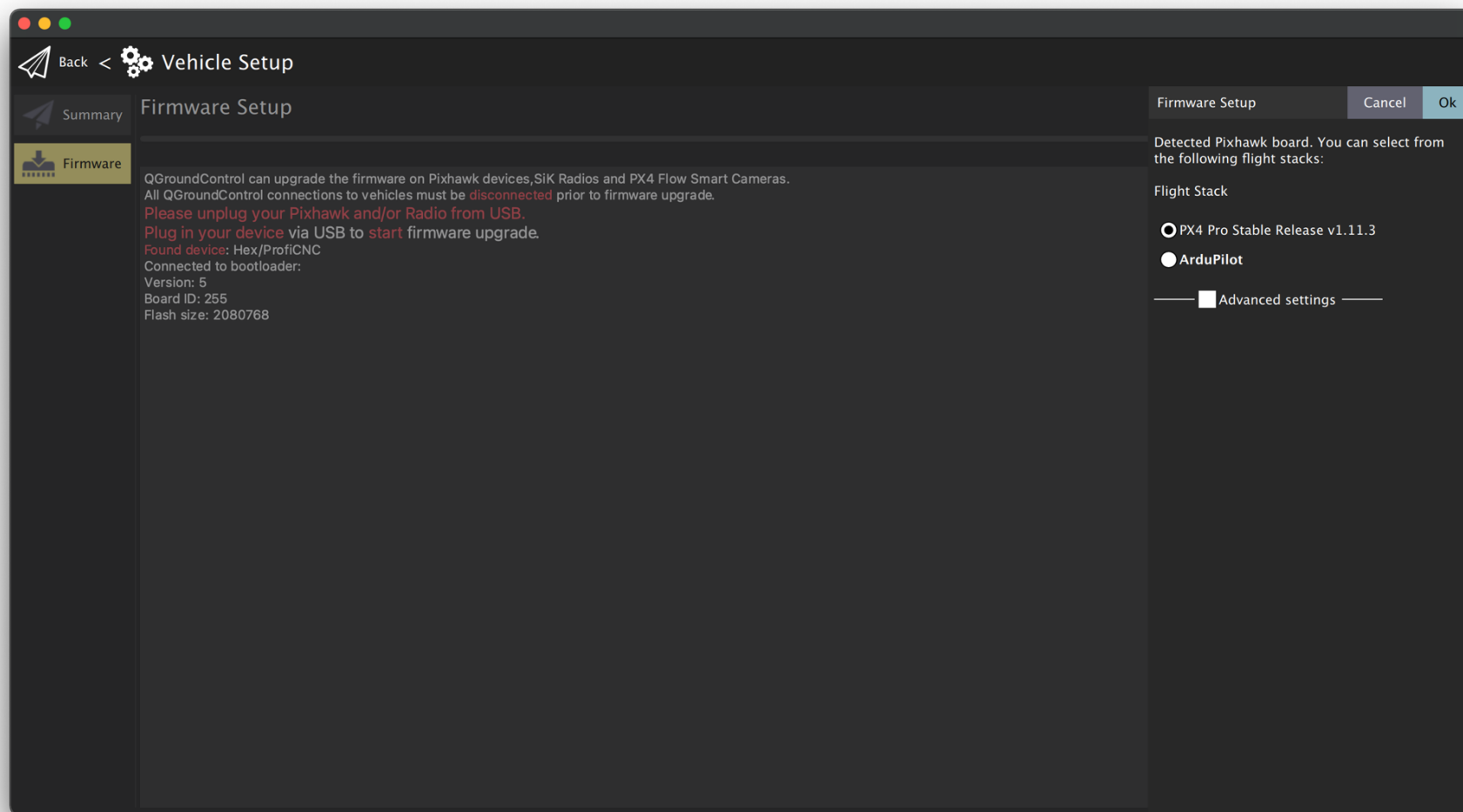
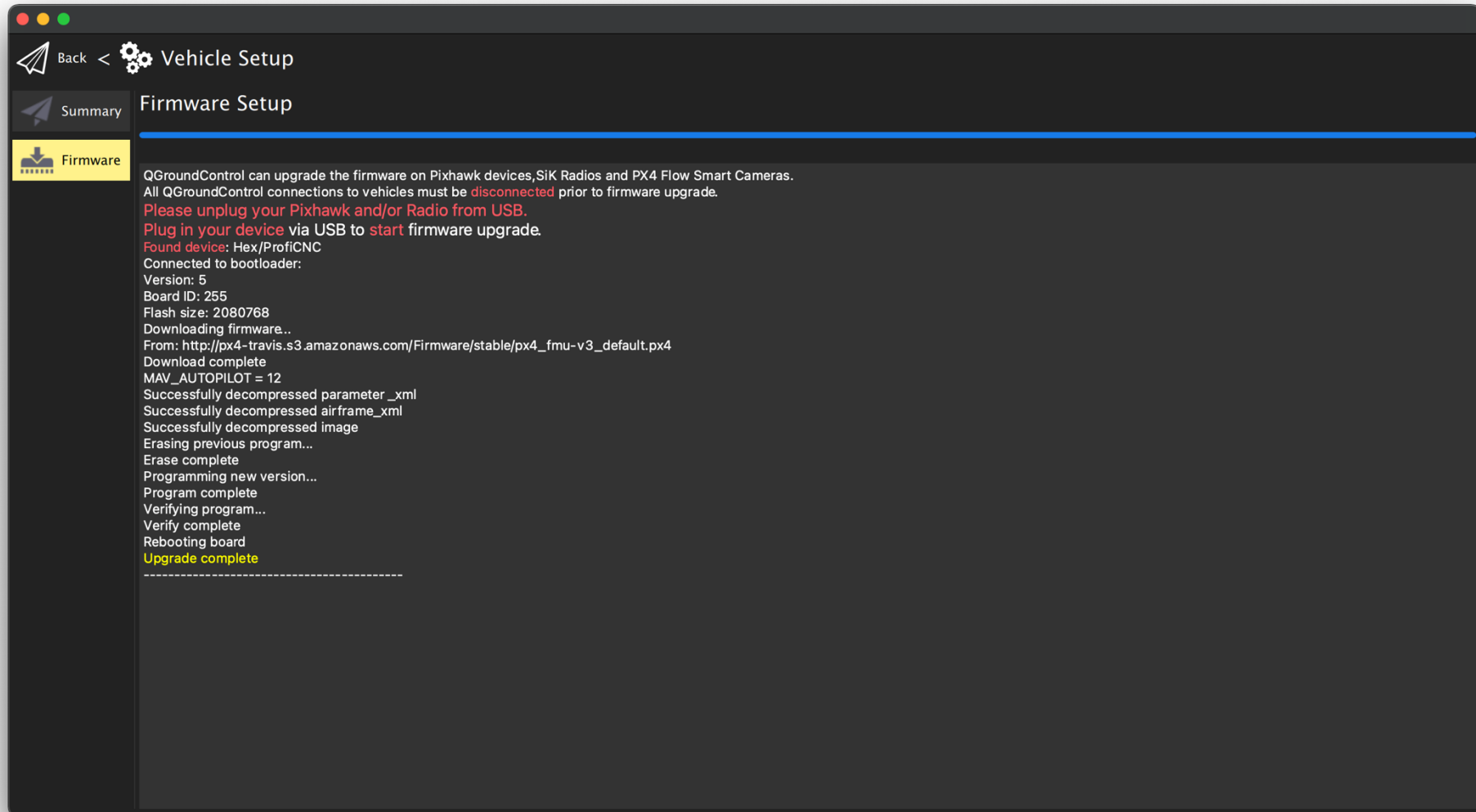


