ROTORAMA

Skládací vrtule

Vrtule pro FPV drony
Návod k sestavení, 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 Materiály

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. Sestavení a montáž

4.1 Co budete potřebovat

4.2 Sestavení vrtule

4.3 Montáž na motor

4.4 Demontáž

5. Kontrola vrtulí

5.1 Kontrola po montáži

5.2 Kontrola před každým letem a po každém pádu

5.3 Kdy vrtuli vyměnit

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.
- Sklopené listy se při roztočení motoru prudce vyklopí do pracovní polohy a jejich dosah je stejný jako u pevné vrtule.
- 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

Skládací vrtule pro FPV drony, především pro long-range drony a nosné platformy. Vyrábí se ve **třílistém** i **dvoulistém** provedení. Vrtule se dodává rozložená a sestavuje se z jednotlivých listů a dvoudílného náboje – u třílistých vrtulí trojcípého, u dvoulistých oválného. Listy jsou v náboji uložené otočně: v klidu je lze sklopit ①, při roztočení motoru se odstředivou silou vyklopí do pracovní polohy ②. Sestavená vrtule se středovou dírou nasazuje na hřídel motoru a zajišťuje maticí. Vrtule se dodávají v párech pro oba směry otáčení (CW a CCW).



Nahoře třílistá, dole dvoulistá vrtule. ① Listy sklopené – v klidu a při přenášení. ② Listy vyklopené v pracovní poloze za letu.

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 (do 10")	1051-3	průměr 10", stoupání 5,1", 3 listy
zkrácený kód (od 11")	1307-3	průměr 13", stoupání 7", 3 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.
- Písmeno **F** v označení (např. F1051 nebo 1307F) označuje skládací provedení.

2.3 Materiály

Listy vrtulí jsou vyrobeny z nylonu vyztuženého skelným vláknem.

- Materiál je tuhý a pevný, s menší pružností, a dobře tlumí vibrace.
- Typickým poškozením jsou praskliny, zejména u oka listu, a odštípnutá náběžná hrana.
- Prasklina bývá vlasová a těžko viditelná – listy kontrolujte proti světlu.

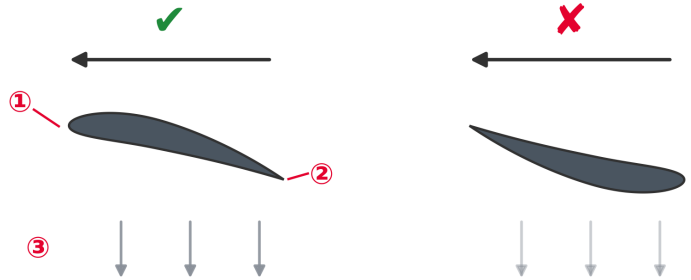
Žádný z materiálů není nerozbitný. I odolná vrtule po nárazu ztrácí tvar a vyváženost – vždy ji po havárii zkontrolujte podle kapitoly 5.

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.

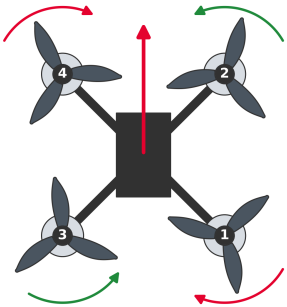
3.2 Která strana patří nahoru

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** – na listech je vylisováno typové označení, u některých provedení i šipka směru otáčení. Listy pro opačný směr otáčení se liší označením (např. písmenem R). V pochybnostech platí tvar listu.

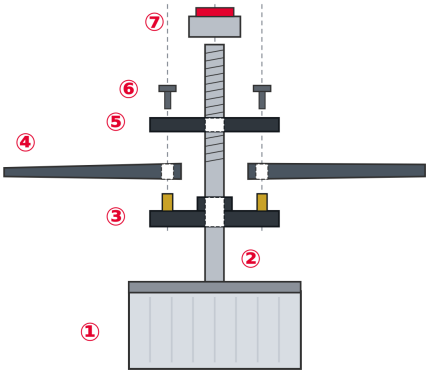
Před prvním vzletem každou vrtuli protočte rukou ve směru otáčení motoru: musí tlačit vzduch dolů, k rámu dronu.

4. Sestavení a montáž

4.1 Co budete potřebovat

- listy vrtulí, dvoudílné náboje a šroubky pro jejich spojení – u vrtulí 13" a 15" také podložky,
- šroubovák odpovídající šroubkům náboje,
- matice pro uchycení vrtule na hřídel – dodávají se s motory – a odpovídající klíč.

4.2 Sestavení vrtule



Rozložená sestava: ① motor, ② hřídel, ③ spodní díl náboje s čepy, ④ listy s oky, ⑤ horní díl náboje, ⑥ šroubky náboje, ⑦ matice.

