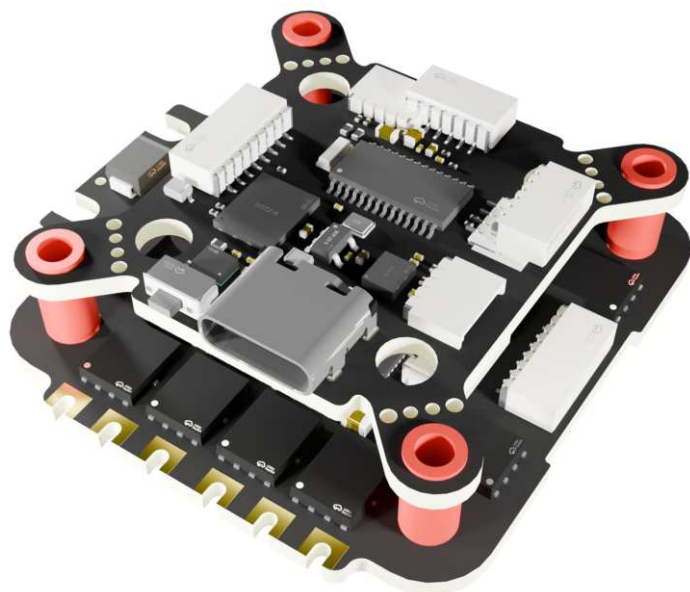




F4D MK1 + ESC 45 A

Návod k použití

Sestava řídicí jednotky FlyingRC F4D MK1 (F405) a 4v1
regulátoru otáček 45 A



Před montáží si přečtěte celý návod. Chybné pořadí vodičů signálového kabelu zničí řídicí jednotku.

Verze 1.0 · Rotorama, s.r.o.

Obsah

1. Bezpečnostní pokyny

- 1.1 Než začnete
- 1.2 Manipulace s deskami
- 1.3 Akumulátory Li-Po a LiHV
- 1.4 Rotující vrtule a zkoušky na stole
- 1.5 Teplota a chlazení

2. Popis výrobku

- 2.1 Obsah balení
- 2.2 Řídicí jednotka – konektory a plošky
- 2.3 Technické údaje řídicí jednotky
- 2.4 Sériové porty (UART)
- 2.5 Výstupy PWM a motory
- 2.6 Sběrnice I2C a měření napětí a proudu
- 2.7 Regulátor otáček – popis a konektor
- 2.8 Technické údaje regulátoru

3. Právní podmínky provozu v ČR a EU

- 3.1 Rozhodné je právo země, ve které letíte
- 3.2 Sestava je součást, nikoli hotový dron
- 3.3 Registrace provozovatele a kategorie provozu

4. Montáž a zapojení

- 4.1 Co dále potřebujete
- 4.2 Montáž do rámu
- 4.3 Napájení a kondenzátor
- 4.4 Motory
- 4.5 Propojení řídicí jednotky a regulátoru

4.6 Přijímač

4.7 Digitální vysílač obrazu

4.8 Analogová kamera a vysílač obrazu

4.9 Modul GPS a kompas

4.10 LED pásek

5. Zprovoznění

5.1 Připojení k počítači

5.2 Firmware řídicí jednotky

5.3 Základní nastavení řídicí jednotky

5.4 Firmware regulátoru

5.5 Parametry regulátoru

5.6 Kalibrace akcelerometru

5.7 Kontrola pořadí a směru motorů

5.8 Arm, Disarm a failsafe

5.9 Spínané napájení 9 V

5.10 Záznam letových dat

6. Provoz

6.1 Předletová kontrola

6.2 Sledování napětí akumulátoru

6.3 Teplota

7. Údržba a řešení potíží

7.1 Po každém letu

7.2 Pájení a opravy

7.3 Skladování

7.4 Řešení potíží

8. Informace pro trh EU a České republiky

9. Záruka a práva z vadného plnění

1. Bezpečnostní pokyny

1.1 Než začnete

Tento výrobek je **sestava elektronických součástí bezpilotního letadla** – řídicí jednotky a regulátoru otáček – nikoli hotový výrobek připravený k použití. Obě desky se stávají použitelnými teprve po zabudování do letadla, propojení s dalšími díly a nastavení.

- Před zahájením stavby si přečtete celý tento návod a uschovejte jej.
- Sestava pracuje s napětím akumulátoru a s proudy v řádu desítek ampérů. Chyba v zapojení může způsobit **požár** nebo zničení desek.
- Stavba vyžaduje zkušenost s pájením a se stavbou modelů. Nejste-li si jistí, požádejte o pomoc zkušeného modeláře.
- Výrobek není hračka. Není určen dětem ani osobám, které nejsou seznámeny s tímto návodem.
- Nepoužívejte poškozené desky – po havárii, po přehřátí, s prasklou deskou nebo s ohořelou součástí.

1.2 Manipulace s deskami

Obě desky jsou citlivé na statickou elektřinu a na mechanické poškození.

- Desky berte za okraje, nedotýkejte se pájecích plošek, konektorů ani součástek.
- Před manipulací se zbavte statického náboje dotykem uzemněného kovového předmětu.
- Nepokládejte desky na kovové ani vodivé podložky, včetně karbonových dílů rámu.
- Konektory SH1.0 jsou drobné. Při zasouvání i vysouvání přidržte tělo konektoru prsty, jinak jej vytrhnete z desky.

1.3 Akumulátory Li-Po a LiHV

Řídicí jednotka je určena pro akumulátory **3-6S Li-Po**, tedy 11,1-25,2 V. Regulátor snese **9-30 V**, tedy 3-7S Li-Po nebo 3-6S LiHV. **Rozhoduje vždy přísnější z obou hodnot** – celá sestava je proto určena pro akumulátory **3-6S Li-Po**. Připojení 7S akumulátoru řídicí jednotku okamžitě zničí.

Stav	Li-Po	6S Li-Po	4S Li-Po
plně nabito	4,20 V/článek	25,2 V	16,8 V
ukončit let	3,50 V/článek	21,0 V	14,0 V
skladování	3,80 V/článek	22,8 V	15,2 V

- Nabíjejte pouze nabíječkou určenou pro daný typ článků a nikdy bez dozoru.
- Akumulátor s nafouklým obalem, poškozeným vodičem nebo po tvrdé havárii dále nepoužívejte.

- Akumulátor nikdy nepřipojujte s obrácenou polaritou – přepólování zničí regulátor i řídicí jednotku a takové poškození není závadou výrobku.
- Akumulátory nabíjejte a skladujte v nehořlavé nádobě, mimo hořlavé materiály.

1.4 Rotující vrtule a zkoušky na stole

Většinu nastavení lze provést bez vrtulí. Dokud není letadlo zcela nastavené, vrtule nemontujte.

- Vrtule **vždy** sejměte, než připojíte řídicí jednotku k počítači nebo než budete zkoušet motory.
- Při zkoušce motorů letadlo mechanicky zajistěte a nikdy nesahejte do roviny vrtulí.
- Regulátor napájejte při ladění parametrů a při nahrávání firmwaru **z akumulátoru**, nikoli z USB – ale vždy bez vrtulí.
- Nikdy nestůjte ani nenechte stát jiné osoby v ose vrtulí.

