

## Test série motorů MVVS 2,5

Motory MVVS 2,5 jsou výkonnějším sourozencem motorů MVVS 2, které jsem již na stránkách RC modelů představil. Výrobce tentokrát uvedl na trh trojici motorů, které se vzájemně liší počtem závitů a tedy i jmenovitými otáčkami a proudovou zatížitelností.

Metoda testování je z důvodu kompatibility stejná jako v předchozích testech, proto ji dále nepopisuji.

### Technická data dle údajů výrobce

Hmotnost	78 g
Délka	34,4 mm
Průměr motoru	35 mm
Průměr hřídele	4 mm
Délka hřídele	15,7 mm
Průměr upevňovací kružnice (4 x M3)	16 a 19 mm

### Informace mechanickém provedení motorů

Motory série MVVS 2,5 jsou dvanáctipólové střídavé motory s rotačním pláštěm se dvanácti, deseti a devíti závitů na pólovém nástavci. Délka statoru je 13 mm, průměr 26 mm. Vzhledem k tomu, že motor je příbuzný motoru MVVS 2, je popis mechanického provedení obdobný. Rotor je kryt vnějším pláštěm, který zabraňuje mechanickému kontaktu s rotujícími částmi motoru. Hřídel je z kalené oceli o průměru 4 mm, uložen v kvalitních kuličkových ložiskách. Rotor je koncipován tak, že zajišťuje velmi dobré chlazení vinutí motoru. Na předním čele motoru jsou čtyři upevňovací otvory se závitem M3. Rozteč otvorů je 25 mm, průměr osazení ložiska je 13 mm. Tímto se motor odlišuje od většiny konkurentů o hmotnosti okolo 100 g, jejichž upevňovací otvory v čele mají rozteč 16 resp. 19 mm. To je významná přednost motorů MVVS 2,5, neboť se tím snižují nároky na tuhost motorové přepážky. Motor je koncipován tak, že je za pomoci klíče TORX snadno demontovatelný.

Mechanické provedení odpovídá vysokému standardu, kterým se MVVS v elektromotorech uvedlo. Precizní běh motoru je i v tomto případě samozřejmostí.

Vývody motoru jsou vyvedeny zlacenými konektory o průměru 3,5 mm na zadní straně motoru. V případě potřeby je možno motor upravit jednoduše na zadní montáž za pomoci držáku, který je identický pro celou sérii motorů MVVS 2 až 5,6. Oproti klasickým motorům s oběžným pláštěm je i v tomto případě předností skvělá mechanická stabilita motoru, která je dána velkou roztečí ložisek rotoru, jež jsou precizně uloženy v masivním loži pláště. Motor snáší bez sebemenších problémů vysoké otáčky, které pro klasické oběžky kritické, zejména při akrobatických obratech.

### Stacionární hodnocení motoru

V následující tabulce je uveden přehled stacionárních měření motorů s různým počtem článků v pohonném akumulátoru a s různými vrtulemi. Jelikož se jedná o malý motor, není možno testovat příliš široké spektrum vrtulí. Zároveň lze předpokládat, že letové otáčky motoru při vyšších rychlostech letu mohou stoupat a proudové zatížení zdrojů klesat (neplatí vždy, viz články ing. Hořejšího). Vzhledem k nízké hodnotě proudu naprázdno bude účinnost za letu prakticky vyšší než statická. Je evidentní, že magnetický obvod motoru je řešen s ohledem na každý jednotlivý detail, což se projevuje rovněž i vysokou účinností.

Stacionární hodnocení je rozděleno do dvou částí samostatně pro každý motor zvlášť. Pro testy i pro letové zkoušky jsem používal výhradně regulátor JETI Spin 44 v režimu outrunner.

**MVVS 2,5/1120**

Poč. čl.	Vrtule	Rozměr (")	Otáčky (ot/min)	Napětí (V)	Proud (A)	Výkon (W)	Účin. (%)	Letová rychlost (m/s)	Baterie
3	Aer. Glas	8,5x6	10100	10,6	14,3	123	81	19,1	lithium
3	Aer.CAM	9x5	9770	10,5	16,3	137	80	18,9	lithium
3	APC-E	9x6	9440	10,4	18,3	149	78	18,2	lithium
3	Aer. CAM	9x5	9380	10,4	18,7	152	78	17,8	lithium
3	Aer. Glas	9,5x6	9190	10,4	20,2	162	77	17,5	lithium
3	Aer. CAM	10x6	8920	10,3	21,4	167	76	17,3	lithium
3	APC-E	10x7	8560	10,3	23,5	177	73	19,5	lithium
4	Aer. Glas	8,5x5	13170	13,9	18,3	208	82	20,5	lithium
4	Aer.CAM	8x5	13100	13,9	18,7	212	82	21,5	lithium
4	Aer. Glas	8,5x6	12580	13,8	21,6	237	80	23,8	lithium
4	Gr. CAM	9x5	12080	13,6	24,3	259	78	22,3	lithium
4	APC E	9x6	11620	13,6	27,2	279	76	21,5	lithium

