

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
LETECKÝ ÚSTAV

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF AEROSPACE ENGINEERING

STATISTICKÝ PŘEHLED AKROBATICKÝCH LETOUNŮ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

JAN JAKL

BRNO 2008



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
LETECKÝ ÚSTAV

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF AEROSPACE ENGINEERING

# STATISTICKÝ PŘEHLED AKROBATICKÝCH LETOUNŮ

STATISTICAL SURVEY OF AEROBATIC AIRCRAFT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

JAN JAKL

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ ZABLATZKÝ

BRNO 2008

**ANOTACE:**

Všeobecný přehled nejvýkonnějších akrobatických letounů v současnosti. Práce zahrnuje popis a výkonnostní údaje u jednotlivých verzí, krátké představení pravidel soutěží v letecké akrobacii a statistické srovnání uvedených parametrů letounů v podobě grafů.

**ANNOTATION:**

All round survey of highest-rating aerobatic planes. This work includes description and efficiency specifications of each single versions, short introduction into aerobatic rules and statistic comparison of mentioned characteristic in graphs.

**KLÍČOVÁ SLOVA:**

Akrobatické letouny, Charakteristika letounů, Popis letounů a soutěžních tříd, Porovnání parametrů

**KEY WORDS:**

Aerobatic planes, Characteristics of planes, Description of planes and description of competition classes, Comparison of characteristics.

**Bibliografická citace:**

JAKL, J. Statistický přehled akrobatických letounů. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 45 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jiří Zablatzký.

### **MÍSTOPŘÍSEŽNÉ PROHLÁŠENÍ:**

Místopřísežně prohlašuji, že jsem byl seznámen s předpisy pro vypracování bakalářské práce a že jsem celou bakalářskou práci, včetně příloh, vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.

V Brně dne 23.05.2008

.....

Brno 2008

Jan JAKL

Jan Jakl

**PODĚKOVÁNÍ:**

*Prostřednictvím těchto několika málo řádků bych chtěl poděkovat všem, kteří mi poskytovali informace pro vypracování této práce. Zejména pak panu Ing. J. Zablatzkému za místné rady a připomínky.*

**Obsah:**

|  |    |
|--|----|
| 1. Úvod.....   | 7  |
| 1.1. Seznam použitých veličin.....   | 7  |
| 1.2. Seznam použitých zkratek.....   | 7  |
| 2. Historie.....   | 8  |
| 3. Charakteristiky a technické údaje vybraných motorových letounů:.....          | 9  |
| 3.1. Jednomístné.....  | 9  |
| 3.1.1. AVIAT PITTS S1T SPECIAL:.....   | 9  |
| 3.1.2. AVIATIKA-900 ACROBAT:.....  | 10 |
| 3.1.3. MOUDRY CAP 232:.....  | 11 |
| 3.1.4. SUKHOI SU-26M:.....   | 12 |
| 3.1.5. SUKHOI SU-31:.....  | 13 |
| 3.1.6. YAKOVLEV-55M:.....  | 14 |
| 3.1.7. TECHNOAVIA SP-55M:.....   | 15 |
| 3.1.8. ZLÍN Z-50:.....   | 16 |
| 3.1.9. ZLÍN Z-526 A:.....  | 17 |
| 3.2. Vícemístné - tandem.....  | 18 |
| 3.2.1. CULP SPECIAL:.....  | 18 |
| 3.2.2. MXR-MX2:.....   | 20 |
| 3.2.3. TECHNOAVIA SP-95:.....  | 21 |
| 3.2.4. ZIVKO EDGE 540:.....  | 22 |
| 3.2.5. AVIAT PITTS S-2B/ S-2C/ S-2S:.....  | 23 |
| 3.2.6. EXTRA 300, 330:.....  | 24 |
| 3.2.7. Akrotech GILES G-202:.....  | 25 |
| 3.2.8. EXTRA 200:.....   | 26 |
| 3.2.9. SUKHOI SU-29:.....  | 27 |
| 3.2.10. YAKOVLEV YAK-54:.....  | 28 |
| 3.3. Vícemístné – vedle sebe.....  | 28 |
| 3.3.1. ZLÍN Z-242L:.....   | 28 |
| 4. Charakteristiky a technické údaje vybraných akrobatických kluzáků.....        | 30 |
| 4.1. Jednomístné.....  | 30 |
| 4.1.1. MARGANSKI AVIATION SWIFT S-1:.....  | 30 |
| 4.2. Vícemístné.....   | 31 |
| 4.2.1. LETOV L-13 AS BLANÍK:.....  | 31 |
| 4.2.2. MAGRANSKI AVIATION MDM-1 FOX:.....  | 31 |
| 5. Statistický přehled dat letadel uvedených v této práci.....                   | 32 |
| 5.1. Světová produkce:.....  | 32 |
| 5.2. Počet kusů akrobatických letounů provozovaných v ČR ke dni 18.2.2005....    | 34 |
| 5.3. Závislost kladných a záporných násobků přetížení na plošném zatížení:.....  | 34 |
| 5.4. Závislost maximální stoupavosti na výkonovém poměru:.....                   | 35 |
| 5.5. Závislost nosné plochy na pádové rychlosti.....                             | 35 |
| 5.6. Závislost vzletové dráhy na výkonovém poměru:.....                          | 36 |
| 5.7. Maximální úhlové rychlosti klonění:.....                                    | 36 |
| 5.8. Porovnání rychlostí:.....   | 37 |
| 5.9. Procentuální použití typu letadlového motoru pro akrobatické speciály:..... | 37 |
| 6. ZÁVĚR:.....   | 38 |
| 7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....  | 38 |
| 8. ZDROJE:.....  | 38 |
| 9. SEZNAM PŘÍLOH.....  | 38 |

**1. Úvod**

Když se zamyslíme nad tím, co jsou to vlastně speciální akrobatická letadla, tak dojdeme k závěru, že to jsou stroje určené k létání mnohem náročnějšímu než zahrnuje klasický let obyčejných dopravních či užitkových letadel všech kategorií. Tím pádem musí být letoun mnohonásobně předimenzovaný a předurčený ke snášení standardně většímu přetížení, než je u ostatních letadel, které je vyvoláno právě prováděním náročných akrobatických prvků. Ale samozřejmě ne každý akrobatický letoun má dovoleno létat všechny akrobatické figury, a proto se Vám pokusím v této práci přiblížit tyto stroje jak po stránce parametrů, tak po stránce technického vývoje a následně je v závěru tohoto přehledu porovnam pomocí grafů.

**1.1. Seznam použitých veličin**

|   |                      |
|---|----------------------|
| ROZPĚTÍ KŘÍDEL(wing span):                          | [m]                  |
| ROZPĚTÍ HORNÍHO KŘÍDLA(wing span:upper):            | [m]                  |
| ROZPĚTÍ DOLNÍHO KŘÍDLA(wing span:lower):            | [m]                  |
| CELKOVÁ DÉLKA(lenght overall):                      | [m]                  |
| CELKOVÁ VÝŠKA(height overall):                      | [m]                  |
| NOSNÁ PLOCH (wings, gross)                          | [m <sup>2</sup> ]    |
| MAX. VZLETOVÁ HMOTNOST(max T-O weight)              | [kg]                 |
| PLOŠNÉ ZATÍŽENÍ(max wing loading)                   | [kg/m <sup>2</sup> ] |
| VÝKONOVÝ POMĚR(max power loading)                   | [kg/kW]              |
| NEPŘEKROČITELNÁ RYCHLOST(never-exceed speed)        | [kts(km/h)]          |
| MAX STOUPAVOST(max rate of climb at S/L)            | [m/min]              |
| MAX ÚHLOVÁ RYCHLOST KLONĚNÍ(rate of roll):          | [°/s]                |
| PŘETÍŽENÍ(g-limits)                                 | [-]                  |
| VZLETOVÁ A PŘISTÁVACÍ RYCHLOST(T-O and landing sp.) | [kts(km/h)]          |
| VZLETOVÁ DRÁHA(T-O run)                             | [m]                  |

**1.2. Seznam použitých zkratek**

FAA - Federal Aviation Administration  
 FAR - Federal Aviation Regulations  
 FAI - Fédération Aéronautique Internationale  
 CIVA-Commission Internationale de Voltige Aerienne  
 (Administration of Aerobatic Competition Worldwide)



## 2.Historie

Letadlo k akrobacii je složitý stroj určený k extrémním výkonům. Postupem času se vyvíjel od dřevěných zpracování až k složitým kompozitním konstrukcím, které jsou schopny krátkodobě vydržet násobek přetížení až 15g, což je pro obyčejného smrtelníka při dlouhodobém pojetí nedosažitelná hranice. Dnešní letouny jsou na velice vysoké úrovni.

Letecká akrobacie a její vývoj je datován již od počátků letectví minulého století. Letecká akrobacie jako taková, byla v minulosti dosti často spojována (a ne neprávem) s uměním vojenských pilotů, kteří již za 1. světové války byli nuceni se svými stroji manévrovat více než zahrnoval normální civilní let, aby „vymanévrovali“ své protivníky.

V meziobdobí mezi světovými válkami sloužila akrobacie spíše jako kondiční cvičení pro zachování dovedností pilotů. Druhá světová válka také přispěla několika manévry do této disciplíny, jako například manévrem *Immelman*, *Split-S* a *Cobra*, což je prvek, který se předvádí spíše na exhibicích nežli soutěžích.

U nás má letecká akrobacie také poměrně slavnou tradici, která sahá až do období první republiky. V roce 1936 byla letecká akrobacie zařazena na program olympijských her v Berlíně a právě zde náš československý reprezentant František Novák vybojoval druhé místo. Po skončení války se z ní stala skutečná sportovní disciplína a byla stanovena pevná pravidla. V roce 1960 se v Bratislavě koná vůbec první mistrovství světa a na stupních vítězů se objevují piloti Ladislav Bezák, Jiří Bláha a František Skácelík. I v dalších letech dosahovali naši piloti výborných umístění.

Mistrovství světa v roce 1978 se konalo na letišti Hosín u Českých Budějovic - absolutním mistrem světa se stal Ivan Tuček. V letech 1983 až 1986, v této zlaté éře naší letecké akrobacie, získal Petr Jirmus dvakrát titul absolutního mistra světa a dvakrát absolutního mistra Evropy. Od roku 1960 až do roku 1994 získali naši piloti 18 medailí a 4x dokonce titul absolutního mistra světa.

V roce 1994 dochází k zásadní změně pravidel. A to proto, že klasické materiály nahrazují kompozity a tím akrobatické speciály redukuje svoji hmotnost a nabývají ladnějších tvarů. Stále častěji se stává, že v jedné soutěži vedle sebe stojí naprosto neporovnatelné stroje. Abychom srovnávali výkony pilotů a nikoli jen leteckých konstruktérů, je akrobacie rozdělena. Vzniká prestižní a finančně nejnáročnější kategorie letadel bez omezení výkonu tzv. *Unlimited* a nižší - a tudíž i levnější kategorie *Advanced*, ve které mohou létat jen stroje splňující předem stanovené limity. A třetí kategorie je pro akrobatické kluzáky.

Od této doby se tedy mezinárodní soutěže, mistrovství světa a Evropy pořádají pro kategorie *Unlimited*, *Advanced* a akrobacie na kluzácích. Národní soutěže jsou oproti těmto třem třídám obohaceny o další kategorie a to *Intermediate* a *Sportsman*.

**3. Charakteristiky a technické údaje vybraných motorových letounů:****3.1. Jednomístné****3.1.1 AVIAT PITTS S1T SPECIAL:**

| <b>PARAMETRY: (jednomístný)</b> |                 | <b>[-]</b>           |
|---------------------------------|-----------------|----------------------|
| ROZPĚTÍ KŘÍDEL:                 | <b>5,28</b>     | <i>m</i>             |
| CELKOVÁ DÉLKA:                  | <b>4,72</b>     | <i>m</i>             |
| CELKOVÁ VÝŠKA:                  | <b>1,91</b>     | <i>m</i>             |
| NOSNÁ PLOCH:                    | <b>9,15</b>     | <i>m<sup>2</sup></i> |
| MAX. VZLETOVÁ HMOTNOST:         | <b>521</b>      | <i>kg</i>            |
| MAX RYCHLOST V S/L:             | <b>161(299)</b> | <i>kts(km/h)</i>     |
| PÁDOVÁ RYCHLOST:                | <b>55(101)</b>  | <i>kts(km/h)</i>     |
| MAX STOUPAVOST:                 | <b>853</b>      | <i>m/min</i>         |
| MAX ÚHLOVÁ RYCHLOST KLONĚNÍ:    | <b>270</b>      | <i>°/s</i>           |
| PŘETÍŽENÍ:                      | <b>6/-3</b>     | <i>-</i>             |

**Popis:**

Jednomístný akrobatický dvojplošník. Původní Pitts Speciál z roku 1944 měl zajímavou konstrukci, která se dočkala modernizace. Právě verze **S-1S** se dočkala rekonstrukce v roce 1987-88 a později byla prodávána jako stavebnice. Ale verze **S-1T** jako nástupce předchozího modelu se začala vyvíjet už na počátku roku 1981. Po jejím přezkoušení a zalétání následovala certifikaci FAA v roce 1982. Do roku 1997 se prodalo 63 kusů.

Oproti verzi S-1S je montován silnější motor (149kW, Textron Lycoming AEIO-360-AIE), kvůli jehož větší hmotnosti se musela křídla v rámci zachování těžiště ve správné poloze, posunout o 11,5 cm směrem dopředu. Šípovitost o velikosti 6°40' si zachovává pouze horní křídlo, které je stejně jako dolní křídlo dřevěné a potažené plátnem. Plátno je také jako potahový materiál použito na vrchní části ocelového trupu, který má dřevěné výtuhové kruhy, zbytek trupu je pokryt hliníkovými plechy, což oproti plátnu zvyšuje tuhost konstrukce. Ostatní zbylé části pokryty plátnem. Křídélka na dolním křídle a výškovka mají aerodynamická vyvážení. Letoun nemá žádné vztlakové klapky neboť koncepce „dvojplošník“ dodává dostatek vztlaku i při nízkých rychlostech.. Podlaha kokpitu je vybavená plexisklem pro lepší výhled, což je velmi potřebné při letu na zádech ve formaci. Hlavní podvozek vybavený sklolaminátovými, aerodynamickými kryty, je pevný a zadní kolečko je říditelné pro lepší pohyb na zemi.

**3.1.2. AVIATIKA-900 ACROBAT:**

| <b>PARAMETRY: (jednomístný)</b> |                 | <b>[-]</b>           |
|---------------------------------|-----------------|----------------------|
| ROZPĚTÍ KŘÍDEL                  | <b>7,15</b>     | <i>m</i>             |
| CELKOVÁ DÉLKA                   | <b>5,70</b>     | <i>m</i>             |
| CELKOVÁ VÝŠKA                   | <b>3,00</b>     | <i>m</i>             |
| NOSNÁ PLOCHA                    | <b>10,00</b>    | <i>m<sup>2</sup></i> |
| MAX. VZLETOVÁ HMOTNOST          | <b>715,00</b>   | <i>kg</i>            |
| VÝKONOVÝ POMĚR                  | <b>2,70</b>     | <i>kg/kW</i>         |
| MAX RYCHLOST V S/L              | <b>202(375)</b> | <i>kts(km/h)</i>     |
| VZLETOVÁ A PŘISTÁVACÍ RYCHLOST  | <b>60(110)</b>  | <i>kts(km/h)</i>     |
| PÁDOVÁ RYCHLOST:                | <b>57(107)</b>  | <i>kts(km/h)</i>     |
| MAX STOUPAVOST                  | <b>1380,00</b>  | <i>m/min</i>         |
| VZLETOVÁ DRÁHA                  | <b>66,00</b>    | <i>m</i>             |
| PŘETÍŽENÍ                       | <b>11/-11</b>   | -                    |

**Popis:**

Jedná se o speciální, akrobatický, jednomístný dolnoplošník bez šípovitosti a vzepětí křídel, který je určený speciálně na soutěže. Jeho první let byl uskutečněn 22. února 1993. Letoun je vyvinut z MAI OSKB -1- 3PM Kvant s kterým bylo dosaženo pěti rekordů uznanými FAI.