Příloha 1 – Nastavení řídicí jednotky v programu QGroundControl

1. Výběr firmware PX4 Pro



2. Instalace firmware PX4 Pro

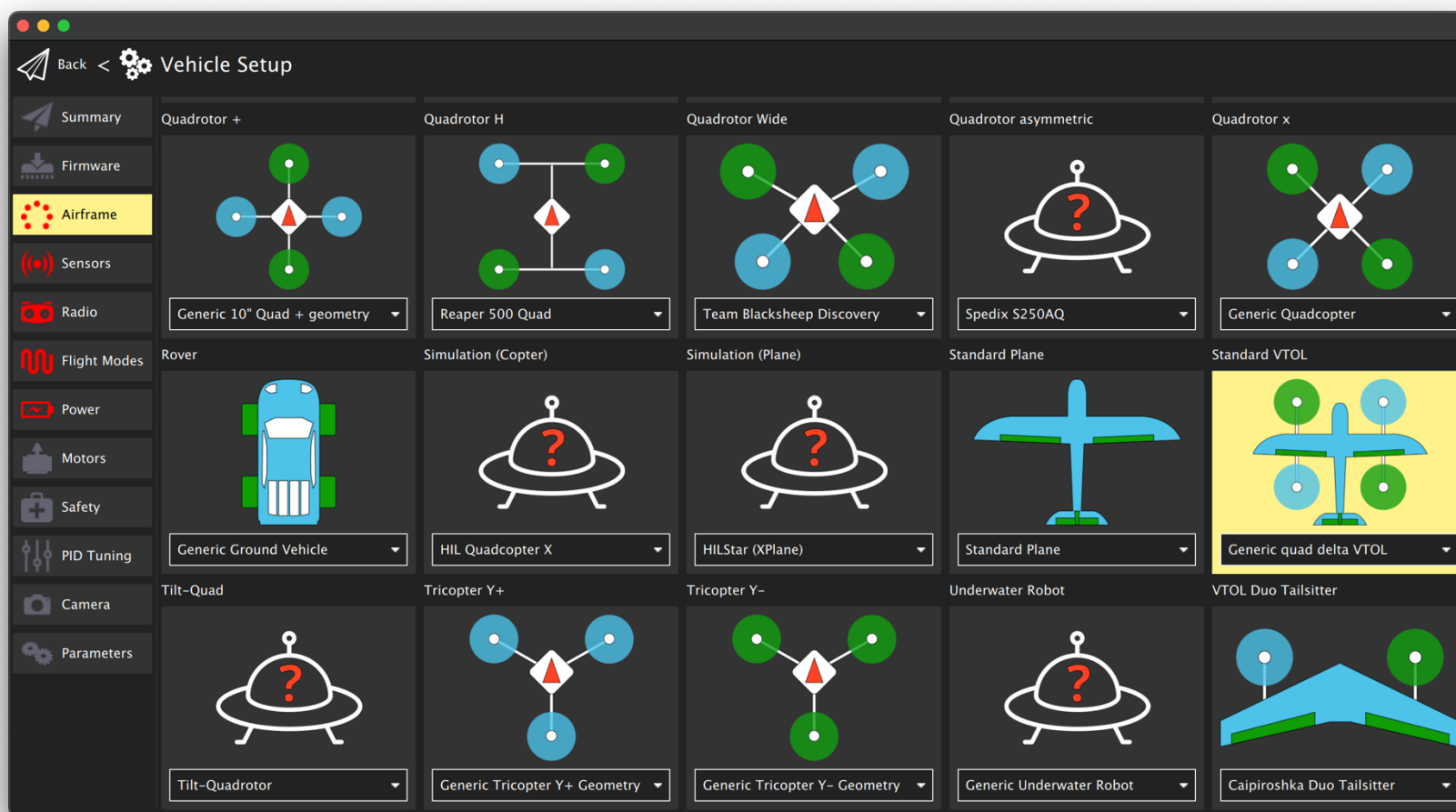


3. Výběr modelu letounu – Generic Quad Delta VTOL

Koncept letounu je Quad-plane (4 vertikální motory + 1 tlačný motor). Výběr konkrétního modelu je Generic Quad Delta VTOL, který spadá do kategorie Standard VTOL. Konfigurace zapojení motorů do následujících výstupů řídicí jednotky:

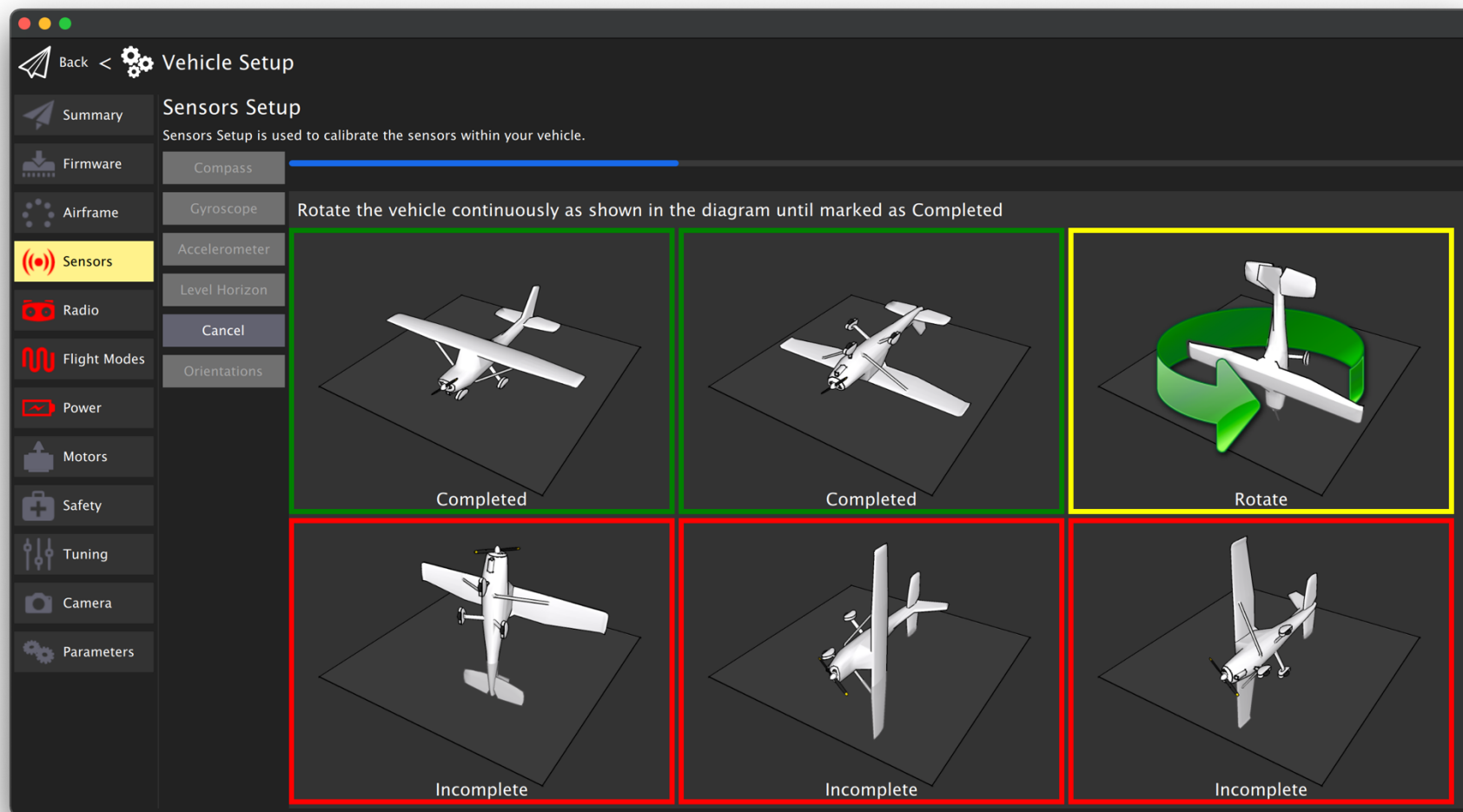
MAIN 1: motor 1 **MAIN 2:** motor 2 **MAIN 3:** motor 3 **MAIN 4:** motor 4

AUX 1: pravý elevon **AUX 2:** levý elevon **AUX 3:** tlačný motor



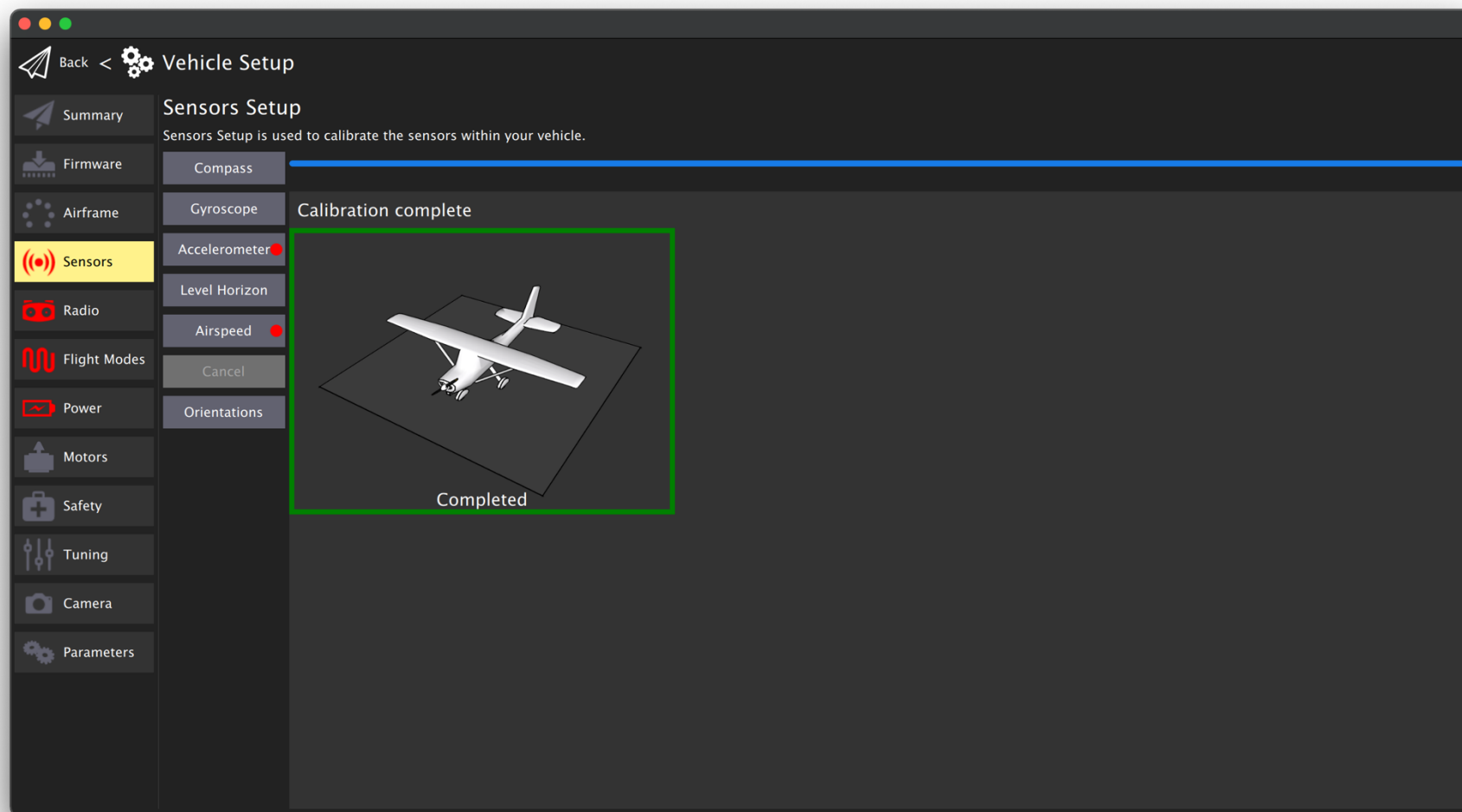
4. Kalibrace kompasu

Kalibrace kompasu se provádí z důvodu zajištění správné orientace letounu ve vzduchu v průběhu létání. Kalibraci se doporučuje provádět před každým letem v různých lokalitách. Jedná se o provedení různých otáček s řídicí jednotkou v horizontální a vertikální ose a potvrzení kalibrace. Před kalibrací je důležité nastavit orientaci řídicí jednotky v letounu.



