

222 tipů
a triků
pro

Jakub Karas

drony

*Sbírka nejužitečnějších
postupů a řešení*



Výběr vhodného dronu

Legislativa a pravidla létání

Příprava a létání s drony

Focení a natáčení videí

computer
press

222 tipů a triků pro drony

Vyšlo také v tištěné verzi

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



Jakub Karas

222 tipů a triků pro drony – e-kniha

Copyright © Albatros Media a. s., 2017

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

ALBATROS  **MEDIA** a.s.

Jakub Karas

222 tipů a triků pro drony

**Computer Press
Brno
2017**

Obsah

Úvod	13
Definice	14
Pojmy	15
Zkratky	16
Výhody a nevýhody dronů	17
Výhody využití dronů	17
Nevýhody využití dronů	19
Základní pojmy a úvod k létání	23
1 Kategorie dronů	23
2 Bezpilotní letecký prostředek (UAV)	24
3 Bezpilotní letecký systém (UAS)	24
4 Model letadla	25
5 Autonomní letadlo/dron	25
6 Světoví výrobci dronů	25
7 Čeští výrobci dronů	27
8 Podmínky ovlivňující délku letu dronu	28
9 Kapacita baterií ovlivňuje délku letu	29
10 Rychlost dronu	30
11 Létání na přímou viditelnost (VLOS)	31
12 Létání mimo dohled pilota (BVLOS)	32
13 Řízení dronu z vlastního pohledu (FPV)	32
14 Ovládání dronu a módy ovládání	33
15 Létání v režimu GPS (GPS-ATTI)	35
16 Létání v režimu ATTI	36
17 Létání v režimu Home Lock	36
18 Létání v režimu Course Lock	37
19 Fail-safe bezpečnostní systém	37
20 Létání v režimu Follow me	38
21 Létání v režimu Orbit	39
22 Další letové režimy pro zábavu	39
23 Co značí MTOM	41
24 Co je gimbal	41
25 Představy o létání s drony	42

26	Doprava zásilek drony	43
27	Aliance pro bezpilotní letecký průmysl	44
	Výběr a koupě dronu	47
28	Výběr dronu dle účelu	47
29	Výběr dle velikosti a váhy	47
30	Multifunkčnost dronu	48
31	Výběr více favoritů dronů	49
32	Vyzkoušení dronu před koupí	49
33	Nekupovat ihned po spuštění prodeje	50
34	Kde nakupovat – prodejny vs. e-shopy	51
35	Nákup u distributora nebo přímo u výrobce	51
36	Nákup bazarového dronu	52
37	Co znamená konfigurace RTF	53
38	Co znamená konfigurace BNF	53
39	Co znamená konfigurace PNF	54
40	Co znamená konfigurace ARF	54
41	Co znamená konfigurace Frame Kit	55
42	Kdy vybrat multikoptéru	55
43	Kdy vybrat bezpilotní letoun	56
44	Letoun se startem z ruky nebo z rampy	57
45	Vrtule a kolik vrtulí	58
46	Dron s ovládáním pro jednoho nebo dva	59
47	Jaký materiál dronu	60
48	Drony a globální polohovací systémy	61
49	Možnosti výběru gimbalu	61
50	Kdy dron se sklápěcími nohami	62
51	Kdy dron s padákem	63
52	Řídící elektronika	64
53	Senzor dronu a rozlišení videa a fotografií	65
54	Konkurence DJI dronů	66
55	Drony do batohu	67
56	Dron do kapsy – tip	68
57	FPV dron – tip	69
	Legislativa a pravidla létání dronů	73
58	Vyhledání platné legislativy před létáním	73
59	Legislativa pro provoz dronů v ČR	73

60	Jaké jsou kategorie dronů dle MTOM v ČR	74
61	Jak získat povolení k létání dronu	75
62	Proces přezkoušení od ÚCL	75
63	Jak získat povolení k leteckým pracím	77
64	Základní omezení létání s drony	78
65	Omezení ve vzdušném prostoru	79
66	Řízení letového provozu	80
67	Létání a souhlas od majitele pozemku	81
68	Létání v zástavbě	81
69	Výjimky k létání v hustě osídleném prostoru (HOP)	81
70	Létání v národních parcích a CHKO	82
71	Létání nad lidmi	83
72	Ochrana osobních údajů	84
73	Výška létání s drony	84
74	Pojištění dronu	85
75	Havarijní pojištění dronu	85
76	Hlášení pádu dronu	86
77	Nelegální létání a sankce	87
78	Létání s drony na Slovensku	87
79	Létání s drony v zahraničí	88
80	Připravovaná regulace létání dronů v EU	89
Příprava na létání s drony		91
81	Checklist dronu	91
82	Baterie a nabíječky jako základ	92
83	Mapové podklady před létáním	92
84	Kontrola omezení ve vzdušném prostoru	92
85	Předpověď počasí a výběr dne létání	93
86	Webové kamery u lokality létání	94
87	Kontrola solární aktivity	95
88	Kontrola místa vzletu	95
89	Záložní místo pro přistání	95
90	Předletová kontrola vrtule a baterie	96
91	Kontrola expozice a nahrávání	97
92	Kalibrace kompasu před vzletem	97
93	Kontrola větru anemometrem	98
94	Vzlet v prašném prostředí	99
95	Sledování provozu v okolí a ve vzdušném prostoru před vzletem	99