Náběžné hrany křídel jsou u kořene zešikmeny a tímto zešikmením jsou napojeny na trup. Výškovka je narozdíl od křídla napojena bez jakéhokoliv zešikmení. Konvenční tříosé řízení s manévrovacími vztlakovými klapkami, které slouží pro působivější přímé vzlety. Směrovka a výškovka jsou rohově aerodynamicky vyváženy. Jako hlavní podvozek jsou použity klenuté ocelové nosníky a zádové kolečko je říditelné. Pohonnou jednotku zastupuje radiální motor o výkonu 265kW(355hp), který pohání dvou nebo tří listou stavitelnou vrtuli. Kokpit je posazen dosti vzadu a je chráněn plexisklovým krytem bublinového tvaru.

**3.1.3. MOUDRY CAP 232:**

| <b>PARAMETRY: (jednomístný)</b> |                 | <b>[-]</b>              |
|---------------------------------|-----------------|-------------------------|
| ROZPĚTÍ KŘÍDEL:                 | <b>7,39</b>     | <i>m</i>                |
| CELKOVÁ DÉLKA:                  | <b>6,76</b>     | <i>m</i>                |
| NOSNÁ PLOCH:                    | <b>10,15</b>    | <i>m<sup>2</sup></i>    |
| MAX. VZLETOVÁ HMOTNOST:         | <b>730</b>      | <i>kg</i>               |
| PLOŠNÉ ZATÍŽENÍ:                | <b>80,9</b>     | <i>kg/m<sup>2</sup></i> |
| VÝKONOVÝ POMĚR:                 | <b>3,67</b>     | <i>kg/kW</i>            |
| NEPŘEKROČITELNÁ RYCHLOST:       | <b>219(405)</b> | <i>kts(km/h)</i>        |
| MAX RYCHLOST:                   | <b>189(349)</b> | <i>kts(km/h)</i>        |
| PÁDOVÁ RYCHLOST:                | <b>55(102)</b>  | <i>kts(km/h)</i>        |
| MAX STOUPAVOST:                 | <b>1003</b>     | <i>m/min</i>            |
| MAX ÚHLOVÁ RYCHLOST KLONĚNÍ:    | <b>420</b>      | <i>°/s</i>              |
| VZLETOVÁ DRÁHA:                 | <b>150</b>      | <i>m</i>                |
| PŘETÍŽENÍ:                      | <b>10/-10</b>   | <i>-</i>                |

**Popis:**

CAP 232, který jako prototyp vzlétl už v červenci roku 1994, následně příštího roku obdržel první certifikaci pro Francii a následoval i první prodaný exemplář. O několik let později, přesněji v roce 2000 obsadil tento typ první místo v Mistrovství světa v letecké akrobacii ve Francii. Jen tak pro zajímavost uvádím, že pilotem byl Eric Vazeille. Na základě tohoto úspěchu se v roce 2001 prodalo úctyhodných 33 strojů převážně pro Francii, ale nejen pro soukromé piloty neboť 2 kusy z tohoto počtu byly speciálně vyrobeny pro French Air Force a několik dalších bylo vyexpedováno do Austrálie, Švýcarska, Velké Británie a USA.

Stoj je optimalizován pro světové soutěže v letecké akrobacii. Pevná dvojnosičková křídla karbonové konstrukce se ke konci ostře zužují a jsou také vybavená křidélky, která jsou po celém rozpětí křidel, toto vše má velmi kladný účinek na hodnotu maximální úhlové rychlosti klonění. Výškovka, která má elektronicky ovládané vyvažovací plošky a směrovka jsou stejné konstrukce. Přistávací podvozek je nezatahovatelný se záďovým kolečkem. Pohonnou jednotkou je šestiválcový plochý motor Textron Lycoming AEIO-540-L1B5D. Olejový a palivový systém je navrhnout pro dlouhodobější let na zádech.

**3.1.4. SUKHOI SU-26M:**

| <b>PARAMETRY: (jednomístný)</b> |                     | <b>[-]</b>       |
|---------------------------------|---------------------|------------------|
| ROZPĚTÍ KŘÍDEL:                 | <b>7,8</b>          | <i>m</i>         |
| CELKOVÁ DÉLKA:                  | <b>6,85</b>         | <i>m</i>         |
| CELKOVÁ VÝŠKA:                  | <b>2,78</b>         | <i>m</i>         |
| NEPŘEKROČITELNÁ RYCHLOST:       | <b>243(450)</b>     | <i>kts(km/h)</i> |
| MAX RYCHLOST V S/L:             | <b>167(310)</b>     | <i>kts(km/h)</i> |
| MAX STOUPAVOST:                 | <b>1080</b>         | <i>m/min</i>     |
| VZLETOVÁ RYCHLOST:              | <b>65(120)</b>      | <i>kts(km/h)</i> |
| PÁDOVÁ RYCHLOST:                | <b>59(110)</b>      | <i>kts(km/h)</i> |
| VZLETOVÁ DRÁHA:                 | <b>160</b>          | <i>m</i>         |
| PŘISTÁVACÍ DRÁHA:               | <b>250</b>          | <i>m</i>         |
| MAX ÚHLOVÁ RYCHLOST KLONĚNÍ:    | <b>více než 360</b> | <i>°/s</i>       |
| PŘETÍŽENÍ:                      | <b>12/-10</b>       | -                |

**Popis:**

Prototyp **SU-26** poprvé vzletl v červnu roku 1984 a následně se umístil v mistrovství světa v letecké akrobacii konané v Maďarsku v srpnu téhož roku, což bylo velkým úspěchem tohoto jednomístného středoplošníku a předurčovalo mu slibnou budoucnost. Letoun získával přední příčky v týmovém létání kategorie muži i ženy na MS 1986. Dalšími úpravami vznikla verze **SU-26M**, která byla představena na Air Show v Paříži 1989. Piloti bývalého USSR s tímto speciálem vyhráli celkově 61 zlatých medailí, což svědčí o celkové povedenosti konstrukce.

Letoun byl tak oblíbený, že se prodával celosvětově a to dokonce i do USA a UK. Co se tvaru a konstrukce křídel týká, tak se ke konci symetricky zužují a po celém rozpětí mají mírné vydutí v oblasti křidélek, což zvyšuje jejich efektivitu. Křídélka a výškovka jsou řízeny pomocí táhel. Směrovka je řízena pomocí lan. Letadlo nemá žádné vztlakové klapky. Přes 50 procent draku je z kompozitních materiálů, což má pozitivní vliv na celkovou hmotnost letounu. Na konstrukci rámu z pěnou plněných tyčí je nově použit také laminát vyztužený uhlíkovými vlákny. Přistávací podvozek z titanové slitiny je nezatahovatelný se záďovým, natočitelným, odpruženým kolečkem, které je spřaženo se směrovkou.

Jako pohonná jednotka je montován devítiválcový hvězdicový motor značky Vedeneyev M-14P o výkonu 268kW(360hp). Vrtule je kovová třílistá značky Gerd Muhlabauer s variabilním natočením listů nebo také dvoulistá kovová V-530TA-D35. Palivový a olejový systém je samozřejmě přizpůsobený pro dlouhodobý let na zádech.

## 3.1.5. SUKHOI SU-31:



| <b>PARAMETRY: (jednomístný)</b> |                 | <b>[-]</b>              |
|---------------------------------|-----------------|-------------------------|
| ROZPĚTÍ KŘÍDEL:                 | <b>7,8</b>      | <i>m</i>                |
| CELKOVÁ DÉLKA:                  | <b>6,83</b>     | <i>m</i>                |
| CELKOVÁ VÝŠKA:                  | <b>2,76</b>     | <i>m</i>                |
| NOSNÁ PLOCHA:                   | <b>11,83</b>    | <i>m<sup>2</sup></i>    |
| MAX VZLETOVÁ HMOTNOST:          | <b>968</b>      | <i>kg</i>               |
| PLOŠNÉ ZATÍŽENÍ:                | <b>82</b>       | <i>kg/m<sup>2</sup></i> |
| VÝKONOVÝ POMĚR SU-31T/M:        | <b>3,25</b>     | <i>kg/kW</i>            |
| NEPŘEKROČITELNÁ RYCHLOST:       | <b>243(450)</b> | <i>kts(km/h)</i>        |
| MAX RYCHLOST V S/L:             | <b>178(330)</b> | <i>kts(km/h)</i>        |
| MAX STOUPAVOST:                 | <b>1440</b>     | <i>m/min</i>            |
| VZLETOVÁ RYCHLOST:              | <b>60(110)</b>  | <i>kts(km/h)</i>        |
| PÁDOVÁ RYCHLOST:                | <b>61(113)</b>  | <i>kts(km/h)</i>        |
| VZLETOVÁ DRÁHA:                 | <b>110</b>      | <i>m</i>                |
| MAX ÚHLOVÁ RYCHLOST KLONĚNÍ:    | <b>400</b>      | <i>°/s</i>              |
| PŘETÍŽENÍ:                      | <b>12/-10</b>   | <i>-</i>                |

**Popis:**

SU-31 je jednomístný akrobatický jednoplošník jehož vývoj začal v roce 1991, prototyp zkonstruován o rok později a zalétáván v červnu téhož roku pod označením **SU-29T**. Následovala výroba dalších dvou prototypů a dvou draků pro statické testování. Prototyp vznikl, jak jsem již zmiňoval z verze SU-29 s upraveným motorem a novým podvozkem. Sedačka mající sklon 35° umožňuje pilotovi snadněji vstřebávat G zatížení +12/-10. Více jak 70 procent ze stavebních materiálů tvoří kompozity! Střední trup je svařen z ocelových trubek o vysoké mezi pevnosti s odnímatelnými panely kompozitového typu. Zadní část trupu, hlavní dvojnásíkové křídlo a ocasní plochy jsou také kompozitové. Jako pohonná jednotka pro SU-31T/M je montován jeden hvězdicový devítiválcový motor typu VOKBM M-14PF o výkonu 294kW(394hp).

První produkční letoun Sukhoi Advanced Technologies s označením RA-01405 vyroben v roce 1994. Verze **SU-31M2** byla uvedena v roce 1999 a na 21. MS v akrobacii v červnu 2001 SU-31 získal první a sedmé místo z 14 zúčastněných. Verze **SU-31M** už byla vybavena vystřelovacím zařízením pro pilota v případě nouze. V rámci této úpravy bylo potřeba také modifikovat kryt pilotního prostoru s mohutnější konstrukcí. **SU-31U** je verze u které byl vyvinut zatahovatelný podvozek, ale doposud nebyla zkonstruována.

**3.1.6. YAKOVLEV-55M:**

| <b>PARAMETRY: (jednomístný)</b> |                 | <b>[-]</b>              |
|---------------------------------|-----------------|-------------------------|
| ROZPĚTÍ KŘÍDEL:                 | <b>8,1</b>      | <i>m</i>                |
| CELKOVÁ DÉLKA:                  | <b>7,5</b>      | <i>m</i>                |
| CELKOVÁ VÝŠKA:                  | <b>2,8</b>      | <i>m</i>                |
| NOSNÁ PLOCHA:                   | <b>12,8</b>     | <i>m<sup>2</sup></i>    |
| MAX VZLETOVÁ HMOTNOST:          | <b>855</b>      | <i>kg</i>               |
| PLOŠNÉ ZATÍŽENÍ:                | <b>66,8</b>     | <i>kg/m<sup>2</sup></i> |
| VÝKONOVÝ POMĚR:                 | <b>3,19</b>     | <i>kg/kW</i>            |
| MAX RYCHLOST V S/L:             | <b>243(450)</b> | <i>kts(km/h)</i>        |
| PÁDOVÁ RYCHLOST:                | <b>58(108)</b>  | <i>kts(km/h)</i>        |
| MAX STOUPAVOST:                 | <b>930</b>      | <i>m/min</i>            |
| MAX ÚHLOVÁ RYCHLOST KLONĚNÍ:    | <b>345</b>      | <i>°/s</i>              |
| PŘETÍŽENÍ:                      | <b>9/-6</b>     | <i>-</i>                |

**Popis:**

Jednomístný soutěžní akrobatický jednoplošník YAK-55, který v roce 1982 na 11. MS v letecké akrobacii podal neočekávaný výkon. Následovně došlo k zesílení a zúžení křídel pro MS v roce 1984 a takto upravený letoun dostal označení **YAK-55M**.

Sériová výroba této verze začala až v roce 1991. Jedná se o symetrický celokovový středoplošník s dvojnásíkovými křídly bez vzepětí a úhlu náběhu a s křídélky po celém rozpětí. Všechny řídicí plochy, jako jsou křídélka, výškovka a směrovka jsou plně rohově aerodynamicky vyvážené. Podvozek je nezatahovatelný se záďovým kolečkem a jeho konstrukce je řešena pomocí titanových listových pružin klenutého tvaru. Pohonnou jednotku zde zastupuje devítiválcový hvězdicový vzduchem chlazený motor Vedeneyev M-14P o výkonu 268kW(360hp), který pohání dvoulistou stavitelnou vrtulí.

**3.1.7. TECHNOAVIA SP-55M:**

| <b>PARAMETRY: (jednomístný)</b> |                 | <b>[-]</b>              |
|---------------------------------|-----------------|-------------------------|
| ROZPĚTÍ KŘÍDEL:                 | <b>8</b>        | <i>m</i>                |
| CELKOVÁ DÉLKA:                  | <b>7,48</b>     | <i>m</i>                |
| CELKOVÁ VÝŠKA:                  | <b>2,23</b>     | <i>m</i>                |
| NOSNÁ PLOCHA:                   | <b>12,17</b>    | <i>m<sup>2</sup></i>    |
| MAX VZLETOVÁ HMOTNOST:          | <b>855</b>      | <i>kg</i>               |
| PLOŠNÉ ZATÍŽENÍ:                | <b>70,3</b>     | <i>kg/m<sup>2</sup></i> |
| VÝKONOVÝ POMĚR:                 | <b>3,23</b>     | <i>kg/kW</i>            |
| NEPŘEKROČITELNÁ RYCHLOST:       | <b>194(360)</b> | <i>kts(km/h)</i>        |
| MAX RYCHLOST V S/L:             | <b>173(320)</b> | <i>kts(km/h)</i>        |
| PÁDOVÁ RYCHLOST:                | <b>57(105)</b>  | <i>kts(km/h)</i>        |
| MAX STOUPAVOST:                 | <b>1080</b>     | <i>m/min</i>            |
| VZLETOVÁ DRÁHA:                 | <b>170</b>      | <i>m</i>                |
| MAX ÚHLOVÁ RYCHLOST KLONĚNÍ:    | <b>360</b>      | <i>°/s</i>              |
| PŘETÍŽENÍ:                      | <b>9/-6</b>     | <i>-</i>                |

**Popis:**

Symetrický středoplošník s původním designem od Technavia bez vzepětí a úhlu náběhu křídla u kterého je použit jen jeden kovový nosník. Jako předloha pro tento letoun byl použit úspěšný YAK-55M.