**MVVS 2,5/1340**

Poč. čl.	Vrtule	Rozměr (")	Otáčky (ot/min)	Napětí (V)	Proud (A)	Výkon (W)	Účin. (%)	Letová rychlost (m/s)	Baterie
3	Aer. Glas	8,5x5	11930	10,5	18	155	82	18,6	lithium
3	Aer.CAM	8x5	11870	10,4	18,4	158	82	20	lithium
3	Aer. Glas	8,5x6	11430	10,3	21,4	178	81	21,6	lithium
3	Gr. CAM	9x5	11010	10,2	24,2	195	79	21,3	lithium
3	APC E	9x6	10570	10,1	26,9	210	77	20,4	lithium
3	Aer. CAM	10x6	9900	10	31	228	74	19,2	lithium
4	Aer. Glas	8,5x5	14750	13,5	26,6	292	81	23	lithium
4	Aer.CAM	8x5	14660	13,5	27,2	297	81	24,5	lithium
4	Aer. Glas	8,5x6	13970	13,3	31	326	79	26,4	lithium
8	Aer. Glas	8,5x6	10130	8,9	17,3	124	81	19,2	NiCd
8	APC E	9x6	9380	8,7	21,7	147	78	18,1	NiCd
8	Aer. CAM	10x6	8760	8,4	24,8	158	75	16,9	NiCd
8	APC E	9x6	8360	8,3	27	165	73	19	NiCd

**MVVS 2,5/1480**

Poč. čl.	Vrtule	Rozměr (")	Otáčky (ot/min)	Napětí (V)	Proud (A)	Výkon (W)	Účin. (%)	Letová rychlost (m/s)	Baterie
3	Aer. Glas	8,5x5	12510	10	21,5	179	83	19,5	lithium
3	Aer.CAM	8x5	12450	10	21,9	182	83	20,8	lithium
3	Aer. Glas	8,5x6	11940	9,9	25,5	205	81	22,6	lithium
3	Gr. CAM	9x5	11490	9,8	28,6	222	80	22,2	lithium
3	Gr. CAM	9x5	10960	9,6	32,2	240	77	20,9	lithium
4	Aer. Glas	8,5x5	15590	12,9	32,8	345	81	24,3	lithium
4	Aer.CAM	8x5	15480	12,9	33,4	349	81	24,5	lithium
4	APC sport	8,5x6	15630	12,9	32,6	344	81	18,5	lithium
4	Michna 210x130 mm	15480	15480	12,9	33,4	350	81	24,3	lithium

#### Legenda k tabulce

- Počet článků - počet sériově řazených akumulátorů
- Vrtule - typ vrtule a výrobce
- Rozměr - průměr x stoupání vrtule. Je u dán v palcích.
- Otáčky - měřeny optickým otáčkoměrem se stabilitou cca pěti řádů.
- Napětí – svorkové napětí daného akumulátoru po 30% vybití. Pro čerstvě nabitý akumulátor bude výstupní výkon motoru vyšší. Napětí je měřeno digitálním multimetrem s přesností 1 %.
- Proud - hodnota proudu odebíraného z akumulátoru. Hodnota měřena s přesností 4 %.
- Výkon - výkon na hřídeli motoru, je stanoven z výkonových parametrů vrtule.
- Účinnost - je stanovena výpočtem z příkonu a výkonu motoru. Směrodatná odchylka této veličiny je 5%.
- Letová rychlost - rychlost letu, pro kterou bude mít uvedený pohon dobrou účinnost

#### Oblast použití motorů

**Motor MVVS 2,5/1120** je určen pro přímý pohon vrtule v oblasti proudů 15 - 25 A. Jako pohonné baterie doporučuji akumulátory Power Ion 1300 mAh, popřípadě LiPol o kapacitě nad 1500 mAh.

