ROTORAMA

# Karbonové vrtule

Vrtule pro FPV drony
Návod k montáži, kontrole a údržbě



**Před použitím si přečtěte bezpečnostní pokyny v kapitole 1. Výrobek je určen osobám od 14 let.**

# Obsah

**1. Bezpečnostní pokyny**

1.1 Než začnete

1.2 Rotující vrtule

1.3 Poškozená vrtule je nebezpečná

**2. Popis výrobku**

2.1 O výrobku

2.2 Jak číst označení vrtule

2.3 Materiál

**3. Orientace a směr otáčení**

3.1 Náběžná a odtoková hrana

3.2 Která strana patří nahoru

3.3 Směr otáčení – CW a CCW

**4. Montáž**

4.1 Co budete potřebovat

4.2 Postup montáže

4.3 Dotahování šroubů

4.4 Demontáž

**5. Kontrola vrtulí**

**6. Údržba a skladování**

**7. Řešení potíží**

**8. Informace pro trh EU a České republiky**

**9. Záruka a práva z vadného plnění**

# 1. Bezpečnostní pokyny

## 1.1 Než začnete

- Před montáží a prvním letem si přečtěte celý tento návod a uschovejte jej pro pozdější použití.
- Vrtule jsou náhradní díly pro FPV drony a multikoptéry. Výrobek je určen **osobám od 14 let**. Mladší osoby smí s výrobkem pracovat jen pod dohledem dospělé osoby.
- Vrtule vždy používejte v souladu s návodem k dronu, motorům a řídicí jednotce (FC), pro které jsou určeny.

## 1.2 Rotující vrtule

Vrtule se za letu otáčejí velmi vysokými otáčkami. Rotující vrtule může způsobit **vážné řezné a tržné poranění**, poškodit zrak nebo majetek. Odlomený list nebo uvolněná vrtule odlétá velkou rychlostí do okolí.

- **Vrtule montujte a demontujte vždy na vypnutý dron.** Motory se mohou roztočit i nečekaně, například po nechtěném Arm (zapnutí motorů) nebo chybě v nastavení.
- Zkoušky motorů na stole, nastavování v konfigurátoru (např. Betaflight) a kontrolu směru otáčení provádějte **bez nasazených vrtulí**.
- Při zapnutém dronu se nezdržujte v rovině otáčení vrtulí, nesahejte do jejich dosahu a držte odstup od osob a zvířat.
- Velké karbonové vrtule mají vysokou obvodovou rychlost a tenké, tuhé a ostré hrany – zásah rotující vrtulí způsobí vážné zranění.
- Při práci s dronem a při zkouškách doporučujeme ochranné brýle.
- Nikdy se nepokoušejte zastavit roztočenou vrtuli rukou nebo předmětem.

## 1.3 Poškozená vrtule je nebezpečná

Vrtule s prasklinou, ohnutým, ulomeným nebo odřeným listem se může za letu rozpadnout. Nevyvážená vrtule navíc vyvolává vibrace, které namáhají motor, ložiska i řídicí jednotku a zhoršují ovladatelnost dronu.

**Poškozenou vrtuli nikdy nerovnejte, nelepte ani nebruste – vždy ji vyměňte za novou.**

# 2. Popis výrobku

## 2.1 O výrobku

Velká dvoulistá vrtule z uhlíkového kompozitu (karbonu) pro větší drony s dlouhou dobou letu. Uchycuje se systémem **T-mount** dvěma šrouby M3. Vrtule se dodávají v párech pro oba směry otáčení (CW a CCW).