Létání s drony	101
96 Vzlet dronu	101
97 Létání alespoň ve dvou osobách	101
98 Létání v zimě	102
99 Létání v horku	103
100 Létání ve větru	103
101 Létání v noci	104
102 Létání blízko objektů a nadzemních vedení	104
103 Sledování okolí ze vzduchu z dronu	105
104 Létání v interiérech	106
105 Létání při mimořádných událostech	107
106 Chování se v krizové situaci	108
107 Kamera FPV	109
108 Přistání dronu	110
Praktické tipy	113
109 Ochranný kufr na dron nebo batoh	113
110 Převážení baterií dronu	114
111 Identifikace baterií a označení	114
112 Měření napětí a stavu baterií	115
113 Nabíjení baterií	115
114 Nabíjení baterií na cestách	116
115 Vybíjení baterií	117
116 Nabíjení ostatních součástí dronu	118
117 Pult a popruh na dálkové ovládání	118
118 Monitor na dálkovém ovládání	119
119 Ovládání dronu tabletem	120
120 Dosah řízení a přenosu videa dronu	121
121 Náhradní díly dronu	121
122 Externí GPS tracker v dronu	122
123 Náhradní baterie pro senzory	122
124 Náhradní paměťové karty nebo disky	123
125 Jaké paměťové karty pro natáčení	123
126 Zálohování pořízených dat	124
127 Ochrana senzoru při létání a přistání	125
128 Převoz senzoru pod dronem	125
129 Proč se mi sekají videa na tabletu nebo PC	126
130 Vrtule a jejich výměna	127

131	Kryty vrtulí	127
132	Kdy se tvoří námraza na vrtulích	128
133	Létání v mlze	129
134	Létání a positioning nad vodou	129
135	Záchranné plováky pro drony	130
136	Zmoknutí a navlhnutí dronu	131
137	Zaprášení dronu	132
138	Přenosové frekvence	132
139	Filtr ND a proč	133
140	Filtr CP a proč	134
141	Natáčení při stoupání a klesání	134
142	„Long exposure“ – kdy a proč	134
143	Natáčení šotů, dělené video	135
144	Natáčení nad dronem	136
145	Dělení letů podle vzdálenosti od dronu	136
146	Barva dronu a reflexní prvky	137
147	Hledání ztraceného dronu	138
148	Kdy a jak updatovat firmware dronu	138
149	Kritická místa konstrukce dronu (DJI Phantom)	139
150	Jednotka kalibrace IMU, teplota prostředí	140
151	Drony a rozdíly mezi verzemi jednoho typu	140
152	Neoriginální baterie dronu	141
153	Samovybití baterií	142
154	Pozemní záběry s dronem nebo gimbaelem	142
155	Jaká termovizní kamera pro dron	144
156	Jaká multispektrální kamera pro dron	145
157	Mapování z dronů	146
158	Jak mapovat z dronů	147
159	Specifické časy pro létání dle výstupů	148
160	Kdy pořídit brýle FPV	148
161	FPV Racing – závody dronů	148
162	Půjčovny dronů	149
163	Kurzy a školy ovládání dronů v ČR	150
164	Imatrikulační značka dronu OK	151
165	Letový deník pilota dronu	151

Natáčení videí z dronu	155
166 Natáčení v nejvyšší kvalitě	155
167 Natáčení ve vysoké snímkové frekvenci	155
168 Jednoduchý scénář před natáčením	156
169 Záložní monitory a stativ i pro pozemní natáčení	156
170 Natáčení při stoupání s pohybem	157
171 Natáčení pomalé jízdy	158
172 Reverzní natáčení stoupání x klesání	159
173 Dynamické pohyby kamery (švenky)	160
174 Natáčení pohybujícího se objektu	160
175 Natáčení 360°videa	161
176 Hyperlapse video z dronu	162
177 Postprodukce hyperlapse videa	163
178 Korekce barev videa	164
179 Ořezy videa	165
180 Barevné gradování videa	165
181 Střih leteckého videa	165
182 Postprodukce leteckého videa	166
183 Youtube nebo vimeo kanál videí z dronu	166
Focení z dronu	169
184 Kamera nebo fotoaparát na dronu	169
185 Filtry pro fotoaparát a kameru	169
186 Různé objektivy fotoaparátu pod dronem	169
187 Focení s full frame fotoaparátem	171
188 Focení ve formátu RAW	171
189 Operátor dronu a sledování kompozice	172
190 Focení z různých výšek a úhlů	173
191 Focení za poledního slunce	173
192 Focení proti slunci	174
193 Využití stínů při focení	175
194 Focení leteckých fotek s horizontem	176
195 Kolmé letecké fotografie	176
196 Kompozice letecké fotografie	177
197 Letecké panorama	177
198 Sférické letecké fotografie	178
199 Nejvhodnější doba pro focení	180
200 Focení v manuálním expozičním režimu	181

201	Focení v automatickém expozičním režimu	181
202	Focení v šeru	182
203	Expoziční bracketing z dronu	182
204	Selfie ze vzduchu alias Dronie	183
205	Kvalita vs. kvantita leteckých fotek	183
206	Trpělivost při focení a létání	184
207	Postprodukce fotografií	184
208	Retušování fotografií	185
209	Sdílení leteckých fotografií	186
210	Dronestagram	186
Aplikace a programy pro drony		189
211	Mobilní aplikace pro drony	189
212	Mobilní aplikace MAIA	189
213	Pokročilé funkce MAIA	191
214	Mobilní aplikace DJI GO	191
215	Letecký simulátor DJI GO	193
216	Aplikace pro údržbu Healthydrones	194
217	Aplikace Airnest pro plánování videa v jednom	195
218	Aplikace Litchi pro tvorbu sférických fotografií	196
219	Aplikace DroneDeploy pro mapování	197
220	Aplikace Pix4Dcapture pro mapování	198
221	Další praktické mobilní aplikace pro drony	199
222	Mobilní aplikace pro drony na iOS nebo Android	199
Závěr		201
Rejstřík		203



Úvod

Drony nebo přesněji bezpilotní letecké prostředky jsou letecké systémy, které se v posledních letech nepoužívají pouze v obranném průmyslu, jako to bylo dříve, ale naopak neustále rostou možnosti využití dronů v komerční sféře pro nejrůznější technické aplikace, inspekce, mapování a letecké monitoringy.