1.5 Teplota a chlazení

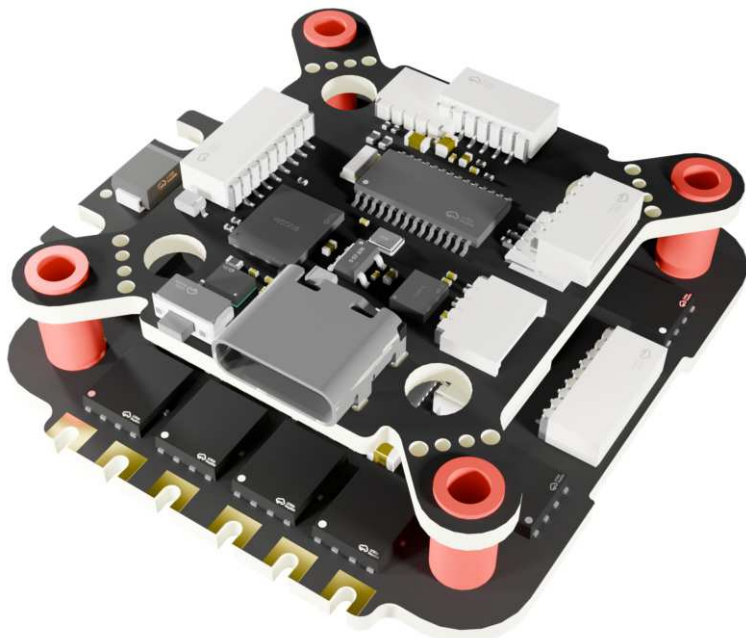
Regulátor se při zatížení silně zahřívá. Pouzdra výkonových tranzistorů jsou kovová, vodivá a horká.

- Regulátor **nesmí** být obalen smršťovací bužírkou ani nijak zalit či utěsněn proti vodě. Takové úpravy brání odvodu tepla a poškození z nich vzniklé nelze reklamovat.
- Vodiče motorů se nesmí dotýkat pouzder výkonových tranzistorů.
- Desky se nesmí dotýkat karbonových dílů rámu, konektorů akumulátoru ani jiných desek – hrozí zkrat.
- Nenechávejte letadlo s připojeným akumulátorem dlouho stát bez proudění vzduchu.
- Po letu nechte desky vychladnout dříve, než se jich dotknete.

Pracuje-li regulátor mimo jmenovité podmínky – vyšší teplota okolí, vysoká vlhkost, nízký tlak nebo bez proudění vzduchu – klesá jeho zatížitelnost a trvalý proud je nižší než jmenovitý.

2. Popis výrobku

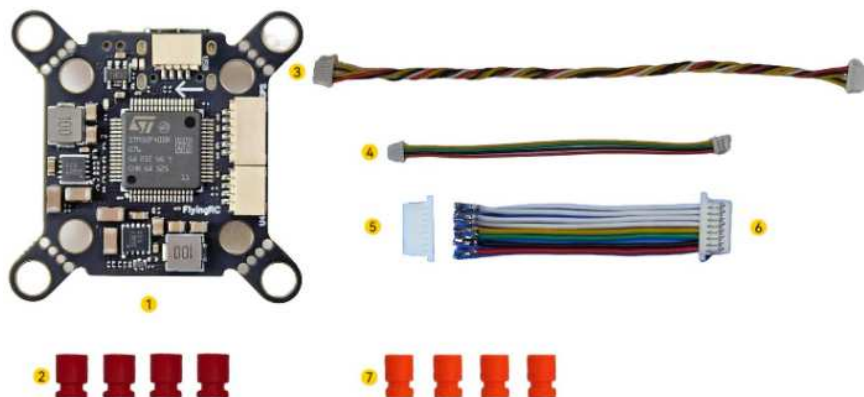
FlyingRC F4D MK1 je řídicí jednotka pro FPV drony postavená na mikrokontroléru STM32F405 s gyroskopem ICM-42688-P a barometrem. Všechny periferie se připojují konektory SH1.0, pájení není potřeba. Dodává se v sestavě s **4v1 regulátorem otáček 45 A** s firmwarem AM32. Obě desky mají rozteč montážních otvorů 30,5 × 30,5 mm.



Sestava řídicí jednotky F4D MK1 a 4v1 regulátoru otáček 45 A

2.1 Obsah balení

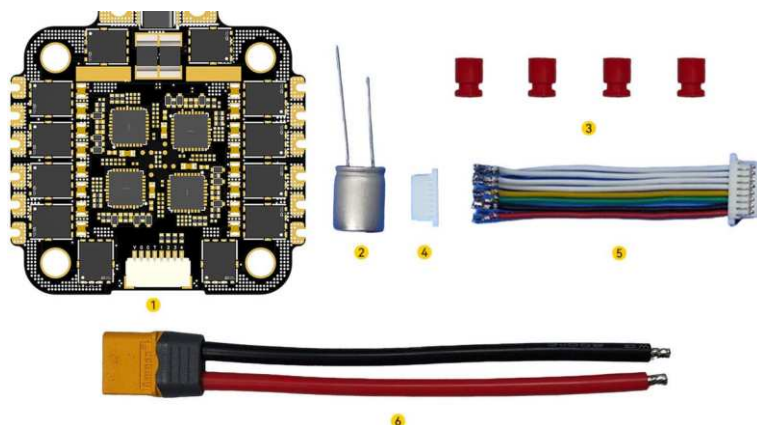
Řídicí jednotka



Obsah balení řídicí jednotky

- ① 1× řídicí jednotka FlyingRC F4D MK1 (F405)
- ② 4× silikonový silentblok M3
- ③ 1× kabel pro digitální vysílač obrazu DJI, 6pinový, 15 cm
- ④ 1× kabel SH1.0 4pinový, silikonový, 10 cm
- ⑤ 1× konektor SH1.0 8pinový s krimpovacími kontakty
- ⑥ 1× kabel SH1.0 8pinový, 30 AWG, silikonový, 3,5 cm
- ⑦ 4× silikonový silentblok M2

Regulátor otáček



Obsah balení regulátoru

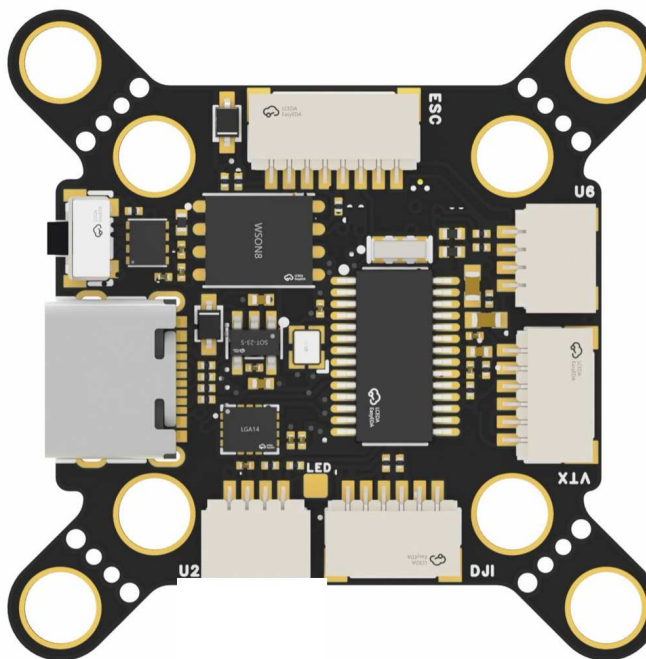
- ① 1× regulátor otáček FlyingRC 4v1 45 A

- ② 1× pevný kondenzátor 35 V / 680 μ F
- ③ 4× silentblok M3
- ④ 1× krimpovací konektor SH1.0
- ⑤ 1× signálový kabel SH1.0 8pinový
- ⑥ 1× napájecí kabel XT60, 12 AWG, 12 cm

Akumulátor, motory, rám, vrtule, přijímač ani vysílač obrazu nejsou součástí balení.

