

Jakub Karas, Tomáš Tichý

DRONY

[Létání a letový plán]



[Stavba dronu]



[Drony a legislativa]



[Letecké fotografie a videa]



computer
press

Drony

Vyšlo také v tištěné verzi

Objednat můžete na
www.computerpress.cz
www.albatrosmedia.cz



Jakub Karas, Tomáš Tichý

Drony – e-kniha

Copyright © Albatros Media a. s., 2016

Všechna práva vyhrazena.
Žádná část této publikace nesmí být rozšiřována
bez písemného souhlasu majitelů práv.

ALBATROS  **MEDIA a.s.**

Jakub Karas, Tomáš Tichý

Drony

**Computer Press
Brno
2016**

Obsah

O autorech	8
Úvod	9
Zpětná vazba od čtenářů	10
Errata	10
KAPITOLA 1	
Důležité pojmy a zkratky	11
Zkratky	12
KAPITOLA 2	
Historie dronů	15
KAPITOLA 3	
Druhy komerčních dronů	21
Trh komerčních dronů	21
Druhy rozdělení dronů	23
Multikoptéry	26
Bezpilotní letouny („křídla“)	28
KAPITOLA 4	
Výhody a nevýhody dronů	33
Výhody využití dronů	33
Nevýhody využití dronů	36
KAPITOLA 5	
Možnosti využití dronů	39
Využití pro letecké fotografie	40
Využití pro letecká videa	44
Využití pro letecký monitoring	47
Využití pro mapování	51
Speciální aplikace ve spojení se speciálními senzory	56
Využití pro transport a logistiku	60
Využití pro zábavu	64
KAPITOLA 6	
Jak vybrat nejlepší dron	69
Výběr dronu podle předpokládaného účelu	70
Výběr dronu podle typu	71

Výběr dronu podle variability využití	72
Výběr dronu podle výdrže a odolnosti	72
Výběr dronu podle potřebných komponentů	73
Výběr dronu podle certifikace a využití ve světě	75
Výběr dronu podle zkušeností uživatelů	75

KAPITOLA 7

Létání a praktické tipy **77**

Personální zabezpečení létání	78
Zadání a požadavky létání	79
Plánování létání a příprava	79
Mapové podklady a identifikace míst vzletu	80
Letecký provoz a bezletové zóny	80
Tvorba letového plánu	81
Příprava dronu a potřebného příslušenství na létání	82
Identifikace vhodného letového dne	85
Předletová příprava v terénu	87
Kalibrace	89
Létání s dronem a letový deník	89
Režimy létání	91
Pravidla létání	92
Letový deník	92
Stažení dat a postprodukce	92

KAPITOLA 8

Jak docílit nejlepších leteckých fotografií a videí **95**

Technické vybavení	96
Příslušenství fotoaparátu	97
Pořizování surových dat	98
Počasí	99
Načasování	100
Kompozice a prvek náhody	102
Postprodukce	104
Shrnutí tipů pro pořízení zajímavých záběrů z dronu	105

KAPITOLA 9

Jednotlivé součásti dronu **107**

Kryt a kapota dronu	108
Ramena multikoptéry	109
Podvozek	111
Vrtule	114
Motory	118
Řídicí elektronika	121
Dálkové ovládání	122

Baterie	124
Nabíječky	128
Gimbal	130
GPS	133
Videopřenos	134
FPV	138
Plánovací software	139
Doplňky	140
Padáky	142

KAPITOLA 10

Stavba dronu 145

Důvody k vlastní stavbě	145
Specifické požadavky a cena	145
Spolehlivost a bezpečnost	145
Drony jako koníček a povolání	146
Základní konstrukční prvky a principy letu	148
Letoun	148
Vrtulník	150
Multikoptéra	152
Základní části multikoptér	154
Rám	155
Podvozek	160
Řídicí elektronika	161
Regulátory střídavých motorů	169
Motory	169
Vrtule	170
Telemetrie	172
RC systém	173
Videopřenos, FPV	176
Pohonné baterie	178
Gimbal	179
Antény	182
Osvětlení	184
Záchranný padák	185
Způsoby stavby	185
Účel stavby a stanovení základních požadavků na multikoptéru	187
Velikost	187
Stabilita	187
MTOM, nosnost	188
Gimbal	188
Doba letu a rychlost	191
Skladnost	191
Řídicí elektronika	192

Odolnost vůči prostředí	195
Dosah RC řízení a přenosu videa	196
Bezpečnostní prvky multikoptéry	196
Kde nakupovat	199
Výběr klíčových součástí multikoptéry	200
Vlastní stavba	202
Vybavení dílny	202
Kabely a konektory	203
Konstrukce rámu	203
Vedení kabeláže	204
Pájení	206
Podvozek	206
Těžiště	206
VF rušení	207
Zapojení řídicí jednotky	207
Vyvážení vrtulí	213
Gimbal	214
Základní nastavení a první spuštění	215
Nastavení RC soupravy	215
Zapojení palubní elektroinstalace	216
Nastavení řídicí jednotky	217
Kalibrace IMU a magnetometru	219
Příprava letu, pilotáž, údržba	219
Základní vlastnosti a zásady manipulace s lithium-polymerovými bateriemi	221
Co dál s vlastnoručně postaveným dronem	224
KAPITOLA 11	
Legislativa provozu dronů	227
Smysl zvláštních legislativních úprav	227
Legislativa v ČR	228
Doplňek X	229
Důsledky vyplývající z Doplnku X	237
Vývoj legislativy	239
Proces získání povolení k leteckým činnostem s bezpilotními letadly	239
Průběh správního řízení pro získání PkL	241
Průběh správního řízení pro získání povolení k LP	246
Bezpečnostní prvky	248
Zahraniční legislativa	249
KAPITOLA 12	
Budoucnost dronů	253
Závěr	257
Rejstřík	259

O autorech

Jakub Karas

Pracuje více než 14 let s leteckými výstupy, hlavně v oblasti fotogrammetrie a geografických informačních systémů. Pracoval ve fotogrammetrii ve firmách, jako je Eurosense a Gefos, a ve firmě GEODIS měl na starost zavedení bezpilotních leteckých prostředků na český trh už v roce 2012. V roce 2013 spoluzakladatel firmy UpVision s.r.o., kde je spolumajitelem.

Je registrovaným pilotem na Úřadu pro civilní letectví celkem šesti různých typů bezpilotních leteckých prostředků. Kromě létání s drony v Česku s nimi létal například v Rusku, Rumunsku, Belgii nebo Německu.

Publikuje v zahraničních odborných časopisech s tematikou bezpilotních leteckých prostředků a geoinformatiky o konkrétních projektech jejich nasazení a je řešitelem výzkumných projektů. Získal ocenění od Ministerstva dopravy v zahraniční soutěži na využití GPS pro projekt Mapování liniových staveb z bezpilotních leteckých prostředků.

Je ředitelem Aliance pro bezpilotní letecký průmysl, členem Společnosti pro fotogrammetrii a dálkový průzkum a členem České asociace pro geoinformace. Současně je komentátorem problematiky dronů pro média.

Tomáš Tichý

Vystudoval uměleckou fotografii na Slezské univerzitě v Opavě, od roku 2009 se věnuje snímkování z dálkově ovládaných helikoptér a letounů vlastní konstrukce. V letech 2012 až 2013 pilot a konstruktér UAV oddělení firmy GEODIS Brno, nyní vedoucí pilot UAV, konstruktér a spolumajitel firmy UpVision s.r.o.

Je registrovaným pilotem na Úřadu pro civilní letectví celkem šesti různých typů bezpilotních leteckých prostředků.

Ve volném čase pilot větroňů a člen Aeroklubu Brno-Medlánky.

Úvod

Drony (z anglického „drone“), neboli správně bezpilotní letecké prostředky, jsou letecké systémy, které se dlouhodobě používají v obranném průmyslu.

Spolu s uvolněním určitých technologií do komerčního provozu se na počátku 21. století začaly vyrábět první komerční verze těchto systémů v menších velikostech a s ovládáním, které zvládne po chvilce cviku kdokoli.

V této knize se budeme zabývat těmito drony, s kterými může každý z nás přijít do styku a dají se dnes již velmi jednoduše koupit nebo případně objednat ze zahraničí, aniž byste potřebovali bezpečnostní prověrku.

Vojenskými drony se nebudeme nijak podrobně zabývat, ačkoliv těchto systémů jsou desítky až stovky druhů v podání různých světových armád ať už pro průzkumné účely nebo přímo pro zásahové účely, ale spatřit je reálně můžeme leda tak ve filmu.

Hlavním cílem této knihy je seznámit čtenáře s drony, včetně jejich detailního popisu, jejich možnostmi a druhy, s praktickými tipy, jak je využívat, jak správně vybrat, jaká jsou pravidla létání a co na to říká legislativa, vše na základě dlouhodobé praxe s jejich provozováním hlavně v podmínkách České republiky, ale i v zahraničí.



Součástí knihy je i část obsahující popis stavby menšího dronu, kterou by měl zvládnout každý technicky založený jedinec.

Definice:

Bezpilotní letecké prostředky, známé také jako drony (z anglického „drone“), jsou letecké prostředky bez posádky na palubě, které jsou ovládány manuálně na dálku nebo mohou létat automaticky dle předem nadefinovaných letových plánů nebo pomocí složitějších dynamických autonomních systémů.