Největší rozvoj a prodej dronů v poslední době přichází především v oblasti pro zábavu, ať už jde pouze o létání, nebo o letecké focení a natáčení. Kromě toho začínají celosvětově vznikat různé druhy závodů dronů; mezi nejznámější patří tzv. FPV Racing. Vzniká proto spousta dronů především menších velikostí se senzory, jejichž rozlišení dosahuje vysoké kvality, a je tak možné pořídít vizuálně zajímavé letecké záběry z těchto mnohem levnějších dronů.

Velký pokrok je také vidět v bezpečnosti létání. Zároveň vznikají u těchto nejprodávanějších dronů nejrůznější letecké režimy. Drony jsou vybaveny senzory, které jim umožňují se vyhýbat překážkám, následovat cílový objekt i za pohybu, a to vše automaticky nebo jednoduchým nastavením na dálkovém ovládní.

S těmito drony tak může létat téměř kdokoli a naučit se tyto malé drony pro zábavu správně ovládat je dnes záležitostí několika hodin.

To je na jednu stranu velká výhoda, ale také z toho plyne spousta rizik. Při létání bez větší zkušenosti mohou nastávat problémy s bezpečností a přeceňováním svých zkušeností. Je třeba také vědět, že pohyb dronů ve vzdušném prostoru má určitá pravidla. Na území České republiky platí již od roku 2012 legislativa určující pravidla létání dronů. Stejně je to ve většině evropských států.

Dnešní drony pro komerční využití prochází každým rokem obrovským vývojem a po světě existují už stovky výrobců nejrůznějších dronů. Současné komerční drony se hodně odlišují od komerčních dronů, které vznikaly na počátku 21. století, a to nejen z hlediska velikosti, ovládní, bezpečnosti, ale především z hlediska ceny.

Tato kniha přináší souhrn tipů a triků pro drony, s kterými může přijít do styku každý z nás. Dají se dnes již velmi jednoduše koupit nebo případně objednat ze zahraničí, aniž byste k tomu potřebovali bezpečnostní prověrku. Dnes se drony dají pořídít lehce přes internetové e-shopy nebo v kamenných specializovaných prodejnách. A ty nejprodávanejší – pro zábavu – lze sehnat už i v elektroprodejnách nebo i hračkářstvích.

Knih je kromě stručného úvodu a závěru rozdělena pro lepší přehlednost do několika kapitol, v kterých jsou soustředěny nejrůznější typy a triky, od výběru samotného dronu přes jeho ovládní až po nejrůznější aplikace a postřehy na základě dlouholeté praxe létání s drony nejen v Česku, ale i v zahraničí. Typy jsou vybrány také na základě létání s nejrůznějšími druhy dronů od největších profesionálních dronů v cenových relacích přes jeden milion korun českých až po nejmenší a nejdostupnější drony v řádech tisíců až desetitisíců korun českých.

Hlavním cílem této knihy je seznámit čtenáře lépe s drony, jejich možnostmi, a především definovat, jak je co nejlépe využívat, případně i rozšířit obzory a poradit kromě samotného létání i s dalšími možnostmi využití ve spojení s určitými aplikacemi a dále stručně popsat, jaká jsou pravidla létání, na co si dávat pozor a další skutečnosti.

Ačkoliv drony se neustále vyvíjí a v průběhu každého roku vzniká spousta nejrůznějších nových dronů různých typů, platí pro většinu z nich a létání s nimi stejná nepsaná pravidla a principy, na jejichž základě je postavená tato kniha. Tyto typy lze využít nehlédě na značku a datum pořízení dronu.

Definice

Bezpilotní letecké prostředky nebo také dálkově ovládané 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.



Obrázek 1: Dron

Pojmy

Označení drony pro tyto komerční nové technologie není úplně správné a mezi odborníky se využívá minimálně, spíše jako slangové označení pro zkrácení označení těchto bezpilotních leteckých prostředků nebo při komunikaci s neodbornou veřejností.

Za posledních několik let se ale toto označení natolik rozšířilo (především díky médiím), že je nyní už začínají uznávat i letecké autority, a stává se tak skoro oficiálním označením.

Slovo drony vzniklo z anglického slova „drone“, které má 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 toto označení, které se rychle uchytilo v běžných diskuzích. Dále se setkáme s tímto slovem v literatuře sci-fi, 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 také ve vzdálenosti mimo vizuální dosah pilota, přesahující i třeba 10 000 km. Tak jak je tomu třeba u armádních dronů, které operují na Blízkém východě a řízeny jsou z USA, Německa a dalších států.

Správné označení dronů je 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 lépe vystihuje označení dálkově ovládané letecké systémy, které se používá především 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.

V dnešní době je už technicky možný plně autonomní pohyb těchto prostředků ve vzduchu, což ale samozřejmě 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.