Pro pohon větroně je vhodná baterie 3 až 4 článků a vrtule o průměru 230 - 280 mm, se stoupáním 130 - 180 mm. Tento pohon je velmi vhodný pro standardní větroně o rozpětí 1,7 - 2,1 m a hmotnosti do 1,6 kg. V případě čtyřčlankového akumulátoru lze pohánět i rychlé větroně o rozpětí 1,3 - 1,5 m a hmotnosti do 1,2 kg.

Pro motorové modely doporučuji přímý náhon s vrtulí o průměru 230-265 mm o stoupání 120 - 180 mm se 3 až 4 články. Tento pohon je schopen s rezervou pohánět modely pro pohon standardním motorem 2,5 ccm.

Motor byl prakticky prověřován na modelu větroně Rivalle od Model Studio CZ Tupesy (rozpětí 2,1 m, hmotnost 1600 g, profil E 205 mod., baterie 4s1p Power Ion 1300 mAh se sklopnou vrtulí Aeronaut CAM Carbon prop 9x5". Model jsem, bohužel, musel dovažovat olovem, není koncipován na tak lehký pohon. Při letové zkoušce jsem měřil stoupavost výškoměrem pana Sysaly. Stoupavost modelu (bez rozběhu v horizontálním letu) byla 8 m/s při odběru proudu okolo 24 A. Při tomto pohonu dokáže Rivalle zalétnout obrácený přemet z horizontálního letu. A doba letu? V případě odpočinkových letů je bez termiky k dispozici (prakticky nevyužitelná) doba přes jednu hodinu. Opět platí, že na letiště se jde s modelem, ve kterém je akumulátor, nabíječ a druhou baterii můžete s klidným srdcem zapomenout doma.

Byly rovněž provedeny letové zkoušky v cvičném motorovém modelu Benji od firmy SVOR určeném pro pohon motorem 2 ccm (hornoplošník bez podvozku, rozpětí 1050 mm, letová hmotnost 1050 g, profil polosymetrický). Při pohonu čtyřmi články Powerlon 1300 mAh a pevnou vrtulí Aeronaut CAM Carbon 9,5x5" byl model plně schopný akrobacie. Nárůst výkonu oproti motoru MVVS 2/1120 z minulého

testu byl velmi příjemný. Díky uspořádání akumulátorů 4s1p do čtverce jsem i přes nízkou hmotnost pohonu nemusel dovažovat model v předu olovem(!).

**Motor MVVS 2,5/1340** je určen pro přímý pohon vrtule v oblasti proudů 20 - 30 A. Jako pohonné baterie doporučuji akumulátory Power Ion 1300 mAh řazené 2p, popřípadě LiPol o kapacitě nad 1800 mAh. Alternativně lze použít i akumulátor 10 x Sanyo RC 4/5 SC.

Pro pohon věttroně je vhodná baterie 3 článků a vrtule o průměru 220 - 250 mm, se stoupáním 120 - 150 mm. Tento pohon je velmi vhodný pro běžné věttroně o rozpětí 1,5 - 2,1 m a hmotnosti do 1,7 kg. Motor dobře poslouží zejména rychlých věttroních o rozpětí 1,3 - 1,6 m a hmotnosti do 1,2 kg.

Pro motorové modely doporučuji přímý náhon s vrtulí o průměru 215-240 mm o stoupání 120 - 150 mm se 3-4 články. Tento pohon je schopen pohánět modely pro pohon standardním motorem 2,5 ccm.

Letové zkoušky jsem provedl v modelu Spedo II od LS Model (rozpětí 1,3 m, hmotnost 650 g, profil MH30 mod., baterie 4s1p Power Ion 1300 mAh se sklopnou vrtulí Michna 210x130 mm). Jestliže s motorem MVVS 2/1120 jsem se obdivně vyjadřoval ke stoupavosti, s motorem MVVS 2,5/1320 model stoupal v perfektní vertikále rychlostí okolo 23 m/s. Doba letu se v podstatě nezměnila. A let? Svist, rychlost.....

Byly rovněž provedeny letové zkoušky v cvičném motorovém modelu Benji od firmy SVOR určeném pro pohon motorem 2 ccm (hornoplošník bez podvozku, rozpětí 1050 mm, letová hmotnost 1070 g, profil polosymetrický). Při pohonu třemi články Polyquest 2200 mAh a vrtulí Michna 250x150 mm létal model akrobacii, pro kterou je koncipován – obraty o velkém poloměru na vysoké rychlosti. Oproti motoru MVVS 2/1120 z minulého testu díky většímu průměru vrtule dokázal model rychleji reagovat na přidání plynu. Díky uspořádání akumulátorů 3s1p jsem však musel dovažovat model vpředu olovem.