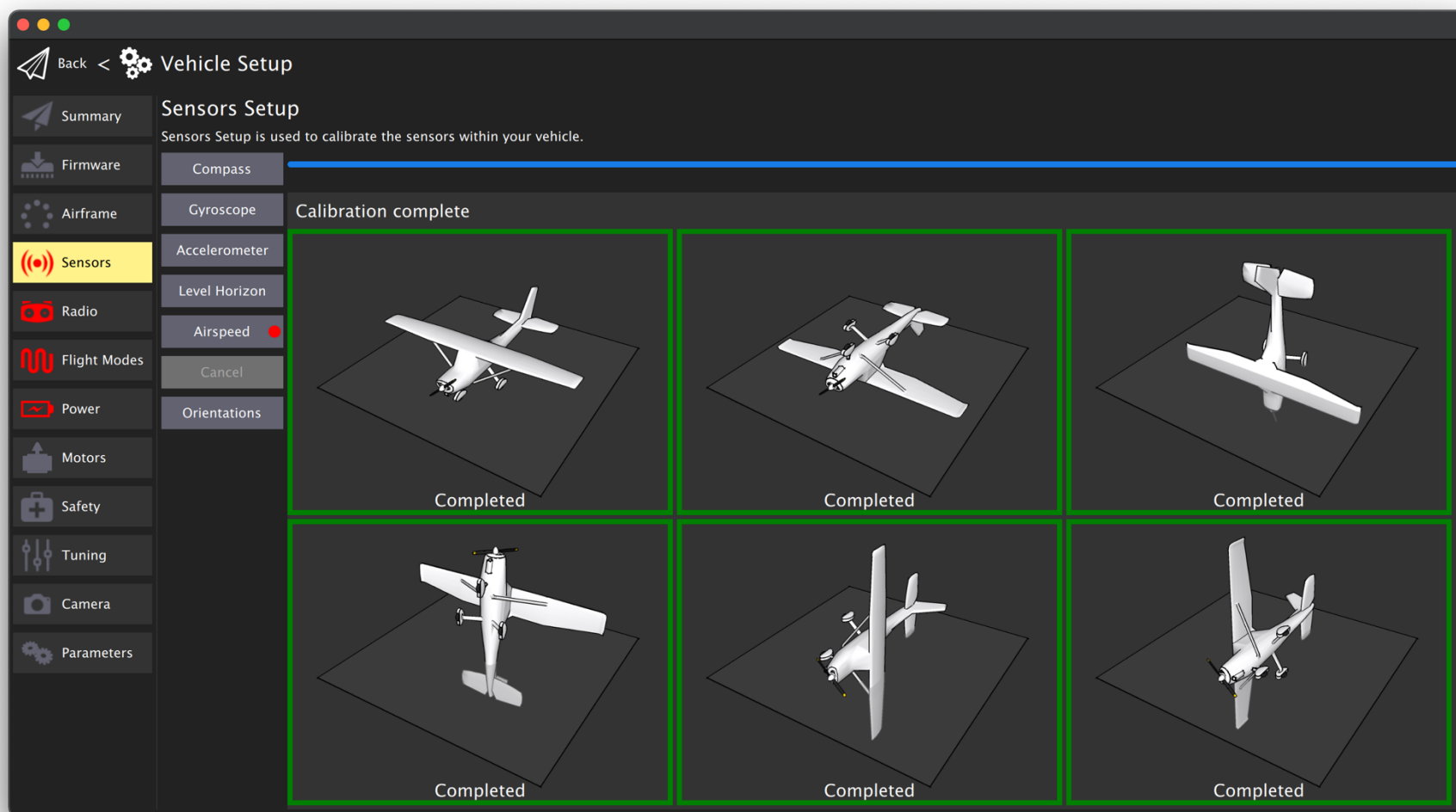
5. Kalibrace gyroskopu

Gyroskopové snímače měří změny úhlu polohy řídicí jednotky. Během kalibrace gyroskopu nemusí být řídicí jednotka na vodorovném podkladu, nesmí se však při kalibraci pohnout.



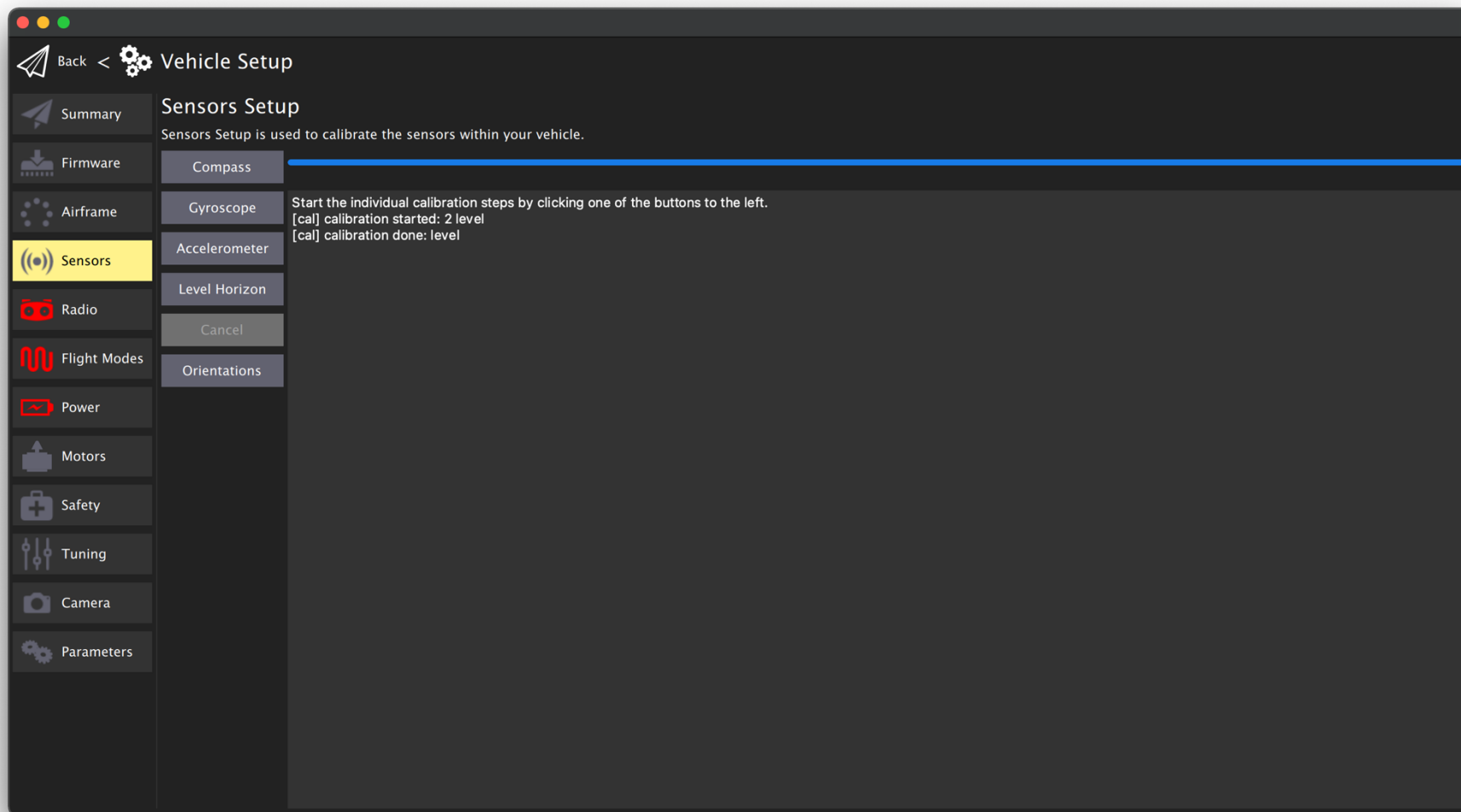
6. Kalibrace akcelerometru

Akcelerometr měří pohybovou akceleraci – zrychlení (m/s^2) ve třech osách. Kalibrace akcelerometru se provádí před prvním použitím nebo při změně letové orientace řídicí jednotky v letounu. Během kalibrace akcelerometru musí řídicí jednotka stát na vodorovném podkladu.



