

Aerodynamika a mechanika letu - 2. díl

V prvním díle byl rozebrán vliv dynamického tlaku na velikost aerodynamických sil, v tomto díle budou popsány vlivy spojené s velikostí, typem a vzájemnou proporcí jednotlivých ploch sportovního padáku.

2.2 Velikost a typ aerodynamických ploch

Obecně platí: Velikost (výměra) aerodynamické plochy S ovlivňuje velikost aerodynamické síly F přímo úměrně

Zvýšili se například plocha padáku (plocha vrchlíku) 2x, zvýšili se například aerodynamický vztlak taky 2x (pokud všechny ostatní veličiny zůstanou zachovány).

V římcích padáku se vyskytují různé typy aerodynamických ploch, které mají různý vliv na vznik aerodynamických sil:

- plocha vrchlíku (plocha dorysná) S_v [m²]
- plocha nosných částí (plocha - přímá) S_j [m²]
- plocha pilota (plocha - přímá) S_p [m²]
- plochy výměrného padáku, slideru, kontejneru apod.

2.2.1 Plocha vrchlíku

Plocha vrchlíku S_v má jako jediný vliv na vztlakovou sílu L , odporovou sílu D i na vznik momentu M .

Změnou plochy vrchlíku mění se například:

a) Kompenzovat změnu vzletové hmotnosti padáku a to přímo úměrně. Změnili se vzletová hmotnost například (ze 100 kg na 70 kg) a plocha vrchlíku také o 30 % (z 200 ft² na 140 ft²) bude v obou případech dosaženo například stejné rychlosti. Mluvme o tom, že oba vrchlíky mají stejnou plošnou zatížení, které je definováno hmotností padáku (s ohledem na tradici v librách, 1 lb = 0,4536 kg) podílenou plochou vrchlíku (ve tvorech stopůch 1 ft = 0,305 m). V tomto případě plošná zatížení - 1,1.

Poznámka: Je velice nezbytné mít na paměti, že některé další významné letové vlastnosti u obou změnají

padájků již zdaleka stejně nebudou. Menší padájk bude mít větší rozdílnou výtáčnou obratnost (vlivem menšího momentu setrvačnosti), která způsobí, že pilot menšího vrcholu bude mít subjektivně pocit vyšší povahy rychlosti. Tato skutečnost je potěm pád v b, ru vrcholu zohlednit.

b) Mít povahou rychlost ve stejně nadmořské výšce.

Jak již bylo uvedeno v poznámce u článku "Životní na sportovním padáku" 1. díle, pád stejné parametrem, tj. aerodyn. vlastnostech, hmotnosti, nadmořské výšce atd. platí:

pro snížení povahy rychlosti o 10 % je potřeba zvětšit plochu vrcholu o 19 %

(například vymít vrchol o ploše 130 ft² za vrchol 160 ft² stejného typu pád stejné vzletové hmotnosti)

pro snížení povahy rychlosti o 20 % však již znamená zvětšit plochu vrcholu o rozdílných 36 %

(rozdíl mezi 130 ft² a 200 ft² u vrcholů stejného typu)

c) Kompenzovat změnu nadmořské výšky pro zachování stejné povahy rychlosti. Jak bylo uvedeno v první části nadmořskou výškou (teplotou i vlhkostí vzduchu) se snižuje objemová hmotnost vzduchu.

Pokud by někdo chtěl žít v rozdílných nadmořských výškách stejnou rychlostí jako na svém vrcholu velikosti 150 ft² na běžné české dropzone, v cca 300 m.n.m., musel by kompenzovat snížení hmotnosti vzduchu odpovídající snížení dynamického tlaku) vzduchu zvětšením plochy vrcholu následovně:

- 1800 m.n.m (například ve Sv. Mořici) - snížení hmotnosti vzduchu (o cca 16 %) odpovídající zvětšením plochy vrcholu o 19 %, tedy potřebujeme na velikost 180 ft²

- 3000 m.n.m (horní stanice lanovek v Alpách) - snížení hmotnosti vzduchu (o 26 %) odpovídající zvětšením plochy vrcholu o 35 %, tedy na velikost 200 ft²

- 6000 m.n.m (patrně někde v Himalájích) - snížení hmotnosti vzduchu (o 46 %) odpovídající zvětšením plochy vrcholu o 85 %, tedy na velikost 280 ft²

- cca 8848 m.n.m (Mt. Everest) - snížení hmotnosti vzduchu (o 62 %) odpovídající zvětšením plochy vrcholu o 163 %, tedy potřebujeme na velikost vrcholu 400 ft²

2.2.2 Plocha nosných částí

Plocha nosných částí má vliv v hradně na aerodynamickou odporovou sílu D . Vzhledem k tomu, že je plocha nosných částí odporovou sílu D co nejvíce snížit, je snaha co nejvíce snížit i průměrnou plochu nosných částí. Existují zhruba následující možnosti jak toho dosáhnout:

- dle tvaru nosných částí co nejvíce zkrátit – toto opatření má vliv jak svou stinnou stránku, nadměrně zkrátění způsobuje určitou pádovou nestabilitu tj. každé vlnění pilota pod vrchlíkem ze strany na stranu (povolená prsního popruhu po otevření – zvykne pádovou stabilitu) .