## 2.2 Jak číst označení vrtule

Vrtule se obvykle označují kódem, ze kterého lze vyčíst průměr, stoupání a počet listů. Používají se dva zápisy:

| Zápis | Příklad | Význam |
|---|---|---|
| zkrácený kód | 1755-2 | průměr 17", stoupání 5,5", 2 listy |
| zkrácený kód | 2055-2 | průměr 20", stoupání 5,5", 2 listy |

- **Průměr** určuje rám dronu – vrtule se musí do rámu vejít s vůlí od ramen, ostatních vrtulí a těla dronu.
- **Stoupání** udává, o kolik by se vrtule teoreticky posunula vpřed za jednu otáčku. Vyšší stoupání znamená vyšší rychlost a větší zatížení motoru, nižší stoupání plynulejší let a menší odběr.
- **Počet listů** – dvoulisté vrtule jsou nejúčinnější (dlouhé lety), třílisté jsou nejrozšířenějším kompromisem, více listů zvyšuje tah na malém průměru.
- **Směr otáčení** – vrtule se prodávají v párech pro oba směry otáčení, viz kapitola 3.3.

## 2.3 Materiál

Vrtule jsou vyrobeny z uhlíkového kompozitu (karbonu).

- Karbon je velmi tuhý a lehký – vrtule se při zatížení téměř neprohýbá.
- Při nárazu se neohne, ale praskne, odštípne se, nebo se list uvnitř rozvrství (delaminace). Takové poškození nemusí být zvenku vidět.
- Při poškození vznikají ostré třísky a jemný karbonový prach. Poškozenou vrtuli nebruste ani nevrtejte a prach nevdechujte.
- Karbon je elektricky vodivý – úlomky vrtule odstraňte z dronu i z blízkosti elektroniky.

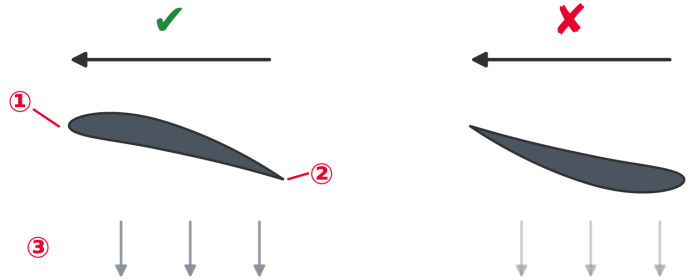
Žádný z materiálů není nerozbitný. I odolná vrtule po nárazu ztrácí tvar a vyváženost – vždy ji po havárii zkontrolujte podle kapitoly 5.

# 3. Orientace a směr otáčení

Nejčastější chybou při montáži je **vrtule nasazená vzhůru nohama** nebo **vrtule pro opačný směr otáčení**. Dron se pak po Arm převrátí, nevzlétne nebo se chová nestabilně.

## 3.1 Náběžná a odtoková hrana

Každý list vrtule má dvě hrany. **Náběžná hrana** ① je zaoblená, silnější a **leží výš** – při otáčení jde první a „nabírá“ vzduch. **Odtoková hrana** ② je tenká, ostrá a leží níž. Vrtule tlačí vzduch ③ dolů, směrem k rámu dronu.




*Řez listem vrtule. Šipka nahoře ukazuje směr pohybu listu. Vlevo správně – vede zaoblená náběžná hrana ①, odtoková hrana ② je vzadu. Vpravo vrtule nasazená vzhůru nohama – vede ostrá odtoková hrana a vrtule téměř netáhne.*

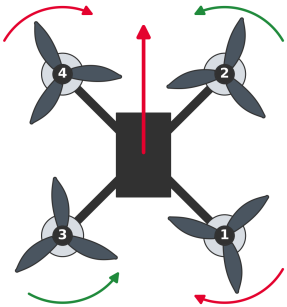
## 3.2 Která strana patří nahoru

Vrtule se nasazuje **vypouklou stranou listů nahoru** – směrem od motoru. Náběžné hrany listů jsou výš než odtokové a při pohledu shora vede ve směru otáčení vždy zaoblená hrana.

- Obvykle je nahoře i strana s vylisovaným nebo natištěným typovým označením a lesklejší povrch. Výrobci to ale nezaručují – **rozhodující je vždy tvar listu**.
- Vrtuli nasazenou vzhůru nohama nelze napravit nastavením v řídicí jednotce. Vždy ji sundejte a otočte.