Autonomní bezpilotní prostředky se ve světě testují hromadně, ať už to jsou automobily, lodě, ponorky nebo právě letecké prostředky. Zatím ale musí počítat s určitými bariérami a jejich dostatečným otestováním a certifikací hlavně z hlediska bezpečnosti a praktického dlouhodobého nasazení. Určitě jim však patří budoucnost v komerčním využívání a je jen otázkou, za jak dlouho budou využívány pro každodenní potřeby a my lidé si zvykne 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
- GNSS** – Global Navigation Satellite System – služba umožňující pomocí družic autonomní prostorové určování polohy s celosvětovým pokrytím
- GPS** – Global Positioning System – globální družicový polohovací systém provozovaný USA
- Glonass** – Globalnaja navigacionnaja sputnikovaja sistema – globální družicový polohovací systém provozovaný Ruskem, alternativa k americkému systému GPS
- 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
- RC** – Remote Control, Radio Control – dálkové ovládání
- RTF** – Ready to Fly – dron připravený rovnou k letu po jeho nákupu
- ARF** – Almost Ready to fly – téměř připraveno k letu
- BNF** – Bind-n-fly – spáruj a leť
- PNF** – Plug-n-fly – zapoj a leť
- MTOM** – maximum takeoff mass – maximální vzletová hmotnost
- ÚCL** – Úřad pro civilní letectví – úřad, který má v ČR dohled nad legislativou a provozem dronů
- CAA** – Civil Aviation Authority – obdoba českého ÚCL v zahraničí
- VLOS** – visual line of sight – létání v přímém dohledu pilota dronu, podmínka v ČR a téměř všude pro komerční drony
- BVLOS** – beyond visual line of sight – létání mimo dohled pilota
- FPV** – řízení dronu z vlastního pohledu podle palubní kamery na dronu; sada FPV obsahuje i brýle pro přenos obrazu v reálném čase z palubní kamery do brýlí s displeji
- VTOL** – vertical take-off and landing – značí vertikální vzlet a přistání
- Li-pol** – Lithium polymerové akumulátory jsou nejčastěji používanými
- S** – údaj uváděný s číslem, jako například 4S, 5S, který udává počet článků Li-pol akumulátorů

Výhody a nevýhody dronů

Komerční drony se neustále vyvíjejí a jako každá moderní technologie mají jisté výhody a nevýhody. S postupujícím časem se tyto systémy neustále zdokonalují a dbá se především na to, aby jejich provoz byl bezpečný jak pro zúčastněné osoby, tak hlavně pro nezúčastněné osoby a majetek na zemi.

Abychom mohli tato pro a proti objektivně posoudit, nabízí se srovnání např. s pilotovanými leteckými prostředky nebo leteckými modely, s jejich provozem nebo s možnostmi využití dronů k určitým výstupům a jejich porovnání z dosud dostupných příbuzných metod.



Obrázek 2: Kvadroptéra IRIS od firmy 3DRobotics

Výhody využití dronů

Výhody dronů plynou z jejich hlavních vlastností a předností, jako jsou menší velikost, jednoduché ovládání, velká dostupnost jak z hlediska prodeje, tak i jejich ceny, využití nejrůznějších senzorů pod dronem a vysoká flexibilita využívání dronů k nejrůznějším potřebám a výstupům.

Kromě toho drony zprostředkovávají pohled ze vzduchu širokému okruhu uživatelů a tento pohled je silně návykový.

Mezi hlavní výhody patří:

- Jednoduché ovládání a stabilita oproti leteckým modelům
- Malá velikost a hmotnost
- Snadná manipulace a mobilita

- Velký výběr dronů na trhu
- Výrazně levnější provoz (oproti využití pilotovaných strojů)
- Vysoká flexibilita nasazení dronů do akce
- Možné použití (start a přistání) na špatně přístupných místech
- Online přenos obrazu z dronu na velkou vzdálenost v reálném čase (pozorování nebezpečných prostor)
- Vysoké rozlišení pořízených fotek a videí
- Potenciální výhody při pořizování specifických dat ve spojení s různými mikrosenzory (snímací senzory se zmenšují a zlehčují a lze je adaptovat na drony)
- Využití za nízké oblačnosti

Jelikož komerční drony se pohybují rozměry od několika centimetrů do jednotek metrů, je možné je vložit téměř do každého automobilu a převézt bezpečně až na lokalitu, kde chceme provést letecké snímkování. Stejně tak jsou dostupné malé speciální drony, které lze využívat například při extrémních sportech nebo turistice, umístit je do batohu a přenést až na místo, které není dostupné automobilem a jinými prostředky.

Z toho je patrná hlavní výhoda ve srovnání s klasickými pilotovanými prostředky, 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 několika korunách.

Dále je možné vzlétnout z velice malé plochy a přistát kolmo, nejsou tedy nutné vyhrazené prostory ke vzletu nebo přistání. Samotný vzlet dronu trvá pouze několik sekund a příprava na vzlet je v řádech několika minut.

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, včetně různých speciálních konfigurací. Nyní se vyrábí speciální řady senzorů určených přímo pro drony, které nemusí být vůbec omezeny pouze na obrazový záznam, ale mohou zachycovat například znečištění ovzduší nebo měřit radiaci. Existují také laserové skenery pro drony, které mapují povrch terénu.

Jelikož senzory, které podporují záznam a přenos videa (což je každý fotoaparát a videokamera), mohou v reálném čase vysílat přes dron obraz do monitoru s přijímačem signálu, lze drony velice efektivně využít při leteckém monitorování lokalit nebezpečných jak pro pilotované stroje, tak pro pozemní pohyb. Mohou být takto 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 jsou nohama na zemi, tudíž i bezpečnost pilota je v případě ovládní dronu zaručena.