Zpětná vazba od čtenářů

Nakladatelství a vydavatelství Computer Press, které pro vás tuto knihu připravilo, stojí o zpětnou vazbu a bude na vaše podněty a dotazy reagovat. Můžete se obrátit na následující adresy:

Computer Press

Albatros Media a.s., pobočka Brno

IBC

Příkop 4

602 00 Brno

nebo

sefredaktor.pc@albatrosmedia.cz

Computer Press neposkytuje rady ani jakýkoli servis pro aplikace třetích stran. Pokud budete mít dotaz k programu, obraťte se prosím na jeho tvůrce.

Errata

Přestože jsme udělali maximum pro to, abychom zajistili přesnost a správnost obsahu, chybám se úplně vyhnout nelze. Pokud v některé z našich knih nějakou najdete, budeme rádi, pokud nám ji oznámíte.

Veškerá existující errata zobrazíte na adrese <http://knihy.cpress.cz/K2264> po klepnutí na odkaz Soubory ke stažení. (Nejsou-li žádná errata zatím k dispozici, není odkaz Soubory ke stažení dostupný.)

Důležité pojmy a zkratky

V této kapitole:

- Pojmy
- Zkratky

Samotný pojem drony není pro tyto komerční nové technologie úplně správný a mezi odborníky se využívá minimálně, spíše jako slangový výraz pro zkrácené označení těchto prostředků nebo při komunikaci s neodbornou veřejností.

S tímto označením se setkáváme ve sdělovacích prostředcích, internetových diskuzích a internetových obchodech a už nyní je jasné, že veřejnost nenaučíme správné terminologii. Nicméně mezi těmi, kteří se o tyto technologie alespoň trochu zajímají, je určitě správné šířit i nadále správnou terminologii.

Slovo drony vzniklo z anglického slova „drone“, které má mimochodem mnoho významů, např. dle Oxfordského referenčního slovníku může znamenat trubce, línou osobu, vrčivý zvuk nebo trvale držený basový tón nebo souzvuk při hře na české nebo skotské dudy. Podobnost vrčivého zvuku s letem dronu zřejmě zapříčinila tato označení, která se rychle uchytila v běžných diskuzích. Dále se setkáme s tímto slovem ve sci-fi literatuře, kde označuje většinou vojenské dálkově ovládané technologie (vojáky nebo vesmírné lodě).

Dron je především bezpilotní letecký prostředek nebo bezpilotní letecký komplexní systém, který umožňuje let bez jakékoliv posádky na palubě a může být řízen na dálku v dohledu pilota, ale stejně tak i mimo vizuální dosah pilota, přesahující i vzdálenost 10 000 km, tak jak je tomu u armádních dronů, které operují na Blízkém východě a řízeny jsou z USA, Německa a dalších států.

Správná označení dronů jsou bezpilotní letecké prostředky (nebo celé systémy), toto označení se používá hlavně v anglofonních zemích a na kontinentech mimo Evropu (Severní a Jižní Amerika, Austrálie, Afrika, Asie). Tuto technologii ještě lépe vystihuje označení Dálkově ovládané letecké systémy, které se používá hlavně v Evropě.

Označení bezpilotní letecké prostředky budí dojem, že tyto prostředky nemají žádného pilota, ale ve většině případů pilota mají, jen jsou ovládány na dálku.

Samozeřejmě v dnešní době je už technicky možný plně autonomní pohyb těchto prostředků ve vzduchu, což ale samozeřejmě zatím naráží ve vzdušném prostoru na legislativní podmínky provozu, hlavně z hlediska bezpečnosti lidí a majetku na zemi. Tyto autonomní prostředky pak nejlépe vystihuje uvedený pojem bezpilotní letecké prostředky.

Ačkoliv se ve světě hromadně testují autonomní bezpilotní prostředky, právě letecké prostředky zatím musí počítat s určitými bariérami a dostatečným otestováním hlavně z hlediska bezpečnosti a praktického dlouhodobého nasazení. Určitě jim ale patří budoucnost a je jen otázkou, za jak dlouho budou využívány pro dennodenní potřeby a my lidé si zvykneme na jejich přítomnost a pomoc.

Zkratky

UAV – unmanned aerial vehicles – bezpilotní letecké prostředky

UAS – unmanned aerial systems – bezpilotní letecké systémy

RPAS – remotely piloted aircraft systems – dálkově ovládané letecké systémy

FPV – first person view – způsob ovládání dronu pilotem pomocí pohledu z kamery na dronu

GPS – global positioning system – globální polohovací systém

RC – remote control – dálkové ovládání

RTF – ready to fly – konfigurace dronu po vybalení připravená k letu

IMU – inertial measurement unit – inerciální měřicí jednotka = zařízení pro inerciální navigaci obsahující gyroskopy a akcelerometry, které určují nezávisle na prostorové poloze senzoru (letecké kamery, laserového skeneru apod.) jeho úhlové prvky vnější orientace vůči přijatému souřadnicovému referenčnímu systému



Obrázek 1.1 DJI Phantom 2 – jeden z nejrozšířenějších malých komerčních dronů



Historie dronů

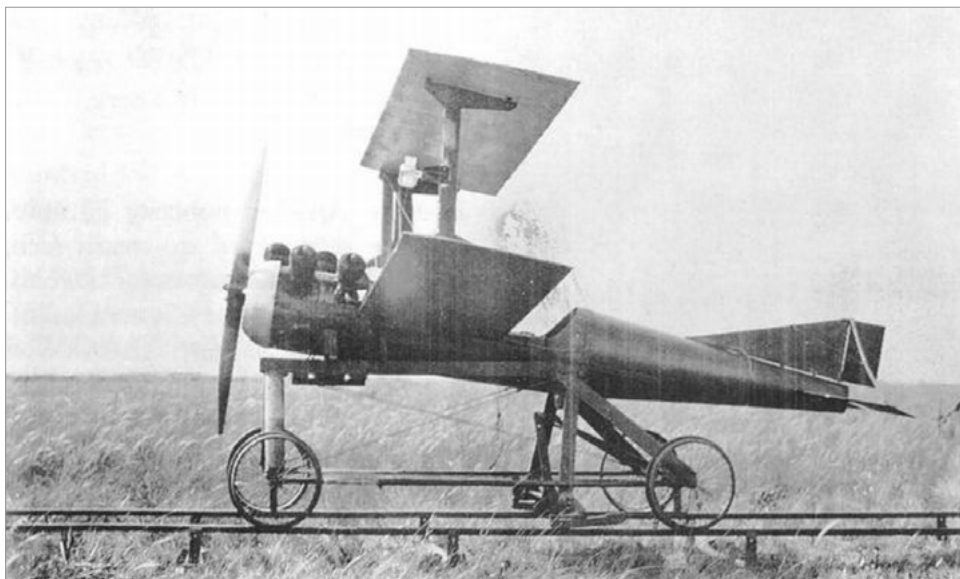
V této kapitole:

- Historie dronů

Historie bezpilotních systémů a myšlenek na jejich sestrojení sahá až ke známému americkému vynálezci srbského původu. Byl to Nikola Tesla, který si nechal v roce 1898 patentovat tzv. teleautomatizaci, což představovalo dálkové ovládání motorové loďky na vodě. Později se ukázalo, že v jeho poznámkách byly i úvahy o sestrojení bezpilotního leteckého systému.

Byly tu také ještě dříve horkovzdušné balóny bez pilotů, které shazovaly již v roce 1849 výbušniny při útoku Rakousko-Uherska na zabarikádované nepřátele v Benátkách.

První bezpilotní letadlo vyprojektoval v roce 1916 anglický inženýr Archibald Montgomery Low, známý vynálezce řízených raket, torpéd apod. Toto letadlo se jmenovalo Aerial Target (Vzdušný cíl). Ihned následovala spousta letadel řízených na dálku, jejichž hlavním účelem bylo sloužit jako dálkové ovládaná torpéda, jako např. experimentální bezpilotní letadlo Kettering Bug, které bylo schopné zasáhnout cíl až na 64 kilometrů a bylo poprvé úspěšně testováno na konci roku 1918.



Obrázek 2.1 Kettering bug – jeden z prvních bezpilotních letounů

Kromě využití jako dálkově řízená torpéda se první bezpilotní prostředky používaly také jako vhodné terče pro nácvik střelby na letící terč. Tak tomu bylo třeba u bezpilotních prostředků s přezdívkou Včelí královna, které sloužily v 30. letech 20. století jako cvičné terče pro britské královské námořnictvo.

Dále navazovaly drony Ryan Firebee (Ryanovy ohnivé včely), které využívala v 50. letech 20. století americká armáda k nácviku střelby a reakcí pilotů na řízené střely.

Později v 60. letech začaly tyto drony sloužit jako průzkumná letecká zařízení a jsou někdy označovány jako pradědečci dnešních moderních vojenských dronů. K průzkumu byly nasazeny např. během války ve Vietnamu nebo v průběhu arabsko-izraelské války v roce 1973.

V následujících letech se USA i SSSR soustředily na dobývání vesmíru a jejich prioritami se stalo kromě dostání lidské posádky do vesmíru také rozmístění strategických družic a monitoring zemského povrchu z oběžné dráhy.

V tuto chvíli se velký vývoj a výzkum dronů na čas přesouvá do Izraele.

Větší využití sledovacích dronů nachází uplatnění při monitoringu válečného konfliktu v Bosně a Kosovu v devadesátých letech.