## 3.3 Směr otáčení – CW a CCW

Kvadrokoptéra má dvě vrtule otáčející se **po směru hodinových ručiček (CW)** a dvě **proti směru (CCW)**, při pohledu shora. Vrtule pro oba směry jsou zrcadlové a proto se dodávají v párech. Vrtule pro CW motor nasazená na CCW motor tlačí vzduch nahoru a dron se po Arm převrátí.




*Pohled shora, šipka ukazuje dopředu. Výchozí zapojení Betaflight (Quad X, props in): motory 1 a 4 se točí po směru hodinových ručiček (CW, červeně), motory 2 a 3 proti směru (CCW, zeleně).*

- Ve výchozím nastavení Betaflight se vrtule otáčejí **„dovnitř“ (props in)** – přední listy se nad přídí dronu pohybují směrem ke středu.
- Při zapnuté volbě *Motor direction is reversed* (props out) se všechny motory točí opačně a vrtule se nasazují obráceně. Tato volba sama směr motorů nemění – ten se nastavuje v regulátorech otáček (ESC) nebo přehozením vodičů motoru.
- Směr otáčení ověřte s **odstraněnými vrtulemi** v konfigurátoru (karta *Motors*), a teprve podle skutečného směru nasaďte vrtule.

**▶ Jak poznat, pro který směr je vrtule určena**

① **Podle tvaru listu** – spolehlivá metoda u všech výrobců. Položte vrtuli vypouklou stranou nahoru: list se otáčí tím směrem, kterým je natočena jeho vyšší, zaoblená náběžná hrana.

② **Podle označení** – směr otáčení bývá na vrtuli označen (např. CW/CCW nebo písmenem R). Označení se u různých výrobců liší – v pochybnostech platí tvar listu.

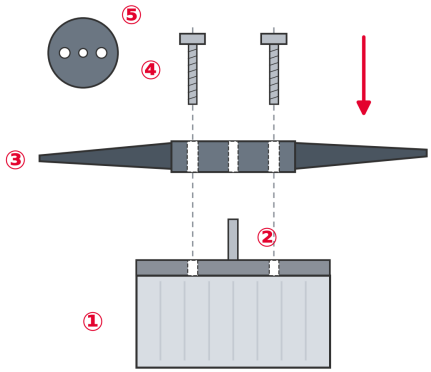
**Před prvním vzletem každou vrtuli protočte rukou ve směru otáčení motoru: musí tlačit vzduch dolů, k rámu dronu.**

# 4. Montáž

## 4.1 Co budete potřebovat

- vrtule pro oba směry otáčení (počet podle dronu),
- dva šrouby M3 odpovídající délky na každou vrtuli – bývají součástí motoru, u některých motorů i s přítlačnou destičkou,
- šroubovák nebo klíč odpovídající hlavě šroubů.

## 4.2 Postup montáže




*Sestava: ① motor se závitovými otvory ve zvonu, ② středicí hřídel, ③ vrtule, ④ šrouby M3, ⑤ náboj vrtule při pohledu shora – středová díra a dva otvory pro šrouby.*

① **Vypněte dron.**

② Zkontrolujte, že závitové otvory ve zvonu motoru jsou čisté a nepoškozené a že rozteč otvorů ve vrtuli odpovídá rozteči otvorů motoru.

③ Podle kapitoly 3 určete, která vrtule patří na který motor (směr otáčení), a otočte ji **správnou stranou nahoru**.

④ Nasaďte vrtuli středovou dírou na hřídel motoru tak, aby otvory v náboji lícovaly se závitovými otvory ve zvonu. Vrtule musí dosednout celou plochou náboje.

⑤ Má-li motor přítlačnou destičku, položte ji na náboj vrtule.

⑥ Vložte oba šrouby, nejprve je jen lehce zašroubujte a pak dotáhněte podle kapitoly 4.3.

⑦ Stejně postupujte u ostatních motorů a nakonec proveďte kontrolu podle kapitoly 5.1.