Obrázek 3: Dron složený do přepravního boxu

Výhodou je samozřejmě rostoucí počet druhů různých bezpilotních leteckých systémů a dostupnost těchto komerčních dronů různých velikostí a specifikací, která se v průběhu posledních deseti let výrazně změnila. Dříve bylo nutné počítat s dlouhými předobjednávkami převážně ze zahraničí, dnes už se dostaly do tuzemských kamenných a internetových obchodů.

Nevýhody využití dronů

Jelikož jsou komerční drony na trhu poměrně krátkou dobu, jejich technologie se neustále vyvíjí a zlepšují se jejich parametry, tudíž je 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 jsou v každé zemi jiná, a to i v rámci EU)



Obrázek 4: Pro drony platí legislativa a pravidla pohybu ve vzdušném prostoru

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

Současně se vyvíjí 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 (takové testuje například Facebook).

Další oblastí je různorodá legislativa pro využívání 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 probíhá legislativní proces, který by měl v budoucnu umožnit stejné podmínky pro využívání dronů.

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 přesnou polohu dronu v letovém prostoru pro Řízení letového prostoru, a nejsou tak viditelné na radarech a mohou být potenciálním rizikem pro pilotované prostředky.

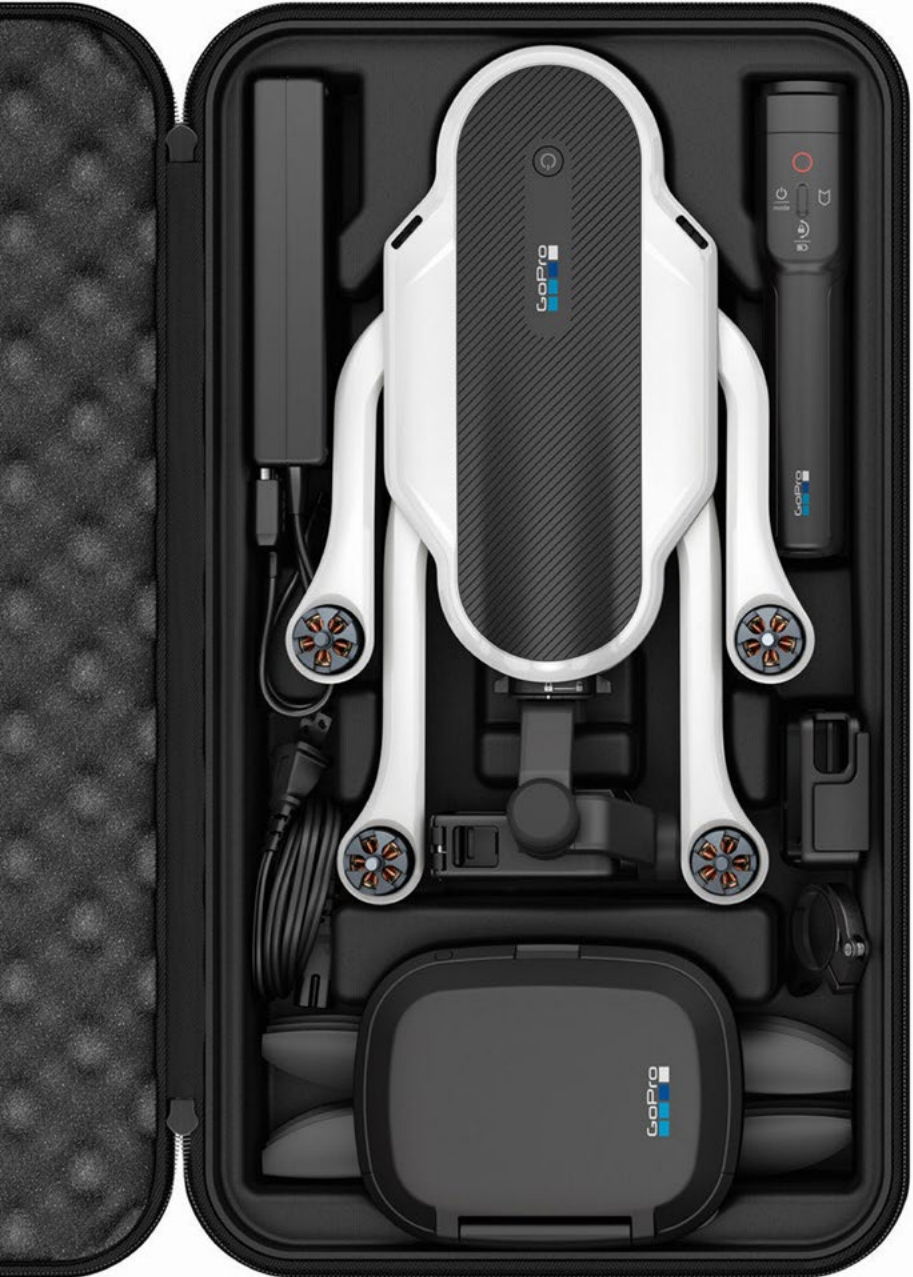
Dále v podstatě žádné komerční drony nemají důslednou certifikaci celého systému a atestaci v nejrůznějších podmínkách, která v letectví hraje velkou roli a je podmínkou provozu klasických pilotovaných prostředků. Na drony je tedy pohlíženo z oblasti letectví jako na technologie, které nesplňují všechny podmínky k bezpečnému sdílení vzdušného prostoru.

