

Bakalářská práce



České  
vysoké  
učení technické  
v Praze

**F2**

Fakulta strojní  
Ústav letadlové techniky

# Návrh modelu větroně kategorie RES

Numerický model, pevnostní výpočet a návrh konstrukce

**Martin Bartoš**

Únor 2018

Vedoucí práce: Ing. Jan Klesa, Ph.D.

Draft: 10. 2. 2018



## / Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně s tím, že její výsledky mohou být dále použity podle uvážení vedoucího bakalářské práce jako jejího spoluautora. Souhlasím také s případnou publikací výsledků bakalářské práce nebo její podstatné části, pokud budu uveden jako její spoluautor.

V Praze dne 25. 4. 2018

.....

## Abstrakt / Abstract

Test abstraktu CZ

Only testing abstract EN

## / Obsah

<b>1 Teoretická část</b> .....	1
1.1 Pravidla kategorie RES .....	1
1.1.1 Průběh soutěže .....	1
1.1.2 Průběh předkol a finálních kol .....	1
1.1.3 Bodování .....	1
1.1.4 Požadavky na letadlo .....	2
1.2 Modely kategorie RES .....	2
1.2.1 RESolution .....	2
1.2.2 PURES .....	2
1.2.3 Picares .....	3
1.2.4 Porovnání .....	3
<b>Literatura</b> .....	4

## Tabulky /

- 1.1.** Specifikace modelu RESolution ..2
- 1.2.** Specifikace modelu PURES.....3
- 1.3.** Specifikace modelu Picares .....3

# Kapitola 1

## Teoretická část

### [rfc-1] 1.1 Pravidla kategorie RES

Kategorie F3B-RES (popř. F3RES) je soutěžní třída radiem řízených modelů větroňů s maximálním rozpětím 2 metry a převažující dřevěnou konstrukcí. Od ovládaných funkcí je odvozen název celé kategorie. Rudder, Elevator, Spoiler - Směrovka, Výškovka, Spoiler. Model je do vzduchu vypouštěn pomocí gumicuku. V soutěži se hodnotí časová délka letu a přesnost přistání.

#### 1.1.1 Průběh soutěže

Každá soutěž se skládá z alespoň 4 předkol. Každé kolo jsou účastníci rozděleni do více skupin. Výsledky jsou normalizovány tak, aby se snížil faktor změny počasí mezi skupinami. Z těchto předkol se vyberou 4 (maximálně 8) soutěžící s nejvíce body do finálové skupiny. Ta následně odlétá 2 finálová kola tzv. „Fly-Off“, čímž se určí konečné pořadí. Finálová kola mají stejný počet soutěžících jako tomu bylo v předkolech.

#### 1.1.2 Průběh předkol a finálních kol

Model je do vzduchu vytahován pomocí gumicuku RES 100 od firmy EMC Vega. Zpravidla se skládá z 14,7 metrů gumy a 100 metrů nylonového vlasce. V případě malé plochy letiště nebo kvůli zkrácení letových časů může organizátor nařídit zkrácení gumicuku.

Po vystoupení do požadované výšky se model odpoutá a začíná měřený soutěžní let, ve kterém se pilot snaží udržet ve vzduchu co nejdéle, zejména pomocí termických stoupavých proudů. Měření času končí po zastavení modelu na zemi, nebo po uplynutí pracovního okna vyhrazeného pro dané kolo. Maximální doba letu je 360 s v rámci 9 minutového pracovního okna na jedno kolo.

Soutěžní let je zakončený hodnoceným přistáním na bod, který je každému soutěžícímu přiřazen před letem. Není povoleno přistání „oštěpem“, tzn. zapíchnutí modelu pod úhlem do země tak, že konec trupu zůstane nad zemí.

#### 1.1.3 Bodování

Letový čas v rámci jednoho kola je zaokrouhlen dolů na celé sekundy. Za každou vteřinu letu získá soutěžící 2 body. Následně se vyhodnotí body za přistání. Po zastavení modelu na zemi se změří vzdálenost mezi špičkou trupu letadla a přistávacího bodu. Pokud je tato vzdálenost menší než 0,2 m získává soutěžící plný počet bodů - 100. Bodové ohodnocení se postupně snižuje až do 15 metrů od stanoveného místa přistání. Pokud je vzdálenost větší než 15 metrů, nezískává pilot za přistání žádný bod.

Maximální počet bodů, který lze za jeden soutěžní let je 820. Tedy 720 bodů za plně využitý maximální čas (360 sekund) a 100 bodů za přistání do 0,2 m od stanoveného místa.

Po dolétnutí každé skupiny soutěžících se vyhodnotí výsledky. Pilotovi s největším počtem bodů se za výhru ve skupině přiřadí 1000 bodů. Dalším soutěžícím ze stejné skupiny se body přepočítají poměrným systémem vůči výherci.

### 1.1.4 Požadavky na letadlo

Model se obvykle skládá z křídel, trupu a ocasních ploch. Soutěže se mohou účastnit také modely bez trupu či ocasní části, avšak mohou mít ovládané pouze 2 řídicí plochy a každá může být řízena pouze jedním servem (například samokřídla).

Maximální povolené rozpětí je 2000 mm. Délka letadla, minimální ani maximální hmotnost nejsou omezeny.

Model s převažující dřevěnou konstrukcí znamená, že může být použito kompozitových dílů pouze na:

- zadní část trupu maximálně do půlky hloubky křídla a to ve formě kulaté nebo profilované trubky
- nosník či spojky křídel ve formě kulaté nebo profilované trubky
- náběžnou hranu ve formě tyče, trubky (nemůže být použito kompozitových D-boxů ani celých křídel)

[rfc-5]

Všude jinde musí být použito výhradně dřevo a balsa.