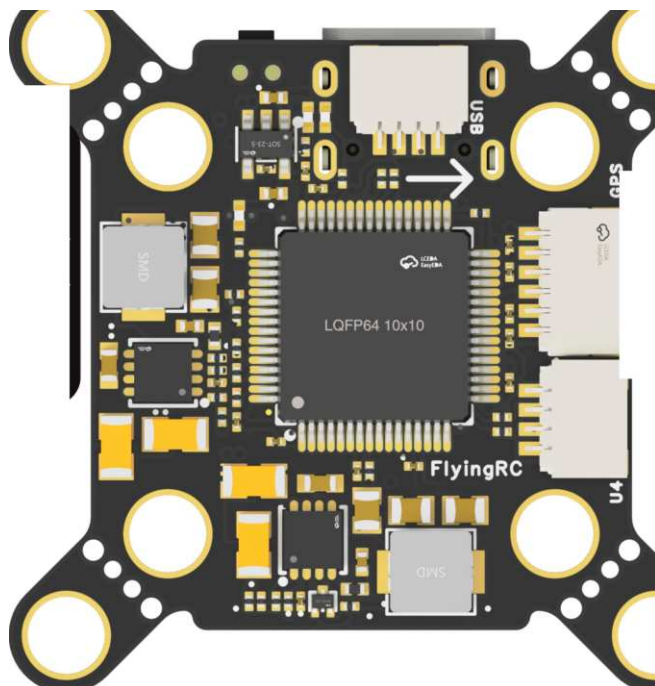
2.2 Řídicí jednotka - konektory a plošky

Všechny periferie se připojují konektory **SH1.0**; jejich název je vytištěn na desce vedle konektoru. Označení **T** je vysílací vodič sériového portu, **R** přijímací. Konektory **U2**, **U4** a **U6** jsou obecné sériové porty UART2, UART4 a UART6.



Strana desky s konektory ESC, U6, VTX, U2 a DJI, s ploškou LED a s konektorem USB Type-C

Na druhé straně desky jsou mikrokontrolér, oba měniče BEC a konektory **USB**, **GPS** a **U4**. Bílá šipka na desce ukazuje směr letu.



Strana desky s mikrokontrolérem a s konektory USB, GPS a U4

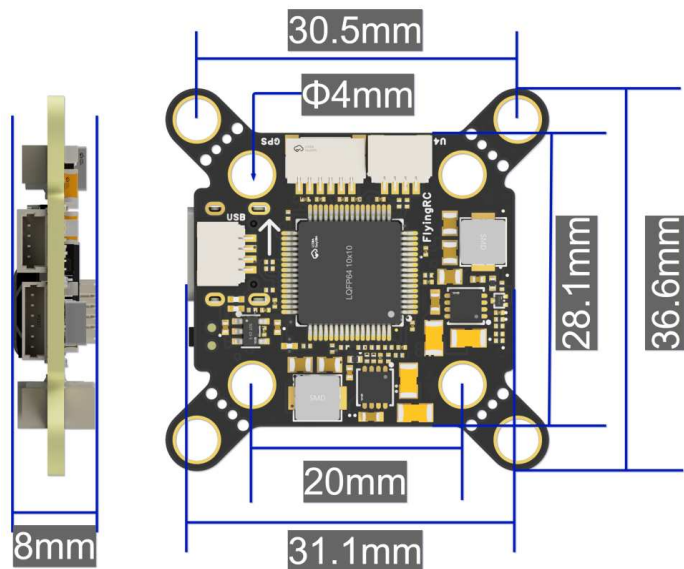
Přehled konektorů a jejich vývodů:

Konektor	Piny	Vývody
ESC	8	M4 · M3 · M2 · M1 · RX · CURR · G · VBAT
DJI	6	8-26 V · G · TX · RX · G · SBUS
VTX	6	CAM · G · 9V · VTX · G · 9V
GPS	6	SCL · SDA · TX · RX · G · 5V
U2	4	5V · G · RX · TX
U4	4	5V · G · RX · TX
U6	4	5V · G · RX · TX
USB	5	pro prodlužovací kabel USB
LED	ploška	datový vodič páska WS2812, nutno připájet

❖ Pořadí vývodů konektorů U2, U4 a U6 uvádí výrobce jedním společným nákresem konektoru UART. Před zapojením je vždy porovnejte s popisem přímo na desce.

2.3 Technické údaje řídicí jednotky

Model	FlyingRC F4D MK1
Mikrokontrolér	STM32F405RGT6, 168 MHz
Paměť	1 MB Flash, 192 kB RAM
Gyroskop a akcelerometr	ICM-42688-P
Barometr	DPS310
Analogové OSD	AT7465E
Sériové porty	6× UART, port UART3 pouze jako přijímací vodič
Výstupy PWM	5 kanálů – 4 pro motory a 1 pro LED pásek
Sběrnice I2C	1
Měření proudu (ADC)	ano
Bzučák	není
LED pásek	WS2812, nutno připojit
Konektor USB	USB Type-C na desce
Záznam letových dat	16 MB NOR Flash na desce
SBUS	podporován, vývod SBUS na konektoru DJI
Ladicí rozhraní SWD	není
Napájení	3–6S Li-Po, 11,1–25,2 V DC
Výstup BEC pro periferie	5 V / 3 A (MP9943)
Výstup BEC pro VTX a kameru	9 V / 2 A (MP9943), spínatelný
Rozměry	36,6 × 36,6 × 8,0 mm; po odříznutí montážních oušek 28,1 × 31,1 × 8,0 mm
Montážní otvory	rozteč 30,5 × 30,5 mm a 20 × 20 mm, otvory M4 (průměr 4 mm)
Hmotnost	6,3 g
Provozní teplota	–10 °C až 100 °C
Skladovací teplota	0 °C až 40 °C
Podporovaný firmware	Betaflight (z výroby), INAV, Ardupilot; PX4 není podporován



Rozměry řídicí jednotky

2.4 Sériové porty (UART)

Řídicí jednotka má šest sériových portů. Ve firmwaru Ardupilot **čísla portů SERIAL neodpovídají** číslům UART na desce; převod je v následující tabulce.

Popis na desce	Port	Ardupilot	Výchozí funkce
USB	USB	SERIAL0	konzole
DJI	UART1	SERIAL1	telemetrie 1
U2	UART2	SERIAL6	vstup přijímače (CRSF)
ESC (R3)	UART3	SERIAL2	telemetrie regulátoru
U4	UART4	SERIAL4	volný
GPS	UART5	SERIAL3	GPS
U6	UART6	SERIAL5	volný

- Port **UART3** je vyveden pouze jako přijímací vodič **RX** na konektoru ESC – slouží pro telemetrii regulátoru.
- Přímý přístup do paměti (DMA) má port **UART1** a vysílací vodič portu **UART6**. Porty UART3, UART4 a UART5 pracují bez DMA.
- Po zapojení je nutné portu přiřadit odpovídající funkci. Připojíte-li například modul GPS na konektor GPS, nastavte v Ardupilotu `SERIAL3_PROTOCOL` na GPS a ověřte, že žádný jiný port nemá funkci GPS.

❖ U přijímačů s jiným protokolem než SBUS nebo PPM - tedy například ExpressLRS - uvádí výrobce nastavení `BRD_ALT_CONFIG = 1`, ve svém textu přitom zmiňuje port `SERIAL7`, zatímco v převodní tabulce je vstup přijímače na portu `SERIAL6`. Nekomunikuje-li přijímač, zkuste tento parametr nastavit a řídicí jednotku restartovat.

2.5 Výstupy PWM a motory

Řídicí jednotka má pět výstupů PWM. Výstupy **S1 až S4** jsou vyvedeny na konektor ESC, pátý výstup slouží pro adresovatelný LED pásek. Výstupy pro motory jsou rozděleny do dvou skupin podle časovačů mikrokontroléru:

Skupina	Výstupy	Časovač	Kanály
1	S1, S2	TIM8	CH4, CH3
2	S3, S4	TIM1	CH3N, CH1

- Všechny čtyři výstupy podporují protokoly **DSHOT** 150, 300 a 600.
- Výstupy ve stejné skupině **nelze** současně použít pro regulátory s protokolem DShot a pro serva s frekvencí 50 Hz.

