bezpečná ale minimálně 50/100/150	bezpečná ale minimálně 50/100/150
8	pojištění: běžný provoz / LVV (ml. Kč)	ne / 0,25	dle nař. č. 785/20041	ne / 1	dle nař. č. 785/20041	ne / 3 od 20 kg dle nař. č. 785/20041	dle nař. č. 785/20041	dle nař. č. 785/20041	dle nař. č. 785/20041	dle nař. č. 785/20041
9	dozor	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ano	ano	ne
10	„failsafe“ systém	ne	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
11	provozní příručka UAS	ne	ano	ne	ano	ne	ano	ne	ano	ne
12	hlášení událostí	ne	ano	ne	ano	ne	ano	ano	ano	ano

Nová evropská legislativa

Od 1.1.2021 má začít platit ve všech státech EU nová jednotná evropská legislativa pro provozování dronů, která byla schválena už v květnu roku 2019 a vztahuje se na ní přechodné období k implementaci jednotlivými státy EU.

Hlavním důvodem zavedení nových pravidel je především zvýšení bezpečnosti ve vzduchu i na zemi. Současně vývoj dronů je velice dynamický a je třeba stávající pravidla, která jsou různá v každém státě EU modernizovat a přizpůsobit posledním trendům a vývoji.

Dalším velkým cílem, který by měl být pro všechny uživatele přínosem, je harmonizace pravidel pro drony v celé Evropské unii. Dnes má stále každý stát EU úplně jiná pravidla pro létání dronů a jsou propastné rozdíly v legálním provozu dronů napříč členskými státy. Díky této nové regulaci bude stačit registrovat dron v jednom státě a pak s ním bude možné v dané kategorii létat stejným způsobem v jakémkoliv dalším státě EU. A to bez další potřeby registrace a procházení si dalšími procesy uznání povolení a létat za úplně jiných pravidel, než která jsou vyžadována v sousedním státě, jako je to nyní.

A současně Evropská unie, Evropská komise i evropské letecké autority, jako jsou EUROCONTROL a EASA (Evropská agentura pro bezpečnost letectví), si uvědomují obrovský potenciál využití dronů jak z hlediska tvorby nových pracovních míst, tak ekonomický potenciál, zvyšování konkurenceschopnosti a růstu významu dronů v klasickém letectví. Chtějí tak hrát hlavní roli v tomto dynamickém odvětví, které má neuvěřitelný přesah do dalších nejrůznějších oblastí.

Přehled hlavních změn platných od 1. 1. 2021:

1. Provozovatel dronu se bude muset zaregistrovat v novém registru, který zprovozní Úřad pro civilní letectví (ÚCL), obratem obdrží jedinečné identifikační číslo, kterým označí veškeré své drony.
2. Povinná registrace se bude týkat velké většiny osob, které provozují dron s hmotností již od 250 g, ale současně všech dronů, které jsou vybaveny kamerou i v případě s hmotností pod 250 g.
3. Registrace bude probíhat on-line bez nutnosti dostavit se osobně na ÚCL a bude zdarma minimálně pro počáteční období registrace.
4. Budou zavedeny tři základní kategorie provozu dronů podléhající odlišným regulačním požadavkům.
5. Nejnižší, otevřená, kategorie provozu umožní provozovat dron i bez předchozího povolení úřadu, jakkoli s řadou omezení a požadavků, např. na proškolení pilotů apod.
6. Střední, specifická kategorie provozu umožní provoz těm, kteří potřebují překročit některý z limitů otevřené kategorie. Nejpřísněji regulovaná, certifikovaná, kategorie je pak zamýšlena spíše pro sofistikovaný provoz do budoucna.
7. Stávající prostory, kde je v ČR dronům povoleno, nebo zakázáno létat (např. okolí letišť) zůstanou alespoň zpočátku v zásadě zachovány.
8. Nově budou stanoveny i požadavky na technické parametry a vybavení dronů prodávaných v ČR, přechodně bude nicméně možné omezeně užívat i stávající, takto nevybavené, drony.
9. Přechodně bude umožněno pokračovat podle platných vnitrostátních pravidel v provozování modelů letadel v rámci klubu nebo sdružení leteckých modelářů - v ČR konkrétně Svazu modelářů České republiky z. s.

10. Výše uvedená pravidla budou umožňovat provoz dronů napříč všemi státy EU, samozřejmě za předpokladu splnění případných dodatečných požadavků daného státu.

Řízení provozu

System řízení provozu dronů - U-Space

Průběžně ještě před vydáním nařízení pro státy EU s novou evropskou legislativou pro provoz dronů vzniká paralelně další evropská legislativa, která se věnuje čistě řízenému provozu dronů ve vzdušném prostoru, tzv. U-Space (v USA a jiných státech také nazýváno jako UTM - Unmanned traffic management).



Náhled prostředí systému U-Space pro řízený provoz dronů (UpVision)

Mezi hlavní cíle U-Space je zvýšení bezpečnosti provozu dronů ve vzdušném prostoru a nabídnout nové možnosti legálního využívání dronů v závislosti na technologickém vývoji a ekonomickém potenciálu celého odvětví dronů v EU v kombinaci s analýzou rizik scénářů využití dronů.

Po přihlášení do U-Space by bylo možné začít využívat hlavně komerční drony pro pokročilé scénáře, především pro lety mimo vizuální dosah, v zástavbě a jiných provezech s omezeními. Bylo by tak možné žádat pomocí mobilní aplikace o autorizaci jednotlivých letů dronů, která bude probíhat nejdříve manuálně, ale v budoucnosti v reálném čase a automaticky a současně sdílet s autoritami v reálném čase polohu a výšku v dané rezervované letové hladině a prostoru po celou dobu letu.

U-Space bude tak základním kamenem budoucích letů zásilkových a lékařských dronů nebo dronů pro převoz osob, což se mohlo ještě před pár lety zdát jako sci-fi, ale už nyní je spousta míst po světě, kde se reálný rozvoz zásilek drony začíná testovat a implementovat. Stejně tak vývoj dronů

pro přepravu osob (tzv. Urban Air Mobility) bude brzo realitou a největší světoví výrobci letadel, jako jsou Airbus a Boeing, v nich vidí úplně nový trh v letectví, který strhl nové závody tvorby takových dronů pro osobní přepravu, se kterou už nyní počítají evropské letecké autority, a tímto způsobem tomu chtějí napomoci k brzké implementaci do vzdušného provozu.