Modifikace zahrnuje přepracované ocasní části trupu, povrch letadla je nově z kompozitních materiálů a je zde vyvinut také nový kryt motoru. Kokpit je upraven a to v rámci přístrojové desky zejména za použití US avioniky, dále je poupraveno sedadlo pro pilota nakloněním pro lepší vstřebávání přetížení. Dle požadavků Far 23 je upraven palivový a olejový systém pro dlouhodobější let ne zádech. U olejového systému je také možno nově kontrolovat průtok vzduchu chladičem.

Kompozicová křídélka, která jsou tenčí než u zmíněného YAKu-55M, jsou po celém rozpětí křidel. Výškovka a směrovka jsou také kompozicové a mají větší plochu než u YAK-55M. Konstrukce ocelového trupu je téměř ve všem podobná YAKu, nově použití protipožární přepážky. Přistávací podvozek je jednoduchý, trubkový, nezatahovatelný se záďovým kolečkem. Jako pohonná jednotka je montován jeden devítiválcový hvězdicový vzduchem chlazený motor VOKBM M-14P o výkonu 265kW(355hp) a ten pohání třílistou nestavitelnou vrtulí MTV-9.



**3.1.8. ZLÍN Z-50:**

| <b>PARAMETRY: (jednomístný)</b> |                 | <b>[-]</b>              |
|---------------------------------|-----------------|-------------------------|
| ROZPĚTÍ KŘÍDEL:                 | <b>8,58</b>     | <i>m</i>                |
| CELKOVÁ DÉLKA:                  | <b>6,62</b>     | <i>m</i>                |
| CELKOVÁ VÝŠKA:                  | <b>2,075</b>    | <i>m</i>                |
| NOSNÁ PLOCHA:                   | <b>12,5</b>     | <i>m<sup>2</sup></i>    |
| MAX VZLETOVÁ HMOTNOST:          | <b>760</b>      | <i>kg</i>               |
| PLOŠNÉ ZATÍŽENÍ:                | <b>60,8</b>     | <i>kg/m<sup>2</sup></i> |
| VÝKONOVÝ POMĚR:                 | <b>3,4</b>      | <i>kg/kW</i>            |
| NEPŘEKROČITELNÁ RYCHLOST:       | <b>181(337)</b> | <i>kts(km/h)</i>        |
| MAX RYCHLOST V 500m:            | <b>166(308)</b> | <i>kts(km/h)</i>        |
| PÁDOVÁ RYCHLOST:                | <b>55(103)</b>  | <i>kts(km/h)</i>        |
| MAX STOUPAVOST:                 | <b>840</b>      | <i>m/min</i>            |
| VZLETOVÁ DRÁHA:                 | <b>150</b>      | <i>m</i>                |
| PŘETÍŽENÍ:                      | <b>8/-6</b>     | -                       |

**Popis:**

Jednomístný akrobatický dolnoplošník s nímž byl první let uskutečněn v červnu roku 1981 a po sléze mu byla udělena certifikace dle FAR 23 v roce 1982. Zlín vyhrál mistrovství Evropy v letecké akrobacii v roce 1983 a mistrovství světa v letecké akrobacii v letech 1984 a 1986 což byl slibný začátek pro velmi úspěšný český akrobatický letoun, jak se také později ukázalo.

Verze „**L**“ byla počáteční verzí s motorem Textron Lycoming AEIO-540-D4B5 o výkonu 194kW(269hp). Verze „**LA**“ byla modifikací „eLka“ s úpravou nastavitelnosti vrtule a regulátorem rychlosti. U verze „**LE**“ bylo zmenšeno rozpětí se snížením vzletové hmotnosti o 50kg. První let byl uskutečněn v roce 1990. Byly postaveny jen dva kusy.

Hlavní verzí, která je dodnes ve výrobě, je „**LS**“. Do tohoto typu je montován výkonnější motor. Prodáno bylo celkem 65 kusů této verzi do poloviny roku 1991. Další verze „**M**“ má delší a užší kapotáž motoru „než verze „L“, protože se použil řadovým motorem Avia M 137 AZ o výkonu 134kW (180hp) pohánějící nestavitelnou vrtuli. První let této verze s označením 25(OK-080) se uskutečnil v dubnu 1988. V únoru roku 1989 následovala certifikace jak pro akrobatické tak normální verze. Křídélka ovládaná táhly jsou dvou segmentová po celém rozpětí křídla. Vnitřní pár křidélek má přizpůsobitelné vyvažovací klapky a při přistání slouží jako vztlačkové klapky. Levé vnější křídélko má nastavitelnou vyvažovací klapku. Na výškovce ovládané táhly a směrovce ovládané lany je také vyvažující a přizpůsobitelná klapka. Konstrukce draku je celokovová, plátovaná duralovými plechy, jen

## Statistický přehled akrobatických letounů.

výškovka a směrovka jsou potaženy plátnem. Přistávací podvozek z titanových nosníků vybavený kryty proudnicového tvaru pro kola je nezatahovatelný se záďovým kolečkem. Brzdy jsou mechanicky ovládané pedály nožního řízení. Jako další pohonná jednotka může být montován jeden šestiválcový plochý motor Textron Lycoming AEIO-540-L1B5D o výkonu 224 kW(300hp). Vrtule je třílistá o konstantní rychlosti. V letounu je na zádi montována jedna palivová nádrž o kapacitě 60 litrů a kvůli bezpečnosti je mezi pilotem a zmíněnou nádrží protipožární přepážka. Palivový a olejový systém je navržen pro plně akrobatické létání zahrnující i dlouhodobější let na zádech. Pilot sedí pod stranově odklopitelným krytem bublinového tvaru, který může být odpálen v ohrožení pilota života. Sedačka a opěradlo je nastavitelné a povoleno použití batohového záchranného padáku. Kokpit je větrán posuvným okénkem na straně krytu kokpitu.

**3.1.9. ZLÍN Z-526 A:**

| <b>PARAMETRY: (jednomístný)</b> |              | <b>[-]</b>              |
|---------------------------------|--------------|-------------------------|
| ROZPĚTÍ KŘÍDEL:                 | <b>10,59</b> | <i>m</i>                |
| CELKOVÁ DÉLKA:                  | <b>8</b>     | <i>m</i>                |
| NOSNÁ PLOCHA:                   | <b>15,45</b> | <i>m<sup>2</sup></i>    |
| MAX VZLETOVÁ HMOTNOST:          | <b>910</b>   | <i>kg</i>               |
| PLOŠNÉ ZATÍŽENÍ:                | <b>63</b>    | <i>kg/m<sup>2</sup></i> |
| NEPŘEKROČITELNÁ RYCHLOST:       | <b>310</b>   | <i>km/h</i>             |
| MINIMÁLNÍ RYCHLOST:             | <b>87</b>    | <i>km/h</i>             |
| MAX STOUPAVOST:                 | <b>360</b>   | <i>m/min</i>            |
| PŘETÍŽENÍ:                      | <b>8/-6</b>  | -                       |

**Popis:**

Když skončila druhá světová válka, vyhlásilo čs. ministerstvo národní obrany požadavek na školní letoun se dvěma sedadly v tandemu a s dvojím řízením. V Otrokovicích vznikl prototyp pod označením **Zlín Z-26 Trenér**, který následně vyhrál výběrové řízení a jeho první let se uskutečnil v říjnu 1947. Jednalo se o stroj smíšené konstrukce, který měl trup svařený z trubek, byl potažený plátnem a měl celodřevěné křídlo i ocasní plochy. Československým vojenským letectvem byl nazýván jako „Zlín C-5“.

Pokračujícím vývojem vznikl modernizovaný typ **Z-126**, který byl osazen motorem Walter Minor 4-III, měl již celokovová křídla i ocasní plochy a jiná vylepšení. Tento stroj poprvé vzlétl 8. října roku 1953, sériová výroba započala v roce 1954. Vzhledem k tomu, že se jednalo o moderní a zdařilý typ letounu, kterého bylo vyrobeno 169 kusů, došlo i k vývozu do mnoha zemí v zahraničí. V letectvu ČSLA dostal letoun označení „C-105“.

## Statistický přehled akrobatických letounů.

Roku 1955 vzlétl další přestavěný prototyp s označením **Z-226**. Stroj, který vznikl z požadavku na vlečný letoun, byl osazen motorem Walter Minor 6-III o výkonu 118 kW, byla na něm provedena řada technických změn. Došlo k zlepšení parametrů jako například stoupavosti a ke zkrácení vzletové dráhy. Vznikly další modifikace jako vlečný letoun či letoun s řízením pouze v zadním pilotním prostoru. V některých letounech Z-226M byl instalován motor Avia M-137. V letech 1957 - 1961 bylo vyrobeno 283 kusů letounů Z-226 všech modifikací (vojenské označení „C-205“).

Následoval vývoj typu Zlín **Z-326**, který měl částečně zatahovací podvozek, došlo k zvýšení rychlosti i stoupavosti. Prototyp vzlétl roku 1957 a sériově se vyráběl od roku 1959. Jeho vojenské označení v čs. armádě bylo „C-305“.

Roku 1965 byl zalétán další typ **Z-526**. Sériová výroba letounu probíhala v letech 1969 - 1974 a vyrobeno 172 kusů. Zlín Z-526 byl vyvážen do mnoha zemí světa. V této verzi došlo ke změně palivové a olejové instalace pro náročnější létání, letoun byl vyráběn ve verzích **Z-526F** (s motorem Avia M-137), **Z-526L** (s motorem Lycoming AEIO) a **Z-526M**. Pro potřebu akrobacie v Moravanu Otrokovice byl vyvinut jednomístný akrobatický letoun s označením **Zlín Z-526A**. Z-526A „Akrobat“ poprvé vzlétla 16.4.1966, dalšími úpravami vznikla verze **Z-526AS** „Akrobat Speciál“. První zálet stroje verze AS je datován na 29.3.1968. Pro potřeby vrcholového střediska sportu v Brně byla v roce 1981 zkonstruována modifikace Z-526AFM Condor. Poslední typ této vývojové řady byl Zlín Z-726 a jeho produkce byla ukončena v roce 1977.

### 3.2. Vícemístné - tandem

#### 3.2.1. CULP SPECIAL:



## Statistický přehled akrobatických letounů.

| <b>PARAMETRY: (jedno,dvoj,třímístný)</b> |                 | <b>[-]</b>              |
|--|-----------------|-------------------------|
| ROZPĚTÍ HORNÍHO KŘÍDLA:                  | <b>7,32</b>     | <i>m</i>                |
| ROZPĚTÍ DOLNÍHO KŘÍDLA:                  | <b>7,01</b>     | <i>m</i>                |
| CELKOVÁ DÉLKA:                           | <b>6,4</b>      | <i>m</i>                |
| CELKOVÁ VÝŠKA:                           | <b>2,44</b>     | <i>m</i>                |
| NOSNÁ PLOCHA:                            | <b>11,2</b>     | <i>m<sup>2</sup></i>    |
| PLOŠNÉ ZATÍŽENÍ:                         | <b>95,1</b>     | <i>kg/m<sup>2</sup></i> |
| VÝKONOVÝ POMĚR:                          | <b>3,97</b>     | <i>kg/kW</i>            |
| NEPŘEKROČITELNÁ RYCHLOST:                | <b>200(370)</b> | <i>kts(km/h)</i>        |
| MAX RYCHLOST:                            | <b>191(354)</b> | <i>kts(km/h)</i>        |
| PÁDOVÁ RYCHLOST:                         | <b>61(113)</b>  | <i>kts(km/h)</i>        |
| MAX STOUPAVOST:                          | <b>1371</b>     | <i>m/min</i>            |
| VZLETOVÁ DRÁHA:                          | <b>91</b>       | <i>m</i>                |
| PŘETÍŽENÍ:                               | <b>10/-10</b>   | <i>-</i>                |

**Popis:**

Dvou až tři místný klasický akrobatický dvojplošník u kterého začal vývoj v září roku 1993. Práce na prvním prototypu začala v listopadu následujícího roku a první let byl uskutečněn 15.dubna 1996 na jehož základě byla udělena experimentální FAA certifikace. První představení na „Sun'n' Fun“ téhož roku.

**CULP SPECIAL** je plně akrobatický dvojplošník ve stylu roku 1930, ale disponující moderní technologií. Velmi volný základ je v letounu „Steen Skybolt“. Řízení letounu je klasické pomocí táhel a lan. Elektricky vyvažitelná směrovka a manuálně vyvažitelná výškovka. Křídla jsou dřevěné konstrukce a jako potah je použito plátno. Hlavní přístávací podvozek z ocelových trubek s aerodynamickými kryty, je nezatahovatelný a se záďovým fixovatelným kolečkem pro udržení přímého směru při pohybu na zemi. Jako pohonná jednotka je montován jeden devítiválcový hvězdicový motor „VOKBM M-14P“ o výkonu 268kW(360hp) pro pohon dvoj listé dřevěné vrtule. Hlavní palivová nádrž v trupu pojme 121 litrů. Pilot a další jeden nebo dva pasažéři, záleží na modelu, sedí v otevřeném kokpitu.

**3.2.2. MXR-MX2:**

| <b>PARAMETRY: (jednomístný/dvojmístný-tandem)</b> |                     | <b>[-]</b>              |
|---|---------------------|-------------------------|
| ROZPĚTÍ KŘÍDEL:                                   | <b>7,32</b>         | <i>m</i>                |
| CELKOVÁ DÉLKA:                                    | <b>6,55</b>         | <i>m</i>                |
| CELKOVÁ VÝŠKA:                                    | <b>1,83</b>         | <i>m</i>                |
| NOSNÁ PLOCHA:                                     | <b>9,48</b>         | <i>m<sup>2</sup></i>    |
| MAX VZLETOVÁ HMOTNOST:                            | <b>839</b>          | <i>kg</i>               |
| PLOŠNÉ ZATÍŽENÍ:                                  | <b>88,6</b>         | <i>kg/m<sup>2</sup></i> |
| VÝKONOVÝ POMĚR:                                   | <b>4,33</b>         | <i>kg/kW</i>            |
| NEPŘEKROČITELNÁ RYCHLOST:                         | <b>220(407)</b>     | <i>kts(km/h)</i>        |
| PÁDOVÁ RYCHLOST:                                  | <b>58(108)</b>      | <i>kts(km/h)</i>        |
| MAX ÚHLOVÁ RYCHLOST KLONĚNÍ:                      | <b>více jak 400</b> | <i>°/s</i>              |
| PŘETÍŽENÍ:  | <b>14/-14</b>       | <i>-</i>                |

**Popis:**

Jedná se o dvoumístný (verze **MXR MX2**) nebo jednomístný (verze **MXS MX2**) dolnoplošník. Vývoj MX2 začal v roce 2000. Prototyp pod označením N22120 poprvé vzlétl v květnu 2002 jako upravený G-202 c\ n 60. Výsledkem následujících dvou let pokračujícího vývoje byla započata výroba prvním z pěti kusů (N262MX, c\ n 60), který vzlétl v květnu 2005 a v červnu 2005 poprvé před zraky diváků na AirVenture (Oshkosh).

Jednomístná verze MXS byla speciálně vyvinuta pro Red Bull Air Race. Na tomto letounu byl přepracovaný trup na robustnější konstrukci s nízko položeným křídlem a ocasními plochami v ose vrtule, což optimalizuje maximální rychlost a stabilitu. Změny oproti G-202 zahrnují zvětšení rozpětí, jak křídla, která jsou osazena křídélky po celém rozpětí, tak výškovky, dále je prodloužený motorový prostor a předělaný interiér pro maximální pohodlí pilota při létání náročných závodů v Red Bull Air Race. To vše ukazuje na vysokou hodnotu maximální úhlové rychlosti klonění, která se pohybuje okolo 400° za sekundu a dokonalé ovladatelnosti letounu. Křídélka a výškovka jsou řízeny táhly a směrovka pomocí lan.