2.6 Sběrnice I2C a měření napětí a proudu

Sběrnice I2C je vyvedena na konektor GPS jako **SCL** (hodinový vodič) a **SDA** (datový vodič). Slouží pro připojení externího magnetometru; v Ardupilotu se povoluje parametrem `COMPASS_AUTODEC = 1`.

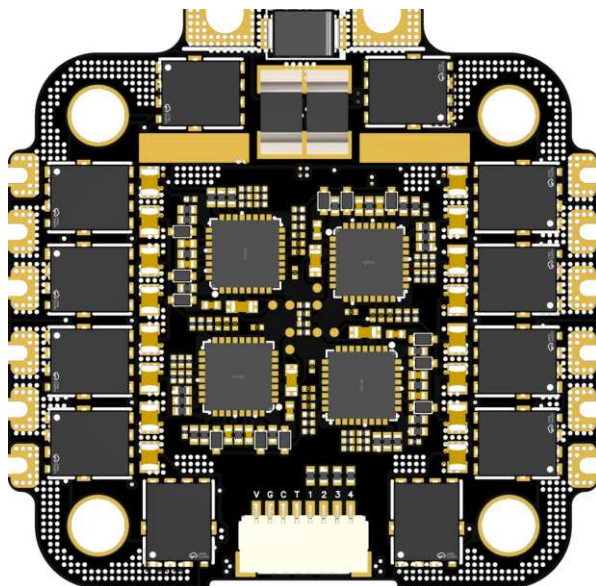
Napětí akumulátoru se snímá na vývodu **VBAT** přes dělič zabudovaný na desce, proud na vývodu **CURR** z proudového čidla regulátoru.

Firmware	Parametr	Hodnota
Betaflight	měřítka proudového čidla	100 (1/10 mV/A)
Ardupilot	BATT_VOLT_PIN	10
Ardupilot	BATT_VOLT_MULT	11,0
Ardupilot	BATT_CURR_PIN	11
Ardupilot	měřítka proudového čidla	100 (A/V)
INAV	dělicí poměr voltmetru	1100

❖ Podklady výrobce uvádějí u analogových vstupů dvě různé sady hodnot - v tabulce vstupů **ADC** `BATT_VOLT_PIN` **14**, `BATT_VOLT_MULT` **21** a `BATT_CURR_PIN` **15**, v přehledu doporučeného nastavení hodnoty uvedené v tabulce výše. Po prvním připojení proto vždy porovnejte napětí zobrazené v konfiguratoru s napětím změřeným přímo na akumulátoru a při odchylce dělicí poměr dokalibrujte.

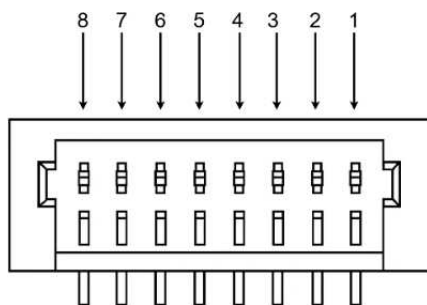
2.7 Regulátor otáček - popis a konektor

Regulátor je typu 4v1, s firmwarem **AM32**. Výkonové tranzistory HYG011N04 v pouzdře DFN 5 × 6 mají na spodní straně velkou teplosměnnou plošku, kterou odvádějí teplo do desky plošných spojů. Proud vedou navíc dvě povrchově pájené měděné lišty se zlaceným a niklovaným povrchem. Regulátor podporuje sinusový rozběh.



Horní strana regulátoru s konektorem a označením vývodů

Signálový konektor je typu SH1.0, osmipinový. Piny se počítají zleva při pohledu na konektor zepředu:

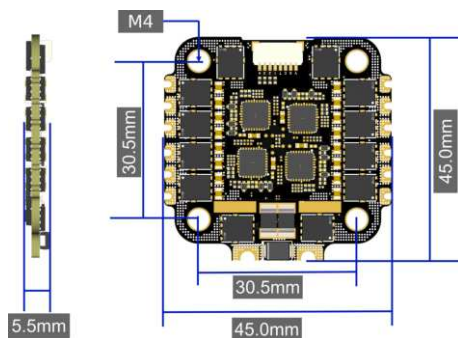


Číslování pinů konektoru SH1.0 8P

Pin	Označení	Funkce
1	VBAT	napětí akumulátoru
2	G	zem
3	CURR	analogový výstup proudového čidla
4	TX	telemetrie regulátoru
5	M1	signál motoru 1
6	M2	signál motoru 2
7	M3	signál motoru 3
8	M4	signál motoru 4

Signálový kabel je z výroby zakrimpovaný v pořadí odpovídajícím regulátoru. Před prvním připojením akumulátoru vždy porovnejte pořadí vodičů s konektorem řídicí jednotky podle tabulky v kapitole 4.5.

2.8 Technické údaje regulátoru



Rozměry regulátoru

Model	FlyingRC 4v1 ESC 45 A
Mikrokontrolér	QF32F4AK8U7, 32bitový, 120 MHz
Paměť	64 kB Flash, 16 kB RAM
Budič hradel	ID6288
Výkonové tranzistory	HYG011N04, pouzdro DFN 5 × 6, 40 V
Odpor v sepnutém stavu	1,0 mΩ při 10 V
Napájení	9–30 V, 3–7S Li-Po nebo 3–6S LiHV
Trvalý proud na kanál	45 A po dobu 5 s (měřeno na 4S)
Špičkový proud na kanál	50 A (měřeno na 4S)
Měřítka proudového čidla	100 (1/10 mV/A) v Betaflightu, 100 (A/V) v Ardupilotu
Firmware	AM32
Vstupní signál	DSHOT150/300/600, OneShot, PWM a další
Deska plošných spojů	6 vrstev, měď 2 oz, prokovy zalité pryskyřicí, povrch zlacením
Rozměry	45 × 45 × 5,5 mm
Montážní otvory	rozteč 30,5 × 30,5 mm, otvory M4 (průměr 4 mm)
Hmotnost	16,6 g
Provozní teplota	–10 °C až 100 °C
Skladovací teplota	0 °C až 40 °C

3. Právní podmínky provozu v ČR a EU

3.1 Rozhodné je právo země, ve které letíte

Nařízení (EU) 2019/947 a 2019/945 platí ve všech členských státech Evropské unie, ale národní prováděcí předpisy se stát od státu liší – registrační portály, minimální věk pilota, geografické zóny, povinné pojištění, povolená kmitočtová pásma i maximální vysílací výkony. Údaje v této kapitole popisují stav v České republice. Provozujete-li dron v jiné zemi, musíte se řídit předpisy státu, ve kterém letíte.

3.2 Sestava je součástí, nikoli hotový dron

Řídicí jednotka ani regulátor nejsou bezpilotní letadlo. Nařízení (EU) 2019/945, které stanoví třídy C0 až C6, se vztahuje na hotové bezpilotní systémy opatřené identifikačním štítkem třídy, nikoli na jednotlivé díly. Desky proto neunesou a nemohou nést třídní označení. Neobsahují ani žádné rádiové zařízení – přijímač i vysílač obrazu si pořizujete zvlášť a řídíte se jejich vlastní dokumentací.

Jakmile desky zastavíte do letadla, vztahují se na **provoz** tohoto letadla nařízení (EU) 2019/947 a související české předpisy. Odpovědnost za jejich dodržení nese provozovatel.

3.3 Registrace provozovatele a kategorie provozu

Následující povinnosti se týkají hotového letadla, do kterého desky zastavíte.