Obrázek 2.2 MQ-1 Predator – nejznámější vojenský dron firmy General Atomics

Po celou dobu se vojenské drony vyvíjely pro monitoring nebezpečného území a pro zjištění aktuálního stavu bez rizika spojeného s vysláním pilotovaných strojů. Z provozních parametrů byl kladen hlavní důraz na co největší délku provozu ve vzduchu, vzdálené ovládání jejich

letu pilotem ovládajícím dron až tisícovky kilometrů na dálku a osazení senzory, které pořídí v reálném čase kvalitní obrazová data ve vysokém rozlišení.

Takovým nejznámějším vojenským dronem je MQ-1 Predator, který poprvé vzlétl v roce 1994 a využívá ho Letectvo Spojených států. Dříve byl znám pod označením RQ-1 Predator, kde „R“ označuje výzkumný a „Q“ bezpilotní systém. Byl využíván výhradně pro průzkumné účely ve válečných konfliktech a byl nasazen při hledání Usámy Bin Ládina.

Vše změnil teroristické útoky dne 11. září 2001 ve Spojených státech. Netrvalo dlouho a ještě v tomto roce se z označení RQ stalo označení MQ, kde „M“ označovalo multi-role (víceúčelový).

To fakticky znamenalo, že se dron modifikoval a vznikla ozbrojená verze s řízenými střelami (Hellfire a Stinger) a ze systému sloužícího původně k průzkumnému účelu se stal plnohodnotným systémem k cílené likvidaci teroristů na vzdálených územích.

Vojenské drony se od té doby začaly mnohem více modifikovat a využívat ve válečných konfliktech v Afghánistánu, Iráku, Pákistánu, Jemenu, Somálsku a dalších rizikových oblastech.

Vývoj bezpilotních leteckých systémů se nevyhnul ani České republice, kde v tomto směru byl a je nejaktivnější Vojenský technický ústav letectva a protivzdušné obrany v Praze. Nejznámějším bezpilotním průzkumným letounem je Sojka III, která je nyní už vyřazená z provozu a je k vidění v kbelském muzeu. Byla určena primárně pro vzdušný průzkum v reálném čase a monitoring a byla většinu času nasazena u roty bezpilotních průzkumných prostředků Pozemních sil Armády České republiky v období od října 2000 až do svého vyřazení v roce 2010.

V tuto chvíli některé armády disponují kromě velkých dronů schopných 24 hodin provozu a umožňujících řízení na vzdálenosti tisícovek kilometrů miniaturními drony, tzv. nanodrony. Jedná se o dron, který se vejde do dlaně a používá se hlavně k průzkumu interiérů podezřelých budov a přenosu obrazu vojákům umístěným několik desítek metrů od objektu.



Obrázek 2.3 Nanodron Black Hornet – průzkumný miniaturní dron převážně do interiérů

Využívání dronů v armádách a válečných konfliktech má spoustu odpůrců a příznivců a není jednoduché objektivně zhodnotit, na čí straně je pravda.

Pozitivním důsledkem jistě je, že za posledních 20 let byl proveden obrovský technologický pokrok v použití a vyvíjení nejnovějších technologií, které dohromady vytváří jádro klasických dostupných komerčních dronů.

Zásadní je například volné šíření globálního polohovacího systému (GPS) bez selektivní dostupnosti (zanášení umělých chyb) a rozšíření polohovacích systémů z různých kontinentů, jako bude například v budoucnu pro Evropu Galileo nebo je již dále GLONASS z Ruska a další globální polohovací systémy z Číny, Indie a Japonska.

Stejně tak vedl vývoj dronů k velkému rozvoji v oblasti pohonných baterií, jejich kapacit, motorech, závěsných systémech senzorů a jejich eliminaci vibrací, miniaturizaci elektroniky a pokročilého programování ovládacích softwarů a dalších spojených technologií, které dávají dohromady drony malých velikostí, které rychle získávají využití nejen v oblastech průmyslu a zábavy. Dostupnost těchto technologií umožňuje vznik desítek až stovek bezpilotních systémů v cenách, které jsou dostupné každému z nás, a ne jen vyvoleným, a tudíž se neustále zvětšuje základna aktivních uživatelů, kteří drony zdokonalují a využívají pro nové a nové účely. Budoucnost tedy patří dronům...



Obrázek 2.4 Dostupnost malých dronů je obrovská a lze je nyní koupit nejen ve specializovaných obchodech, ale i v hračkářstvích



Druhy komerčních dronů

V této kapitole:

- Trh komerčních dronů
- Druhy rozdělení dronů

Trh komerčních dronů

Komerční bezpilotní letecké systémy prochází obrovským technologickým vývojem, který je vždy ovlivněn hlavně tím, pro jaké účely je daný dron primárně určen.

V posledních deseti letech vznikly desítky výrobců bezpilotních systémů po celém světě. Spousta firem, kterých se toto odvětví začalo dotýkat v dosavadním podnikání, ucítila šanci a přizpůsobila se a nabízí své produktové řady speciálně pro drony (různé senzory, baterie, závesné systémy, videopřenosy, elektroniku, software, záchranné prvky atd.).

Také vznikla spousta mezinárodních a lokálních asociací sdružujících výrobce, provozovatele, výzkumné organizace a zákazníky, řada servisních, výzkumných a školicích organizací, mnoho odborných titulů a periodik, konferencí a dalších výstupů, poskytujících co nejvíce informací a podporu každému, kdo projeví zájem.

Současně výroba dronů už není jen doménou Spojených států, ale například Čína a Indie se zaměřují na výrobu dronů pro běžné uživatele a jejich podíl na trhu rychle roste.

V poslední době je trend komerční drony zmenšovat a nabídnout je lidem bez dřívějších zkušeností v modelářství k využití ve volném čase nebo například k závodům dronů.

Z toho plyne obrovská rozmanitost dronů nejrůznějších velikostí, váhy, počtu vrtulí, tvarů, výdrže a dalších letových a vizuálních parametrů, které je možné zakoupit.



Obrázek 3.1 Loga zahraničních výrobců, organizací, médií a dalších účastníků odvětví spojených s drony z roku 2015

Dle zdroje Business Insider se předpokládá, že v následujících 10 letech dosáhne trh komerčních dronů 4 miliard amerických dolarů.

Samotný prodej prvních komerčních bezpilotních leteckých prostředků začal ve větším měřítku až v roce 2006. Tou dobou se profilovali největší výrobci na všech kontinentech, většinou z klasických pilotovaných prostředků, z modelů, kde se používaly spalovací motory, nebo z výzkumných ústavů a univerzit.

S možností přijímání GPS signálu, miniaturizací řídicích desek, motorů a zvyšováním kapacit baterií vznikaly tzv. multirotorové systémy (mají různý počet vrtulí/motorů) na elektrický pohon. Předtím se používaly převážně spalovací motory, které sice vydržely déle ve vzduchu, ale byly větší hmotnostně, velikostně, jejich ovládání bylo složitější a trpěly více na vibrace a byly hlučné.

Kromě toho začaly vznikat i komerční letounové typy dronů (vystřelované z katapultu nebo vržené z ruky), které se dříve vyskytovaly pouze v armádách.

Některé připomínají tvarem modelářská letadla a jiné jsou zase aerodynamicky tvarované z lehkých materiálů, jako je uhlíkové vlákno, nazývané také „křídla“ (z anglického slova wing).



Obrázek 3.2 Bezpilotní mapovací letoun SenseFly eBee

V první fázi vývoje do roku 2012 se na trhu objevovaly převážně velké drony s váhou několika kg a velikostí od 0,5 m až do několika metrů. Byly to profesionální systémy určené převážně pro mapovací a technické účely a posléze až pro fotografické, video nebo monitorovací účely, většinou z nejlhčích speciálních materiálů na trhu, převážně z uhlíkových vláken, což také mělo za důsledek vyšší ceny samotných dronů i jejich náhradních dílů.

V následné druhé fázi, která každým rokem pokračuje, byl kladen důraz na masový trh a využití pro běžného člověka. Byl kladen důraz na natáčení leteckých videí a fotografií, čemuž odpovídala menší velikost a váha dronů (od několika gramů až po jednotky kilogramů včetně tzv. „nanodronů“, které se vejdou do dlaně), jednoduchost ovládání (přes telefon, tablet), odolný levný materiál atd.

V současné době existuje dle Evropské komise (podle údajů z roku 2014) na světě 1 708 různých bezpilotních leteckých systémů, z toho 566 v Evropě, a toto číslo neustále stoupá.

Vyvinuty nebo vyrobeny byly v 471 podnicích na celém světě (z toho 176 v Evropě).

Také se stává samozřejmostí, že největší výrobci uvádí na trh v průběhu roku více než jeden nový dron pro různé řady (standardní, pokročilé, profesionální), tak jak je tomu například u mobilních telefonů.

Druhy rozdělení dronů

Existuje spousta možností, jak drony klasifikovat, v první řadě je ale u komerčních dronů potřeba rozlišovat, jestli se jedná pouze o drony pro zábavu, které jsou primárně určené pro běžné uživatele a nelze od nich očekávat pokročilé funkce, které naopak mají komerční drony určené pro profesionály.



Obrázek 3.3 Kvadrokoptéra DJI Phantom 3 s jednoduchým ovládáním, vhodným i pro začátečníky

Drony určené pro běžné uživatele a pro zábavu se liší i velikostí, hmotností, materiálem, nastavením a hlavně cenou od dronů pro profesionály. Navíc kolikrát se zavádějícím způsobem označují jako drony i úplné hračky, které se prodávaly již dříve, jen nyní mají mikro kamery s nízkým rozlišením obrazu.