## 4.3 Dotahování šroubů

- Šrouby dotahujte **střídavě a s citem**, dokud vrtule pevně nedosedne. Vrtule se nesmí vůči zvonu motoru pohnout.
- Příliš utažený šroub může karbonový náboj naprasknout nebo rozdrtit a strhnout závit ve zvonu motoru.
- Používejte šrouby dodané s motorem nebo stejné délky. Příliš dlouhý šroub projde zvonem a může poškodit vinutí motoru, příliš krátký nedrží v závitu.
- Poškozený nebo stržený šroub vyměňte.

**Lepidla na zajištění závitů nenanášejte na náboj vrtule.**

## 4.4 Demontáž

Na vypnutém dronu vyšroubujte šrouby a vrtuli sundejte tahem v ose motoru. Vrtuli nepáčte šroubovákem proti zvonu motoru – můžete poškodit magnety nebo ložiska. Nepoškozené šrouby můžete použít znovu.

# 5. Kontrola vrtulí

## 5.1 Kontrola po montáži

- Každou vrtuli protočte rukou: musí se točit volně, bez drhnutí o rám, kabely nebo kameru, a list nesmí „házet“ nahoru a dolů.
- Ověřte, že každá vrtule odpovídá směru otáčení svého motoru (kapitola 3.3) a je otočena správnou stranou nahoru (kapitola 3.2).
- Zkontrolujte dotažení všech šroubů.
- Po první montáži nebo po výměně motoru proveďte s **odstraněnými vrtulemi** kontrolu směru otáčení motorů v konfigurátoru, teprve pak vrtule nasaďte.

## 5.2 Kontrola před každým letem a po každém pádu

- Prohlédněte oba povrchy každého listu: praskliny, odštípnuté hrany, rozvrstvený materiál, zkroucené konce.
- Zkontrolujte náboj – nesmí být prasklý ani deformovaný.
- Zkontrolujte dotažení šroubů; vibrace a tvrdé dopady je mohou povolit. Dotažení ověřte také po prvních letech s novými vrtulemi a po přepravě dronu.
- Při prvním vzletu poslouchejte – změna zvuku nebo vibrace v obraze kamery často prozrazuje poškozenou vrtuli.

## 5.3 Kdy vrtuli vyměnit

Vrtuli vždy vyměňte, pokud:

- má jakoukoli prasklinu, i drobnou, nebo rozvrstvený materiál,
- chybí kus listu nebo je list ohnutý, zkroucený či roztřepený,
- je prasklý nebo poškozený náboj nebo otvory pro šrouby,
- dron po pádu nově vibruje a vibrace nezmizí po výměně podezřelé vrtule.

Vrtule jsou spotřební materiál a při létání se běžně poškozují. Doporučujeme mít vždy po ruce několik náhradních kusů pro oba směry otáčení. Poškození vrtule nárazem při pádu nebo kolizi není vadou výrobku.

# 6. Údržba a skladování

## 6.1 Čištění

Prach, trávu a nečistoty z listů odstraňte suchým nebo vlhkým hadříkem. K čištění nepoužívejte rozpouštědla, ředidla ani benzín – mohou narušit pojivo kompozitu.

## 6.2 Skladování

- Skladujte v suchu, mimo přímé slunce a mimo zdroje tepla (např. palubní deska auta v létě).
- Vrtule skladujte volně položené nebo v původním balení tak, aby na ně netlačily jiné předměty. Trvalý tlak listy ohne.
- Uchovávejte mimo dosah dětí – ostré hrany a drobné šrouby mohou být nebezpečné.

## 6.3 Vyvážení

U velkých vrtulí se nevyváženost projeví výrazně. Pokud dron i s novými vrtulemi vibruje, příčinu hledejte nejprve v motoru (ohnutá hřídel, opotřebená ložiska), v uchycení motoru nebo v nastavení řídicí jednotky. Karbonové vrtule nevyvažujte broušením – oslabíte list a vzniká zdraví škodlivý prach.