**3.2.3. TECHNOAVIA SP-95:**

| <b>PARAMETRY: (jednomístný/dvojmístný-tandem)</b> | jen pilot | dvě osoby | [-]                    |
|---|-----------|-----------|------------------------|
| ROZPĚTÍ KŘÍDEL:                                   | 9         | -         | - m                    |
| CELKOVÁ DÉLKA:                                    | 7,02      | -         | - m                    |
| NOSNÁ PLOCHA:                                     | 11        | -         | - m <sup>2</sup>       |
| MAX VZLETOVÁ HMOTNOST:                            | -         | 945       | 1080 kg                |
| PLOŠNÉ ZATÍŽENÍ:                                  | -         | 85,9      | 98,2 kg/m <sup>2</sup> |
| VÝKONOVÝ POMĚR:                                   | -         | 3,57      | 4,08 kg/kW             |
| NEPŘEKROČITELNÁ RYCHLOST:                         | 242(450)  | -         | - kts(km/h)            |
| MAX RYCHLOST:                                     | 162(300)  | -         | - kts(km/h)            |
| PÁDOVÁ RYCHLOST:                                  | 56(105)   | -         | - kts(km/h)            |
| MAX STOUPAVOST:                                   | 1020      | -         | - m/min                |
| VZLETOVÁ DRÁHA:                                   | 70        | -         | - m                    |
| PŘETÍŽENÍ:  | -         | 12/-10    | 11/-9 -                |

**Popis:**

Přizpůsobitelný jedno/dvoj místný akrobatický a převážně tréninkový jednoplošník vyvíjen jako nový koncept **SP-95** pro sériovou výrobu ve Smolensku, pokračovatel SP-91. Klasický dolnokřídľý jednoplošník schopný létat nelimitovanou akrobacií s křídly zužujícími se ke konci bez vzepětí, jejichž konstrukce je taková, že i při poškození jednoho nosníku křídla nebo připojení křídla k trupu by nemělo při normálním letu znamenat ztrátu funkce křídla.

Pokud začneme u krytu kokpitu, tak ten je rámový a je odklopný na stranu. Řízení letounu je klasické pomocí křídélek, která se používají i jako vztlakové klapky a jsou po celém rozpětí křídla. Výškovka a směrovka jsou rohově aerodynamicky vyvážené. Konstrukce trupu je celokovová, poloskořepinového typu. Přistávací podvozek z ocelových nosníků je nezatahovatelný se zádřovým kolečkem.

Jako pohonná jednotka je montován jeden hvězdicový devítiválcový vzduchem chlazený motor typu VOKBM M14-P o výkonu 265kW(355hp).

**3.2.4. ZIVKO EDGE 540:**

| <b>PARAMETRY: (jednomístný/dvojmístný-tandem)</b> | <b>540</b> | <b>540T</b> | <b>[-]</b>        |
|---|------------|-------------|-------------------|
| ROZPĚTÍ KŘÍDEL:                                   | 7,42       | 7,87        | m                 |
| CELKOVÁ DÉLKA:                                    | 6,27       | 7,01        | m                 |
| CELKOVÁ VÝŠKA:                                    | 2,36       | 2,36        | m                 |
| NOSNÁ PLOCHA:                                     | 9,1        | 9,87        | m <sup>2</sup>    |
| MAX VZLETOVÁ HMOTNOST:                            | 703        | 726         | kg                |
| PLOŠNÉ ZATÍŽENÍ:                                  | 77,2       | 73,6        | kg/m <sup>2</sup> |
| VÝKONOVÝ POMĚR:                                   | 2,86       | 3,22        | kg/kW             |
| NEPŘEKROČITELNÁ RYCHLOST:                         | 230(426)   | 230(426)    | kts(km/h)         |
| PÁDOVÁ RYCHLOST:                                  | 61(113)    | 61(113)     | kts(km/h)         |
| MAX STOUPAVOST:                                   | 1128       | 1067        | m/min             |
| VZLETOVÁ DRÁHA:                                   | 61         | -           | m                 |
| MAX ÚHLOVÁ RYCHLOST KLONĚNÍ:                      | 420        | 420         | °/s               |
| PŘETÍŽENÍ:  | 15/-15     | 15/-15      | -                 |

**Popis:**

Jedno/dvoj místný akrobatický středoplošník využívaný převážně na „Red Bull Air Race“. Výchozí verze je **ZIVKO EDGE 360**. Návrh „540tky“ začal v roce 1992 a první let byl uskutečněn o rok později. „540T“ následovala v roce 1999 a první let v roce 2000.

Verze „540“ je jednomístná. Verze „**540A**“ byla uvedena na „Sun ‘n’ fun“ v dubnu 2001 a měla nápadně větší směrovku, výškovku pro lepší ovládání letounu. „**540T**“ je dvoj místná verze uvedená v roce 2000. Celkem vyrobeno 130 kusů verze „540“ a 3 kusy verze „540T“ do roku 2001. Konstrukce je optimalizovaná pro leteckou akrobacii přizpůsobenou Johnem Ronezem. Křídla jsou dvojnosičková a mají unikátní profil a rohově, aerodynamicky vyvážená křídélka. Pilotní prostor je vybaven průhledovými panely v podlahové a boční části kokpitu pro snadnější orientaci za letu. Řízení je konvenční, manuální a výškovka s křídélky jsou ovládány táhly, rohově vyvážená směrovka je ovládaná lany. Na letounu jsou i vyvažovací klapky na výškovce, které se dají nastavovat za letu.

Konstrukce trupu z ocelových trubek je pokryta kompozity a spodní části trupu na zádi jsou pokryty plátnem. Provozní přetížení je možno gradovat až do úctyhodných +15/-15g. Přistávací podvozek je aerodynamicky krytován a nohy jsou z hliníkových slitin, záďové kolečko je odpruženo ocelovou listovou pružinou a je možno zafixovat nebo natáčet. Jako pohonná jednotka je montován jeden Textron Lycoming IO-540 upravený na výkon 254kW(340hp), pohání třílistou vrtuli typu Hartzell HC-C3YR-4AX. Motor má upravený olejový (Christen) a palivový (ZAI) systém pro invertní let což je let na zádech. Pilot (pilot a pasažér v tandemu v 540T) sedí v sedačce/kách konstruované z uhlíkových vláken.

**3.2.5. AVIAT PITTS S-2B/ S-2C/ S-2S:**

| <b>PARAMETRY: (jednomístný/dvojmístný-tandem)</b> | S-2B     | S-2C     | S-2S     | [-]               |
|---|----------|----------|----------|-------------------|
| ROZPĚTÍ KŘÍDEL:HORNÍCH:                           | 6,1      | 6,1      | -        | m                 |
| ROZPĚTÍ KŘÍDEL:DOLNÍCH:                           | 5,79     | -        | -        | m                 |
| CELKOVÁ DÉLKA:                                    | 5,71     | 5,41     | 5,28     | m                 |
| CELKOVÁ VÝŠKA:                                    | 2,02     | 1,96     | -        | m                 |
| MAX. VZLETOVÁ HMOTNOST:                           | 737      | -        | 680      | kg                |
| NOSNÁ PLOCHA:                                     | -        | 11,85    | -        | m <sup>2</sup>    |
| PLOŠNÉ ZATÍŽENÍ:                                  | 63,5     | 65,08    | 58,6     | kg/m <sup>2</sup> |
| VÝKONOVÝ POMĚR:                                   | 3,8      | 3,98     | 3,51     | kg/kW             |
| NEPŘEKROČITELNÁ RYCHLOST:                         | 184(340) | 185(342) | 176(326) | kts(km/h)         |
| MAX RYCHLOST V S/L:                               | 161(299) | 169(313) | 162(301) | kts(km/h)         |
| PÁDOVÁ RYCHLOST:                                  | 55(102)  | 56(104)  | 51(94)   | kts(km/h)         |
| MAX STOUPAVOST:                                   | 823      | 884      | 853      | m/min             |
| VZLETOVÁ DRÁHA:                                   | -        | 169      | -        | m                 |
| MAX ÚHLOVÁ RYCHLOST KLONĚNÍ:                      | 240      | -        | -        | °/s               |
| PŘETÍŽENÍ:  | 6/-3     | 6/-5     | 6/-3,5   | -                 |

**Popis:**

Firma Aviat Pitts je známa především svými akrobatickými dvojplášňáky. Prototyp **S-2B** zhotoven v září roku 1982 a následně certifikován v FAR 23 pro akrobatické kategorii o rok později. Vyhrál 4. místo v pokročilé tandem kategorii v roce 1982 US „národáku“. Křídla bez vztlakových klapek a jsou stejné konstrukce jako u S-1T, který jsem popisoval výše. Trup zhotovený z ocelových trubek s dřevěnými bočnicemi a potažený hliníkovými pláty. Přistávací podvozek má zakrytovaná kola a je nezatahovatelný. Jako pohonná jednotka je montován jeden plochý šestiválcový motor Textron Lycoming o výkonu 194kW(260hp).

Verze **S-2S** je jednomístným provedením verze S-2B. Přední trup zkrácen o 0,36 m. Řízení a konstrukce je obdobná jako u S-2B. Jako pohonná jednotka je montován jeden plochý šestiválcový motor Textron Lycoming AEIO-540-D4A5 o výkonu 194kW (260hp) poháněný dvoulistou ocelovou vrtulí Hartzell s konstantní rychlostí.

Verze **S-2C** je totožná s S-2B s tím rozdílem, že se zpevňuje konstrukce v důsledku zvýšených požadavků na akrobatický let. Motor je použit stejný jako u předchozích verzí.



**3.2.6. EXTRA 300, 330:**

| <b>PARAMETRY: (jednomístný/dvojmístný-tandem)</b> | 300      | 300L     | 300S     | [-]            |
|---|----------|----------|----------|----------------|
| ROZPĚTÍ KŘÍDEL                                    | 8        | 7,7      | 7,5      | m              |
| CELKOVÁ DÉLKA                                     | 7,12     | 6,94     | 6,65     | m              |
| CELKOVÁ VÝŠKA                                     | 2,62     | 2,62     | 2,62     | m              |
| NOSNÁ PLOCHA                                      | 11,7     | 11,7     | 10,44    | m <sup>2</sup> |
| MAX VZLETOVÁ HMOTNOST                             | 821      | -        | 820      | kg             |
| NEPŘEKROČITELNÁ RYCHLOST                          | 220(407) | 220(407) | 220(407) | kts(km/h)      |
| PÁDOVÁ RYCHLOST:                                  | 52(96)   | -        | 55(102)  | kts(km/h)      |
| MAX STOUPAVOST                                    | 686      | -        | 975      | m/min          |
| MAX ÚHLOVÁ RYCHLOST KLONĚNÍ:                      | -        | 400      | -        | °/s            |
| PŘETÍŽENÍ   | 10/-10   | 10/-10   | 10/-10   | -              |

**Popis:**

Specializovaný letoun „**Extra 300**“ v dvojmístné verzi. Vývoj začal v lednu 1987. První let 6. května 1988 a certifikace udělena 16 května 1990 a je certifikováno v kategoriích normální a akrobatik pro USA a Evropu.

„**Extra 300L**“ je dvojmístný dolnoplošník s různými konstrukčními změnami. Konstrukce dolnoplošníku všeobecně umožňuje zlepšení viditelnosti při vzletu a přistání s letadlem. Nově montovaná křídélka dávají letadlu lepší úhlovou rychlost klonění, a to okolo 400°/s. Také je u tohoto typu zkrácen trup, který je tvořen celokompozitivními panely. Kokpit letadla je modifikován pro větší pohodlí pilota za letu. První letadlo bylo dodáno v listopadu 1994. Montován motor Textron Lycoming AEIO-540-L1B5 o výkonu 224kW(300hp).

Další odvozená verze „**Extra 300S**“ je jednomístná se stejnou pohonnou jednotkou. První let této verze uskutečněn 4. března 1992 a následně udělena US a FAA certifikace ještě v březnu téhož roku. Tato verze byla speciálně vyvinuta pro kategorii UNLIMITED v soutěžní akrobacii. Křídla zkrácená celkově o 0,5m jsou složená z karbonových kompozitů, se ke konci zužují pod úhlem 4°, obsahují výkonnější křídélka oproti Extra 300, která jsou po celém rozpětí křídla, což má za následek jejich maximální účinnost. Trup (vyjímaje ocasní plochy) je rámový z ocelových a z části hliníkových trubek. Část trupu potažena plátnem, ocasní plochy jsou z karbonu a sklolaminátových skořepin. Podvozek je složen z dvou ocelových obloukových nosníků s aerodynamicky zakrytými koly.

„**Extra 330**“ zesílená verze odvozená od 300L a následně předělána na „**330L**“ s většími vyváženými řídicími plochami a silnějším šestiválcovým plochým motorem Textron Lycoming AEIO-580 o výkonu 246kW(330hp). První let tohoto prototypu se uskutečnil v lednu 1998 a první sériový letoun vzlétl 11. května 1998 a následně vyexpedován do

## Statistický přehled akrobatických letounů.

Maďarska pro vynikajícího akrobatického pilota Petera Besenyeiho. Německá a US certifikace byla udělena v březnu 1998. Stoj je také určen speciálně pro soutěže v letecké akrobacii ve třídě „unlimited“. Vrtule je třílistá „Muhlbauer“ MTV-9-B-C/C 200-15 nebo čtyřlístá MTV-14. Samozřejmě nesmí chybět olejový a palivový systém typu Christen Industrie pro dlouhodobější let na zádech. Kokpit je vybaven průhlednými panely ve spodní části bočních stěn a podlaze pro snazší orientaci při akrobatickém letu.

**3.2.7. Akrotech Giles G-202:**

| <b>PARAMETRY: (dvojmístný-tandem)</b> |          | [ - ]             |
|---------------------------------------|----------|-------------------|
| ROZPĚTÍ KŘÍDEL:                       | 6,6      | m                 |
| CELKOVÁ DÉLKA:                        | 6        | m                 |
| CELKOVÁ VÝŠKA:                        | 1,7      | m                 |
| MAX. VZLETOVÁ HMOTNOST:               | 775      | kg                |
| NOSNÁ PLOCHA:                         | 8,36     | m <sup>2</sup>    |
| PLOŠNÉ ZATÍŽENÍ:                      | 86,8     | kg/m <sup>2</sup> |
| VÝKONOVÝ POMĚR:                       | 4,87     | kg/kW             |
| NEPŘEKROČITELNÁ RYCHLOST:             | 219(407) | kts(km/h)         |
| PÁDOVÁ RYCHLOST:                      | 50(92)   | kts(km/h)         |
| MAXIMÁLNÍ STOUPAVOST:                 | 1067     | m/min             |
| MAX ÚHLOVÁ RYCHLOST KLONĚNÍ:          | 500      | °/s               |
| PŘETÍŽENÍ:                            | 10/-10   | -                 |

**Popis:**

Konkurence akrobatických speciálů byla příliš velká a tak americký konstruktér Richard Giles zkonstruoval letoun **Giles 200**. Tento letoun byl navrhnout právě jako soupeř moderním letounům Extra a Suchoj. Jeho výhody měly spočívat v tom, že pořizovací cena a provozní náklady měly být podstatně nižší.

Letoun je designově velmi propracovaný a celokompozitová voštinová konstrukce vyztužená uhlíkovými vlákny snese provozní zatížení +10/-10g. Prototyp poprvé vzlétl v listopadu roku 1995. Jelikož zavést sériovou výrobu bylo velice finančně i organizačně náročné, byl letoun od počátku připravován jako stavebnice. Ale nakonec pan Giles prodal práva na stavbu letounu firmě Akrotech, ale i přesto se zůstalo u stavebnicové verze letounu.