Současně se výrobci snaží zmenšit hranici mezi drony pro amatéry a pro profesionály, a tudíž vznikají i výrobní série dronů, které se dají nazvat pro pokročilé. Takové drony jsou větší, umožňují ovládání dvěma osobami (pilot a operátor) a jejich výstupy se velice přibližují výstupům z profesionálních dronů a jsou i často profesionály využívány.



Obrázek 3.4 Kvadrokoptéra DJI Inspire určená spíše pro pokročilé uživatele

Jejich předností je menší velikost oproti velkým systémům, letové parametry a kvalitní výstupy a samozřejmě stále nižší cena než u velkých systémů pro profesionály.

U dronů s určením pro profesionály se předpokládá, že budou v provozu mnohem častěji, musí být více multifunkční a budou užívány hlavně v náročných podmínkách, a tudíž je potřeba, aby byly co nejspolehlivější, co nejvíce nastavitelné, a případně umožňovali i další rozšíření samotným uživatelem. Navíc ovládání dronu je ve většině případů pro dva. Pilot ovládá pohyb dronu a operátor ovládá pohyb kamerového závěsu nezávisle na pilotovi. Z toho plyne také jejich větší velikost, váha, kvalitnější materiál, multifunkčnost a také vyšší cena.



Obrázek 3.5 Hexakoptéra Leica Aibotix určená spíše pro profesionální uživatele a technické aplikace

Způsobů, jak rozlišovat komerční drony, jsou spousty, mezi hlavní patří:

Podle zaměření:

- běžní uživatelé
- pokročilí uživatelé
- profesionálové

Podle pohonu:

- elektrický (baterie)
- spalovací

Podle typu:

- multikoptéry
- letouny („křídla“)

Podle celkové hmotnosti:

- váhové kategorie – nejčastěji určené přímo Úřadem pro civilní letectví (ÚCL)



Obrázek 3.6 Dron se spalovacím motorem rakouské firmy Schiebel, určený převážně pro letecký monitoring v krizových oblastech

Způsob jejich řízení/ovládání:

- manuální
- automatické
- kombinované
- autonomní

Dále lze drony dělit například podle:

- počtu motorů
- nosnosti
- dostupové výšky a vzdálenosti

Multikoptéry

Multikoptéra, jak už sám název napovídá, značí koptéru neboli vrtulník s kolmým vzletem, k čemuž mu slouží určitý počet vrtulí a motorů.

Pro jednodušší označování konkrétních multikoptér platí, že se označují podle počtu motorů a vrtulí.



Obrázek 3.7 Oktokoptéra DJI S1000 se sklápěcíma nohama a tříosým stabilizovaným kamerovým závěsem

Nejčastější multikoptéry jsou ty s následujícím počtem vrtulí:

- 4 = kvadrokoptéra
- 6 = hexakoptéra
- 8 = oktokoptéra

Při běžném uložení vrtulí na ramenech vedle sebe platí, že sousední vrtule se vždy točí opačným směrem.

Vrtule s motory mohou být uloženy proti sobě (protiběžně), tudíž na čtyřech ramenech může být celkem osm vrtulí/motorů.

Obecně platí, že čím více vrtulí, tím větší bezpečnost přistání při náhodném poškození jednoho motoru/vrtule. Stejně tak platí, že s větším počtem vrtulí stoupá výkon dronu a zvětšuje se stabilita jeho pohybu ve vzduchu.

Výhodou multikoptér je, že je lze využít k manuálnímu létání, stejně tak k automatickému létání podle letových plánů, nebo k jejich kombinaci. Samotný vzlet i přistání jsou kolmé vzhůru nebo dolů, tudíž prostor potřebný ke vzletu i přistání je minimální a možný téměř kdekoli, dokonce včetně interiérů.



Obrázek 3.8 Oktokoptéra Scarabot X8 s protiběžnými motory pouze na 4 ramenech

Nevýhodou multikoptér je, že vydrží oproti letounům mnohem kratší dobu ve vzduchu, což způsobuje hlavně jejich mnohem větší hmotnost a náročnější pohyb ve vzduchu.

Dále je možné u multikoptér měnit snímací a jiné senzory, které jsou umístěny pod dronem buď na speciálním závěsu (tzv. gimbal) pohlcujícím vibrace, nebo přímo pod dronem. Na těchto závěsech je možné přes dálkové ovládání řídit pohyb senzoru až ve všech třech osách a monitorovat např. objekt nezávisle na trajektorii letu. Závěs dále doplňuje video vysílač napojený na obrazový senzor pod dronem, který umožňuje vysílání obrazu ze vzduchu, v reálném čase na monitor s přijímačem nebo tzv. základní stanici, které jsou umístěny na zemi. Tato metoda je velice často využívána k různému leteckému monitoringu v reálném čase.

Bezpilotní letouny („křídla“)

Specifickým druhem komerčních dronů jsou bezpilotní letouny, také někdy zvané křídla (z anglického wings).

Samotný název drony mnohem více odpovídá těmto letounovým typům, které vychází jak účelem, tak i tvarem z vojenských dronů.

Tyto drony jsou oproti multikoptérám určeny pouze k účelům mapování a monitorování. V jejich těle je fixně umístěn fotoaparát nebo jiný senzor, který většinou nelze ani vyměnit, což snižuje možnosti jiného využití.

I u těchto specifických dronů se postupně pomalu rozvíjí multifunkčnost, kdy se začínají adaptovat do těl dronů i jiné senzory s možností jejich výměny, která je ale mnohem náročnější než u multikoptér.



Obrázek 3.9 Vzlet křídlového dronu z odpalovací rampy stiskem vzdáleného ovládání

Vzlet těchto letounových dronů probíhá dvěma způsoby:

- z odpalovací rampy,
- z ruky hodem.

Vzlet z odpalovací rampy probíhá tak, že po natažení lana s uložením na letadlo se přes dálkovou spoušť ručně odpálí a vymrští z rampy letoun a ihned po opuštění rampy se zapne motor a letoun nabere ihned požadovanou rychlost a tím pádem i rychleji požadovanou výšku.

Oproti tomu mnohem jednodušší jsou letouny s možností vzletu z ruky operátora nebo pilota, který zapne motor a mrštěním letounu z ruky nabere prostředek požadovanou výšku a rychlost, ovšem pomaleji než u odpálení z rampy.

Většina těchto dronů létá automaticky podle letových plánů, které se dopředu naplánují a pošlou bezdrátově do letounu. Ten pak na základě GPS a naplánovaných parametrů provede požadovaný let úplně automaticky, s možností let přerušit nebo ukončit.

Vzhledem k letu v jedné letové hladině a váze jsou tyto systémy schopny letu ve většině případů až 1 hodinu na jednu baterii.

Rozdíly mezi letouny a křídly jsou také například ve způsobu přistání. Většina z nich přistává automaticky na předem určenou pozici, což vyžaduje výběr vhodné nezarostlé přistávací lokality bez jakýchkoliv překážek (nejlépe louky, vzrostlé plodiny). To může značně ovlivnit celkový čas na provedení letu a v horším případě i poškodit systém při přistání na nevhodné lokalitě. Samotné automatické přistání probíhá na velké ploše (u některých systémů jsou nutné

až stovky metrů) bez překážek (stromy, objekty, elektrické vedení atd.) pozvolným klesáním až vypnutím motoru nad zemí manuálně ovládáním nebo automaticky.



Obrázek 3.10 Bezpilotní mapovací letoun MaVinci Sirius při vzletu hodem z ruky

Existují ale i letouny, které jsou schopny kromě automatického letu i manuálního letu, případně kombinace automatického letu a manuálního přistání, což značně usnadňuje celý provoz a výběr vhodné přistávací lokality, protože při troše pilotní zručnosti je možné přistát na malé ploše, například 30–50 m široké.

Letouny a křídla na rozdíl od multikoptér slouží spíše pro speciální technické aplikace, letecký monitoring a mapování mnohem větších ploch.

Výrobci letounových dronů je logicky méně, protože se orientují hlavně na využití profesionály, a tudíž i cena těchto dronů je mnohem vyšší než u multikoptér.



Výhody a nevýhody dronů

V této kapitole:

- Výhody využití dronů
- Nevýhody využití dronů

Komerční drony zatím nemají dlouhou historii, a i proto se neustále vyvíjejí. Jako každá moderní technologie mají své výhody a nevýhody. S postupujícím časem se neustále zdokonaľují a hlavně se dbá na to, aby jejich provoz byl bezpečný jak zúčastněným osobám, tak hlavně osobám nezúčastněným jejich provozu, včetně jejich majetku.

Abychom mohli tato pro a proti objektivně posoudit, nabízí se srovnání např. s pilotovanými leteckými prostředky, nebo zvážení možností využití dronů k určitým výstupům a jejich porovnání s dosud dostupnými příbuznými metodami.

Výhody využití dronů

Výhody dronů plynou z jejich hlavních parametrů, což je jejich menší velikost a jednoduchý provoz a ovládání.