Jen maličká připomínka k modelu Benji: V provedení dle podkladů výrobce SVOR se VOP často dostává do úplavu křídla. Tuto nechtost jsem odstranil tak, že jsem VOP umístil o 45 mm výše na SOP. Benji se stal skvěle ovladatelný prakticky ve všech letových režimech a stal se rázem mým kamarádem a testovacím letounem.

**Motor MVVS 2,5/1480** je určen pro přímý pohon vrtule v oblasti proudů 25 - 35 A. Jako pohonné baterie doporučuji akumulátory Power Ion 1300 mAh řazené 2p, popřípadě LiPol o kapacitě nad 2200 mAh. Motor je doporučován pro combat, nicméně je vhodný i pro ostatní modelářské aplikace.

Pro pohon věttroně je vhodná baterie 3 článků a vrtule o průměru 200 - 240 mm, se stoupáním 120 - 150 mm. Tento pohon je velmi vhodný pro rychlé věttroně o rozpětí 1,4 - 1,7 m a hmotnosti do 1,2 kg.

Pro motorové modely doporučuji přímý náhon s vrtulí o průměru 200-230 mm o stoupání 100 - 150 mm se 3 články. Tento pohon je schopen pohánět modely pro pohon standardním motorem 3,5 ccm.

Letové zkoušky jsem opět provedl v modelu Spedo II od LS Model (rozpětí 1,3 m, hmotnost 720 g, profil MH30 mod., baterie 4s1p SHARK POWER 2500 mAh - jednu sadu jsem si záměrně pro tento účel pořídil - se sklopnou vrtulí Michna 210x130 mm). Otáčky vrtule se blížily 16 000 ot/min. To byla „jízda“. Model stoupal vertikální rychlostí okolo 100 km/h. To vizuálně odpovídá stoupání modelu F5F (rozpětí 2m, rychlost 150 km/h). Pozor! I zde platí, že plný plyn nad 3 sekundy bude znamenat, že letoun zmizí z dohledu.

Letové zkoušky s pravým combatem jsem provést nemohl, tyto modely neumím (zatím). A tak jsem osadil pohon ze Speeda do modelu Benji. Hmotnost narostla na 1100 g. Vrtule 210x130 je přibližně combatová. Otáčky, které se blíží 16 000 ot/min jsou na limitu pravidel. Model je ovšem těžší než standardní combat. Výkon 350 W, který Benji poháněl, způsobil, že gravitaci bylo možno zapomenout. Vše se odehrávalo jen mezi vrtulí, modelem a ovzduším...

## A závěrem

Jak to vlastně je s výkonovou ekvivalencí elektromotoru a spalovacího motoru. V tabulkách výrobců spalovacích motorů se dozvíte, že motor o zdvihovém objemu 2,5 cm<sup>3</sup> má výkon okolo 0,5 kW. Přitom objektivně elektromotor o výkonu 0,2 kW bude ve většině případů pohánět model s lepší dynamikou, jako spalovací dvouupůlka. Slyšel jsem debatu „zasvěcených“ ve které si tajuplně sdělovali, že elektrické watty jsou jiné než spalovací. To jsou samozřejmě naprosté nesmysly. Problém je jinde. Spalovací motory této kategorie dosahují uváděných výkonů při otáčkách okolo 20 000 ot/min a více.

Tomu pak odpovídají vrtule o průměru 150mm, které jsou optimalizované pro rychlosti okolo 30 m/s. V praxi využívané vrtule o průměru 200 mm nelze běžným spalovacím motorem do těchto otáček roztočit. S ohledem na spolehlivost chodu motoru bývají otáčky na plný plyn v oblasti 12-14 tisíc ot/min. Výkon na hřídeli zřídka překročí 0,25 kW. Když pak do toho zahrneme horší poměr opsané plochy vrtule k průřezu trupu a obvykle horší přizpůsobení pohonu a modelu, je situace jasnější. Ve starší modelářské literatuře se setkáváme s údajem informujícím, že využitelný výkon spalovacího motoru (se žhavicí svíčkou) je 0,1 k/cm<sup>3</sup> – pro mladší modeláře přeloženo jedna desetina koňské síly (73,6 W) na centimetr krychlový. Osobně tento koeficient využívám při konverzích modelů se spalovacím motorem na elektropohon. Subjektivní kontrola moje i mých přátel (včetně zarytých „čudáků“) správnost tohoto parametru potvrdila. A tedy označení motoru 2,5 pro testovanou řadu elektromotorů je důkazem skromnosti a serióznosti výrobce MVVS Brno.