## Statistický přehled akrobatických letounů.

Celkem bylo vyrobeno 61 stavebnic. V roce 1996 zanikl francouzský letadlový výrobce Avions Moudry, který produkoval akrobatické speciály CAP. Nicméně o několik let později byla založena firma Akrotech Europe, do které přešli konstruktéři z výše uvedené zaniklé firmy a pod vedením Richarda Gilese byl navržen nový speciál pod názvem **CAP 222**. Jednalo se o upravený G-202. **Giles 202** je dvoumístný (odvozený od jednomístného G-200) dolnoplošník.

Ocasní plochy jsou aerodynamicky vyvážené. Křídlo lichoběžníkového půdorysu je téměř po celém rozpětí vybaveno staticky vyváženými křídélky. Jako pohonná jednotka je montován Lycoming AEIO-360AE1 o výkonu 147kW.

**3.2.8. EXTRA 200:**

| <b>PARAMETRY: (dvojmístný-tandem)</b> |          | SOLO   | TANDEM | [-]            |
|---------------------------------------|----------|--------|--------|----------------|
| ROZPĚTÍ KŘÍDEL:                       | 7,5      | -      | -      | m              |
| CELKOVÁ DÉLKA:                        | 6,81     | -      | -      | m              |
| CELKOVÁ VÝŠKA:                        | 2,56     | -      | -      | m              |
| NOSNÁ PLOCHA:                         | 11,4     | -      | -      | m <sup>2</sup> |
| NEPŘEKROČITELNÁ RYCHLOST:             | 220(407) | -      | -      | kts(km/h)      |
| PÁDOVÁ RYCHLOST:                      | -        | 52(96) | -      | kts(km/h)      |
| MAX VZLETOVÁ HMOTNOST:                | -        | 608    | 838    | kg             |
| VÝKONOVÝ POMĚR:                       | -        | 4,08   | 5,62   | kg/kW          |
| MAX STOUPAVOST:                       | -        | 686    | -      | m/min          |
| PŘETÍŽENÍ:                            | 10/-10   | -      | -      | -              |

**Popis:**

Akrobatický dvojmístný jednoplošník. Prototypem uskutečněn první let 2. dubna 1996 a téměř hned přepraven do USA na demonstraci a veřejné premiérové představení na EAA „Sun ‘n’ Fun“ v Lakeland na Floridě. O měsíc později druhý prototyp a hlavní testovací letoun byly představeny na exhibici na ILA v Berlíně.

Německá certifikace obdržena v červnu téhož roku následovanou FAA certifikací. Prototyp a 5 dalších kusů bylo dodáno v roce 1996, 15 v roce 1997, 5 v roce 1998, 2 v roce 1999 a jeden v roce 2000. Celkem 29 kusů do roku 2001. 85% produkce bylo expedováno do USA. Ploché čtyřválec Textron Lycoming AEIO-360-AIE o výkonu 149kW(200hp), pohání dvoulistou nestavitelnou vrtuli.

**3.2.9. SUKHOI SU-29:**

| <b>PARAMETRY: (dvojmístný-tandem)</b> |       | SOLO         | TANDEM   | [-]               |
|---------------------------------------|-------|--------------|----------|-------------------|
| ROZPĚTÍ KŘÍDEL:                       | 8,2   | -            | -        | m                 |
| CELKOVÁ DÉLKA:                        | 7,32  | -            | -        | m                 |
| CELKOVÁ VÝŠKA:                        | 2,87  | -            | -        | m                 |
| NOSNÁ PLOCHA:                         | 12,24 | -            | -        | m <sup>2</sup>    |
| MAX VZLETOVÁ HMOTNOST:                | -     | 850          | 1100     | kg                |
| VÝKONOVÝ POMĚR:                       | -     | 3,17         | 4,1      | kg/kW             |
| PLOŠNÉ ZATÍŽENÍ:                      | -     | 69,44        | 89,87    | kg/m <sup>2</sup> |
| NEPŘEKROČITELNÁ RYCHLOST:             | -     | 243(450)     | -        | kts(km/h)         |
| MAX RYCHLOST:                         | -     | -            | 183(340) | kts(km/h)         |
| PÁDOVÁ RYCHLOST:                      | -     | 59(110)      | 59(110)  | kts(km/h)         |
| MAX ÚHLOVÁ RYCHLOST KLONĚNÍ:          | -     | více jak 360 | -        | °/s               |
| MAX STOUPAVOST V S/L:                 | -     | 1080         | 960      | m/min             |
| PŘETÍŽENÍ:                            | -     | 12/-9        | -        | -                 |

**Popis:**

Tandemový akrobatický/tréninkový jednoplošník. Předvedený na Aerospace v roce 1990. Ale oficiálně představený byl na „Paris Air Show“ 1991. Letoun vyvinut z SU-26MX prodloužením trupu a zvětšením rozpětí. Kokpit je chráněn rámovým plexisklovým krytem, odsunutelným dozadu. Hlavní podvozková kola jsou opatřena proudnicovými kryty. Oproti SU-26MX zadní části nezměněny. Jako pohonná jednotka je montován jeden devítiválcový hvězdicový motor Vedeneyev M-14P o výkonu 268kW(360hp). Vrtule je třílistá standardně typu MT.

**3.2.10. YAKOVLEV YAK-54:**

| <b>PARAMETRY: (dvojmístný-tandem)</b> |                 | SOLO       | TANDEM     | [-]                     |
|---------------------------------------|-----------------|------------|------------|-------------------------|
| ROZPĚTÍ KŘÍDEL:                       | <b>8,16</b>     | -          | -          | <i>m</i>                |
| CELKOVÁ DÉLKA:                        | <b>6,91</b>     | -          | -          | <i>m</i>                |
| NOSNÁ PLOCHA:                         | <b>12,89</b>    | -          | -          | <i>m<sup>2</sup></i>    |
| MAX VZLETOVÁ HMOTNOST:                | -               | <b>850</b> | <b>990</b> | <i>kg</i>               |
| VÝKONOVÝ POMĚR:                       | <b>3,74</b>     | -          | -          | <i>kg/kW</i>            |
| PLOŠNÉ ZATÍŽENÍ:                      | <b>76,8</b>     | -          | -          | <i>kg/m<sup>2</sup></i> |
| NEPŘEKROČITELNÁ RYCHLOST:             | <b>243(450)</b> | -          | -          | <i>kts(km/h)</i>        |
| PÁDOVÁ RYCHLOST:                      | <b>59(110)</b>  | -          | -          | <i>kts(km/h)</i>        |
| MAX ÚHLOVÁ RYCHLOST KLONĚNÍ:          | <b>345</b>      | -          | -          | <i>°/s</i>              |
| MAX STOUPAVOST V S/L:                 | <b>900</b>      | -          | -          | <i>m/min</i>            |
| PŘETÍŽENÍ:                            | <b>9/-7</b>     | -          | -          | -                       |

**Popis:**

Dvojsedadlový plně akrobatický letoun uvedený v roce 1992. První prototyp vzletl v roce 1993 na „Paris Air Show“. Tradiční středoplošnicková konfigurace. Křídla vybavená křídélky po celém rozpětí, jsou celokovová a nemají žádné vzepětí. Nezatažitelný podvozek s titanovými podvozkovými nohami. Montován je devíti válcový hvězdicový motor o výkonu 265kW(355hp) VOKBM M-14P.

**3.3. Vícemístné – vedle sebe****3.3.1. ZLÍN Z-242L:**

## Statistický přehled akrobatických letounů.

| <b>PARAMETRY: (dvojmístný–vedle sebe)</b> |                 | <b>[-]</b>              |
|---|-----------------|-------------------------|
| ROZPĚTÍ KŘÍDEL:                           | <b>9,34</b>     | <i>m</i>                |
| CELKOVÁ DÉLKA:                            | <b>6,94</b>     | <i>m</i>                |
| CELKOVÁ VÝŠKA:                            | <b>2,95</b>     | <i>m</i>                |
| NOSNÁ PLOCHA:                             | <b>13,86</b>    | <i>m<sup>2</sup></i>    |
| MAX VZLETOVÁ HMOTNOST:                    | <b>970</b>      | <i>kg</i>               |
| VÝKONOVÝ POMĚR:                           | <b>6,5</b>      | <i>kg/kW</i>            |
| PLOŠNÉ ZATÍŽENÍ:                          | <b>70,3</b>     | <i>kg/m<sup>2</sup></i> |
| NEPŘEKROČITELNÁ RYCHLOST:                 | <b>170(315)</b> | <i>kts(km/h)</i>        |
| MAX RYCHLOST V S/L:                       | <b>127(236)</b> | <i>kts(km/h)</i>        |
| PÁDOVÁ RYCHLOST:                          | <b>59(110)</b>  | <i>kts(km/h)</i>        |
| MAX STOUPAVOST V S/L:                     | <b>336</b>      | <i>m/min</i>            |
| PŘETÍŽENÍ:                                | <b>6/-3,5</b>   | -                       |

**Popis:**

Zlín **Z-242L** není speciální akrobatický letoun, ale je používán pro trénink základních akrobatických figur, k výcviku radionavigačním letům a letům za podmínek IFR a proto jsem ho do této práce zahrnul.

Jedná se o jednomotorový, dvojmístný, samonosný, dolnoplošník celokovové konstrukce. Křídlo je celokovové konstrukce s hlavním a pomocným nosníkem. Křídélka a vztlakové klapky jsou šterbinové, celokovové, rozměrově shodné, jejich povrch je pro zvýšení tuhosti signován neboli prolisován. Vztlakové klapky jsou ovládány mechanicky. Střední nosná část trupu je svařena z ocelových trubek a kryta díly ze skelných laminátů a duralových plechů. Zadní část je duralová poloskořepina. V zadní části je umístěno také vlečné zařízení. Ocasní plochy jsou rovněž celokovové konstrukce potažené duralovým plechem. Kormidla jsou rohově odlehčena, směrovka má pevnou vyvažovací ploškou, výškové nastavitelnou.

Řízení letounu je zdvojené, ruční řízení je pákové, nožní pedálové s ovládním brzd hlavních kol. Řízení předového kola je spojeno se směrovkou. Vztlakové klapky se ovládají pákou, umístěnou mezi sedadly. Mají tři aretované polohy : zavřeno, vzlet, přistání. Pohonnou jednotku tvoří plochý, vzduchem chlazený, čtyřdobý čtyřválcový motor typu Textron Lycoming. Lycoming AEIO-360-A1B6 o výkonu 147 kW (200hp) při 2 700 ot./min. Zdvihový objem : 5, 97 litru , kompresní poměr je 8, 7 : 1 , vrtání : 130 mm , zdvih : 111 mm. Spotřeba paliva Avgass 100 nebo 100LL při cestovní rychlosti 213 km/h je přibližně 32 litrů na hodinu. Třílistá hydraulicky stavitelná vrtule je laminátová s potahem z nerezové oceli.

Přistávací zařízení tvoří pevný podvozek předového typu. Kabina letounu je dvojmístná s uspořádáním sedadel vedle sebe. Kryt kabiny se otevírá posunutím vpřed a má zařízení pro nouzový odhoz za letu.

**4. Charakteristiky a technické údaje vybraných akrobatických kluzáků****4.1. Jednomístné****4.1.1. MARGANSKI AVIATION SWIFT S-1:**

| <b>PARAMETRY: (jednomístný)</b> |                | <b>[-]</b>           |
|---------------------------------|----------------|----------------------|
| ROZPĚTÍ KŘÍDEL:                 | <b>12,7</b>    | <i>m</i>             |
| CELKOVÁ DÉLKA:                  | <b>6,91</b>    | <i>m</i>             |
| NOSNÁ PLOCHA:                   | <b>11,8</b>    | <i>m<sup>2</sup></i> |
| PRÁZDNÁ HMOTNOST:               | <b>280</b>     | <i>kg</i>            |
| MAX VZLETOVÁ HMOTNOST:          | <b>390</b>     | <i>kg</i>            |
| NEPŘEKROČITELNÁ RYCHLOST:       | <b>287</b>     | <i>km/h</i>          |
| MINIMÁLNÍ RYCHLOST:             | <b>73</b>      | <i>km/h</i>          |
| PŘETÍŽENÍ:                      | <b>10/-7,5</b> | -                    |
| KLOUZAVOST:                     | <b>14,3</b>    | -                    |

**Popis:**

Jedná se o jednomístný kluzák určený speciálně pro akrobacii z dílny Marganski Aviation, který sleduje nejmodernější poznatky v kompozicové konstrukci. Křídlo navazuje na úspěšný kluzák KOBUZ III, je vybaveno profilem NACA 64412, bez vzepětí. Trup je tvořen jako skořepina z epoxidového sklolaminátu s výztuhami v kabině pilota. Křídélka jsou aerodynamicky vyvážená a jsou ovládaná táhly. Rozpětí se dá zvětšit nástavci, což zvyšuje klouzavost a umožňuje letounu klasické plachtění.

Ocasní konstrukce je sendvičová, skořepinové struktury. Směrovka a výškovka jsou aerodynamicky vyváženy a jsou řízeny pomocí lan. Kokpit pilota je ergonomičtěji navržený.

**4.2. Vícemístné:****4.2.1. LETOV L-13 AS BLANÍK:**

| <b>PARAMETRY: (dvojmístný-tandem)</b> | bez nástavců | s nástavci | [-]            |
|---------------------------------------|--------------|------------|----------------|
| ROZPĚTÍ KŘÍDEL:                       | 14,2         | 16,2       | m              |
| NOSNÁ PLOCHA:                         | 17,4         | 19,15      | m <sup>2</sup> |
| HMOTNOST PRÁZDNÁ:                     | 305          | 315        | kg             |
| MAX VZLETOVÁ HMOTNOST:                | 500          | 510        | kg             |
| KLOUZAVOST:                           | 1:26         | 1:28       | -              |
| MAX RYCHLOST:                         | 123          | -          | kts(km/h)      |
| MINIMÁLNÍ RYCHLOST:                   | 35(66)       | 32(60)     | kts(km/h)      |

**Popis:**

Jedná se o dvoumístný hornoplošný celokovový kluzák určený převážně pro základní i pokračovací výcvik v letecké akrobacii. Jedná se o modifikaci **L-13** Blaník. Byly vylepšeny aerodynamické charakteristiky, které letoun předurčují právě pro létání akrobatických figur. Pokud je letoun létán sólo, tak je vhodný pro létání kategorie intermediate. Na konce křídel se mohou montovat nástavce, které zvětší rozpětí a tím i klouzavost pro klasické plachtění.

**4.2.2. MAGRANSKI AVIATION MDM-1 FOX:**



## Statistický přehled akrobatických letounů.

| <b>PARAMETRY: (dvojmístný-tandem)</b> |                 | <b>[-]</b>           |
|---------------------------------------|-----------------|----------------------|
| ROZPĚTÍ KŘÍDEL:                       | <b>14</b>       | <i>m</i>             |
| CELKOVÁ DÉLKA:                        | <b>7,38</b>     | <i>m</i>             |
| NOSNÁ PLOCHA:                         | <b>12,34</b>    | <i>m<sup>2</sup></i> |
| HMOTNOST PRÁZDNÁ:                     | <b>345</b>      | <i>kg</i>            |
| MAX T-O HMOTNOST:                     | <b>525</b>      | <i>kg</i>            |
| NEPŘEKROČITELNÁ RYCHLOST:             | <b>158(293)</b> | <i>kts(km/h)</i>     |
| MINIMÁLNÍ RYCHLOST:                   | <b>45(84)</b>   | <i>kts(km/h)</i>     |
| PŘETÍŽENÍ:(1 pilot):                  | <b>9/-6</b>     | -                    |
| PŘETÍŽENÍ:(2 piloti):                 | <b>7/-5</b>     | -                    |
| KLOUZAVOST:                           | <b>15,88</b>    | -                    |

**Popis:**

Jedná se o kompozitový, středoplošný, dvojsedadlový kluzák vyrobený speciálně pro leteckou akrobacii. Křídlo je bez vzepětí, profil křídla je NACA 64412 a nosník je kompozitový, nedělený. Křídlo je osazeno odporovými brzdami, které se vysouvají z horního povrchu. Trup je skořepinový s děleným krytem pilotního prostoru. Přistávací podvozek je fixovaný s pomocným ocasním podvozkem.