Obrázek 4.1 Menší drony lze jednoduše přenášet do náročného terénu na zádech nebo ve speciálních batožinách, v nichž je místo i na náhradní baterie a příslušenství

Mezi hlavní výhody patří:

- Výrazně levnější provoz (oproti využití pilotovaných strojů)
- Snadná manipulace a mobilita
- Vysoká flexibilita nasazení strojů do akce
- Možné použití (start a přistání) na špatně přístupných místech
- Online přenos obrazu z dronu na velkou vzdálenost (observace nebezpečných prostor)
- Vysoké rozlišení fotek a videí
- Potenciální výhody při pořizování specifických dat ve spojení s různými mikro senzory (snímací senzory se zmenšují a zlehčují a lze je adaptovat na drony)
- Nízká hlučnost provozu
- Využití za nízké oblačnosti
- Možné využití i v určitých interiérech

Jelikož se rozměry komerčních dronů pohybují od několika cm do jednotek metrů, je možné je vložit téměř do každého automobilu a převézt bezpečně až do lokality, kde chceme provést letecké snímkování.



Obrázek 4.2 Bezpilotní letoun složený do přepravního boxu, který se vejde do každého osobního automobilu

Z toho je patrná hlavní výhoda ve srovnání s klasickými pilotovanými prostředky, tedy nižší cena provozu a současně možnost rychlého nasazení v případě potřeby.

Většina dronů je na elektrický pohon (baterie) a spotřeba energie na jeden let se tedy pohybuje v řádu několika korun, na rozdíl od potřeby leteckého paliva u pilotovaných prostředků.

Dále je možné vzlétnout z velice malé plochy a kolmo přistát, bez potřeby vyhrazených prostor ke vzletu nebo přistání.

Kromě toho se s postupem času všechny fotoaparáty, videokamery a další speciální senzory zmenšují a snižuje se jejich váha, což přidává možnost využívat takové senzory pro drony.

Jelikož senzory, které podporují záznam a přenos videa (což je každý fotoaparát a videokamera), mohou online vysílat přes dron obraz do monitoru s přijímačem signálu, lze drony velice efektivně využít při leteckém monitorování nebezpečných lokalit. Mohou být tedy využity při přírodních katastrofách a jiných incidentech, kde není zaručena bezpečnost lidem, a přitom je potřeba získat co nejdříve přehled o situaci v těchto místech a přijmout příslušná opatření s ohledem na reálnou situaci.

Sám pilot a všichni zúčastnění letu stojí nohama na zemi, tudíž i bezpečnost pilota je v případě ovládání dronu zaručena.

Výhodou je samozřejmě rostoucí počet druhů různých bezpilotních leteckých systémů a dostupnost těchto komerčních dronů různých velikostí a specifikací, které se v průběhu posledních deseti let dostaly z dlouhých předobjednávek převážně v zahraničí do tuzemských kamenných a internetových obchodů.

Nevýhody využití dronů

Jelikož jsou komerční drony poměrně krátkou dobu na trhu, jejich technologie se neustále vyvíjí a zlepšují se jejich parametry, a je tedy patrná snaha případné nevýhody neustále snižovat.

Mezi hlavní nevýhody dronů patří:

- Dolet (dolet pouze několik km)
- Letový čas (desítky minut)
- Nízká nosnost (jednotky kg)
- Nejednotná mezinárodní legislativa (pravidla v každé zemi jiná, včetně EU)

Drony samozřejmě nemohou konkurovat pilotovaným leteckým prostředkům v ulétnutých vzdálenostech a výdrži ve vzduchu. Ačkoliv jsou výjimky, kdy drony dokáží monitorovat území třeba 24 hodin, ale zde se jedná o armádní drony se spalovacími motory.

Současné se začínají vyvíjet drony, které by mohly vydržet ve vzduchu třeba až čtvrt roku a pohybovat se ve výšce 18–24 km nad zemí a šířit např. internetové připojení, více v kapitole 12.

Dalším problémem je různorodá legislativa pro provoz dronů např. k jejich komerčnímu využívání, a je tedy nutné se vždy seznámit dopředu s legislativou daného státu, kde plánujeme s dronem létat.

V Evropské unii a v USA vzniká jednotný legislativní proces, který by měl v budoucnu umožnit stejné podmínky využívání dronů, a harmonizovat tak legislativu v Evropské unii, více v kapitole 11.

Nicméně již nyní je jasné, že v nejbližší době nebude dronům povolen pohyb v určitých letových hladinách a prostorech a vždy bude mít jejich provoz menší prioritu než klasický komerční letový provoz.

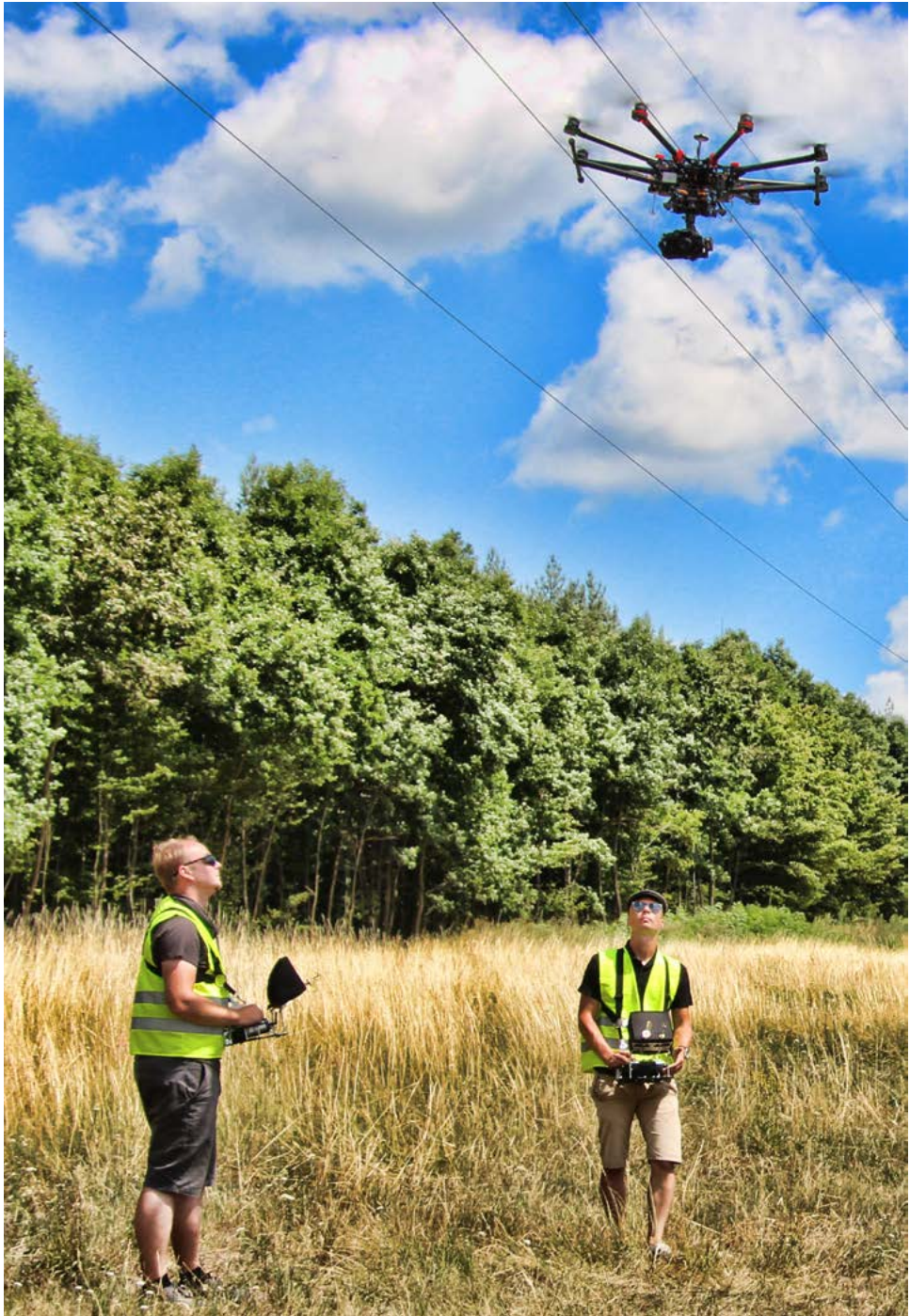
Největším omezením v současnosti je, že drony nemají tzv. odpovídače (systém, který mají všechny klasické letecké prostředky), které by identifikovaly svoji přesnou polohu v letovém prostoru pro Řízení letového prostoru, a nejsou tak viditelné na radarech a mohou být potenciálním rizikem pro pilotované prostředky.

Dokud nebude toto odstraněno, budou vždy platit striktní pravidla, v jakých letových hladinách se smějí tyto prostředky pohybovat, že musí být jejich provoz ve vizuálním dosahu pilota apod., ačkoliv samotná technologie umožňuje létat mimo vizuální dosah, létat automaticky dle letového plánu nebo i autonomně.



Obrázek 4.3 Prozatímní nemožnost identifikování dronů ve vzdušném prostoru klasickými pilotovanými prostředky přináší rizika střetů

Pokud bude v budoucnu zajištěna jednoduchá identifikace dronů v letovém prostoru, a tím zvýšena bezpečnost jejich provozu, odpadne tak řada dnešních bariér jejich komerčního využití.



Možnosti využití dronů

V této kapitole:

- Využití pro letecké fotografie
- Využití pro letecká videa
- Využití pro letecký monitoring
- Využití pro mapování
- Speciální aplikace ve spojení se speciálními senzory
- Využití pro transport a logistiku
- Využití pro zábavu

Způsobů a možností jak využívat drony, jsou desítky až stovky a každým dnem po celém světě dochází k nějakému unikátnímu využití dronů, v různých přírodních podmínkách pro nej-různější druhy leteckého monitoringu, mapování a další využití dronů.