- Provozovatel se musí **zaregistrovat**, nese-li letadlo čidlo schopné zachycovat osobní údaje, tedy zejména kameru – bez ohledu na hmotnost. Registraci vede Úřad pro civilní letectví na portálu dron.caa.gov.cz; přidělené číslo se vyznačuje na letadle.
- Letadlo bez třídního označení postavené po 1. lednu 2024 lze provozovat jako **soukromě zhotovený bezpilotní systém** – v podkategorii A1 při vzletové hmotnosti do 250 g a rychlosti do 19 m/s, jinak v podkategorii A3. Podkategorie A2 pro ně dostupná není. Dron na této sestavě váží zpravidla podstatně více než 250 g, počítejte proto s **podkategorií A3**.
- Platí obvyklé limity otevřené kategorie: výška **do 120 m** nad zemí, stálý vizuální kontakt a zákaz přeletu shromáždění osob. V podkategorii A3 navíc odstup 150 m od obytných, obchodních, průmyslových a rekreačních oblastí.
- Létáte-li s FPV brýlemi, musí vedle vás stát **pozorovatel bezpilotního letadla**, který udržuje vizuální kontakt s letadlem bez optických pomůcek.
- Před letem si ověřte zeměpisné zóny na mapě dronemap.rlp.cz a zvažte skutečnou vzletovou hmotnost letadla včetně akumulátoru.
- Pojištění odpovědnosti není u malých letadel v otevřené kategorii povinné, doporučujeme jej však sjednat.

4. Montáž a zapojení

4.1 Co dále potřebujete

Kromě obsahu balení budete potřebovat:

- rám s roztečí montážních otvorů 30,5 × 30,5 mm a čtyři motory odpovídající zvolené velikosti,
- akumulátor Li-Po 3–6S a odpovídající nabíječku,
- přijímač a vysílačku (RC soupravu),
- vysílač obrazu – digitální nebo analogový – a k němu kameru nebo brýle,
- pájku s regulací teploty, cín, kabely a smršťovací bužírky,
- počítač s konfiguratorem Betaflight, INAV nebo Ardupilot a kabel USB-C.

4.2 Montáž do rámu

Obě desky se montují na rozteč **30,5 × 30,5 mm**. Montážní otvory obou desek jsou **M4** o průměru 4 mm; s dodanými silentbloky se do nich montují **šrouby M3**. Regulátor se obvykle montuje **dole**, blíže k akumulátoru, a řídicí jednotka nad něj.

- ① Do otvorů obou desek vložte dodané silentbloky M3.
 - ② Regulátor uložte do rámu a připevněte šrouby M3.
 - ③ Řídicí jednotku uložte nad regulátor tak, aby bílá šipka na desce směřovala **dopředu** ve směru letu.
 - ④ Šrouby dotahujte jen lehce – přetažením se silentbloky stlačí a přestanou tlumit vibrace.
 - ⑤ Zkontrolujte, že se desky navzájem ani rámu nedotýkají žádnou součástí ani pájecí ploškou.
- Řídicí jednotku lze montovat i na rozteč **20 × 20 mm**; k tomu slouží dodané silentbloky M2. Regulátor má ale pouze rozteč 30,5 mm, takže celá sestava se montuje na 30,5 mm.
 - Montážní ouška řídicí jednotky lze odříznout; deska pak měří 28,1 × 31,1 mm a montuje se pouze na rozteč 20 × 20 mm.

Je-li řídicí jednotka otočena jinak než dopředu, je nutné natočení nastavit v konfiguratoru. Mechanicky správná montáž je vždy spolehlivější.

4.3 Napájení a kondenzátor

Akumulátor se připojuje k **regulátoru**. Řídicí jednotka se napájí z regulátoru přes vývod VBAT signálového kabelu; samostatné napájecí plošky nemá.

- ① Na napájecí plošky regulátoru připájejte dodaný kabel s konektorem XT60. Dbejte na polaritu – kladný pól je označen +, záporný –.
- ② Na tytéž plošky připájejte dodaný **kondenzátor 35 V / 680 µF**. Červený proužek na pouzdře označuje **záporný** pól.

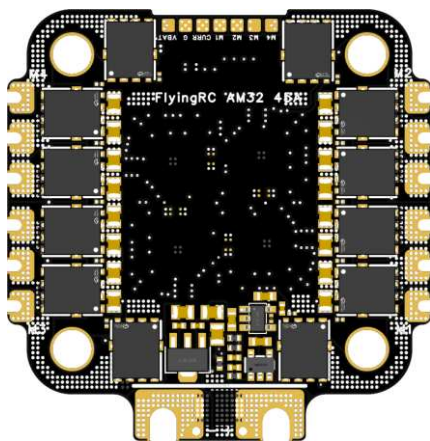
- ③ Spoje po vychladnutí zkontrolujte a přesvědčte se, že se cín nedotýká sousedních plošek.

Kondenzátor tlumí napěťové špičky z motorů. Bez něj hrozí rušení gyroskopu, výpadky vysílače obrazu i zničení regulátoru.

- Pájecí plošky regulátoru jsou velké a zlacené, tedy dobře odvádějí teplo. Použijte pájku s dostatečným výkonem, ideálně s hrotem řady T12 nebo 936, a cín s obsahem cínu okolo 63 %.
- Nemáte-li vhodné vybavení, nechte si napájecí kabel a kondenzátor připájet.

4.4 Motory

Vodiče motorů se pájí na plošky **M1** až **M4** v rozích regulátoru. Označení plošek je vytištěno na spodní straně desky.



*Spodní strana regulátoru s ploškami motorů
M1 až M4*

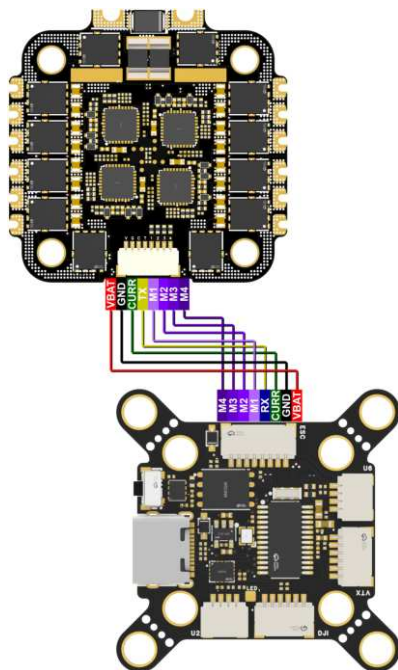
- Pořadí tří vodičů motoru nerozhoduje – směr otáčení se nastavuje ve firmwaru regulátoru.
- Vodiče motorů se **nesmí dotýkat kovových pouzder výkonových tranzistorů**, která jsou vodivá.
- Vodiče vedte tak, aby se nemohly dostat do vrtulí, a v rámu je zajistěte.
- Přiřazení motorů k jednotlivým výstupům ověřte v konfigurátoru ještě před montáží vrtulí.

4.5 Propojení řídicí jednotky a regulátoru

!! Signálový kabel musí mít pořadí vodičů odpovídající použitému regulátoru. Chybné pořadí zničí řídicí jednotku. Před prvním připojením akumulátoru pořadí vždy zkontrolujte.

V balení regulátoru je dvoustranný kabel SH1.0 8P. Jeden konec je z výroby zakrimpovaný v pořadí odpovídajícím regulátoru, druhý konec je volný. Přiložený konektor SH1.0 8P umožňuje vodiče přeskádat podle konektoru řídicí jednotky. Obě desky odpovídají standardu konektorů Betaflight, takže vodiče jdou proti sobě ve stejném pořadí.