Přístrojové vybavení je standardního typu, doplněno mikropočítačem pro asistenci při akrobacii. Vývoj začal v listopadu 1992 a první prototyp vzletl 9. července 1993. Při výrobě je kluzák certifikován na 3000 letových hodin akrobacie. Životnost může být prodloužena na 6000 a více letových hodin po prodělaném testování únavy materiálů konstrukce. Výrobce se snaží o rozšíření použití kluzáku FOX ne jen pro akrobacii. FOX létá široké spektrum akrobatických soutěží, jako je Mistrovství Světa a Evropy v letecké akrobacii kluzáků. Více jak 90% pilotů, kteří létají bezmotorovou akrobacii, létá na letounu FOX.

**MDM-1-FOX** je navrhnut a certifikován podle JAR-22 a schválen pro používání v České Republice, Polsku, Německu, Rakousku, Švýcarsku, Holandsku a Japonsku. První prezentace tohoto kluzáku byla na mistrovství světa v akrobacii kluzáků ve Venlo v Holandsku v roce 1993, kde Jerzy Makula vyhrál právě na tomto stroji. Po propagačním uvedení na této soutěži byl letoun poskytnut ostatním vrcholným akrobatickým pilotům. Podobné propagační akce byly pořádány v Německu a Rakousku v říjnu téhož roku.

V následujících letech FOX dosáhl mnoha dalších sportovních úspěchů v podobných leteckých soutěžích.

**5. STATISTICKÝ PŘEHLED DAT LETADEL UVEDENÝCH V TÉTO PRÁCI****5.1. Světová produkce:**

Tento odstavec se vyjímá z pokračujícího rozboru tím, že zahrnuje celkovou světovou produkci akrobatických letadel oproti letadlům vybraných pro statistické srovnání v této práci.

**Česko:** Aerotechnik (Zlín) 526 AMF Kondor, Zlín Z-142, Zlín Z-50LA, Zlín Z-526A, Zlín Z 242L

**Německo:** Extra 200, Extra 300, Extra 330, Kaiser Magic

**Rusko:** Aviatika – 900 Acrobat, Sukhoi SU - 26M, Sukhoi SU-27, Sukhoi SU-29, Sukhoi SU – 31, Technoavia SP-55M, Technoavia SP-91, Technoavia SP-95, Yakovlev – 56, Yakovlev – 55M, Yakovlev – 54

**Francie:** Cap 10C, Cap 10B, Moudry Cap 231, Cap 222, Cap 232, Dyn's Aero CR 100 (110,120), Robin 2160

Brno 2008

Jan Jakl

**Velká Británie:** Slingsby T67 Firefly

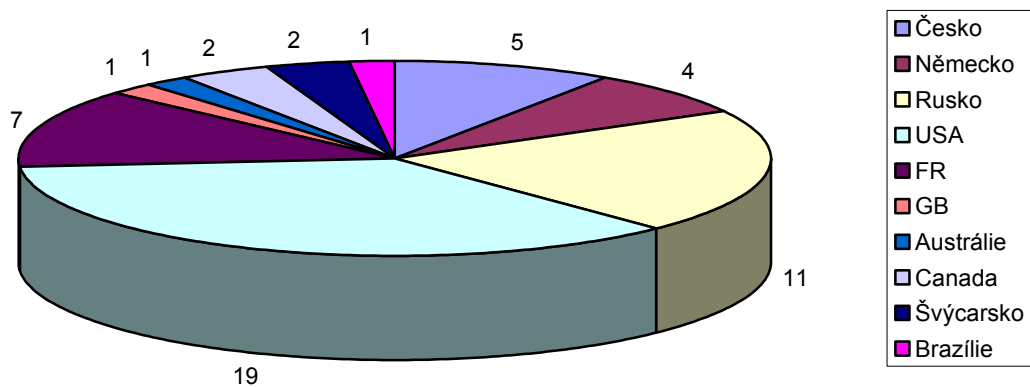
**Austrálie:** Laser Aerobatic Akro Model Z

**Canada:** Super Chipmunk, Zenair Super Acro-Zenith CH 180

**Švýcarsko:** MSW Votec 322, MSW Votec 332

**Brazílie:** Kovací K-51 Peregrino,

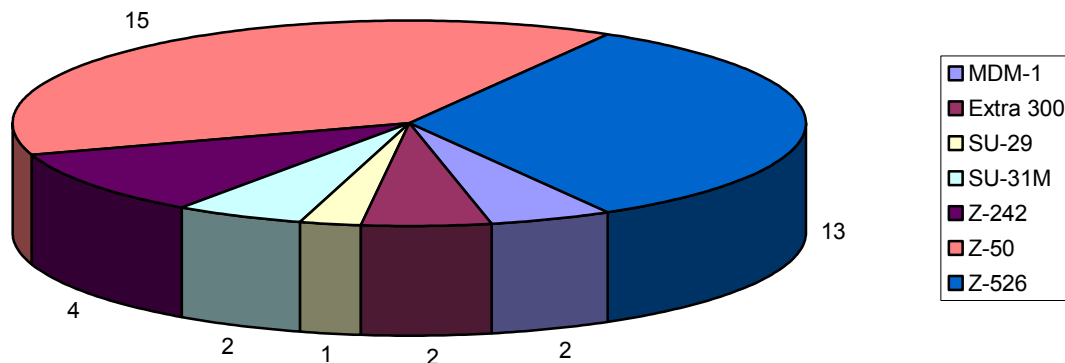
**USA:** Aviat Pitts S1T Special, Aviat Pitts S2S, Aviat Pitts S2B, Aviat Pitts S2C, Culp Speciál, Zivko Edge 540, Aviat Pitts S-1-11B, Aviat (Christen) Eagle II, Akrotech Gilda G-200, Akrotech Giles G-202, MXR MX2, Kimball Pitts Model 12, Micco SP-20, Micco SP-26, Staudacher S-300, Team Rocket F1, Super Acro Sport, Aceo Sport II, ISAE Omega 2



graf 1 – světová produkce v počtu kusů

Z grafu 1 je patné, že největší produkcí letadel je zastoupeno USA, potom hned následuje Rusko, Francie, Německo, Česko a další.....

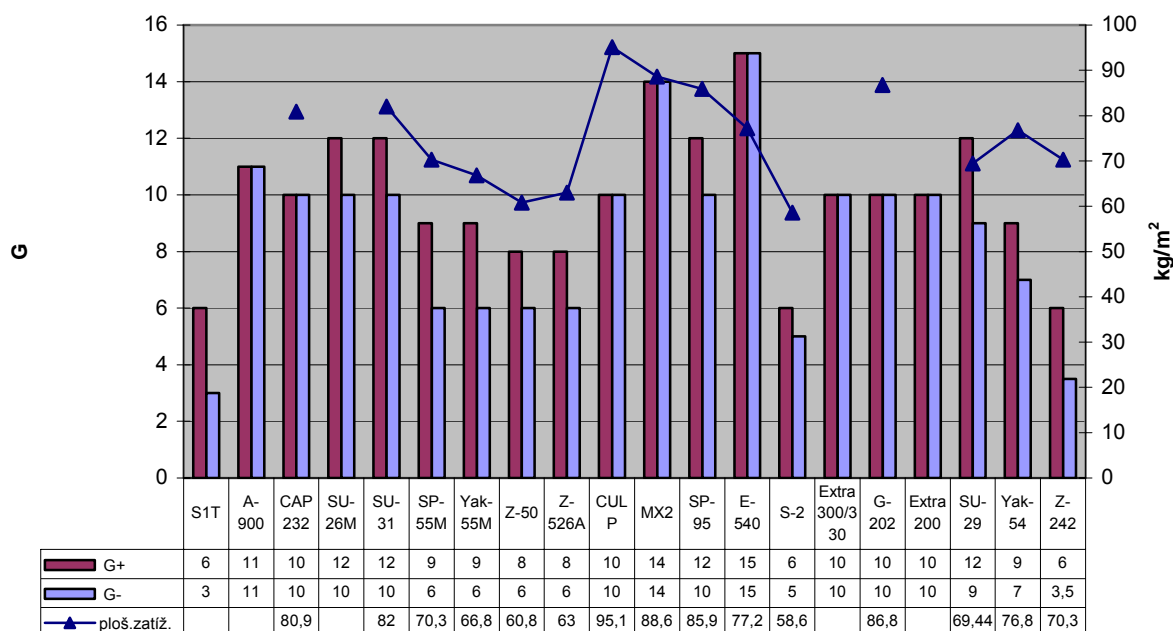
**5.2. Počet kusů akrobatických letounů provozovaných v ČR ke dni 18.2.2005**



graf 2 – počet kusů akrobatických letounů v ČR

Graf 2 ukazuje, že nejpoužívanější akrobatický letoun v ČR je Zlín Z-50.

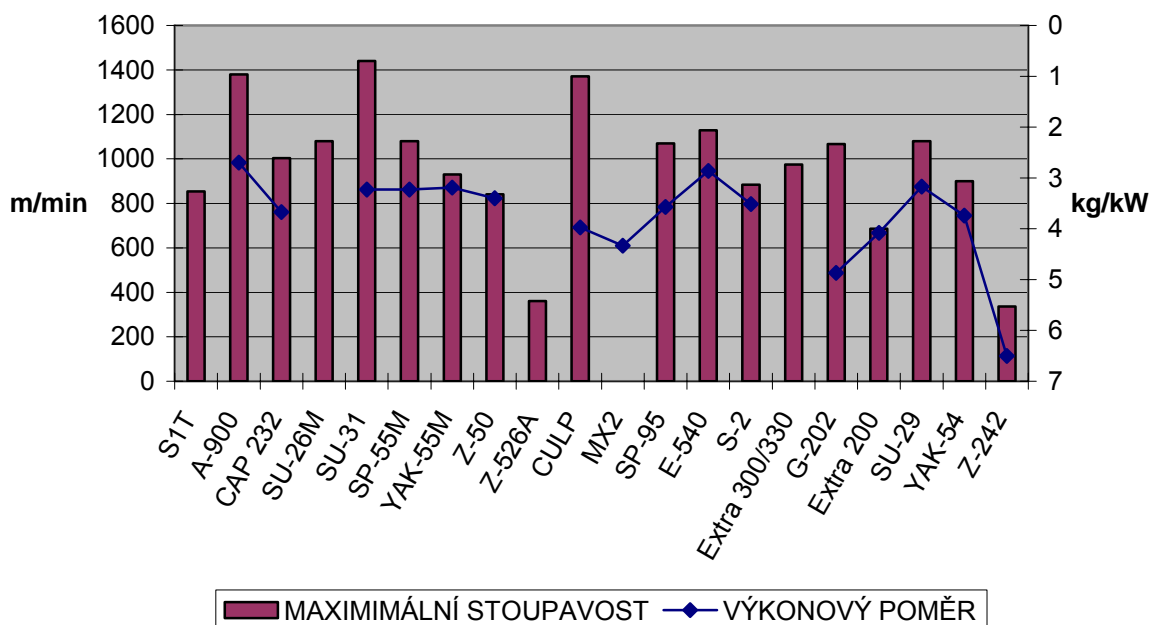
**5.3. Porovnání kladných a záporných násobků přetížení na plošném zatížení:**



graf 3 – porovnání násobků přetížení na plošném zatížení

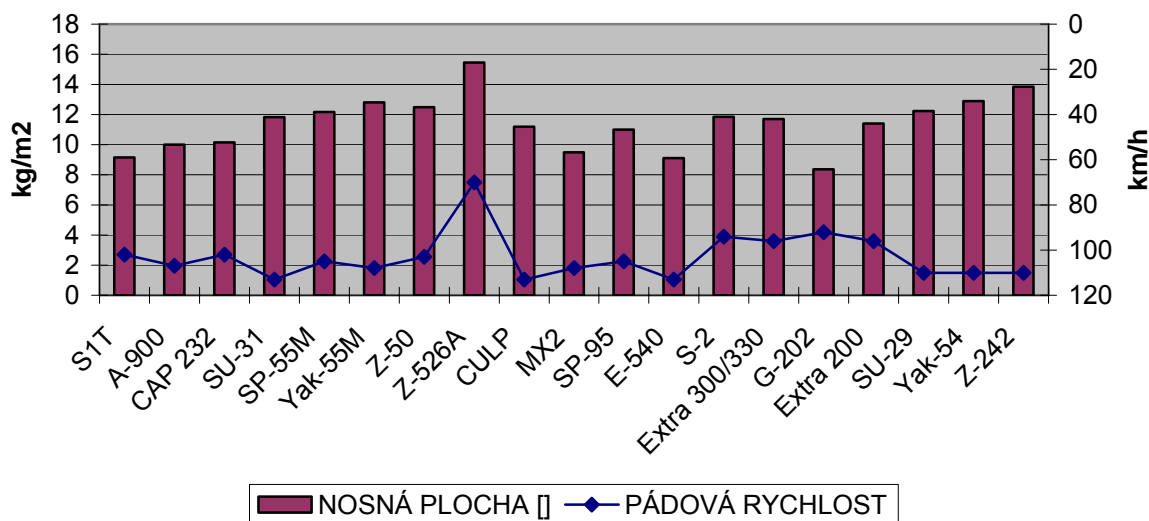
## Statistický přehled akrobatických letounů.

Z graficky vyjádřených veličin (graf 3) je vidět, že křivka plošného zatížení v mnoha případech kopíruje sloupcové vyjádření kladných a záporných násobků přetížení. Ale ne zdaleka u všech letadel tomu je tak. Například u „Culp Speciál“ je hodnota plošného zatížení velmi vysoká oproti jiným typům se stejnými nebo přibližnými násobky přetížení.