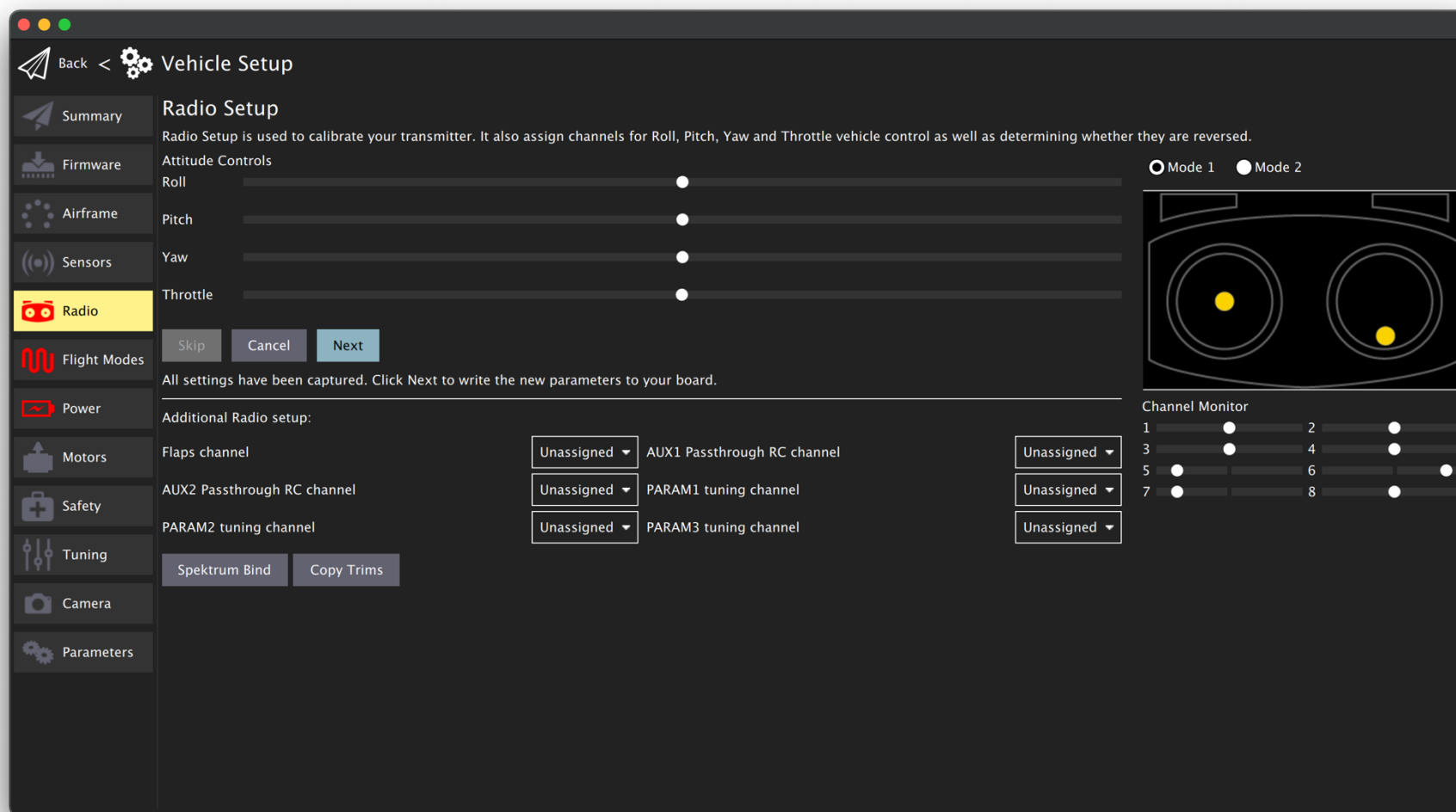
7. Kalibrace Level Horizont

Pomocí funkce Level Horizon Calibration lze kompenzovat malé chybné zarovnání v orientaci řídicí jednotky a vyrovnat horizont v letovém pohledu QGroundControl (modrá nahoře a zelená dole).



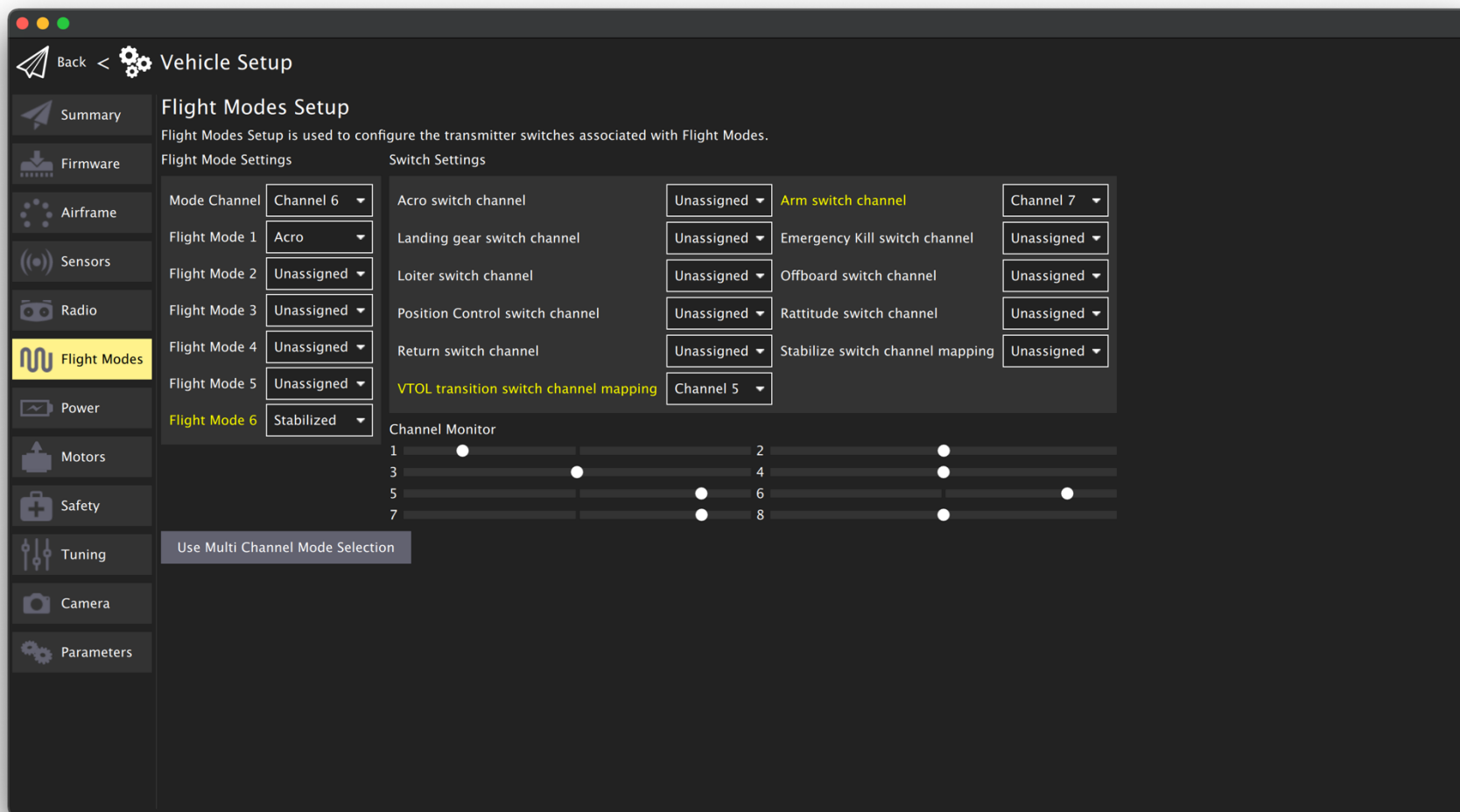
8. Mapování ovládání rádiových funkcí (Roll, Pitch, Yaw, Plyn, Přepínače)

Radio Setup se používá ke konfiguraci mapování hlavních ovládacích prvků poloh dálkového ovladače (otáčení, stoupání, vybočení, škrticí klapka) na kanály a ke kalibraci nastavení minima, maxima, trimu a zpětného chodu pro všechny ostatní ovládací prvky RC vysílače.



9. Letové módy

V nastavení letových módů se mapují připravené přepínače či spínače RC vysílače na specifické funkce. Konkrétně byl zvolen kanál 5 přiřazený k dvou pozicičnímu přepínači pro ovládání způsobu letu (multicopter/fixed wing), kanál 6 k přepínači letových módů (Stabilized/Acro) a kanál 7 k přepínači pro armování motorů.



10. Nastavení napájení

Power Setup slouží pro uložení hodnot akumulátorové baterie, která zajišťuje napájení letounu. Nastavuje se zdroj napájení (v dané konfiguraci skrz Power Module), počet článků baterie, hodnota podbití a nabití článků. Cílem nastavení napájení je poskytnout odhad zbývajících procenta kapacity baterie. Power setup následně umožňuje kalibraci regulátorů otáček motorů skrz pozemní stanici. Kalibraci regulátorů lze provést i za pomoci RC vysílače.

Back < Vehicle Setup

Summary

Firmware

Airframe

Sensors

Radio

Flight Modes

Power

Motors

Safety

Tuning

Camera

Parameters

Power Setup

Power Setup is used to setup battery parameters as well as advanced settings for propellers.

Battery

Source: Power Module

Number of Cells (in Series): 4

Empty Voltage (per cell): 3.50 V

Full Voltage (per cell): 4.20 V

Voltage divider: 12.06373024

Battery Max: 16.8 V

Battery Min: 14.0 V

Calculate

If the battery voltage reported by the vehicle is largely different than the voltage read externally using a voltmeter you can adjust the voltage multiplier value to correct this. Click the Calculate button for help with calculating a new value.

Amps per volt: 15.39103031

Calculate

If the current draw reported by the vehicle is largely different than the current read externally using a current meter you can adjust the amps per volt value to correct this. Click the Calculate button for help with calculating a new value.

☐ Show Advanced Settings

ESC PWM Minimum and Maximum Calibration

WARNING: Propellers must be removed from vehicle prior to performing ESC calibration.

You must use USB connection for this operation.