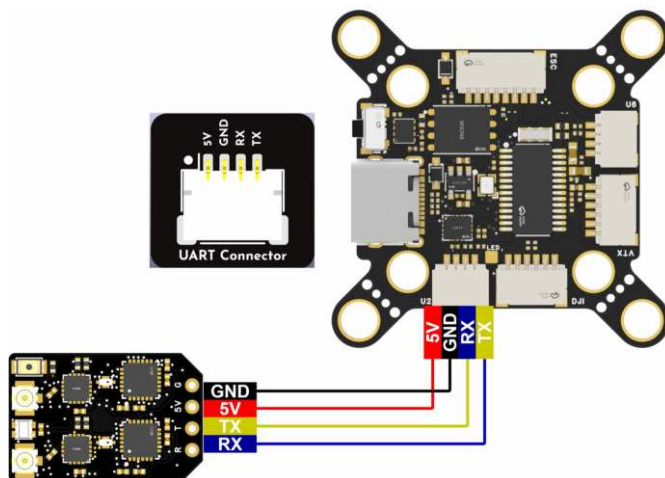
Regulátor	Řídicí jednotka	Funkce
VBAT	VBAT	napětí akumulátoru
G	G	zem
CURR	CURR	proudové čidlo
TX	RX	telemetrie regulátoru
M1	M1	signál motoru 1
M2	M2	signál motoru 2
M3	M3	signál motoru 3
M4	M4	signál motoru 4



*Propojení řídicí jednotky s regulátorem
podle podkladů výrobce*

4.6 Přijímač

Přijímač se připojuje na konektor **U2**, který je veden na port UART2 – ve firmwaru Ardupilot na port SERIAL6.

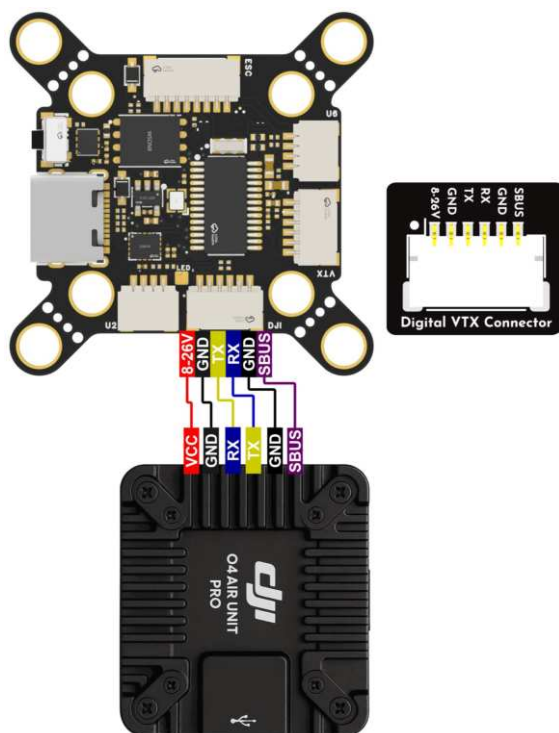


Připojení přijímače podle podkladů výrobce

- Vodiče **TX** a **RX** se kříží: vývod TX přijímače připojte na **RX** řídicí jednotky a vývod RX přijímače na **TX**.
- Přijímač napájejte z vývodu **5V** a **G** téhož konektoru.
- Přijímač s protokolem **SBUS** se připojuje na vývod SBUS konektoru DJI.

4.7 Digitální vysílač obrazu

Šestipólový konektor **DJI** je určen pro digitální vysílač obrazu. Kabel délky 15 cm je součástí balení – pájení není potřeba.

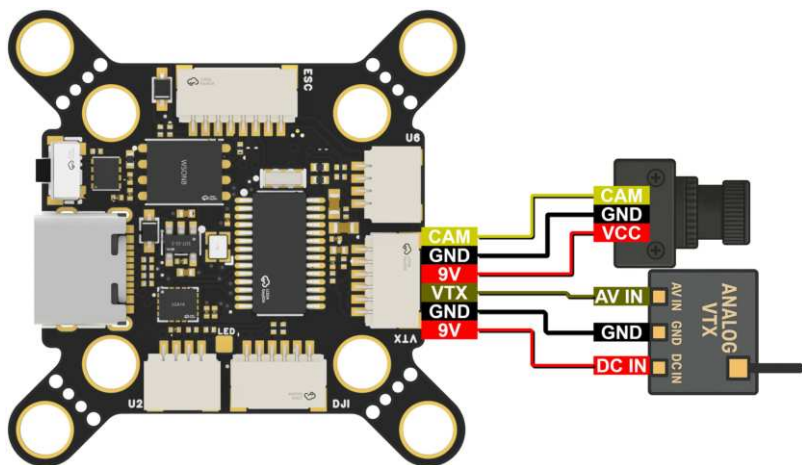


Připojení digitálního vysílače obrazu podle podkladů výrobce

- Konektor nese napájení **8-26 V**, sériový port **UART1** pro data a obrazovou nabídku (OSD) a vstup **SBUS**.
- Vodiče **TX** a **RX** se i zde kříží: TX řídící jednotky na RX vysílače obrazu a naopak.
- Napájení na tomto konektoru odpovídá napětí akumulátoru, není tedy spínané. Spínat lze pouze výstup 9 V na konektoru VTX – viz kapitolu 5.9.

4.8 Analogová kamera a vysílač obrazu

Šestipólový konektor **VTX** nese vývody **CAM**, **G**, **9V**, **VTX**, **G** a **9V**. Slouží současně pro analogovou kameru i pro analogový vysílač obrazu.

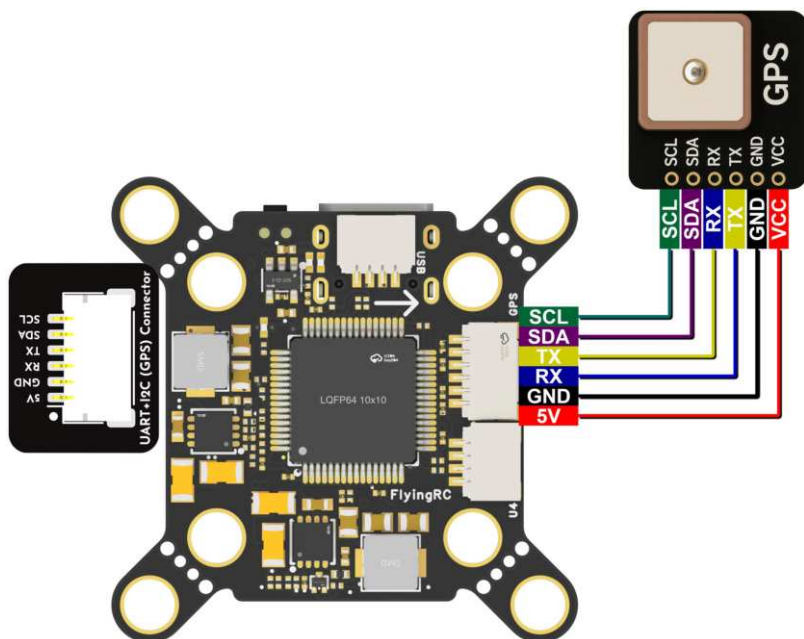


Připojení analogové kamery a vysílače obrazu podle podkladů výrobce

- Obrazový signál kamery připojte na vývod **CAM**, napájení kamery na **9V** a **G**.
- Obrazový vstup vysílače připojte na vývod **VTX**, napájení vysílače na druhý vývod **9V** a **G**.
- Napájení 9 V zajišťuje měnič na desce a lze je vypínat z vysílačky - viz kapitolu 5.9.
- Analogovou obrazovou nabídku (OSD) vykresluje čip AT7465E; při digitálním přenosu obrazu se nabídka vykresluje ve vysílači obrazu.

4.9 Modul GPS a kompas

Modul GPS se připojuje na konektor **GPS**, tedy na port UART5 - ve firmwaru Ardupilot na port SERIAL3.



Připojení modulu GPS s kompasem podle podkladů výrobce

- Vývod **TX** modulu připojte na **RX** a vývod **RX** modulu na **TX**.
- Modul s kompasem využívá navíc sběrnici I2C – vývody **SCL** a **SDA** téhož konektoru.
- Modul umístěte co nejdál od napájecích vodičů a od motorů, jinak bude kompas rušen.
- V Ardupilotu nastavte `SERIAL3_PROTOCOL` na GPS a ověřte, že žádný jiný port nemá funkci GPS.