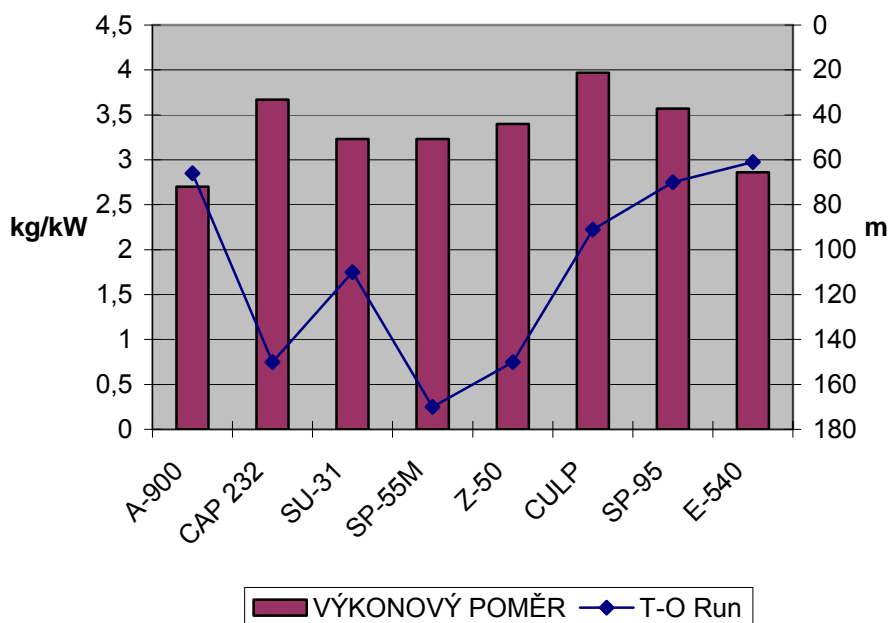
**5.4. Porovnání maximální stoupanosti a výkonového poměru:**

graf 4 – porovnání maximální stoupanosti a výkonového poměru

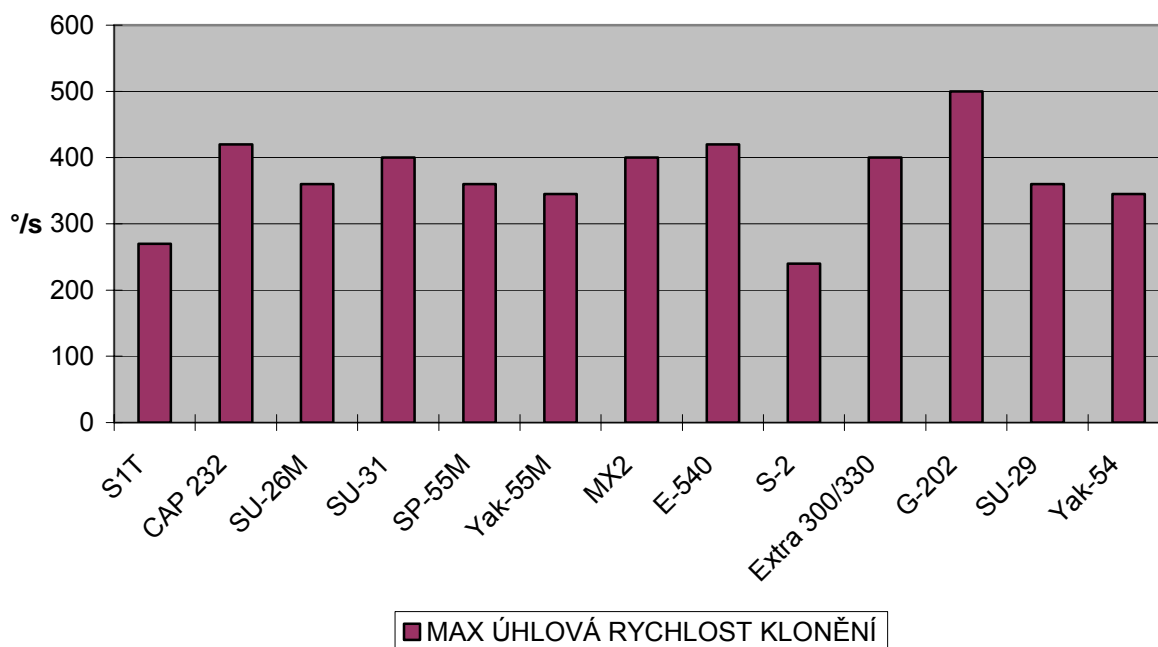
Ně vždy záleží stoupanost letounu jen na výkonu motoru. Ve velkém podílu se na stoupanosti podílí také aerodynamické zpracování tvaru letounu, která také ovlivňuje odpor letounu .

**5.5. Porovnání nosné plochy a pádové rychlosti.**

graf 5 – porovnání nosné plochy a pádové rychlosti

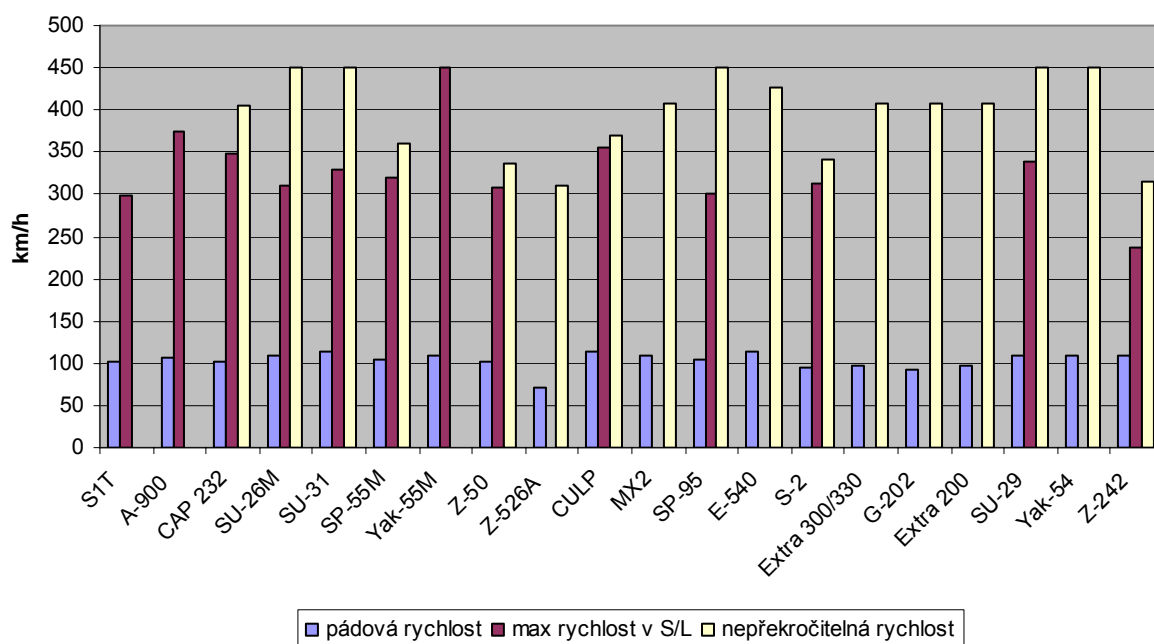
**5.6. Porovnání vzletové dráhy a výkonového poměru:**

graf 6 – porovnání vzletové dráhy a výkonového poměru

**5.7. Maximální úhlové rychlosti klonění:**

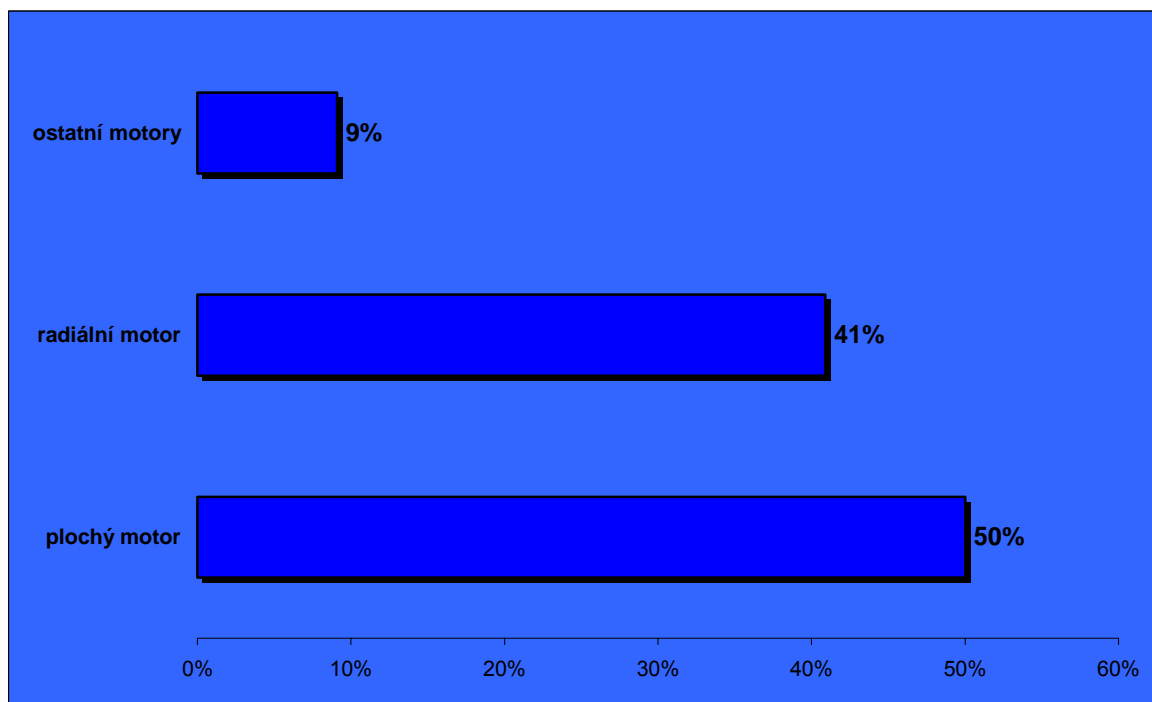
graf 7 – maximální úhlová rychlost klonění

Úhlová rychlost klonění je jednou z nejvýznamnějších vlastností akrobatického speciálu. Udává, jak je letoun obratný a jak moc je citlivý na klonění.

**5.8. Porovnání rychlostí:**

graf 8 – porovnání rychlostí

Tímto grafem jsem chtěl porovnat maximální a minimální rychlosti letounů. Jinými slovy, porovnání rozsahů rychlostí, který může pilot daného stroje využít při akrobatickém letu.

**5.9. Procentuální použití typu letadlového motoru pro akrobatické speciály zmíněné v této práci:**

graf 9 – používání typu motoru

## Statistický přehled akrobatických letounů.

Je vidět, že použití nejužívanějších motorů, a to zejména radiálních a plochých, je téměř vyvážené. Záleží na parametrech, které chceme mít u letounu dominantní. Plochý motor umožňuje lepší zabudování do trupu letouny a tím zmenšuje odpor prostředí při letu. Použití radiálního motoru na druhou stranu znamená větší odpor prostředí, ale radiální motor zajišťuje vyšší výkon.

**6.ZÁVĚR:**

Tato bakalářská práce zahrnuje zejména nejpoužívanější moderní motorové akrobatické letouny, ale zmiňuji zde i 3 speciální kluzáky, které jsou určeny především pro létání náročnějších akrobatických prvků. Nejprve se snažím uvést parametry a dále popis těchto letounů. Výsledkem této práce je následné statistické porovnání uvedených parametrů formou grafů. Uvedené parametry nejvíce sledují výkony charakteristické právě pro náročné akrobatické lety.

Výrobci se při výrobě moderních akrobatických letadel ubírají k jednotnému pojetí konstrukce a to minimální hmotností v důsledku použití moderních kompozitních materiálů, minimálnímu odpor v důsledku špičkového zpracování aerodynamických tvarů letounu a maximální výkon motoru. Tyto všechny vlastnosti moderního akrobatického letounu umožňují dnešním pilotům maximální kreativitu, tvořivost a přesnost v akrobatickém letu. Letadla jsou velmi dobře ovladatelná a maximálně stabilní i při maximálním zatížení.

Nežádánější vlastnosti, které by měly být maximální jsou násobek přetížení a úhlová rychlost klonění. Ale nesmíme také opomenout tuhost konstrukce a výkon motoru, který by měl správně dodávat dostatečnou hodnotu tahu, ale na druhou stranu by měl být co nejlehčí. Když se zaměříme právě na výrobce letadlových motorů, zjistíme že největším dodavatelem plochých pístových letadlových motorů, nejen pro akrobatické letouny, je Textron Lycoming a dodavatelem radiálních motorů, převážně pro výrobce z východu, je Vedeneyev. Není lehké uvést, které letadlo je nejvýkonnější, protože všeobecně vzato všechna letadla, která se řadí do kategorie „akrobatických speciálů“ nabízejí vyrovnaný poměr všech výkonnostních charakteristik.

**7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

[ 1 ] Jane's ALL THE WORLD'S AIRCRAFT 2002 - 2003. Edited by Paul Jackson

**8. INTERNETOVÉ ZDROJE:**

[www.airliners.net](http://www.airliners.net)

<http://cs.wikipedia.org>

<http://www.aecr.cz/>

<http://www.lsc.cz/>

<http://www.redbullairrace.com/>

<http://www.aerobatic.cz/>

**9. SEZNAM PŘÍLOH:**

**PŘÍLOHA 1** – Kategorie a pravidla soutěží letecké akrobacie

**PŘÍLOHA 2** – Příklady sestav letecké akrobacie pro kategorie

**PŘÍLOHA 3** – Lidé v letecké akrobacii

**PŘÍLOHA 1 – Kategorie a pravidla soutěží letecké akrobacie****I. Kategorie soutěží v letecké akrobacii**

Letecká akrobacie se létá v následujících kategoriích v důsledku nevyrovnanosti jednotlivých typů letadel a tím pádem by nebylo možné porovnat dovednosti jednotlivých pilotů ale konstruktérů.

**Unlimited** - akrobacie na motorových letounech bez omezení výkonu, do této kategorie se mohou přihlásit letadla všech výkonnostních skupin.

**Advanced** - akrobacie na motorových letounech dle limitů FAI (CIVA), povoleny všechny jedno a dvoumístné letouny s omezením výkonu.

Kategorie „Intermediate“ a „Sportsmen“ se řídí národními pravidly pořadající země.

Pro ČR: **Intermediate** – Povoleny letouny Z-142 a Z526

**Sportsmen** – Povoleny letouny Z-50

Pořadatel jednotlivých závodů má možnost povolit i jiné letouny zahraničních soutěžících, kteří mají letouny třeba Extra a Giles apod.

**Akrobacie na kluzácích** - létá se na kluzácích určených pro leteckou akrobacii.

**II. Všeobecné podmínky soutěže**

Základní pravidla pro leteckou akrobacii stanovuje soutěžní řád Aeroklubu ČR pro leteckou akrobacii platný od 1. 3. 2000.

Soutěže v kategoriích UNLIMITED a ADVANCED se konají v souladu s CIVA REGULATION, soutěž v kategoriích INTERMEDIATE a SPORTSMAN se konají v souladu s IAC.

Výsledky soutěže jsou vyhlášeny pod podmínkou, že se soutěže v dané kategorii zúčastní nejméně tři závodníci a budou v ní odlétány minimálně dvě disciplíny

**III. Podmínky pro účast na soutěžích v letecké akrobacii**

- a) Každý soutěžící musí prokázat, že je schopen samostatného soutěžního letu. Pořadatel na požádání závodníků zajistí „safety pilota“ (instruktor, který má možnost zasáhnout do řízení v případě mimořádné situace). Soutěžící osobně odpovídá za provedení a bezpečnost tréninkových a soutěžních letů. V případě přítomnosti safety pilota na palubě letounu přechází odpovědnost za bezpečnost a provedení letu na něho.
- b) Každý soutěžící musí mít platnou sportovní licenci nebo členský průkaz AeČR s platnou známkou pro rok kalendářní rok.
- c) Soutěžící piloti v kategorii UNLIMITED při národních soutěžích musí mít potvrzenou v pilotním zápisníku minimální letovou výšku 100 metrů nad zemí.
- d) Soutěžící piloti v kategorii ADVANCED při národních soutěžích musí mít potvrzenou v pilotním zápisníku minimální letovou výšku 200 metrů nad zemí.
- e) Soutěžící piloti v kategorii INTERMEDIATE při národních soutěžích musí mít potvrzenou v pilotním zápisníku minimální letovou výšku 300 metrů nad zemí.
- f) Soutěžící piloti v kategorii SPORTSMAN při národních soutěžích musí mít odlétaný zdokonalovací výcvik podle kapitoly IV. výcvikové osnovy AK-MOT.