Calibrate

☒ Show UAVCAN Settings

UAVCAN Bus Configuration

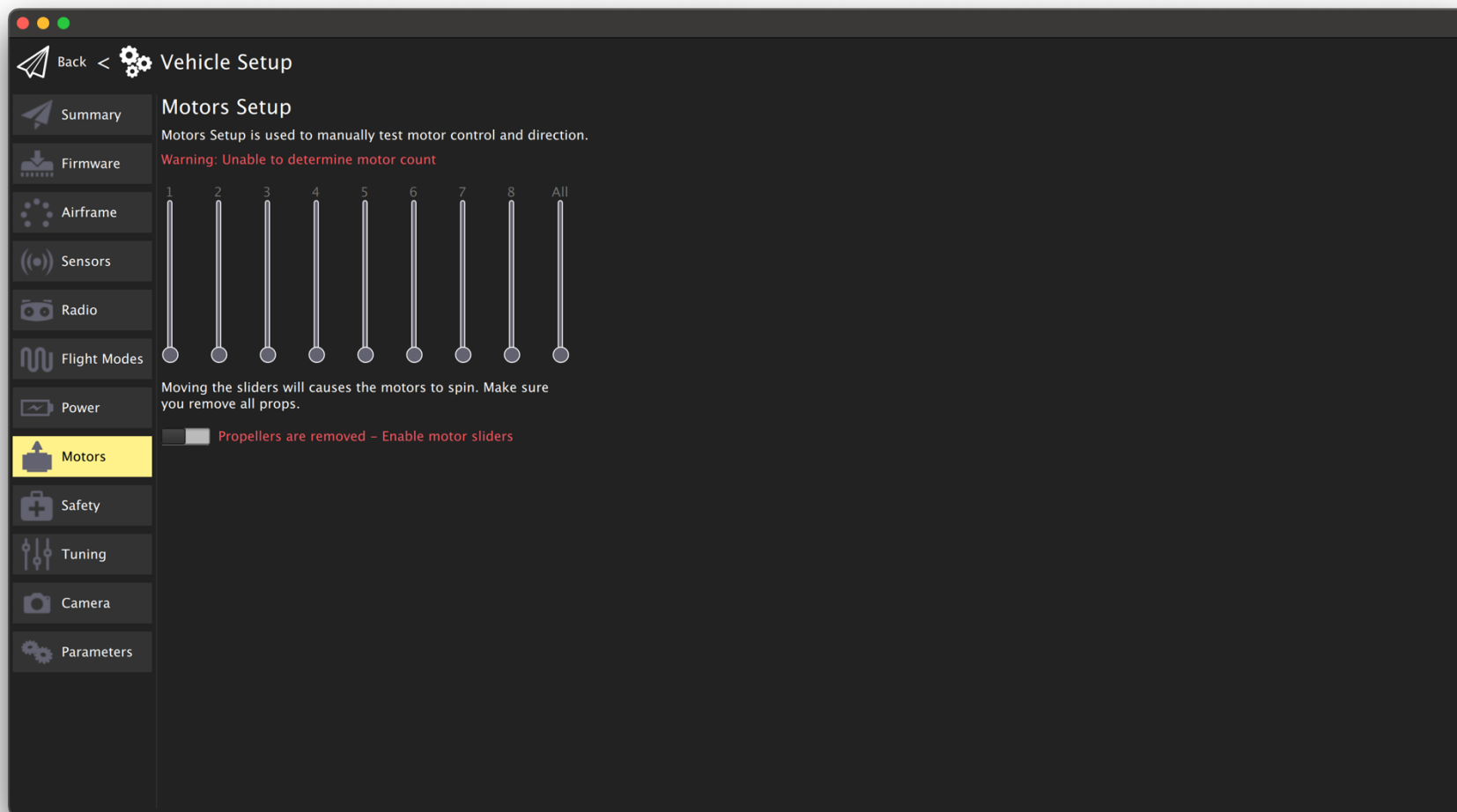
Sensors Automatic Config

Change required restart

UAVCAN Motor Index and Direction Assignment

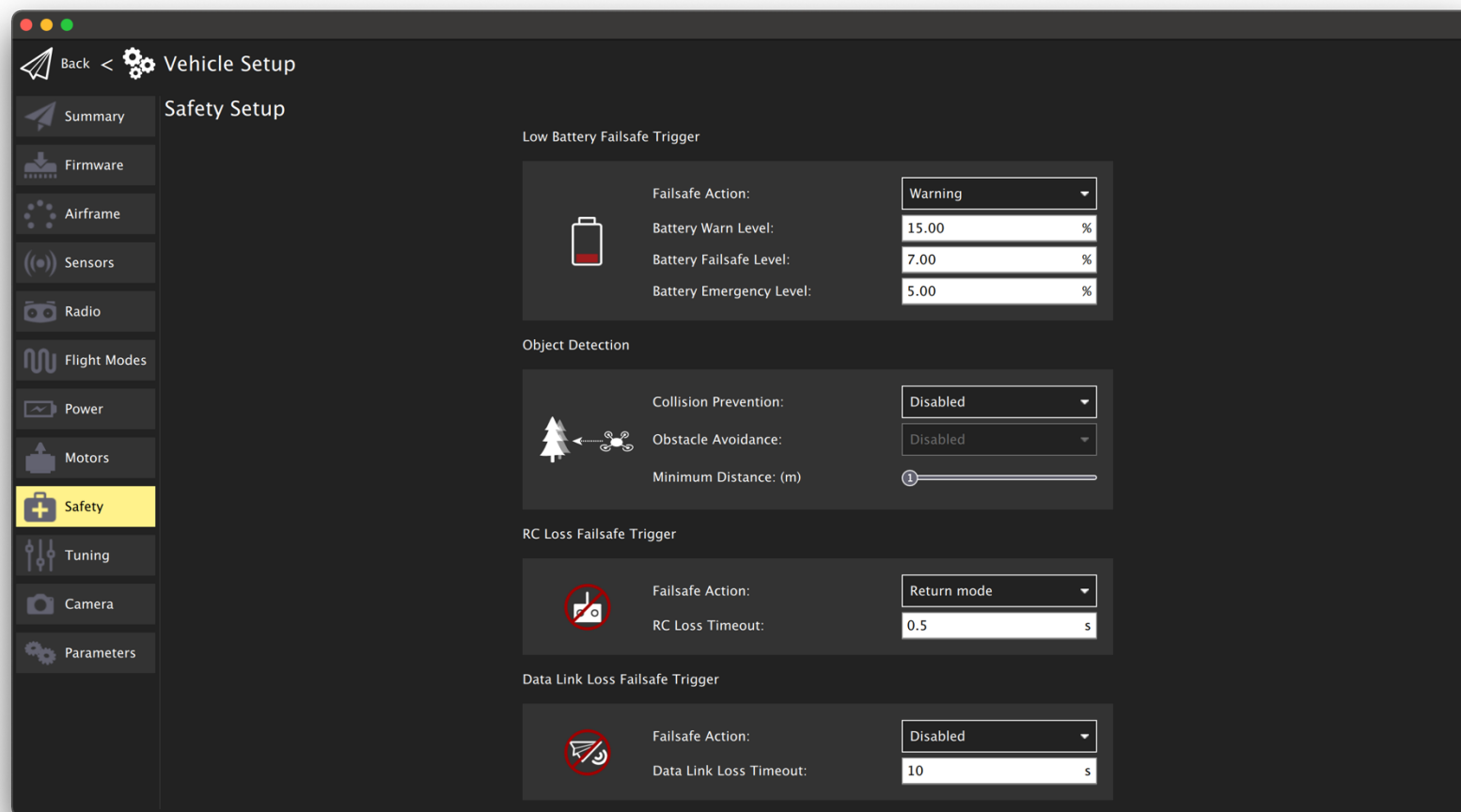
11. Testování motorů

Po nastavení a konfiguraci draku je důležité ověření přiřazení motorů, směr otáčení motorů a reakci servomotorů. Před testováním motorů je důležité zmáčknout bezpečnostní tlačítko připojené k řídicí jednotce či na GPS, jinak nelze testování provést. Při testování by měly být odmontovány vrtule z důvodu bezpečnosti.