4.10 LED pásek

Datový vodič adresovatelného pásku **WS2812** se pájí na plošku označenou **LED** vedle konektoru U2. Napájení pásku 5 V a zem přiveďte z vývodů 5V a G kteréhokoli volného konektoru UART.

- Ploška LED je jediné místo na desce, kde je nutné pájet; všechny ostatní periferie se připojují konektory.
- Výstup pro LED je pátý kanál PWM.

5. Zprovoznění

5.1 Připojení k počítači

Řídicí jednotka se k počítači připojuje kabelem **USB Type-C**.

- ① Sejměte vrtule.
- ② Připojte řídicí jednotku k počítači kabelem USB-C. Akumulátor přitom **nepřipojujte**.
- ③ Spusťte konfigurační a stiskněte *Connect*.
- ④ Nehlásí-li se deska, zkuste jiný kabel – řada kabelů USB-C je pouze nabíjecích a nemá datové vodiče.

Z USB se nenapájí motory ani vysílač obrazu. Motory a regulátor se zkoušejí až s připojeným akumulátorem a vždy bez vrtulí.

5.2 Firmware řídicí jednotky

Řídicí jednotka se z výroby dodává s nainstalovaným firmwarem **Betaflight**. Podporovány jsou Betaflight, INAV i Ardupilot.

Betaflight	MATEKF405TE
INAV	MATEKF405TE
Ardupilot	MatekF405-TE

- Výrobce nevydává pro tuto desku vlastní cíl (target); pro všechny tři firmwary odkazuje na cíl desky **Matek F405-TE**.
- Nahrání jiného cíle desku nepoškodí, ale nebude fungovat správně – zejména přiřazení portů a výstupů.
- Před přehráním firmwaru si uložte konfiguraci příkazem *diff all* na kartě *CLI*.

Výrobce poskytuje omezenou technickou podporu pro firmware Betaflight a Ardupilot. Pro firmware INAV technickou podporu neposkytuje.

5.3 Základní nastavení řídicí jednotky

Firmware	Parametr	Hodnota
Betaflight	natočení gyroskopu	CW 90° Flip
Ardupilot	COMPASS_AUTODEC	1 – externí magnetometr
Ardupilot	SERIAL3_PROTOCOL	GPS – modul na konektoru GPS

Hodnoty pro měření napětí a proudu najdete v kapitole 2.6.

5.4 Firmware regulátoru

Regulátory se z výroby dodávají s nainstalovaným firmwarem AM32 a jsou před expedicí otestovány při několika napětích.

!! Nepoužívejte konfigurační regulátorů běžící v prohlížeči. Nahrání firmwaru tímto způsobem může zničit mikrokontrolér regulátoru.

Pro nahrání firmwaru a nastavení parametrů použijte program AM32 ESC Tools, který si stáhnete ze stránek výrobce a spustíte lokálně.

- ① Sejměte vrtule.
- ② Zavřete konfigurační Betaflight, aby se uvolnil sériový port řídicí jednotky.
- ③ Připojte řídicí jednotku k počítači a k **regulátoru připojte akumulátor**.
- ④ Spustíte program AM32 ESC Tools, vpravo dole zvolte port COM řídicí jednotky a stisknete *Connect*.
- ⑤ Neobjeví-li se chybové hlášení, je program připojen.



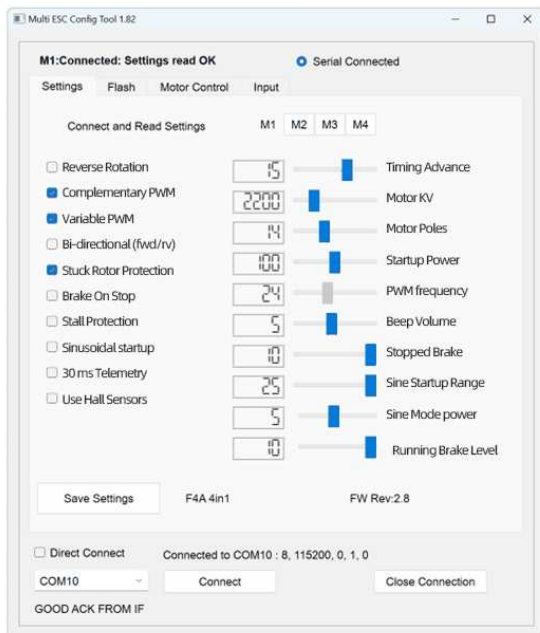
Karta Flash v programu AM32 ESC Tools

- ⑥ Přejděte na kartu *Flash*, zvolte **M1** a stisknete *Load Firmware*.
- ⑦ V okně vyberte stažený soubor firmwaru a stisknete *Flash Firmware*. Vyčkejte, až se ukazatel průběhu dokončí.
- ⑧ Stisknete *Send Default Settings* a obnovte tak výchozí parametry. Při přeskočení více verzí firmwaru je tento krok nutný.

⑨ Celý postup zopakujte pro M2, M3 a M4.

5.5 Parametry regulátoru

Parametry se nastavují ve stejném programu na kartě *Settings*, připojení je stejné jako v kapitole 5.4.



Karta *Settings* v programu AM32 ESC Tools

- **Motor KV** – nastavte hodnotu co nejbližší skutečnému KV motoru. Odchylka nesmí přesáhnout 30 %. Při odchylce nad 100 % se motor nemusí vůbec roztočit a hrozí poškození regulátoru.
- **Timing Advance** (předstih) – **neměňte**. Nesprávné nastavení regulátor zničí a takové poškození zpravidla nelze opravit.
- **Stall Protection** (ochrana proti zaseknutí) – zapněte u motorů s nízkým KV (pod 500) a vždy při sinusovém rozběhu.
- **Sinusoidal Startup** (sinusový rozběh) – pro běžné FPV drony není potřeba.
- Změny uložte tlačítkem *Save Settings* a nastavte stejné hodnoty pro všechny čtyři motory.

5.6 Kalibrace akcelerometru

Kalibraci proveďte po montáži do rámu, kdy je letadlo kompletní.

- ① Postavte letadlo na rovnou vodorovnou plochu.
- ② V konfigurátoru zvolte *Setup* → *Calibrate Accelerometer*.
- ③ Během kalibrace s letadlem nehýbejte.

5.7 Kontrola pořadí a směru motorů

Zkoušku provádějte **vždy bez vrtulí** a s mechanicky zajištěným letadlem.

- ① Sejměte vrtule a připojte akumulátor.
- ② V konfigurátoru otevřete kartu *Motors* a povolte zkoušku motorů.
- ③ Postupně roztočte motory 1 až 4 a ověřte, že se točí ten, který má.
- ④ Zkontrolujte směr otáčení; nesouhlasí-li, změňte jej v programu AM32 ESC Tools volbou *Reverse Rotation*.
- ⑤ Teprve po úspěšné zkoušce namontujte vrtule podle schématu firmwaru.

5.8 Arm, Disarm a failsafe

Arm (zapnutí motorů) a **Disarm** (vypnutí motorů) přiřadte spínači na vysílače. Nepoužívejte pro Arm páčku ani tlačítko, které se může samo vrátit.

- Před připojením akumulátoru musí být spínač Arm v poloze vypnuto.
- Chování při ztrátě signálu nastavte na kartě *Failsafe*; doporučené nastavení je okamžité vypnutí motorů.
- Funkci failsafe vyzkoušejte bez vrtulí – vypněte vysílačku a ověřte, že se motory zastaví.

5.9 Spínané napájení 9 V

Napájení 9 V pro vysílač obrazu lze zapínat a vypínat z vysílačky. Slouží k tomu výstup **PINIO1**, který se v Betaflightu ovládá režimem *USER1*.