#### IV. Letouny

Všechny letouny, které se zúčastní soutěže, musí mít platné osvědčení o způsobilosti a musí být plně způsobilé pro provádění prvků letecké akrobacie v rozsahu pro soutěžní kategorii ve které budou užívány. Kontrola dokumentů a technického stavu letadel bude provedena při prezentaci.

Pro soutěž je ustanovena tříčlenná komise. Tato komise provede technickou přejímku letounů a rozhodne s konečnou platností o jejich zařazení do soutěže. V případě protestu soutěžícího s odvoláním na technickou závadu je rozhodující pro výsledné řešení protestu zpráva technické komise.

Změna letadla je povolena v průběhu soutěže kdykoliv, je-li to nutné a doporučí-li to technická komise. Současně je dovoleno, aby létalo v soutěži více sportovců na jednom letounu.

Před každým letovým dnem potvrdí pořadateli provozovatel letounu používaného k soutěžním letům provedení předletové prohlídky.

#### V. Pojištění

Organizátor neodpovídá za škody, které závodníci a ostatní účastníci způsobí v průběhu konání soutěže sobě nebo třetím osobám. Závodníci a ostatní účastníci si pojištění proti případným škodám zajišťují sami.

#### VI. Doping

V průběhu mistrovství mohou být účastníci soutěže podrobena dopingovým testům.

#### VII. Programy soutěže

Ve všech kategoriích jsou vyhlášeny minimálně tři programy. V kategoriích UNLIMITED A ADVANCED:

1. Q program – povinná sestava
2. Program č. 1 – volná sestava
3. Program č. 2 – tajná sestava č. 1
4. Program č. 3 – tajná sestava č. 2
5. Program č. 4 – finálová volná sestava

V národní kategorii INTERMEDIATE A SPORTSMAN:

1. Q program – povinná sestava
2. Tajná sestava č. 1
3. Tajná sestava č. 2

Pro soutěže v letecké akrobacii se mohou používat typy letounů:

1. V kategorii UNLIMITED podle CIVA REGULATION
2. V kategorii ADVANCED podle CIVA REGULATION
3. V kategorii INTERMEDIATE a SPORTSMAN podle národních pravidel

Nákresy povinných sestav jsou vždy přílohou propozic. Formuláře s nakreslenými volnými sestavami musí být odevzdány při prezentaci na soutěž.

Tajná sestava může být létána minimálně 4 hodiny po jejím vyhlášení, pokud se závodníci a pořadatel nedohodnou jinak.

### VIII. Meteorologické podmínky pro soutěžní lety

- horizontální viditelnost při zemi minimálně 5 km
- výška spodní základny oblačnosti minimálně 50 metrů nad maximální výškou stanovenou pro soutěžní lety
- síla větru měřená na zemi max. 10m/s

### IX. Výškové hranice

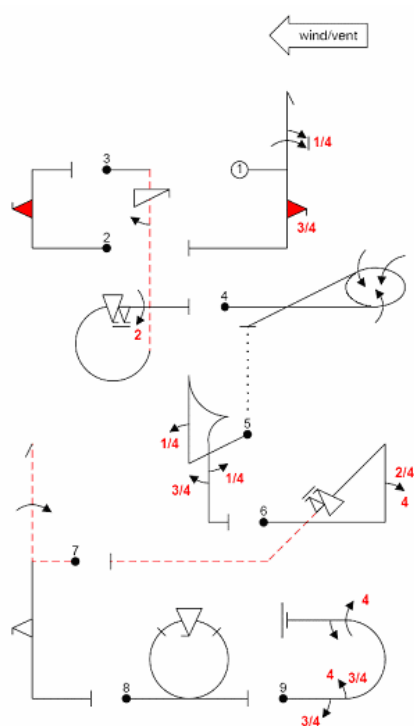
Jsou stanoveny pro jednotlivé soutěžní kategorie. Jejich dodržování je posuzováno rozhodčími vizuálně. Organizátor soutěže zajistí, aby každý den před zahájením soutěžních letů proletěl pilot, který se nezúčastní soutěže po hranicích prostoru nad hlavní osou předvádění v minimální výšce, která je pro soutěžní lety stanovena.

1. Pro všechny soutěžní lety kategorií UNLIMITED a ADVANCED jsou stanoveny výškové limity dle CIVA REGULATION:
  - horní výškový limit 1 000 metrů nad zemí
  - spodní výškový limit 100 metrů nad zemí
2. Pro kategorii INTERMEDIATE:
  - horní výškový limit 1 300 metrů nad zemí
  - spodní výškový limit 300 metrů nad zemí
3. Pro kategorii SPORTSMAN
  - horní výškový limit 1 600 m metrů nad zemí
  - spodní výškový limit 600 metrů nad zemí

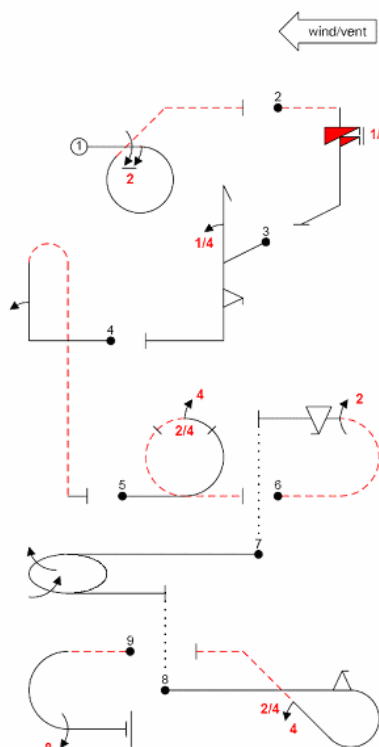
V případě nepříznivého počasí, kdy výška základny mraků brání provedení soutěžních letů ve stanovených výškových hranicích, může hlavní rozhodčí rozhodnout o snížení horního výškového limitu s tím, že soutěžní lety se budou létat s přerušením.

### PŘÍLOHA 2 – Příklady sestav letecké akrobacie pro různé kategorie:

Kategorie UNLIMITED:



Kategorie ADVANCED:

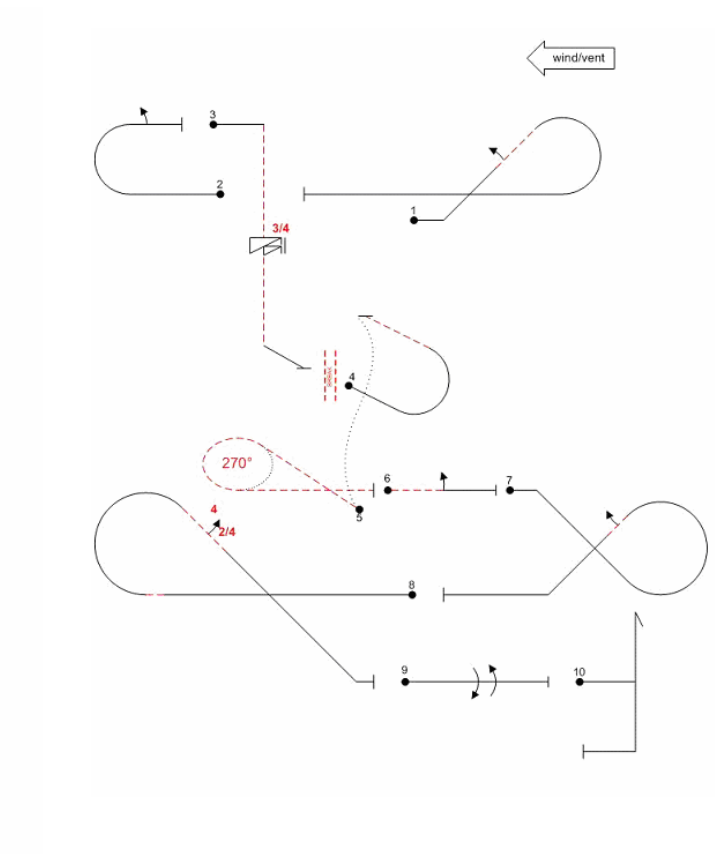
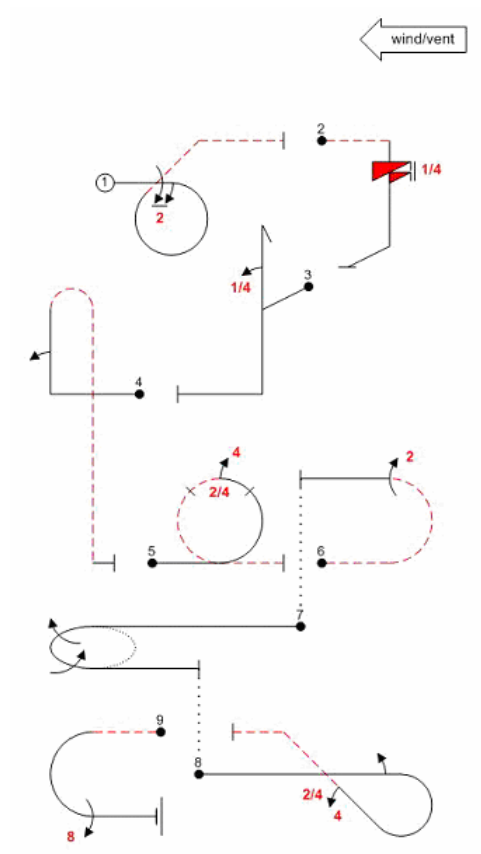


Jan Jakl

Statistický přehled akrobatických letounů.

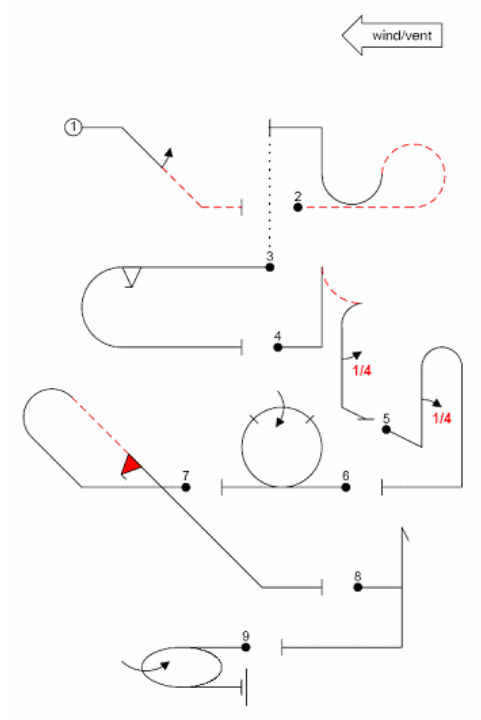
Kategorie INTERMEDIATE:





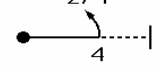
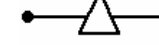

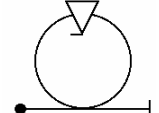
Kategorie SPORTSMAN:



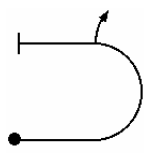
Kategorie KLUZÁK:

Legenda:

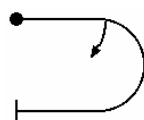


-  normální let, kokpit nahoru
-  let na zádech, kokpit k zemi
-  Barrel Roll - sudový výkrot
-  Slow Roll - normální výkrot
-  přerušovaný obrat
-  Snap Roll - kopaný výkrot dovnitř
-  kopaný výkrot ven
-  Avalanche - loping s výkrotem na vrcholu

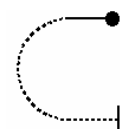
## Statistický přehled akrobatických letounů.



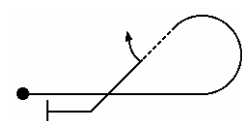
Immelman, letadlo udělá polovinu loopingu a následně se srovná do normálního letu se získáním výšky



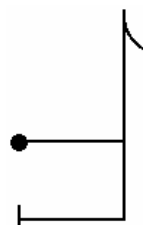
Split-S, letadlo letí stále v normálním letu, přejde pomocí otočky do loopingu se ztrátou výšky a stále letí v normálním letu



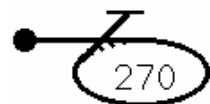
English Bunt – letadlo letí stále bez otočky do loopingu se ztrátou výšky



Half Cuban Eight – letadlo letí do loopingu, ale nedokončí ho, při letu na zádech k zemi se srovná pomocí otočky do normálního letu.



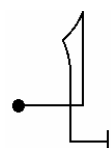
Hammerhead – letadlo letí vzhůru a na samém vrcholu padá zpět po křídle, kdy se přetočí do normální střemhlavé polohy a dokončí figuru



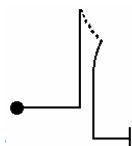
Competition Turn- zatáčka o 270°



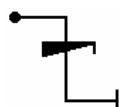
Rolling Turn – letadlo provádí zatáčku za současného provádění výkrutu v tomto případě čtyř



Tailslides – letadlo stoupá vzhůru a po dosažení nulové rychlosti padá dozadu, ale s kabinou vzhůru s následným vyrovnáním do střemhlavého letu



Ten samý prvek jako u předchozího obrázku, jen s tím rozdílem, že letadlo padá pozadu, ale kabinou k zemi s následným vyrovnáním do střemhlavého letu



Spin – letadlo udělá vývrtku s autorotací s vyznačeným počtem rotací

**PŘÍLOHA 3 – Lidé v letecké akrobacii****Čeští sóloví akrobatičtí piloti**

Petr Jirmus - dvojnásobný mistr světa v letecké akrobacii; dosud aktivní pilot  
 Martin Stáhalík - taktéž mistr světa v letecké akrobacii ve více kategoriích, od konce devadesátých let jediný český zástupce ve světové akrobatické sérii World Grand Prix; bohužel roku 2001 tragicky zahynul v (Holandsku)  
 Petr Biskup - mistr světa v kategorii Advanced  
 Martin Vecko  
 Ivan Tuček  
 Ladislav Bezák  
 František Skácelík  
 Václav Šmíd  
 Martin Muck  
 Martin Šonka

**Zahraniční sóloví akrobatičtí piloti**

Jurgis Kairys  
 Světlana Kapaninová  
 Klaus Schrodtt  
 Nigel Lamb

**Red Bull Air Race 2007:**

|                    |              |                  |
|--------------------|--------------|------------------|
| Mike Mangold:      | Edge 540     | 1.místo, 47 bodů |
| Paul Bonhomme:     | Edge 540     | 2.místo, 47 bodů |
| Péter Besenyei:    | Edge 540     | 3.místo, 31 bodů |
| Kirby Chambliss:   | Edge 540     | 4.místo, 28 bodů |
| Steve Jones:       | Edge 540     | 5.místo, 17 bodů |
| Alejandro Maclean: | Edge 540     | 6.místo, 19 bodů |
| Nicolass Ivanoff:  | Extra 300 SR | 7.místo, 7 bodů  |
| Mike Goulian:      | Edge 540     | 8.místo, 6 bodů  |
| Niegel Lamb:       | MX2          | 9.místo, 5 bodů  |
| Hannes Arch:       | Edge 540     | 10.místo, 3 body |
| Frank Versteegh:   | Edge 540     | 11.místo, 3 body |
| Sergei Rachmanin:  | Edge 540     | 12.místo, 0 bodů |
| Klaus Schrodtt:    | Extra 300 S  | 13.místo, 0 bodů |

**Akrobatické skupiny:**

THE FLYING BULLS - 4xZlín Z-50  
 Matadors  
 Patrouille de France: Francie  
 Sky Box: Česká Republika, Z-50  
 Biele Albatrosy: Slovensko, L-39  
 Blue Angels: USA, F-18  
 Frece Tricolori: Itálie  
 Thunderbirds: USA, F-16