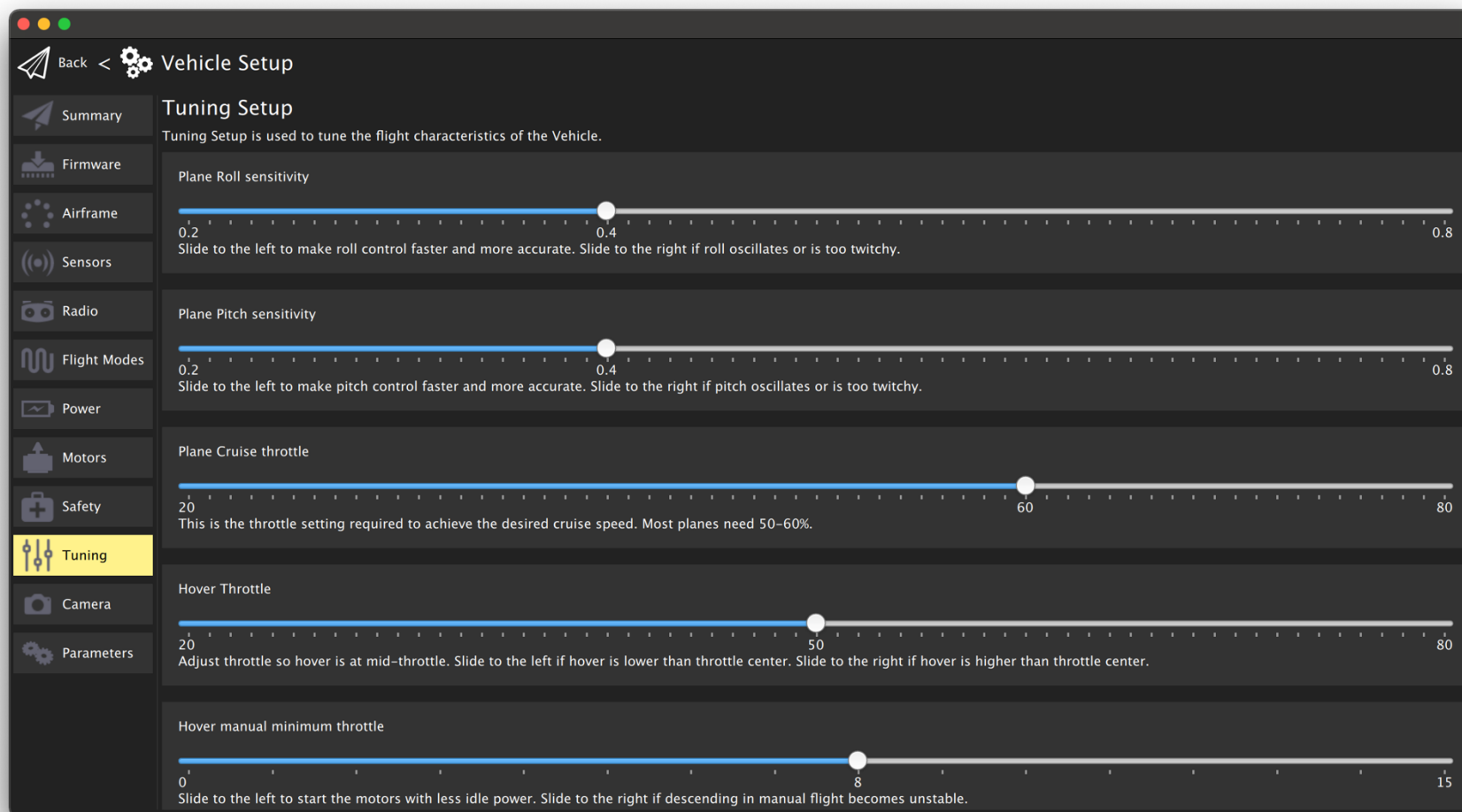
12. Bezpečnostní nastavení

PX4 obsahuje řadu bezpečnostních prvků pro ochranu a zotavení letounu. Failsafe umožňuje specifikovat oblasti a podmínky, za kterých lze s letounem bezpečně létat, a akci, která má být provedena, pokud dojde k aktivaci Failsafe (například přistání, pozice držení nebo návrat do určeného bodu). Zabezpečení při selhání baterie se aktivuje, pokud kapacita baterie klesne pod jednu (nebo více varovných) hodnot úrovně. Hodnoty baterie jsou nastaveny pro varování při 15 %, návrat na pozici při 7 % a k okamžitému přistání při 5 % kapacity baterie. Následuje nastavení bezpečnostního prvku při ztrátě signálu vysílače či datového spojení.



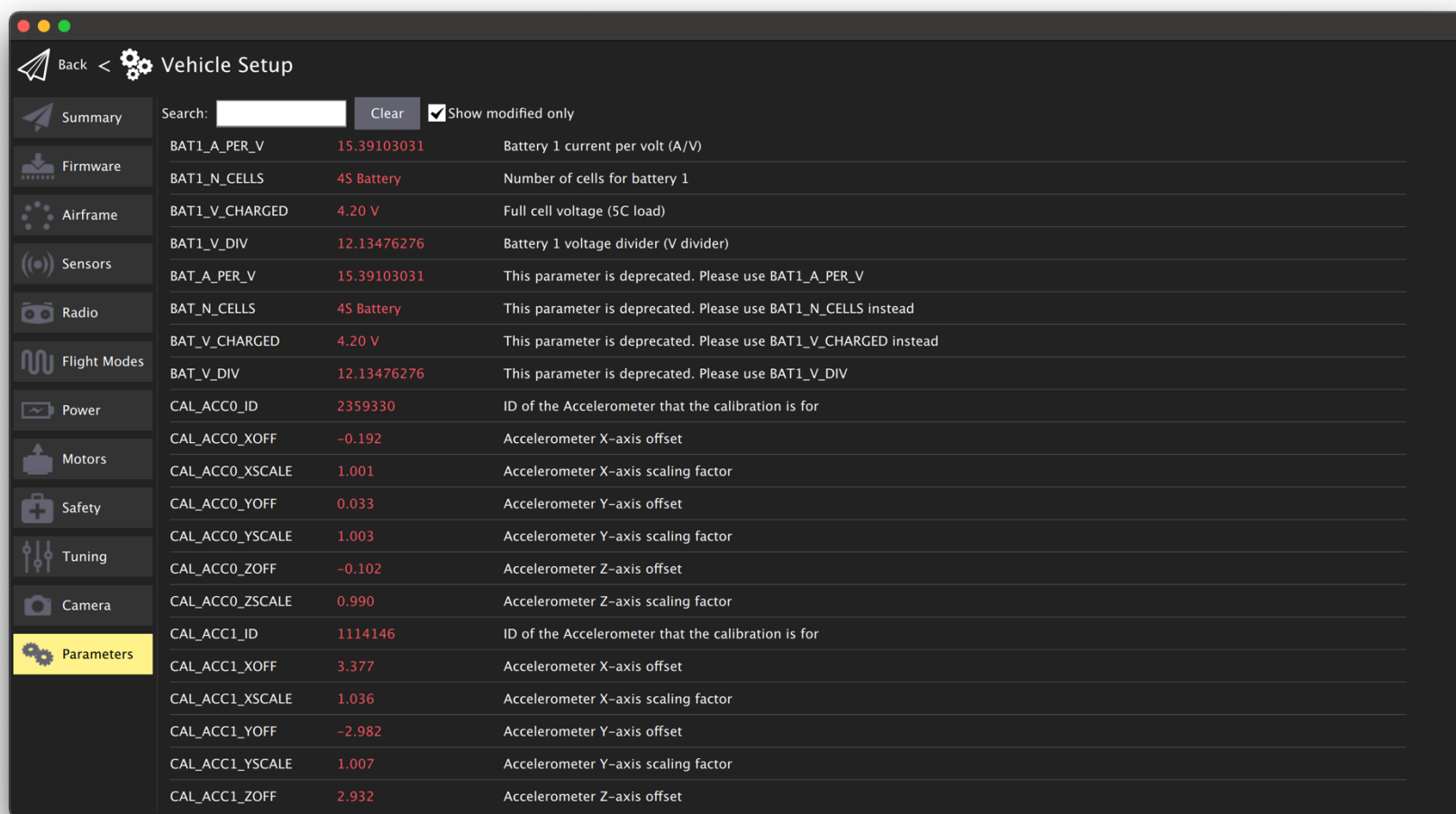
13. Tuning

Tuning Setup slouží k ladění citlivosti letových charakteristik letounu. Jedná se především o nastavení hodnoty plynu při vznášení, citlivost hodnot Pitch a Roll.



14. Nastavené parametry

Následně jsou vypsaný všechny modifikované parametry systému. Některé parametry jsou nastaveny manuálně, jiné se modifikují automaticky například při kalibraci senzoru. Automaticky nastavené parametry se dále modifikují dle potřeby chování systému. V první části se jedná o parametry baterie (počet článků, plné nabití, hodnota proudu na volt) a nastavené hodnoty os akcelerometru.



Vehicle Setup		
Search: Clear ☒ Show modified only		
BAT1_A_PER_V	15.39103031	Battery 1 current per volt (A/V)
BAT1_N_CELLS	4S Battery	Number of cells for battery 1
BAT1_V_CHARGED	4.20 V	Full cell voltage (5C load)
BAT1_V_DIV	12.13476276	Battery 1 voltage divider (V divider)
BAT_A_PER_V	15.39103031	This parameter is deprecated. Please use BAT1_A_PER_V
BAT_N_CELLS	4S Battery	This parameter is deprecated. Please use BAT1_N_CELLS instead
BAT_V_CHARGED	4.20 V	This parameter is deprecated. Please use BAT1_V_CHARGED instead
BAT_V_DIV	12.13476276	This parameter is deprecated. Please use BAT1_V_DIV
CAL_ACC0_ID	2359330	ID of the Accelerometer that the calibration is for
CAL_ACC0_XOFF	-0.192	Accelerometer X-axis offset
CAL_ACC0_XSCALE	1.001	Accelerometer X-axis scaling factor
CAL_ACC0_YOFF	0.033	Accelerometer Y-axis offset
CAL_ACC0_YSCALE	1.003	Accelerometer Y-axis scaling factor
CAL_ACC0_ZOFF	-0.102	Accelerometer Z-axis offset
CAL_ACC0_ZSCALE	0.990	Accelerometer Z-axis scaling factor
CAL_ACC1_ID	1114146	ID of the Accelerometer that the calibration is for
CAL_ACC1_XOFF	3.377	Accelerometer X-axis offset
CAL_ACC1_XSCALE	1.036	Accelerometer X-axis scaling factor
CAL_ACC1_YOFF	-2.982	Accelerometer Y-axis offset
CAL_ACC1_YSCALE	1.007	Accelerometer Y-axis scaling factor
CAL_ACC1_ZOFF	2.932	Accelerometer Z-axis offset

Nastavené hodnoty os akcelerometru a gyroskopu.

Back <

Vehicle Setup

Summary

Firmware

Airframe

Sensors

Radio

Flight Modes

Power

Motors

Safety

Tuning

Camera

Parameters

Search: Clear

☒ Show modified only

CAL_ACC1_ZSCALE	1.016	Accelerometer Z-axis scaling factor
CAL_ACC2_ID	2359306	ID of the Accelerometer that the calibration is for
CAL_ACC2_XOFF	-0.077	Accelerometer X-axis offset
CAL_ACC2_XSCALE	0.999	Accelerometer X-axis scaling factor
CAL_ACC2_YOFF	-0.159	Accelerometer Y-axis offset
CAL_ACC2_YSCALE	1.001	Accelerometer Y-axis scaling factor
CAL_ACC2_ZOFF	0.251	Accelerometer Z-axis offset
CAL_ACC2_ZSCALE	0.991	Accelerometer Z-axis scaling factor
CAL_GYRO0_ID	2359330	ID of the Gyro that the calibration is for
CAL_GYRO0_XOFF	0.009	Gyro X-axis offset
CAL_GYRO0_YOFF	0.019	Gyro Y-axis offset
CAL_GYRO0_ZOFF	0.019	Gyro Z-axis offset
CAL_GYRO1_ID	2228258	ID of the Gyro that the calibration is for
CAL_GYRO1_XOFF	-0.016	Gyro X-axis offset
CAL_GYRO1_YOFF	-0.028	Gyro Y-axis offset
CAL_GYRO1_ZOFF	-0.009	Gyro Z-axis offset
CAL_GYRO2_ID	2359306	ID of the Gyro that the calibration is for
CAL_GYRO2_XOFF	0.033	Gyro X-axis offset
CAL_GYRO2_YOFF	0.025	Gyro Y-axis offset
CAL_GYRO2_ZOFF	-0.002	Gyro Z-axis offset
CAL_MAG0_ID	1114146	ID of Magnetometer the calibration is for

Nastavené hodnoty os magnetometru, zvolení letových módů, zakázání měřiče rychlosti (není součástí).