# 7. Řešení potíží

| Problém | Možná příčina a řešení |
|---|---|
| Dron se po Arm a přidání plynu okamžitě převrátí | Vrtule je nasazena na motor s opačným směrem otáčení nebo je otočena vzhůru nohama. Zkontrolujte podle kapitoly 3. Ověřte také směr otáčení a pořadí motorů v konfigurátoru (bez vrtulí). |
| Dron nevzlétne nebo má výrazně slabší tah | Vrtule je otočena vzhůru nohama – vede ostrá odtoková hrana. Otočte ji správnou stranou nahoru. |
| Vibrace, chvění obrazu, nezvyklý zvuk | Poškozená vrtule, povolený šroub, ohnutá hřídel motoru. Vyměňte vrtuli, dotáhněte šrouby, zkontrolujte hřídel. |
| Vrtule se za letu povolila nebo uletěla | Šrouby nebyly dostatečně dotaženy nebo chyběly. Vrtuli vždy přišroubujte oběma šrouby. |
| Šroub nejde dotáhnout nebo se protáčí | Stržený závit šroubu nebo otvoru ve zvonu motoru. Vyměňte šroub; pokud je poškozený závit ve zvonu, je nutná oprava nebo výměna zvonu motoru. |
| Vrtule drhne o rám nebo kabely | Vrtule je pro rám příliš velká, nedosedá rovně na zvon, nebo jsou kabely či antény v dráze listů. Zkontrolujte usazení vrtule, upravte vedení kabelů, případně použijte vrtule menšího průměru. |

# 8. Informace pro trh EU a České republiky

## 8.1 Dovozce a odpovědná osoba v EU

Výrobek na trh Evropské unie uvádí níže uvedený dovozce, který je zároveň odpovědnou osobou ve smyslu čl. 16 nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2023/988 o obecné bezpečnosti výrobků (GPSR).

| | |
|---|---|
| Dovozce / odpovědná osoba v EU | Rotorama, s.r.o. |
| IČO | 051 57 692 |
| DIČ | CZ05157692 |
| Sídlo | Okrajová 1351, 674 01 Třebíč, Česká republika |
| E-mail | info@rotorama.cz |
| Telefon | +420 252 252 098 |
| Web | www.rotorama.cz |

## 8.2 Bezpečnost a identifikace výrobku

- Vrtule nepodléhá harmonizačním předpisům EU, které by vyžadovaly označení **CE**, a proto jím není opatřena. Na trh je uváděna v souladu s nařízením (EU) 2023/988 o obecné bezpečnosti výrobků (GPSR).
- **Identifikace výrobku:** typové označení je vylisováno nebo natištěno na vrtuli a uvedeno na obalu. Výrobce a typ najdete také na stránce produktu v e-shopu.
- Výrobek **není hračka** a je určen osobám od 14 let.

## 8.3 Likvidace

- Vrtule není elektrozařízení – nevztahuje se na ni zpětný odběr elektrozařízení a není označena symbolem přeškrtnuté popelnice.
- Poškozené vrtule odložte do směsného komunálního odpadu – uhlíkový kompozit nepatří do tříděného plastu.
- Obal výrobku odevzdejte do tříděného odpadu podle druhu materiálu.

# 9. Záruka a práva z vadného plnění

Práva a povinnosti smluvních stran se řídí českým právním řádem, zejména zákonem č. 89/2012 Sb., občanský zákoník, a zákonem č. 634/1992 Sb., o ochraně spotřebitele.

- Prodávající odpovídá kupujícímu za to, že výrobek při převzetí nemá vady. Je-li kupujícím spotřebitel, může vadu vytknout **do dvou let od převzetí** výrobku (§ 2165 občanského zákoníku).
- Projeví-li se vada v průběhu **jednoho roku** od převzetí, má se za to, že výrobek byl vadný již při převzetí (§ 2161 odst. 5 občanského zákoníku).
- Při nákupu prostřednictvím internetu má spotřebitel právo **odstoupit od smlouvy do 14 dnů** od převzetí zboží bez udání důvodu (§ 1829 občanského zákoníku).
- Reklamaci uplatněte u prodejce, u kterého jste výrobek zakoupili. Kontaktní údaje dovozce jsou uvedeny v kapitole 8.1.
- K mimosoudnímu řešení spotřebitelských sporů je příslušná **Česká obchodní inspekce**, Štěpánská 796/44, 110 00 Praha 1, www.coi.cz.