- změnit průměr nosných částí – zde je limitní pevnost použitelného materiálu

- snížit počet nosných částí – u diagonálních vztuh v konstrukci vrchlíku se vkládají nosné části na komory, ale mezi těmi komory a nově i mezi tyčemi komory. (z hlediska aerodynamiky, s ohledem na viskozitu vzduchu je vhodné – použít místo nosných částí o ekvivalentní vztuh pro zachování stejné pevnosti)

Poznámka: Jedná se často o technologie a technické inovace používané z vrchlíků pro paragliding, kde existuje mnoho optimalizačních software pro ziskání co nejlepšího vzhledu. Nosné části vzhledu padákových kluzáků (pro paragliding) jsou extrémně tenké, v běžném provozu nalyhnou na pokosení, a vyměňují se i na kolikrát ročně klouzavých padákových (pro skydiving) není vliv nosných částí na vzhledu parametry a tak zajištění, navíc nosné části musí dimenzovány na dynamické nárazy při otváření.

2.2.3 Plocha pilota

Plocha pilota Spíše u klouzavého padáku obdobně jako u nosných částí vliv v hradně na aerodynamickou odporovou sílu D

Plochu pilota nemá v praxi vzhledu na rozdíl od ostatních ploch používaných, určité (musí) používat určitou toleranci, že určité tělesné hmotnosti pilota odpovídá i jeho plocha (plocha pilota). Samozřejmě proporce nemusí být úplně přesná (například vytváří hubenější pilot v porovnání s menším podsaditějším pilotem nicméně jedná se o odchylky sice v jednotkách procent, se kterými se ale při určování hmotností limitní musí počítat.

Uvidíme-li vzhledu pro konkrétní vrchlík určitý rozsah vzletových hmotností, znamená to také, že je vrchlík navrhnutelný i na určitý rozsah odporových síly od pilota odpovídající jeho ploše (plocha pilota) v běžném skydiverském (RW kombinace, odvíjí na FreeFly).

Zvýškování vzletových hmotností při stejné ploše vrchlíku jde ruku v ruce se zvýšováním plochy pilota oproti ploše vrchlíku a má za následek zvýšení odporových síly D oproti vztahům síly L , což vzhledu znamená zvýšení

klouzářině- (zhorájeně- klouzavosti) a zářroveáˆ zvěˆtájeně- áhlu nájbáˆhu vrchlá-ku, kteráˆ navá-c jako zpáˆtnáˆj vazba ge zvěˆtájeně- odporu vrchlá-ku3) (bude vysvátleno v náˆkteráˆm z daláˆj- ch pokračáˆováˆjně-).

V praxi se tento jev zaáˆn- nájˆ projevovat u vrchlá-káˆ o ploáˆje cca 200 ft2 a u vrchlá-káˆ o ploáˆje cca 150 ft2 se jíáˆ¼ projevuje pomáˆrnáˆ váˆ½razněˆ. U vrchlá-káˆ od cca 120 ft2 a máˆn- se projevuje naprosto záˆsadm- m zpáˆsobem4) á€“ v táˆto velˆ kategorii máˆáˆ¼e i pomáˆrnáˆ neváˆ½razněˆ páˆ™ekroáˆeně- maximáˆlně- doporuáˆeněˆ hmotnosti spojeněˆ se zvěˆtájeněˆ vyvolat znaáˆn- zvěˆtájeně- áhlu nájbáˆhu vrchlá-ku i páˆ™i jeho plnáˆm vypuáˆitáˆn- . Táˆm se váˆ½razněˆ omez- rozsáˆ rychlostáˆ- plnáˆ vypuáˆitáˆnoho vrchlá-ku a páˆdovou rychlostáˆ-. V extráˆmně- m páˆ™áˆ-padáˆ máˆáˆ¼e dojáˆ-t i k situaci, áˆ¾ áˆhel nájbáˆhu se i páˆ™i plnáˆm vypuáˆitáˆn- zvěˆtáˆ- natolik, áˆ¾e dosáˆhne kritickáˆho áhlu nájbáˆhu (stav páˆ™etaáˆ¼ nebude váˆbec schopen letu.