Dokud nebudou tyto bariéry odstraněny, budou vždy existovat striktní pravidla, v jakých letových hladinách se smějí tyto prostředky pohybovat, že musí být jejich provoz ve vizuálním dosahu pilota a další, ačkoliv samotná technologie umožňuje létat mimo vizuální dosah, létat automaticky dle letového plánu nebo i autonomně.

Při zvýšení bezpečnosti provozu dronů a jejich jednoduché identifikaci v letovém prostoru bude v budoucnu odstraněna spousta dnešních bariér jejich komerčního provozu.



Obrázek 5: Identifikace dronů ve vzdušném prostoru je jedním z hlavních řešených problémů týkajících se dronů



Základní pojmy a úvod k létání

1 Kategorie dronů

Dnešní komerční drony můžeme dělit do nejrůznějších kategorií. Základním rozlišením je rozdělení na drony pro zábavu a drony určené pro profesionály, kteří je budou využívat k nějaké specializované činnosti. Drony pro zábavu se liší především ve velikosti, hmotnosti, materiálu a také v ceně dronu. Většina z nich obsahuje od výrobce fixně umístěný senzor, který není možné vyměnit. Dále existuje kategorie pro pokročilé uživatele, tyto drony umožňují například ovládání dvěma osobami a jejich výstupy se přibližují výstupům z dronů pro profesionály. U dronů pro profesionály je předpokládáno mnohem častější využívání a užití v náročných podmínkách a je dán důraz na multifunkční využití dronů například ve spojení s více druhy použitelných senzorů. Ve většině případů je ovládání dronu pro dvě osoby – pilota dronu a operátora senzoru pod dronem, který ovládá operátor nezávisle na pohybu dronu pilotem. Tyto drony jsou z kvalitnějšího materiálu s důrazem na co nejnižší váhu i při větší velikosti dronu a jejich cena je mnohem vyšší než cena dronů určených pro zábavu.

Dále lze drony rozlišovat například podle váhy, velikosti, druhu pohonu, způsobu jejich ovládání, senzorů, počtu motorů, nosnosti a dalších vlastností.

Hlavní rozdělení dronů je na:

- multikoptéry
- bezpilotní vrtulníky
- bezpilotní letouny
- křídla



Obrázek 6: Francouzský komerční bezpilotní letoun Delair Tech na odpalovací rampě

Multikoptéry mají nejrůznější počet vrtulí s motory a jsou schopné kolmého vzletu a přistání. Sousední vrtule se točí opačným směrem a čím větší je počet vrtulí, tím je větší výkon dronu, vyšší stabilita pohybu dronu ve vzduchu a větší bezpečnost při případné poruše jednoho motoru. Pod multikoptérou je tzv. gimbal, na který se mohou umístit různé senzory a přenášet obraz z nich v reálném čase na přídružený monitor nebo pozemní stanici.

Bezpilotní vrtulníky se používají méně a jsou především větších velikostí. Většinou mají spalovací motory a využívají se pro armádní aplikace a průzkum.

Bezpilotní letouny se vzhledem k delší výdrži letu využívají především k monitorování a mapování větších lokalit, než umožňují multikoptéry. V jejich spodní části těla je větší fixně umístěn senzor, který podle předem vytvořeného letového plánu zaznamenává letecké fotografie lokality. Letouny startují buď hodem z ruky, nebo z odpalovacích ramp. V poslední době vznikají hybridní bezpilotní letouny, které mají i vrtule, které umožňují kolmý vzlet a přistání, a samotný pohyb je pak bez použití těchto vrtulí klouzáním jako u letounu. Některé letouny jsou navíc vybaveny padákem pro kolmý způsob přistání.

Křídla jsou speciálními typy bezpilotních letounů a jejich název vychází z jejich vzhledu. Tyto letouny jsou tenké a mají aerodynamický tvar připomínající křídlo. Jsou z lehkého materiálu, jako jsou uhlíková vlákna. Vzlet probíhá opět hodem rukou nebo z odpalovací rampy.

2 Bezpilotní letecký prostředek (UAV)

Bezpilotní letecký prostředek (UAV) je správné označení pro většinu dronů a z hlediska legislativy v České republice je zde přesně definováno označení Bezpilotní letadlo (zkráceně UA), což je letadlo určené k provozu bez pilota na palubě.

Může se jednat – a většinou se jedná – o součást bezpilotního leteckého systému (UAS).

Jedná se o samotný bezpilotní prostředek nebo dron, který se pohybuje ve vzduchu, bez dalších přídružených technologií.

V kontextu legislativního rámce České republiky se za bezpilotní letadla považují všechna bezpilotní letadla s výjimkou modelů letadel s maximální vzletovou hmotností nepřesahující 20 kg.

3 Bezpilotní letecký systém (UAS)

Bezpilotní letecký systém je podle české legislativy označení pro celý systém skládající se z bezpilotního leteckého prostředku (UAV), řídicí stanice a jakéhokoliv dalšího prvku nezbytného k umožnění letu, například komunikačního spojení a zařízení pro vypuštění dronu a jeho návrat.

Bezpilotních leteckých prostředků, řídicích stanic nebo zařízení pro vypuštění a návrat může být v rámci bezpilotního leteckého systému více.

Zjednodušeně se tedy jedná o celý komplexní systém obsahující dron a všechny další přídružené technologie, které jsou nutné k provozu samotného dronu.

4 Model letadla

Model letadla je letadlo, které není schopné nést na palubě člověka, je používán pro soutěžní, sportovní nebo rekreační účely a není vybaveno žádným zařízením umožňujícím automatický let na zvolené místo.

V případě dálkově řízeného modelu je letadlo po celou dobu letu pomocí vysílače přímo řízené pilotem modelu v jeho vizuálním dohledu.