- V konfigurátoru na kartě *Modes* přiřadte režim *USER1* zvolenému spínači na vysílače.
- Vypnuté napájení 9 V chrání vysílač obrazu před přehřátím při zkouškách na stole a mezi lety.
- Před letem nezapomeňte napájení opět zapnout.

5.10 Záznam letových dat

Řídicí jednotka zaznamenává letová data do **16MB paměti NOR Flash** na desce. Paměť stačí na několik letových záznamů.

- Záznam se zapíná a stažená data se stahují v konfigurátoru na kartě *Blackbox*.
- Po stažení paměť smažte, jinak se další záznam nezapíše.
- Řídicí jednotka **nemá slot pro paměťovou kartu**.

✱ **Výrobce v obecném nastavení Ardupilotu uvádí parametr `LOG_BACKEND_TYPE = 4` pro záznam na kartu TF. Řídicí jednotka F4D MK1 ale slot pro paměťovou kartu nemá a data ukládá do paměti na desce.**

6. Provoz

6.1 Předletová kontrola

Před každým letem projděte tento seznam:

- Vrtule jsou celé, správně orientované a dotažené.
- Obě desky jsou pevně uchyceny, žádný vodič není uvolněný ani odřený.
- Vodiče motorů se nedotýkají pouzder výkonových tranzistorů regulátoru.
- Anténa přijímače je připojena a není zalomená.
- Vysílačka je zapnutá, má nabitý akumulátor a spínač Arm je v poloze vypnuto.
- Do letadla je vložen **plně nabitý** akumulátor – 4,20 V na článek u Li-Po.
- Konektor akumulátoru je zajištěn a akumulátor je připevněn páskou.
- Ověřili jste dosah a funkci failsafe.

6.2 Sledování napětí akumulátoru

Sestava měří napětí i proud a údaje předává do obrazové nabídky a telemetrie.

- Let ukončete nejpozději při **3,50 V na článek** – u 6S packu tedy při 21,0 V, u 4S packu při 14,0 V.
- Hluboké vybití akumulátor trvale poškodí a snižuje jeho kapacitu.
- Údaj napětí pod zatížením kolísá; rozhodující je napětí po přistání v klidu.
- Akumulátor po letu nechte vychladnout, teprve pak jej nabíjejte.

6.3 Teplota

Regulátor se při vysokém zatížení zahřívá nejvíce ze všech dílů letadla.

- Mezi lety odpojujte akumulátor, nebo alespoň vypínejte napájení 9 V.
- Letadlo s připojeným akumulátorem nenechávejte stát na slunci.
- Roste-li teplota regulátoru neúměrně, zkontrolujte, zda nejsou motory zadřené, vrtule poškozené a zda odpovídá nastavení KV.

7. Údržba a řešení potíží

7.1 Po každém letu

- Odpojte akumulátor a nechte desky vychladnout.
- Zkontrolujte pájené spoje, vodiče motorů a uchycení antény.
- Odstraňte nečistoty měkkým štětcem; nepoužívejte rozpouštědla.
- Po havárii desky vždy prohlédněte proti světlu – hledejte prasklé spoje a uvolněné součástky.

7.2 Pájení a opravy

- Používejte pájku s regulací teploty; plošky regulátoru vyžadují dostatečný výkon, plošky řídicí jednotky naopak tenký hrot.
- Plošky nepřehřívejte – odtržená ploška je neopravitelná.
- Před pájením vždy odpojte akumulátor i USB.
- Odpájení součástky nebo úprava desky nejsou závadou výrobku a nelze je reklamovat.

7.3 Skladování

- Desky skladujte v antistatickém sáčku, v suchu a mimo dosah dětí.
- Akumulátory skladujte nabitě na **3,80 V na článku**, u 6S packu na 22,8 V.
- Při delším skladování akumulátory pravidelně kontrolujte.

7.4 Řešení potíží

Problém	Možná příčina	Řešení
Deska se nehlásí v konfigurátoru	kabel USB bez datových vodičů, chybějící ovladač	zkuste jiný kabel; při potížích nahrajte firmware v režimu DFU
Po připojení akumulátoru se nic nerozsvítí	chybné pořadí vodičů signálového kabelu, přepólování	okamžitě odpojte akumulátor a zkontrolujte kabel podle tabulky v kapitole 4.5
Motor se netočí nebo se točí opačně	záměna vodičů, opačný směr ve firmwaru regulátoru	ověřte pořadí na kartě <i>Motors</i> , směr změňte volbou <i>Reverse Rotation</i>
Motor se trhaně rozbíhá nebo pískne a zastaví se	špatně nastavené KV motoru	nastavte <i>Motor KV</i> podle skutečného KV motoru
Regulátor se přehřívá	chybějící proudění vzduchu, přetížení, zadřený motor	zkontrolujte motory a vrtule, zajistěte proudění vzduchu, nikdy neobalujte bužírkou
Analogový vysílač obrazu nenaběhne	vypnuté napájení 9 V, špatně zasunutý konektor	zkontrolujte režim USER1 a dosednutí konektoru

Problém	Možná příčina	Řešení
Přijímač nekomunikuje	prohozené TX a RX, chybné přiřazení portu	zkřížte vodiče TX a RX; v Ardupilotu zkuste <code>BRD_ALT_CONFIG = 1</code>
GPS nenajde polohu	špatně přiřazený port, rušení od napájení	nastavte <code>SERIAL3_PROTOCOL</code> na GPS a modul přemístěte dál od vodičů
Kolísá napětí, gyroskop je rušený	chybějící nebo špatně připojený kondenzátor	připájejte dodaný kondenzátor na napájecí plošky regulátoru
Zobrazené napětí neodpovídá skutečnosti	nekalibrovaný dělič napětí	porovnejte s napětím na akumulátoru a upravte dělicí poměr podle kapitoly 2.6

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@rotorاما.cz
Telefon	+420 252 252 098
Web	www.rotorاما.cz

8.2 Shoda výrobku



- Výrobek je opatřen označením **CE** a splňuje požadavky příslušných harmonizačních právních předpisů Evropské unie, které se na něj vztahují.
- Kopie **EU prohlášení o shodě** je k dispozici u dovozce na výše uvedené adrese nebo na e-mailové adrese info@rotorاما.cz.
- **Identifikace výrobku:** označení typu je vytištěno přímo na obou deskách.

8.3 Likvidace elektrozařízení



- Symbol přeškrtnuté popelnice na výrobku, jeho obalu nebo v dokumentaci znamená, že výrobek po skončení životnosti **nesmí být odstraněn spolu se směsným komunálním odpadem**.
- Odevzdejte jej na místě zpětného odběru elektrozařízení – ve sběrném dvoře, na místě zpětného odběru kolektivního systému, nebo u prodejce při nákupu nového obdobného výrobku. Zpětný odběr je pro koncového uživatele bezplatný.
- Povinnosti podle zákona č. 542/2020 Sb., o výrobcích s ukončenou životností, plní dovozce prostřednictvím kolektivního systému zpětného odběru.
- Řádnou likvidací pomáháte předcházet negativním dopadům na životní prostředí a lidské zdraví a přispíváte k opětovnému využití druhotných surovin.

Společnost zajišťuje prostřednictvím smluvního partnera **ASEKOL a.s.** zpětný odběr elektrozařízení z domácností a oddělený sběr elektroodpadu, baterií a akumulátorů, v souladu s příslušnými právními předpisy. Odběratel je oprávněn odevzdat staré elektrozařízení nebo baterii či akumulátor na jakémkoliv sběrném místě výše uvedeného smluvního partnera. Adresy těchto odběrných míst jsou uvedeny na webových stránkách www.asekol.cz, www.ecobat.cz a také <https://visoh2.mzp.cz/RegistrMistZO/RegistrMistZOPublic/MapaMistZpetOdberu>.

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. Výrobce k tomuto výrobku nevydává vlastní záruční podmínky.

- 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.