Nejjednodušší využití dronů je samozřejmě pro zábavu, ale potenciál využití dronů je vysoký a lze si je představit téměř všude kolem sebe.

Výhodami využití dronů je zjednodušení práce a větší cenová efektivita jejich nasazení. Dále jsou to kvalitnější a detailnější výstupy než z klasických pilotovaných leteckých prostředků nebo družic, rychlost a flexibilita jejich nasazení a možnost využití při potenciálně nebezpečných situacích s nižším rizikem pro zúčastněné a spousta dalších účelů.

Další možná využití dronů plynou z variability využití různých speciálních senzorů umístěných pod dronem nebo na něm, které umožňují nejrůznější způsoby a výstupy leteckého monitoringu.

Samozřejmostí je, že pro všechny drony, které jsou určeny pro komerční účely, a tedy využívány za účelem zisku, ale i výzkumu, platí ve většině států samostatná legislativa, kterou je nutné dodržovat. Kromě toho platí pravidla létání a míst, kde se může létat těmito prostředky. Více v kapitole 11 – Legislativa.

Všechna využití dronů vychází z následujícího dělení:

- Letecké fotografie
- Letecké video
- Letecký monitoring

- Mapování prostoru a terénu
- Speciální aplikace ve spojení se speciálními senzory
- Transport a Logistika
- Zábava

Z toho plyne, že drony mají velký potenciál a do budoucna se s nimi budeme vídat více a více. Je logické, že drony jsou dalším krokem technologického vývoje a je potřeba s nimi počítat a efektivně je využívat tam, kde jejich nasazení má smysl.

Na druhou stranu se není třeba obávat, že v nejbližší době budeme pod neustálým dohledem dronů a budou nám jich létat stovky nad hlavami. K tomu slouží legislativa pro jejich provoz, ale současně i legislativa na ochranu osobních údajů. Přestože je to možná přání některých celosvětových dodavatelů zboží, takový stav není žádoucí a je nutné identifikovat, kde je využití dronů opravdu potřebné a má smysl.

Využití pro letecké fotografie

Využití dronů pro letecké fotografie je jedním z nejčastějších výstupů. Každý z nás chtěl mít vždy leteckou fotografii svého pozemku, domu nebo míst, která navštěvuje nejraději.

Letecká fotografie nám ukazuje okolí známého bodu z jiné perspektivy, kdy vidíme kromě nejbližšího okolí, které vidíme ze země, celý kontext a členitost krajiny. Letecké fotografie se používají z tohoto důvodu pro architektonické studie, protože ukazují projektované stavby v kontextu celé zástavby nebo krajiny a to, zda nenarušují svým vnímáním okolí.

Využití dronů pro letecké fotografie je v podstatě nejjednodušší záležitostí, protože většinou dron koupíme již s kamerou nebo fotoaparátem, případně doplníme svým fotoaparátem.

Pro pořizování leteckých fotografií je téměř jedno, jaký konkrétní senzor použijeme, kritériem je náš cíl, tedy jak moc kvalitní fotografie chceme pořizovat.

Tomu je samozřejmě potřeba přizpůsobit výběr fotoaparátu nebo kamery, jeho čip, rozlišení, možnosti expozice, ale i mít citění pro kvalitní fotografii a podmínky na její pořízení.

Letecké fotografie z dronu mají tu výhodu, že na ně nepotřebujeme speciální kamerové závěsy, které dokonale pohlcují vibrace, ale dá se využít i klasický servo kamerový závěs. Další výhodou je, že to, co chceme fotit z dronu ve vzduchu, vidíme v klidu na zemi na monitoru a můžeme tedy výsledné fotografii přizpůsobit úhel pohledu, výšku snímání, kompozici, a tudíž s výslednými fotkami si můžeme „hrát“ v reálném čase, kdy dron snímá obraz ze vzduchu a my si jen nastavujeme výsledný pohled pro fotografii.



Obrázek 5.1 Letecká fotografie sesuvu na dálnici D8 z dronu pro účely dokumentace aktuálního stavu

Stejně tak fotografie mají velkou výhodu, že s nimi můžeme dále pracovat na počítači a jejich koncovou vizuální podobu ovlivnit ve speciálních softwarech.

Letecké fotografie z dronů najdou využití například pro:

■ **Marketingové účely**

- ☐ Letecké fotografie přírody, památek, areálů, obcí, měst, akcí
- ☐ Panoramatické fotografie
- ☐ Letecké virtuální prohlídky

■ **Dokumentace stavu**

- ☐ Letecké fotografie průběhů staveb, developerských projektů
- ☐ Letecké podkladové fotografie pro památkáře, architektky
- ☐ Letecké snímkování v určité časové periodě

■ **Technické aplikace**

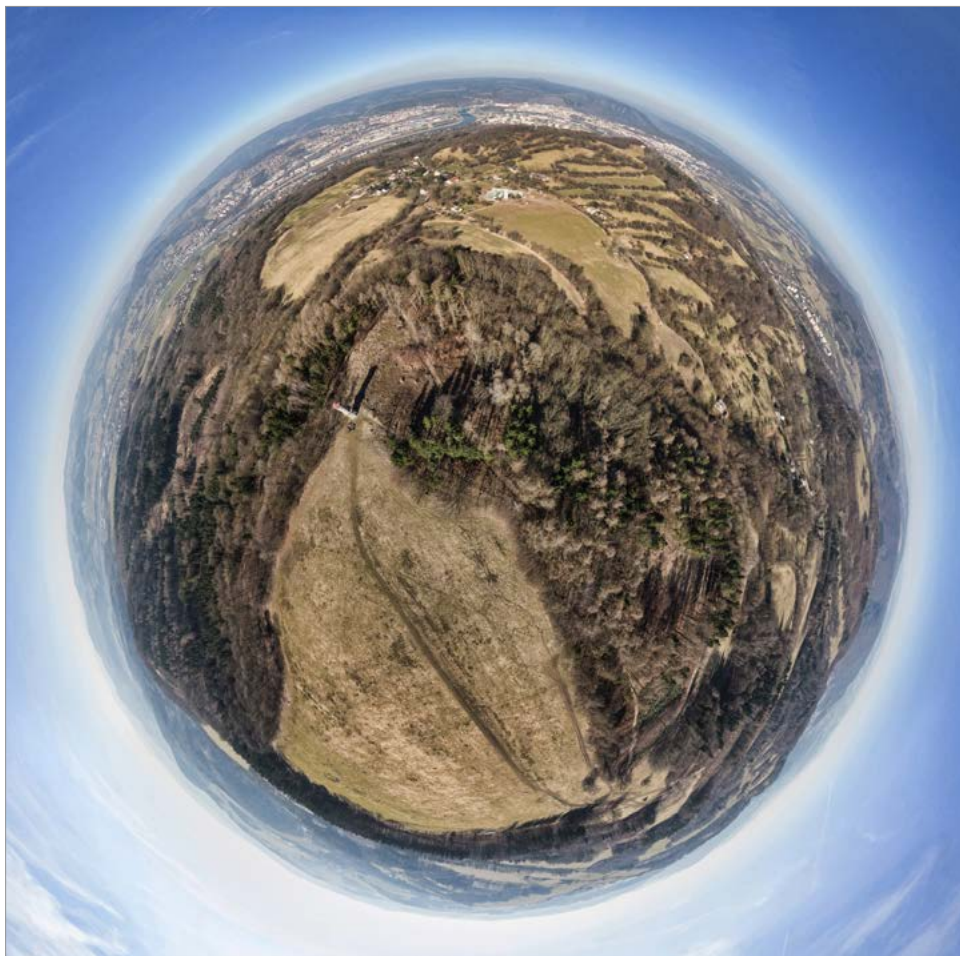
- ☐ Fotky slouží jako podklad například pro analýzy zpracování obrazu



Obrázek 5.2 Letecká fotografie Ještědu z dronu pro marketingové účely

Také lze z dronů vytvářet efektivní letecké virtuální prohlídky, které vychází z leteckých fotografií se sférickou projekcí, kterou zajišťují speciální objektivy. Výsledné virtuální panorama ukáže celou krajinu do vzdálenosti několika kilometrů, na rozdíl od virtuálních prohlídek focených na zemi nebo z automobilu.

Z leteckých fotografií pořízených speciálními objektivy z dronu lze vytvářet nejrůznější další projekce a virtuální výstupy.



Obrázek 5.3 Letecká sférická fotografie pořízená z dronu nad rozhlednou u Děčína v projekci tzv. little planet

S rozvojem dronů zažívá letecká fotografie nový rozkvět a stává se stále žádanější. Spousta zákazníků navíc oceňuje, že může být samotnému pořizování leteckých fotografií přítomná, že nemusí sedět někde v letadle, ale mohou v klidu na zemi u monitoru velice jednoduše navést operátora kamery dronu k co nejlepšímu žádanému výsledku letecké fotografie.

Využití pro letecká videa

Využití dronů pro letecká videa je společně s pořizováním leteckých fotografií nejčastějším výstupem z dronů.

Letecké video nám jednoduše umožňuje vnímat celou krajinu a okolí v celku a utvořit naši představu o místě natáčení, aniž bychom na něm kdy předtím byli.