Obrázek 7: Funkční modely letadel mohou být nejrůznějších velikostí

5 Autonomní letadlo/dron

Autonomní letadlo nebo bezpilotní letecký prostředek neumožňuje zásah pilota do řízení letu.

Jsou to drony, které nejsou ovládané pilotem, ale mají naprogramované řízení, elektroniku a jsou vybaveny senzory, které umožňují například automatické vyhýbání se překážkám a vyhodnocení pohybu do požadovaného místa bez zásahu člověka.

Takové drony se vyvíjejí, testují a do budoucna se plánuje nasadit je například pro doručování zásilek nebo jiných kurýrních služeb, kdy by drony létaly samy na definované místo.

Autonomní komerční drony v současnosti nesmí být téměř nikde po celém světě (včetně České republiky) provozovány ve společném vzdušném prostoru.

6 Světoví výrobci dronů

Trh s drony ve světě neustále roste a pohybují se na něm v tuto chvíli už stovky výrobců a také tisíce distributorů nejprodávanějších značek dronů.

Výrobci jsou několika kategorií. Někteří vyrábějí kompletní drony včetně řídicí elektroniky. Jiní převezmou již zavedenou elektroniku a na ni napasují svoji kapotáž a konstrukci doplní dalšími součástmi dronu.

Kromě toho jsou pak na trhu výrobci nejrůznějších součástek, z kterých se drony skládají, kteří časem vytvoří i celý svůj dron.

Výrobci dronů se dělí především na výrobce dronů pro masový trh (tj. pro obvyčejné uživatele) a na výrobce dronů pro profesionální využití.

Nejznámějším současným výrobcem dronů pro masový trh je čínská společnost DJI (Da-Jiang Innovations).



Obrázek 8: Jeden z nejznámějších hobby dronů Phantom ve verzi 4 čínského výrobce DJI

DJI se od ostatních výrobců odlišuje především v rychlosti vývoje. Během roku vydá několik různých modelů dronů. Soustředí se na vývoj dronů pro hobby uživatele, ale také se věnuje kategorii pro pokročilé, kam patří například model Inspire, a kategorii pro profesionální využití, pro které jsou typické především větší multikoptéry s gimbaly, na které lze využít nejrůznější senzory. Posledním příkladem je dron určený pro zemědělství a chemické postřiky ze vzduchu.

Tento náskok, který má na masovém trhu, se snaží snížit výrobci, jako jsou například Parrot, Yuneec nebo 3D Robotics. I tito výrobci mají různé typy dronů pro hobby využití, které je prozatím jejich primárním cílem, který se ale určitě do budoucna může měnit.

K těmto výrobcům pro masový trh pak existuje další obrovská konkurence desítek až stovek nejrůznějších modelů, které kolikrát i kopírují již vydané modely uvedených hlavních hráčů na masovém trhu a pocházejí nejčastěji z Číny. Většina těchto dronů se už blíží hračce a odpovídá tomu i cena v řádech stovek až tisíců korun.



Obrázek 9: Zleva dron Yuneec Q500 a dron Solo od 3D Robotics

Kromě dronů pro masový trh je mnoho osvědčených výrobců, kteří se soustředí na větší drony pro profesionály a spíše technické využití a jsou na trhu mnohem déle než výrobci dronů pro masový trh. Nevydávají několik modelů ročně, ale soustředí se na co nejlepší výrobek s vlastnostmi pro dané využití, čemuž odpovídá i cena v řádech několika stovek tisíc korun.

Mezi takové patří například multikoptéry výrobců Microdrone, Mikrokopter, Ascending Technologies nebo Aibotix (Leica). V kategorii bezpilotních letounů a křidel to jsou například MaVinci (Topcon), SenseFly, Gatewing (Trimble), Delair Tech a desítky dalších.

7 Čeští výrobci dronů

Výroba komerčních dronů se nevyhnula ani České republice. Na českém trhu je několik komerčních výrobců dronů, kteří se ale soustředí především na kategorii dronů pro profesionální využití, především k různým technickým aplikacím.

Mezi takové výrobce komerčních dronů patří firma Robodrone Industries nebo Flydeo. Zajímavým výrobcem komerčních bezpilotních letounů je také české Primocco, jejichž UAV je už mnohem větší velikosti a pohybuje se v jiných letových výškách.

Současně je na trhu mnoho distributorů uvedených nejznámějších světových značek, kteří jsou schopni na vyžádání drony upravit nebo případně sestavit dle speciálních potřeb.

Kromě toho je na českém trhu také více firem, které dodávají různé součástky pro drony. Lze mezi nimi nalézt i úspěšné firmy dodávající své produkty pro drony po celém světě (například padáky, vrtule nebo speciální termovizní kamery pro drony).



Obrázek 10: Dron Kingfisher od českých Robodrone

8 Podmínky ovlivňující délku letu dronu

Délku letu dronu ovlivňuje spousta podmínek a nelze jednoznačně říct, že dron dosahuje vždy výrobcem uvedené délky letu. Délka letu závisí na použitých bateriích a jejich kapacitě a ovlivňují ji klimatické podmínky a způsob létání.

Když létáme dronem v jedné letové hladině a poměrně stejnou rychlostí bez nějakých extrémních výkyvů ve výkonu (jako je tomu například při mapování nebo leteckém monitoringu), bude mít dron určitě delší dobu letu než při dynamickém letu s neustálými změnami výšky letu, změnami v rychlosti pohybu dronu a podobným řízení.