Obdobnáˆj situace máˆáˆ¼e nastat i u vátáˆj- ch vrchlá-káˆ páˆ™i maximáˆlně- m ploáˆjněˆm zatáˆáˆ¼eněˆ- páˆ™i uáˆáˆ¼itáˆ- napáˆ kombináˆzy (wingsuit) nebo páˆ™i seskoku s taáˆ¼eněˆ½m transparentem apod. Okáˆ™áˆ-dlenáˆj kombináˆza váˆ½razněˆ zvyáˆ plochu a táˆm i odpor pilota a z toho dáˆvodu je potáˆ™eba pouáˆáˆ-t vrchlá-k o vátáˆj- ploáˆje a pohybovat se spáˆáˆje na spˆ hranici ploáˆjněˆm zatáˆáˆ¼eněˆ- uráˆeněˆho váˆ½robcem (nemluváˆ o poáˆ¼adavku na stabilně- bezprobláˆmověˆ oteváˆ-ráˆ ohledem na omezenou volnost pohybu v kombináˆze).

Plochu a odpor pilota máˆáˆ¼eme v praxi áˆáˆjsteáˆn- zmenáˆjit zaujmutáˆ-m vhodněˆ polohy v postroji (pokráˆeněˆm nohou, nakroáˆeněˆm, zapaáˆ¼eněˆm, maximáˆlněˆm páˆ™edklonem v postroji apod. á€“ paraglidistáˆ pouáˆáˆ-vájáˆ- polohu v leáˆ¼e aerodynamickou sedaáˆku).

2.2.4 Plocha váˆ½taáˆ¼něˆho padáˆj-ku, slideru apod.

Tyto plochy nezbytněˆ pro oteváˆ™eněˆ- padáˆjku vytváˆáˆ™áˆ- na oteváˆ™eněˆm padáˆjku váˆ½hradněˆ áˆj kodliváˆ½ odpor a náˆ vlivu se zmenáˆjováˆjněˆm plochy vrchlá-ku. Pouáˆáˆ-itáˆ- kolabovacáˆ- ch padáˆj- káˆ a slideráˆ máˆj z hlediska aerodynamickáˆ½ci vlastnostáˆ- padáˆjku váˆ½razněˆjájáˆ- vliv od plochy vrchlá-ku cca 200 ft2 a máˆn- . Od cca 150 ft2 se jíáˆ¼ natolik zhoráˆuj- aerodynamickáˆ vlastnosti, áˆ¾e se uáˆáˆ¼itáˆ- kolabovacáˆ- ch systáˆmáˆ- stáˆjvájˆ nezbytnostáˆ-.

Poznámka: V demonstrativněˆ- ch aerodynamickáˆ½ch váˆ½poáˆ-tech v daláˆj- ch pokračáˆováˆjněˆ- ch budeme páˆ™edpokláˆdat u naprosto dokonale zkolabovaněˆho padáˆj-ku i slideru, áˆ¾e si budeme moci dovolit jejich vliv pro zjednoduáˆjeněˆ- váˆ½poáˆ-táˆ zanedbat.

(pokráˆováˆjněˆ- páˆ™áˆ-áˆitáˆ)

1) V obecněˆ½ch aerodynamickáˆ½ch váˆ½poáˆ-tech budeme uvaáˆ¼ovat plochu v m2 (a obecněˆ metrickou soustavu) neboáˆ je to v náˆjich evropskáˆ½ch zvyklostech jednoduáˆjájáˆ-, neáˆ¼ v letectvěˆ- obecněˆ pouáˆáˆ-vaněˆ áˆ-tvereáˆn- stopy.

2) Platnost tohoto tvrzenáˆ- lze demonstrovat na situaci páˆ™i formaáˆn- m skydivingu (RW), kde je báˆáˆ¼n- áˆ¾e i maláˆ½ di n- zkáˆ hmotnosti je vátáˆjinou schopen se ve volněˆm páˆjdu vyváˆáˆit s vysokáˆ½m diverem o hmotnosti váˆ½razněˆ vyáˆj- .

3) Samotná zvlášť plošinyho zatížení bez zvlášť plochy pilota (např. při použití zátěže aerodynamické vlastnosti padáku nemějí (např. při klouzení zátěží stejně), mění se však mechanika letu zvyšuje se rychlost klouzení při plném vpuštění, rychlost pádoví, zvlášť se poloměry zatížení a při zvlášť poloměru pádechodového oblouku při pástí s narychlením.

4) Je to právě plocha pilota, která je jednou ze základních omezujících veličin pro praktické změny vrchláka (bez ohledu na pástívací rychlost, která nemusí být např. pro pástí do vody až tak rozhodující).

Další články autora:

Aerodynamika a Mechanika letu - MANTA nebo BOX?

Aerodynamika a Mechanika letu - Trekování

Aerodynamika a Mechanika letu - 7. díl

Aerodynamika a Mechanika letu - 6. díl

Aerodynamika a Mechanika letu - 5. díl

Aerodynamika a Mechanika letu - 4. díl

Aerodynamika a Mechanika letu - 3. díl

Aerodynamika a Mechanika letu - 1. díl

Paralimpionci na sportovním pádu - 2. den

Paralimpionci na sportovním pádu - 1. den