Využití dronů pro letecké video je o něco složitější než pouze pro leteckou fotografii ve smyslu toho, že zaznamenaný obraz je v určité časové délce a většinou v pohybu samotného dronu. Tudíž je v pořízeném leteckém videu mnohem více vidět, pokud dochází k vibračním obrazu, a také je potřeba dávat pozor, aby ve videu nebyly rušivé prvky jako vrtule, případně nohy dronu.

V dnešní době se dají pro kvalitní letecké video využívat i levnější malé drony, které jsou primárně dělané na malé kamery pro extrémní použití. Stejně tak se dají tyto malé drony využít i pro natáčení videa a lety v interiérech, kdy mohou do jisté míry jednoduše nahradit koleje s profesionální kamerou nebo kamerové lanovky.

Současně je potřeba mít kvalitní kamerový závěs (gimbal) s pohybem kamery ve všech třech osách, což má za následek možnost dynamických záběrů.

Pro letecké video z dronu je potřeba mít z hlediska kvalitního výstupu a současně bezpečnosti při natáčení nejlépe dron, který umožňuje ovládání pro dvě osoby – pilota dronu a operátora kamery.



Obrázek 5.4 Pilot a operátor, každý se svým dálkovým ovládáním, včetně monitoru pro řízení natáčení v reálném čase z kamery pro operátora a monitoru pro pilota, který v něm může sledovat pohled z kamery na přední straně dronu

Pilot ovládá pouze let dronu a samotné natáčení a pohyb kamery na kamerovém držáku pod dronem ovládá operátor kamery nezávisle na pilotovi. To umožňuje, že kamerový operátor se může plně soustředit na výsledek leteckého videa. Operátor natáčí pomocí přenosu videa do monitoru na zemi přímo z kamery na dronu v reálném čase, navíc může využívat pomůcky, jako jsou například FPV brýle (z anglického first person view), které umožňují přenos videa z kamery přímo v brýlích operátora.



Obrázek 5.5 Dron Aerigon s celkem 12 vrtulemi se využívá často při natáčení hollywoodských filmů, unese nejpopulárnější filmářské kamery jako RED Epic nebo ARRI Alexa

Letecké video z dronů lze využít podobně jako letecké fotografie například pro:

- **Filmové účely**
 - Film, dokumenty, videoklipy
 - TV a přímé přenosy
- **Marketingové účely**
 - Letecká promo videa přírody, památek, areálů, obcí, měst, akcí
 - Reklama
- **Dokumentace stavu**
 - Letecká videa průběhů staveb, přírodních událostí apod.
 - Letecké natáčení v určité časové periodě
- **Online streamování obrazu**
 - Natáčení situací v reálném čase a další sdílení videa
- **Technické aplikace**

- Video slouží jako zdroj k další práci, například k rozsekání videa do jednotlivých fotek (frames) nebo obrazovým analýzám

Letecké video z dronů našlo využití především u filmařů a televizních společností, kde se natáčení tímto způsobem stalo mnohem dostupnější pro samotné produkce hlavně z důvodu nízké finanční náročnosti. Samotné letecké video v sestřihu s pozemními záběry přidává na dynamičnosti celého výsledného videa.

Je samozřejmé, že drony, které využívají filmaři, jsou v jiných cenových relacích než běžně dostupné drony. Navíc mají téměř dokonalou stabilizaci kamerových závěsů a hlavně mají vysokou nosnost. Hlavním důvodem je, že filmové kamery včetně speciálních objektivů mají mnohem větší hmotnost. Běžná hmotnost filmových kamer využívaných na dronech je 5 kilogramů, tudíž dron kromě velké nosnosti a stability musí mít také výdrž ve vzduchu, která se většinou pohybuje mezi 10–30 minutami v tomto zatížení.

Natáčením leteckého videa z dronů se posunuly další možnosti natáčení ze vzduchu. To, co dříve mohly provádět pouze speciální helikoptéry se zavěšenou kamerou, můžou nyní drony velice jednoduše natáčet a zobrazovat v reálném čase celému filmovému štábu. Navíc bezpečně jak pro pilota, tak pro všechny zúčastněné.

Drony také otevřely nové možnosti natáčení, které dříve nebyly ani možné. Vzhledem k malé velikosti a manévrovatelnosti není problémem létat nízko nad zemí nebo blízko různých objektů a natáčet dynamické záběry, což je kolikrát pro klasicky pilotované helikoptéry nebezpečné a riskantní.

Také je velice výhodné využívat drony pro přímé přenosy například sportovních událostí, tak jako byly drony hromadně ve stovkách využity pro přímé přenosy lyžařských a snowboardových závodů na Zimních olympijských hrách v Soči v roce 2014. Následkem natáčení těchto extrémních závodů z dronů získaly závody pro diváky nový rozměr a záběry byly odlišné od klasického využívání kamerových lanovek.

Drony přinesly do filmařského průmyslu malou revoluci, jejich využívání neustále roste a můžeme sami pozorovat v televizi a filmech, že záběry ze vzduchu nejsou už jen doménou přírodních dokumentů, ale jsou stále více vidět ve zpravodajských reportážích, reklamách, videoklipech i filmech.



Obrázek 5.6: Kamerové závěsy (gimbaly) pod dronem s filmovými kamerami

Využití pro letecký monitoring

Využití dronů pro letecký monitoring a různé letecké inspekce pomalu, ale jistě roste. Lze je využít tam, kde dosud probíhal letecký monitoring pouze z pilotovaných letadel nebo helikoptér, ale stejně tak je lze využít pro usnadnění práce, kterou dosud dělali například horolezci nebo různé lezecké kontroly.

Jedná se tedy především o monitoring výškových objektů, jako jsou chladicí věže elektráren nebo přehradní hráze rozsáhlých přehrad. Pro tyto výškové práce, jejichž součástí je vytváření obrazového záznamu ve vysokém rozlišení, jsou v rámci inspekci stavu konstrukce drony velice vhodné.

Stejně tak je vhodné využití dronů pro letecký monitoring v energetice, kde se provádí v různých časových intervalech inspekce stožárů vysokého vedení, kterou provádí buď horolezci, nebo helikoptéry. Drony mohou mnohem rychleji provádět průběžné kontroly a na základě výsledků posílat lezecké kontroly efektivně tam, kde je potřeba případná poškození opravit. Samozřejmě dron nenahradí úplně lezecké inspekce, pokud je potřeba něco opravit, ale může je efektivně doplnit a zároveň pořizovat obrazový záznam kontrol.



Obrázek 5.7 Pilot a operátor využívají dron pro monitoring případného poškození sloupů elektrického vedení

Dále jsou drony velice dobře využitelné pro letecký monitoring ve spojitosti s různými senzory, jako je například termovizní kamera nebo jiné speciální senzory, které nemusí být vůbec nutně se záznamem obrazu, ale například zjišťující znečištění ovzduší. Více v kapitole 5.5.

Samostatnou kapitolou leteckého monitoringu je využití dronů pro záchranné složky – hasiče, policii a záchrannou službu.

V zahraničí se rychle rozšiřuje využití dronů pro letecký monitoring hlavně hasiči, kteří mohou v reálném čase ze země z bezpečné vzdálenosti sledovat rozsah krizové situace a možná rizika dalšího ohrožení. Takto může velitel zásahu nebo krizový štáb na základě přenášeného obrazu situaci ihned vyhodnotit a posílat své lidi efektivně tam, kde je jich nejvíce třeba.



Obrázek 5.8 Využití dronu pro letecký monitoring místa letecké nehody a podpora pro velitele zásahu při dalším rozhodování v reálném čase

Navíc z dronu se celá situace zaznamená a může dále sloužit pro zpětné vyhodnocení dané krizové události a jako příprava a prevence podobných situací.

Letecký monitoring z dronů lze využít například pro:

- **Výškové inspekce**

- ☐ Výškové budovy, přehradní hráze, chladicí věže
- ☐ Energetika – doplnění periodických inspekcí

- **Krizové události**

- ☐ Letecká podpora pro záchranné složky – policie, hasiči, záchranná služba

- **Dokumentace aktuálního stavu**

- ☐ Letecká dokumentace aktuálního stavu plošných a liniových staveb
- ☐ Letecká dokumentace v určité časové periodě

- **Online streamování obrazu a podpora rozhodovacích procesů**

- ☐ Přenos obrazu v reálném čase pro monitoring území a staveb pro krizové štáby, ostraha objektů
- ☐ Monitoring pro ochranu životního prostředí (zvěř, sopky, znečištění ovzduší)