V letadle je možné mít ballast z důvodu lepší pronikavosti proti větru. Zátěž se musí nacházet uvnitř modelu a musí být bezpečně zajištěna.

Spoilerů může být na letadle více a mohou být ovládány jedním nebo dvěma servy.

[rfc-6]

Spoiler se dále musí nacházet na vrchní straně křídla alespoň 5 cm před odtokovou hranou křídla.

## 1.2 Modely kategorie RES

### 1.2.1 RESolution

Jedná se o model s celodřevěným trupem s výškovkou a směrovkou klasického uspořádání. Uhlíkové trubky je použito pouze na hlavní nosník křídla, spolu s uhlíkovou tyčkou náběžné hrany. Díky hmotnosti okolo 600 g, a zároveň i zvolenému profilu S 7012 se model dokáže prosadit i v silnějším větru. Je tedy univerzálnější, oproti lehkým letadlům však nedosahuje takových výkonů při klidných podmínkách. [1]

Délka (mm)	1120
Rozpětí (mm)	1980
Profil	S 7012
Výška profilu (u kořene)	17,5 (8 %)
Hloubka křídla - u kořene (mm)	187
Štíhlost	11,3
Plocha křídla (dm <sup>2</sup> )	34,8
Hmotnost (g)	590
Plošné zatížení (g/dm <sup>2</sup> )	17

[RESolution\_specifikace]

**Tabulka 1.1.** Specifikace modelu RESolution.[2]

### 1.2.2 PURES

Model PURES je osazen uhlíkovou trubkou v zadní části trupu, na které jsou umístěné deskové ocasní plochy bez profilu do V. Stejně jako u modelu RESolution je využita uhlíková tyčka náběžné hrany a uhlíková trubka jako hlavní nosník. Rozdíl je však v použití dvou různých průměrů trubky (tlustší na střed křídla, tenčí na uši). Na křídle je jedna brzdicí klapka umístěna uprostřed. Celé křídlo je rozebíratelné na 3 části pro lepší přepravu - středová část a 2 uši.

[rfc-7]



Délka (mm)	1180
Rozpětí (mm)	2000
Profil	AG35 - AG36
Výška profilu (u kořene)	13,5 (8 %)
Hloubka křídla - u kořene (mm)	212
Štíhlost	11
Plocha křídla (dm <sup>2</sup> )	36,5
Hmotnost (g)	436
Plošné zatížení (g/dm <sup>2</sup> )	11,9

[PURES\_specifikace]

**Tabulka 1.2.** Specifikace modelu PURES.[2]

### 1.2.3 Picares

Model Picares je kompletně celodřevěná konstrukce. Výrobce nabízí dvě možnosti ocasní ploch, jak klasické uspořádání, tak i do V. Brzdící klapka je umístěna na středu křídla, který je rovný a konce jsou nadvakrát lomené. Křídlo je rozebíratelné stejně jako u modelu PURES na tři části. Spojení částí zajišťuje dřevěný nosník, který se zasune do komory ve středu křídla, a magnety, které drží ucho ve správné poloze.

[rfc-8]

Délka (mm)	987
Rozpětí (mm)	1950
Profil	AG Strak
Výška profilu (u kořene)	16,6 (9 %)
Hloubka křídla - u kořene (mm)	175
Štíhlost	12,6
Plocha křídla (dm <sup>2</sup> )	30,1
Hmotnost (g)	537
Plošné zatížení (g/dm <sup>2</sup> )	17,8

[Picares\_specifikace]

**Tabulka 1.3.** Specifikace modelu Picares.[2]

### 1.2.4 Porovnání

Z porovnání jednotlivých modelů je patrné, že plocha modelů kategorie RES se pohybuje v rozmezí 30-37 dm<sup>2</sup> a plošné zatížení v rozmezí 12-18 g/dm<sup>2</sup>. Nejlehčí modely atakují hodnotu 400 g letové hmotnosti. Klasická koncepce uspořádání ocasních ploch (výškovka+směrovka) převládá u většiny modelů, avšak uspořádání dvojice ploch do V není něco, čemu by se konstruktéři této kategorie vyhýbali.



## Literatura

[Parek2002] [1] PÁREK, ivan. RES-olution V2. *HyperFlight.co.uk* [online]. HK: U Ivana2, 2002 [cit. 2018-02-08]. Dostupné z:  
<https://www.hyperflight.co.uk/products.asp?code=RESOLUTION-V2&name=resolution-v2>

[Schwartz2014] [2] SCHWARTZ, Frank. *R.E.S. - Kleine Thermiksegler mit großer Leistung*. Nemecko: Verlag für Technik und Handwerk neue Medien, 2014. ISBN 978-3-88180-463-9.



## Requests for correction

- [rfc-1] přidat citace na pravidla
- [rfc-2] lze spoiler nazvat rušič vztlaku? Nebo lépe brzda? Brzdící klapka? Přistávací klapka?
- [rfc-3] Hodí se název gumicuk do Bakalářské práce? Nebo spíš guma a vlasec?
- [rfc-4] je přepočítávání srozumitelné? Nebo je lepší ho zcela vynechat?
- [rfc-5] poslední dvě odrážky chybí v pravidlech z 1.1.2017
- [rfc-6] Ocitovat jednotlivá pravidla - celá přiložit do přílohy
- [rfc-7] odkaz na návod ke stavbě v pdf
- [rfc-8] vykukáno z manuálu na hyperflight