① Roztřiďte listy podle směru otáčení. Všechny listy jedné vrtule musí mít stejné označení – listy pro CW a CCW se nesmí zaměňovat ani kombinovat.

② Na spodní díl náboje nasaďte listy oky na čepy. Všechny listy musí být otočené stejnou stranou nahoru, náběžnou hranou ve směru otáčení (kapitola 3).

③ Přiložte horní díl náboje tak, aby lícoval se spodním dílem, a vložte šroubky – u vrtulí 13" a 15" s podložkami.

④ Šroubky utáhněte pevně, ale s citem. Listy se musí v náboji volně sklápět, nesmí však mít vůli nahoru a dolů.

⑤ Ověřte, že se všechny listy volně a stejně vyklápějí do pracovní polohy.

4.3 Montáž na motor

① **Vypněte dron.**

② Ověřte, že středová díra vrtule odpovídá hřídeli motoru – u vrtulí do 10" má průměr 5 mm, u vrtulí 13" a 15" 6 mm.

③ Sestavenou vrtuli nasaďte na hřídel **správnou stranou nahoru** tak, aby dosedla na dosedací plochu motoru.

④ Našroubujte matici a utáhněte ji pevně, ale s citem – příliš utažená matice deformuje náboj.

⑤ Stejně postupujte u ostatních motorů a nakonec proveďte kontrolu podle kapitoly 5.1.

Nepoužívejte lepidla na zajištění závitů – narušují plast náboje a znemožní pozdější demontáž.

4.4 Demontáž

Na vypnutém dronu přidržte motor, povolte matici a vrtuli stáhněte z hřídele tahem v ose motoru. Vrtuli nepáčte šroubovákem proti zvonu motoru – můžete poškodit magnety nebo ložiska.

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 matic i šroubků v nábojích.
- Ověřte, že se všechny listy volně vyklápějí a nemají v náboji vůli.
- 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, otřepy, ohnuté nebo zkroucené konce, bílé zlomy v plastu.
- Zkontrolujte náboj – nesmí být prasklý ani deformovaný.
- Zkontrolujte dotažení matic a šroubků náboje a volný chod listů; po tvrdém dopadu se mohou povolit. Ověřte je 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 bílé zlomy v materiálu,
- chybí kus listu nebo je list ohnutý, zkroucený či roztřepený,
- je prasklý náboj nebo oko listu, nebo má list v náboji vůli,
- dron po pádu nově vibruje a vibrace nezmizí po výměně podezřelé vrtule.

Poškozený list ani náboj nevyměňujte jednotlivě – vyměňte celou vrtuli. Vrtule jsou spotřební materiál a při létání se běžně poškozují. 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 – narušují plast a mohou způsobit skryté praskliny.

6.2 Skladování

- Skladujte v suchu, mimo přímé slunce a mimo zdroje tepla (např. palubní deska auta v létě) – teplem se listy mohou zdeformovat. V mrazu jsou plasty křehčí a vrtule snáze praskne.
- Vrtule skladujte volně položené nebo v původním balení tak, aby na ně netlačily jiné předměty. Trvalý tlak listy ohne. Při přenášení dronu mohou zůstat listy sklopené.
- Uchovávejte mimo dosah dětí – ostré hrany, matice a drobné šroubky mohou být nebezpečné.

6.3 Vyvážení

Výrobci FPV vrtulí dodávají vrtule z výroby vyvážené. Pokud dron i s novými vrtulemi vibruje, příčinu hledejte nejprve v motoru (ohnutá hřídel, opotřebená ložiska), v uchycení motoru nebo v nastavení řídicí jednotky. Vrtule nevyvažujte broušením ani lepením – oslabíte tím list.

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, nestejně uložené listy nebo list pro opačný směr otáčení, povolená matice, ohnutá hřídel motoru. Zkontrolujte sestavení podle kapitoly 4.2, dotáhněte matici, zkontrolujte hřídel.
List se při roztočení nevyklopí nebo se vyklápí ztěžka	Šroubek náboje je příliš utažený nebo je oko listu poškozené. Povolte šroubek tak, aby se list volně sklápěl, případně vyměňte vrtuli.
List má v náboji vůli	Povolený šroubek náboje. Dotáhněte jej; pokud vůle trvá, vyměňte vrtuli.
Vrtule se za letu povolila nebo uletěla	Matice nebyla dostatečně dotažena nebo ztratila pojistnou funkci. Použijte novou samojistnou matici.
Vrtule drhne o rám nebo kabely	Vrtule je pro rám příliš velká nebo jsou kabely, anténa či kamera v dráze listů. 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 zlikvidujte podle pravidel třídění odpadu vaší obce pro plasty; v případě pochybností je odložte do směsného komunálního odpadu.
- 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.