Back < ⚙️

Vehicle Setup

Summary

Firmware

Airframe

Sensors

Radio

Flight Modes

Power

Motors

Safety

Tuning

Camera

Parameters

Search: Clear

☒ Show modified only

CAL_MAG0_XOFF	-0.052	Magnetometer X-axis offset
CAL_MAG0_XSCALE	0.995	Magnetometer X-axis scaling factor
CAL_MAG0_YOFF	-0.060	Magnetometer Y-axis offset
CAL_MAG0_YSCALE	0.964	Magnetometer Y-axis scaling factor
CAL_MAG0_ZOFF	-0.239	Magnetometer Z-axis offset
CAL_MAG0_ZSCALE	1.045	Magnetometer Z-axis scaling factor
CAL_MAG1_ID	8944643	ID of Magnetometer the calibration is for
CAL_MAG1_ROT	No rotation	Rotation of magnetometer 1 relative to airframe
COM_ARM_MAG_ANG	30 deg	Maximum magnetic field inconsistency between units that will allow arming Set -1 to disable the check
COM_FLIGHT_UUID	10	Next flight UUID
COM_FLTMODE1	Acro	First flightmode slot (1000-1160)
COM_FLTMODE6	Stabilized	Sixth flightmode slot (1800-2000)
COM_RC_STICK_OV	12 %	RC stick override threshold
EKF2_MAG_DECL	4.3 deg	Magnetic declination
EKF2_OF_DELAY	5.0 ms	Optical flow measurement delay relative to IMU measurements Assumes measurement is timestamped at trailing edge of integration period
FW_ARSP_MODE	Airspeed disabled	Airspeed mode
HTE_HT_NOISE	0.0005 normalized_thrus	Hover thrust process noise
IMU_DGYRO_CUTOFF	0.000 Hz	Cutoff frequency for angular acceleration (D-Term filter)
IMU_GYRO_RATEMAX	400 Hz	Gyro control data maximum publication rate
LNDFW_AIRSPD_MAX	8.0 m/s	Airspeed max
LND_FLIGHT_T_LO	348051701	Total flight time in microseconds

Nastavení namapovaných hodnot RC vysílače (počet kanálů, hodnoty signálu jednotlivých kanálů), kanál 7 je pro odjištění motorů, kanál 6 pro letové módy, kanály 1–4 pro ovládání, kanál 5 pro způsob letu.

Back < ⚙

Vehicle Setup

Summary

Firmware

Airframe

Sensors

Radio

Flight Modes

Power

Motors

Safety

Tuning

Camera

Parameters

Search: Clear ☒ Show modified only

NAV_ACC_RAD	3.0 m	Acceptance Radius
PWM_AUX_DIS3	950 us	Set the disarmed PWM for the auxiliary 3 output
RC1_MIN	1039.000 us	RC channel 1 minimum
RC1_TRIM	1039.000 us	RC channel 1 trim
RC2_TRIM	1501.000 us	RC channel 2 trim
RC4_MAX	2001.000 us	RC channel 4 maximum
RC4_TRIM	1499.000 us	RC channel 4 trim
RC5_MAX	2001.000 us	RC channel 5 maximum
RC6_MAX	2001.000 us	RC channel 6 maximum
RC7_MAX	2001.000 us	RC channel 7 maximum
RC_CHAN_CNT	8	RC channel count
RC_MAP_ARM_SW	Channel 7	Arm switch channel
RC_MAP_FLTMODE	Channel 6	Single channel flight mode selection
RC_MAP_PITCH	Channel 3	Pitch control channel mapping
RC_MAP_ROLL	Channel 2	Roll control channel mapping
RC_MAP_THROTTLE	Channel 1	Throttle control channel mapping
RC_MAP_TRANS_SW	Channel 5	VTOL transition switch channel mapping
RC_MAP_YAW	Channel 4	Yaw control channel mapping
RTL_CONE_ANG	No cone, always climb to	Half-angle of the return mode altitude cone
RTL_LAND_DELAY	0.0 s	Return mode delay
RTL_MIN_DIST	5.0 m	Horizontal radius from return point within which special rules for return mode apply

Nastavení chování v módu return, nastavení indexu daného skriptu pro VTOL, automatická konfigurace UAVCAN. Následuje počet motorů, které se mají vypnout při fixed wing módu, hodnota plynu pro přechod do fixed wing módu. Počet motorů, které mají být použity při vzletu a nastavení typu VTOL konstrukce.

Back <

Vehicle Setup

Summary

Firmware

Airframe

Sensors

Radio

Flight Modes

Power

Motors

Safety

Tuning

Camera

Parameters

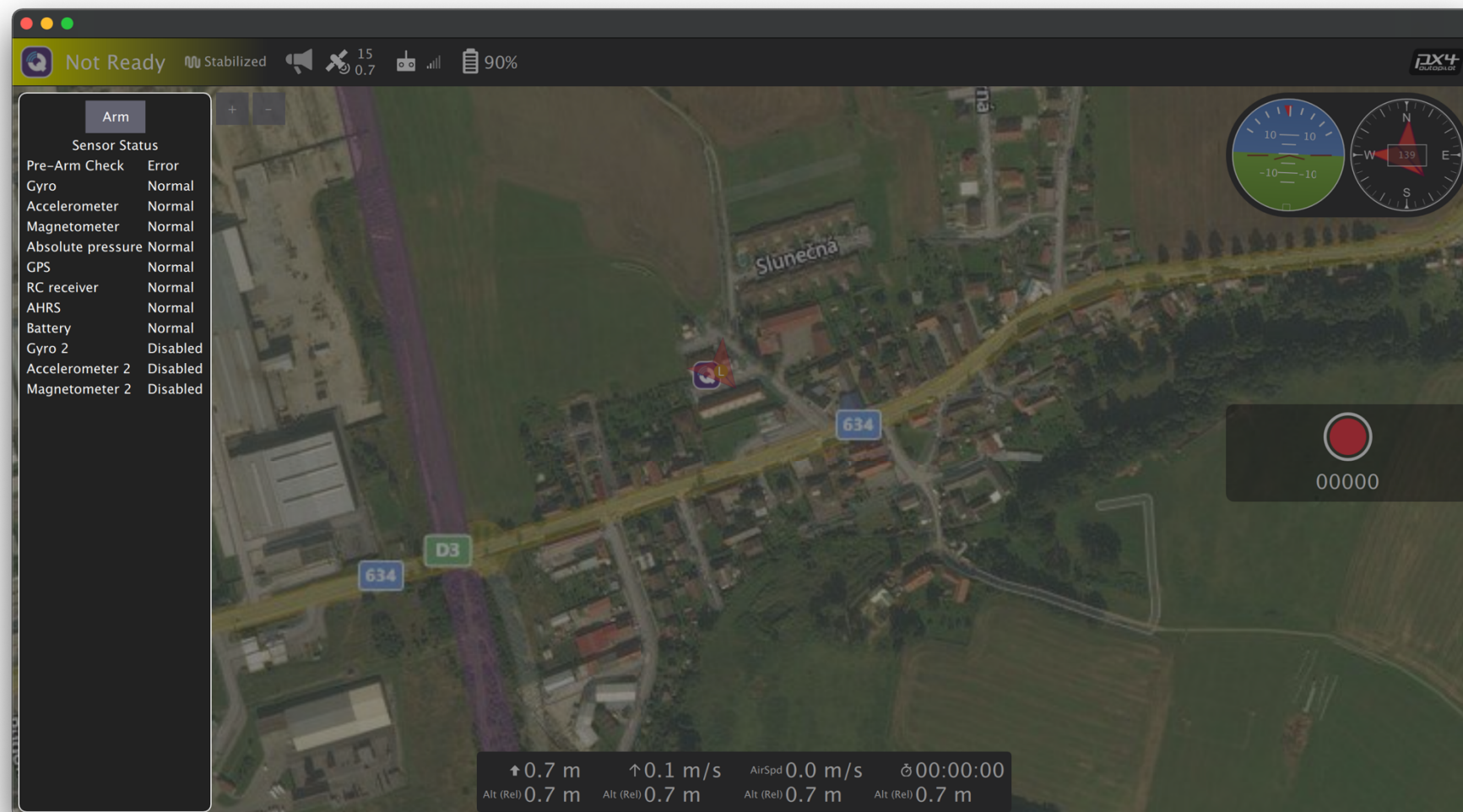
Search:

Clear

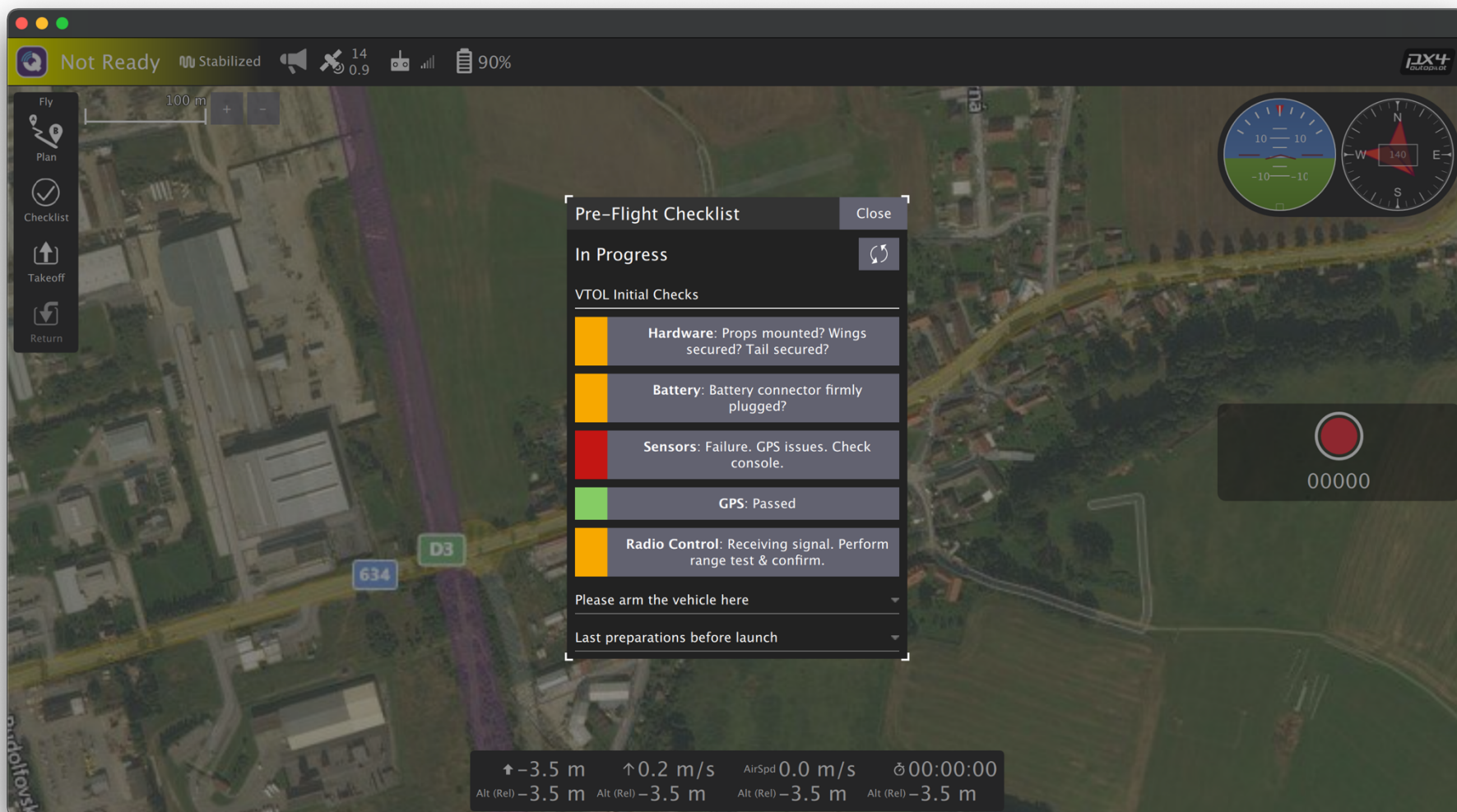
☒ Show modified only

RC_MAP_PITCH	Channel 3	Pitch control channel mapping
RC_MAP_ROLL	Channel 2	Roll control channel mapping
RC_MAP_THROTTLE	Channel 1	Throttle control channel mapping
RC_MAP_TRANS_SW	Channel 5	VTOL transition switch channel mapping
RC_MAP_YAW	Channel 4	Yaw control channel mapping
RTL_CONE_ANG	No cone, always climb to	Half-angle of the return mode altitude cone
RTL_LAND_DELAY	0.0 s	Return mode delay
RTL_MIN_DIST	5.0 m	Horizontal radius from return point within which special rules for return mode apply
RTL_TYPE	Return to closest safe poi	Return type
SENS_BOARD_X_OFF	0.560 deg	Board rotation X (Roll) offset
SENS_BOARD_Y_OFF	2.442 deg	Board rotation Y (Pitch) offset
SENS_EN_THERMAL	Thermal control off	Thermal control of sensor temperature
SYS_AUTOSTART	13006	Auto-start script index
SYS_RESTART_TYPE	Data survives resets	Set restart type
UAVCAN_ENABLE	Sensors Automatic Config	UAVCAN mode
VT_FW_MOT_OFFID	1234	The channel number of motors that must be turned off in fixed wing mode
VT_F_TRANS_THR	0.750	Target throttle value for the transition to fixed wing flight. standard vtol: pusher tailsitter, tiltrotor: main throttle
VT_IDLE_PWM_MC	1080 us	Idle speed of VTOL when in multicopter mode
VT_MOT_ID	1234	The channel number of motors which provide lift during hover
VT_TYPE	Standard	VTOL Type (Tailsitter=0, Tiltrotor=1, Standard=2)
WV_EN	1	Enable weathervane

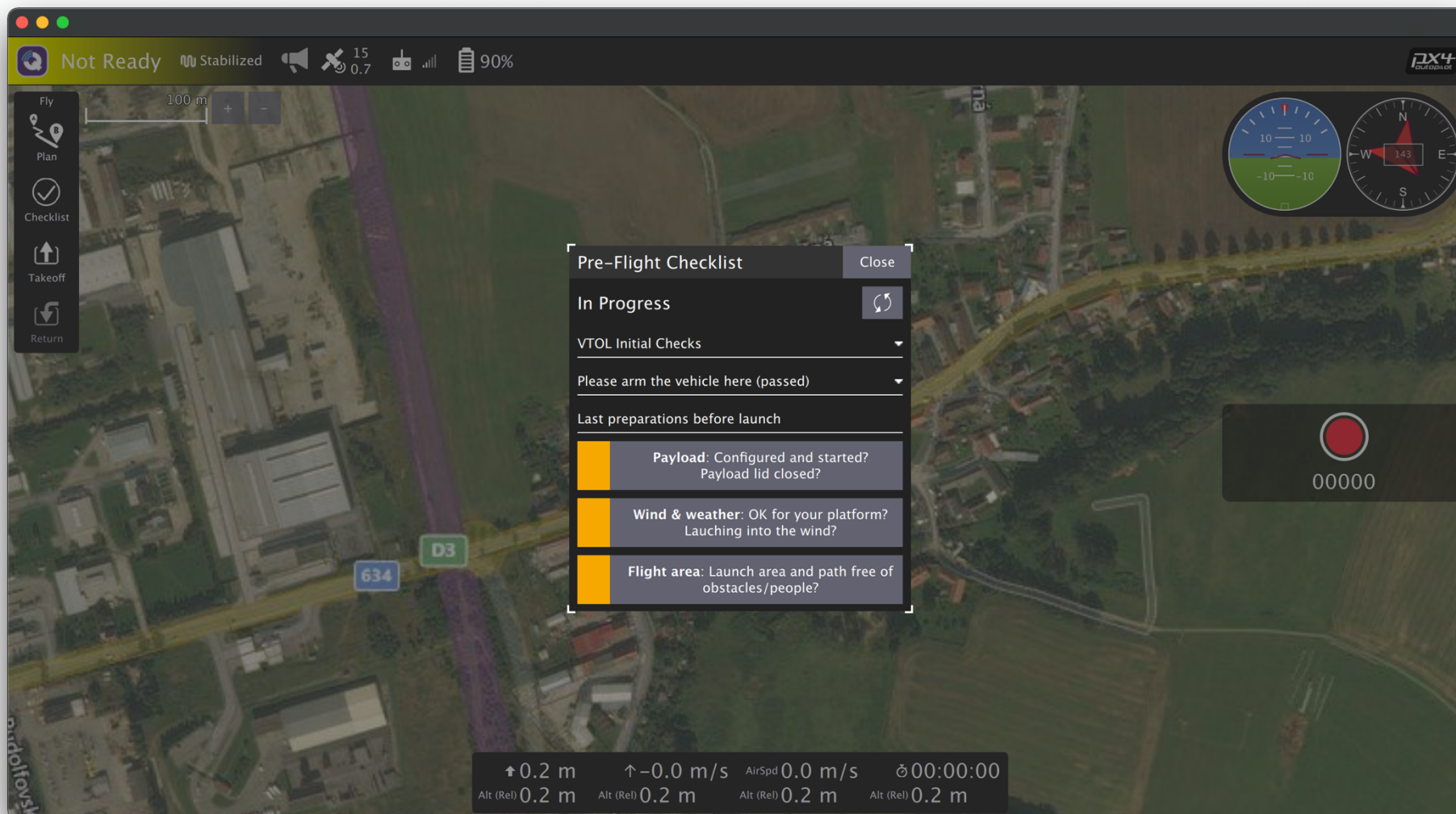
Po nastavení řídicí jednotky je nezbytné zkontrolovat stav všech senzorů, přijímače a baterie. Pokud jsou všechny hodnoty ve stavu Normal, řídicí jednotka po stisknutí bezpečnostního tlačítka umístěného na letounu umožní přechod do stavu Pre-Arm. Jedná se o mezistupeň, kdy je povoleno ovládání bezpečných částí letounu, jako například servomotory ovládající velká křídélka.



Před spuštěním motorů je prováděn Pre-Flight Checklist, který je z části realizován automaticky řídicí jednotkou (funkce senzorů, GPS). Některé kontroly musí provést sám uživatel a následně je potvrdit.



V poslední fázi předletové kontroly se řídící jednotka ptá na doplňující informace o počasí či místě letu.



Pokud nejsou všechny hodnoty zkontrolovány a nejsou ve stavu „Passed“, řídicí jednotka nedovolí spuštění motorů. Následně je možné odpojit řídicí jednotku od pozemní stanice a odjištěním spustit motory. Po odjištění motorů lze přejít k samotnému letu.