K tomu hrají velkou roli v délce letu klimatické podmínky. Především to je rychlost větru, teplota vzduchu a vlhkost. Když létáme v zimě v teplotách pod bodem mrazu, baterie se vybíjí mnohem rychleji než při průměrné jarní teplotě. Stejně tak hraje velkou roli síla větru a to, zda se dron pohybuje proti větru nebo po větru (tj. kolik energie musí dron vynaložit na požadovaný let). Obecně platí, že nejlepší létání je v bezvětří za průměrných denních teplot okolo 20 °C.

Co může dále ovlivnit délku letu, je další zatížení dronu, například vybavení dronu (od dodatečných osvětlení přes baterie s vyšší kapacitou po využití jiného senzoru, než je v základu dronu). Každá váha na dronu navíc zkracuje délku letu.

Je tedy potřebné vždy počítat dopředu s tím, že délka letu bude závislá na způsobu ovládní dronu, dále na tom, jaké jsou aktuální klimatické podmínky, a v neposlední řadě na váze další výbavy dronu.

9 Kapacita baterií ovlivňuje délku letu

Délku letu kromě samotného způsobu řízení a klimatických podmínek ovlivňují nejvíce baterie, a to především jejich kapacita a stav.

Vývoj nových baterií s vysokou kapacitou má velký podíl na rozvoji dronů pro komerční užívání. Mezi nejčastěji využívané pohonné baterie patří lithium-polymerové (Li-pol), s různým počtem článků o různých kapacitách.

Drony pro hobby uživatele jsou ve většině případů napájeny pouze vlastními bateriemi od výrobce, které mají svůj tvar, kapacitu i napětí, a proto vždy platí, že délku letu z hlediska baterie ovlivňuje pouze kondice a stav baterie. U dronů pro profesionální využití lze využívat baterie s vyššími kapacitami mAh, ale je potřeba vždy zkontrolovat dopředu specifikaci dronu a zjistit, jakou nejvyšší kapacitu mAh zvládne.

Kromě toho ne vždy je větší kapacita baterie výhodou, protože s kapacitou roste váha baterie a každá váha navíc ovlivňuje výslednou délku letu. Proto někdy nejvyšší dostupná kapacita baterie sice navýší délku letu o několik minut, ale zároveň ji sníží téměř o tuto hodnotu samotná váha baterie. Proto je třeba najít v těchto případech správnou rovnovážnou hranici mezi kapacitou a váhou baterie.



Obrázek 11: Pohonná baterie dronu s uvedením kapacity, počtu článků a napětí

10 Rychlost dronu

Rychlost dronu je většinou udávána výrobcem jako průměrná nebo maximální rychlost. Závisí na způsobu létání s dronem a také případně na povětrnostních podmínkách, které mohou rychlosti dost přidat při pohybu po směru větru.

Rychlost letu a živost ovládání dronu je v rozporu s dobou letu dronu. I u dronů platí, že čím rychlejší otáčky mají vrtule (motory), tím rychleji může dron letět.

U dronů závisí nejen na otáčkách motoru, ale také na velikosti vrtulí. Pro rychlé drony se používají menší vrtule, protože motory s vysokými otáčkami mají malý kroutcí moment, a je tedy zapotřebí použít menší vrtule.

Například velmi rychlé kvadrokoptéry pro závody FPV mají většinou vrtule s rozpětím okolo pěti až šesti palců a jsou napájeny tří- nebo čtyřčlánkovou baterií, motory mají vysoký počet otáček v řádech tisíců KV (počet otáček za minutu na 1 volt napětí) a jejich rychlost může přesahovat výrazně 100 km/h.

Vysoká rychlost pohybu ale není vždy nutností. Například při využití dronů pro technické aplikace nebo při mapování nejsou vzhledem ke kvalitě záznamu a pořízení dat kladeny požadavky na extrémní rychlosti, ale na kvalitu výsledného záznamu při stabilním pohybu dronu.



Obrázek 12: Malý dron určený pro FPV závody má malé vrtule

11 Létání na přímou viditelnost (VLOS)

Drony, modely letadel a všechny bezpilotní letecké prostředky musí být provozovány v přímém dohledu pilota, tj. takovým způsobem a do takové vzdálenosti, aby pilot během letu mohl udržovat trvalý vizuální kontakt s dronem i bez vizuálních pomůcek jiných než brýle a kontaktní čočky na lékařský předpis.

Je to proto, aby pilot (nebo kromě pilota i poučená osoba) mohl sledovat a vyhodnocovat dohlednost, překážky a okolní letový provoz. Tomuto provozu se říká VLOS (Visual Line of Sight) a určuje maximální možnou přímou vzdálenost od řídicího pilota, na kterou je možné letadlo provozovat. Je jedním ze základních parametrů a omezení v Povolení k létání od ÚCL.

Tato vzdálenost může být různá a logicky se mění s velikostí a osvětlením dronu, vždy se ale jedná o vzdálenost, kdy má pilot dron na přímou viditelnost, a může tak bezpečně dron ovládat.

U malých dronů a velkých dronů pro profesionály může být rozdíl v této vzdálenosti i několik stovek metrů vzhledem k tomu, že malé drony jsou většinou viditelné na vzdálenost okolo 200 metrů, zatímco velké drony je možné vidět a ovládat až na vzdálenost 500 metrů.

Létání na přímou viditelnost je i jedna z částí praktické zkoušky Úřadu pro civilní letectví, kde pilot prokáže ovládání dronu na mezní vzdálenost přímé viditelnosti.



Obrázek 13: Létání s drony je povoleno pouze na přímou viditelnost pilota