- **Preventivní monitoring**

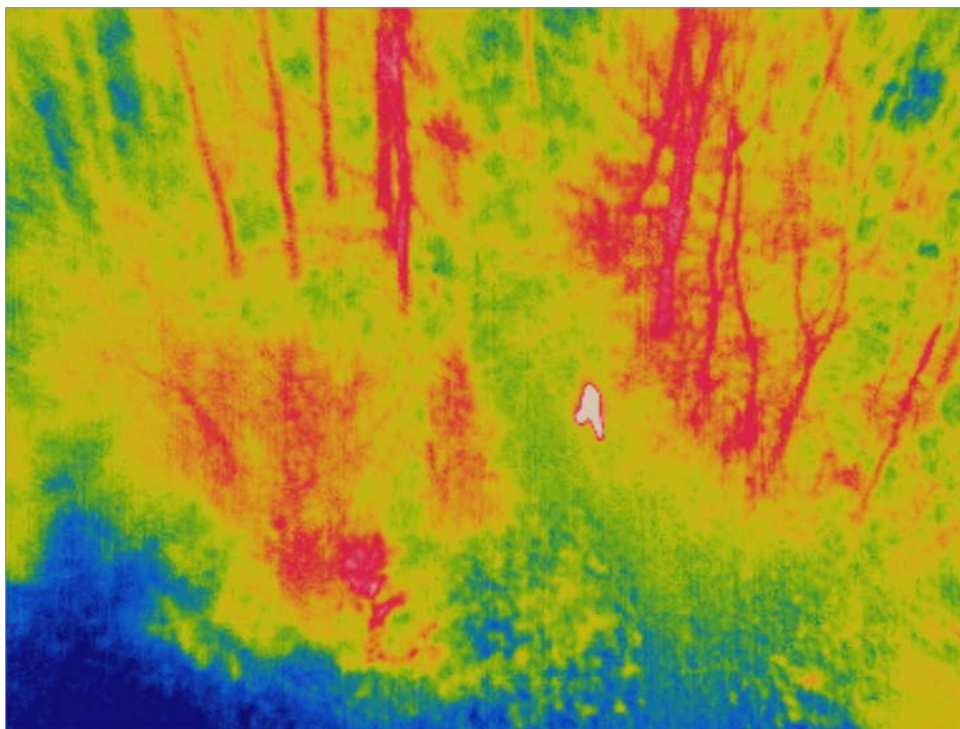
- ☐ Monitorování potenciálně nebezpečných míst z hlediska dřívějšího výskytu různých projevů nebo na místech s možností takového vzniku do budoucna

Jako velice užitečné se drony ukazují při živelních pohromách, kdy byly ve světě nasazené pro monitoring v jaderné elektrárně Fukušima, kde zjišťovaly úroveň radiace, nebo při zemětřesení v Nepálu. Využití při krizových událostech je možné i v obtížných podmínkách a v rozvojových zemích, kde je velice obtížné provádět detailní letecký monitoring v reálném čase.

Drony se u nás v Česku použily například pro monitoring sesuvu na dálnici D8, při povodních v roce 2013, jako kontrola u staticky nebezpečných budov po požáru nebo při výbuchu muničních skladů ve Vrběticích.

V některých státech drony využívá policie například při demonstracích a nepovolených shromážděních, aby mohla sledovat pohyb účastníků a být připravena na případné posily a jiné potenciálně nebezpečné situace.

Letecký monitoring z dronů se také využívá k ochraně přírody, například v Keni se s jejich pomocí monitorují sloni a chrání tak před pytláky, navíc zvuk dronu připomíná roj včel a sloni před ním utíkají, tudíž lze i ovlivňovat, kam se mají přesunout.



Obrázek 5.9 Využití dronu pro letecký monitoring území při hledání pohřešované osoby

Drony mají v oblasti leteckého monitoringu obrovský potenciál hlavně v krizovém řízení, jejich největší výhodou je zprostředkování leteckého obrazu nebo jiných dat v reálném čase z míst, která mohou být nebezpečná pro pohyb záchranářů nebo dalších zúčastněných osob.

Využití pro mapování

Drony byly původně vyvinuty pro letecký monitoring a hlavně mapování různých území, z toho také plynou velké možnosti využití komerčních dronů pro mapování terénu.

Letecké mapy se s dostupností na mapových serverech, jako jsou Google nebo Bing, staly velice populární v zahraničí i u nás a každý se naučil je využívat při hledání nebo plánování v mapě. Letecká mapa zobrazuje kolmý pohled na přírodu, města a celý svět a ukazuje nám hledané místo v reálné podobě shora, tudíž je pak pro nás jednodušší orientace v terénu.

Letecké mapy, tzv. ortofotomapy, vznikají nejčastěji z pořízených kolmých leteckých fotografií ze speciálních velkoformátových leteckých kamer, které dosud pořizovaly speciální pilotovaná letadla nebo družice. Tomu také odpovídalo obrazové rozlišení těchto ortofotomap, které se pohybovalo u družic kolem půl metru a u letadel 20 centimetrů. Samozřejmě v komerčním mapování je možné z letadla při speciálních podmínkách dosáhnout obrazového rozlišení ortofotomapy až 3 cm na pixel, což ale znamená vysokou cenu takové mapy.



Obrázek 5.10 Letecká ortofotomapa sesuvu na dálnici D8 pořízená mapováním prostoru dronem

Komerční drony přináší do leteckého mapování unikátní nové možnosti v mapování ve velmi vysokém obrazovém rozlišení až pod 1 cm na pixel, pomocí klasických fotoaparátů, což reálně znamená, že je možné sledovat v detailu kamínky mezi pražci na kolejkách apod. Mapování drony v takto vysokém rozlišení je něco, co tu ještě nebylo, a odvíjí se od toho spousta možných využití takových výstupů z dronů.

Samozřejmě je nutné říct, že drony nikdy nebudou konkurovat klasickým letadlům nebo družicím v rozsahu zmapovaného území. Drony jsou určeny pro mapování malých území ve vysokém obrazovém rozlišení nebo území v řádech spíše jednotek kilometrů čtverečních při klasickém obrazovém rozlišení 5–10 cm na pixel.

Nicméně největší výhodou využití dronů pro mapování je možnost jejich rychlého nasazení a zmapování aktuální situace i do druhého dne od vznesení požadavku, což je u družic nebo klasických pilotovaných letadel téměř nemožné.

Z toho plyne využití hlavně pro aktuální zmapování různých situací, staveb, přírodních událostí, které vzniknou nahodile, v zemědělství dle aktuálních podmínek atd.

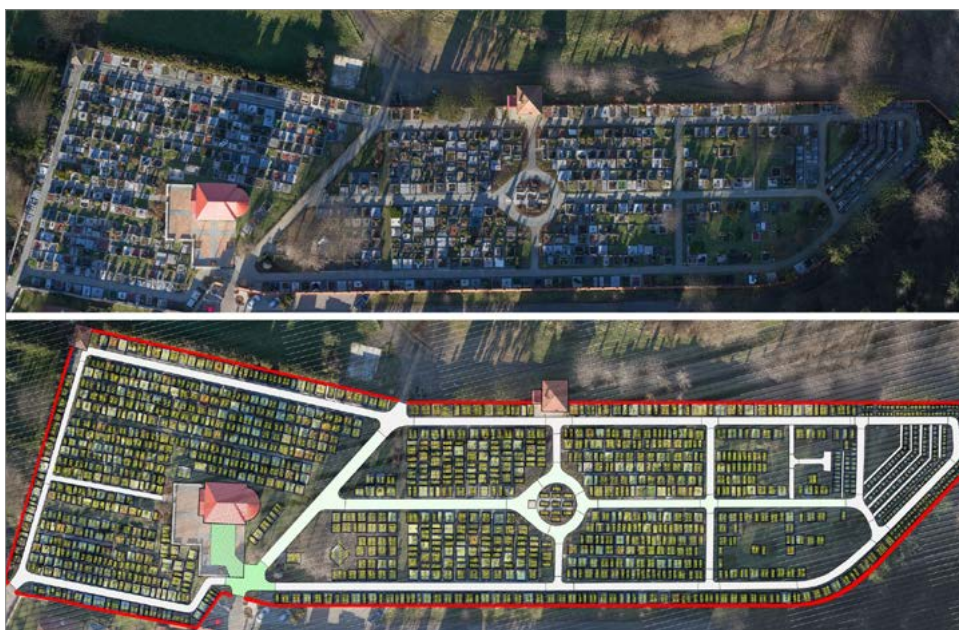
Samozřejmostí je, že drony určené pro mapování ukládají informace o pořízených leteckých fotografiích a při využití speciálních softwarů a geodetických metod, kdy se identifikují uměle vytvořené nebo přirozené body s určenými GPS souřadnicemi, jsou tedy i výsledné ortofotomapy souřadnicově umístěné, a tudíž v nich lze odečítat souřadnice, měřit vzdálenosti nebo překreslovat z nich další digitální mapy, vypočítávat plochy a řešit spousty jiných geograficky zaměřených úloh.



Obrázek 5.11 Letecká ortofotomapa pole s kukuřicí pořízená mapováním dronu ihned po zjištění prostoru poškozeného působením divokých prasat a výsledné zaznamenání celkových ploch poškozených pro případné vymáhání škod zemědělcem

Letecké mapování z dronů lze využít například pro:

- **Aktuální letecké mapy**
 - Ortofotomapy ve vysokém obrazovém rozlišení
 - Marketingové účely
 - Správa areálů
 - Aktualizace mapových podkladů
 - Podklady pro projektanty staveb
- **Krizové události**
 - Mapování rozsahu škod ihned při vzniku události
 - Preventivní mapování v časové periodě
- **Geografické informační systémy**
 - Podklad pro vyhodnocení digitálních map s prvky databáze
- **3D modely a digitální modely**
 - 3D modely (marketing, vizualizace)
 - Doplnění nebo nahrazení geodetického zaměření
 - Vrstevnicové a výškové modely
 - Prostorové analýzy
 - Výpočty objemů terénních prvků



Obrázek 5.12 Nahoře letecká ortofotomapa hřbitova pořízená mapováním dronu a dole vyhodnocená digitální mapa z tohoto mapování s přiřazenou databází tvořící celý geoinformační systém hřbitova

Toto je pouze náhled elektronické knihy. Zakoupení její plné verze je možné v elektronickém obchodě společnosti eReading.