

1 Letová obálka provozních násobků

Úvod

Obálka obrátů poskytuje uživateli letadla informace o možných provozních násobcích, rozsahu rychlostí. Je to základ pro každé letadlo, které chceme, aby bylo letově způsobilé.

1.1 Stanovení základních rychlostí

V této části se stanoví základní rychlosti pro tvorbu obálky obrátů a poryvů.

1.1.1 Pádová rychlost

Pro zobrazení obálky je nutno spočítat předpokládané hodnoty rychlostí daného letadla. Základem je stanovení pádové rychlosti v_{SI} , která se spočítá z rovnováhy sil – vztlakové síly a tíhové síly.

Vyjádření vzorce:

$$L = G$$

$$\frac{1}{2} * \rho * v^2 * c_{y,max} * S = m_{MTOW} * g$$

$$v = \sqrt{\frac{2 * m_{MTOW} * g}{\rho * c_{y,max} * S}}$$

Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.

Ze vzorce tedy spočítáme pádovou rychlost pro naše letadlo.

Dosazení:

$$v_{SI} = \sqrt{\frac{2 * 450 * 9,81}{1,225 * 1,675 * 11,53}} = 19,32 \text{ m/s}$$

$$v = 69,5 \text{ km/h}$$

1.1.2 Návrhová rychlost obratu

Další potřebná rychlost, která vychází z pádové rychlosti, je návrhová rychlost obratu, tedy v_A . Tu lze určit ze vzorce:

Vzorec:

$$v_A = v_{SI} * (n_1)^2 \quad \text{Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.2)}$$

Kde n_1 je maximální kladný násobek pro tento typ letadla.

Dosazení:

$$v_A = 19,32 * 4^2 = 38,63 \text{ m/s}$$

$$v_A = 139 \text{ km/h}$$

1.1.3 Rychlost v horizontálním letu

Následuje rychlost v_H , která je stanovena z výkonnostních charakteristik. Jedná se o rychlost při horizontálním letu a slouží také k výpočtu maximální návrhové rychlosti v_D

$$v_h = 37,5 \text{ m/s} \quad (3)$$

$$v_H = 135 \text{ km/h}$$

1.1.4 Návrhová rychlost

Rychlost v_D – návrhová rychlost je volena tím, kdo letadlo navrhuje. Jsou dvě možnosti, jak ji získat, s tím že je vybrána ta rychlost, která je z oněch dvou větší a zvolená rychlost nesmí být menší než vybraná.

Vzorec:

$$v_D = 1,2 * v_H \quad (4)$$

Dosazení

$$v_D = 1,2 * 37,5 = 45 \text{ m/s}$$

Vzorec

$$v_D = 1,5 * v_A \quad (5)$$

Dosazení

$$v_D = 1,5 * 38,63 = 57,94 \text{ m/s}$$

Zvolena je tedy varianta rychlosti v_D , která je získána z rychlosti v_A . Z toho tedy plyne, že $v_D=57,94 \text{ m/s}$ neboli $v_D = 208,6 \text{ km/h}$

1.1.5 Minimální rychlost při záporném násobku

Výpočet se provádí dle vzorce, kterým byla získána pádová rychlost, dojde zde pouze ke změně součinitele vztlaku, který bude roven 0,8.

$$v_{SZ} = \sqrt{\frac{2 * m_{MTOW} * g}{\rho * S * c_{Y,max}}} \quad (61)$$

$$v_{SZ} = \sqrt{\frac{2 * 450 * 9,81}{1,225 * 11,53 * 0,8}} = 27,95 \text{ m/s}$$

$$v_{SZ} = 100,61 \text{ m/s}$$

1.1.6 Návrhová rychlost obratu při záporném násobku

Je určena z minimální rychlosti v záporném násobku v_{SZ} .

$$v_G = v_{SZ} * (n_4)^{\frac{1}{2}} \quad (72)$$

$$v_G = 27,95 * (2)^{\frac{1}{2}} = 39,53 \text{ m/s}$$

$$v_G = 142,29 \text{ km/h}$$

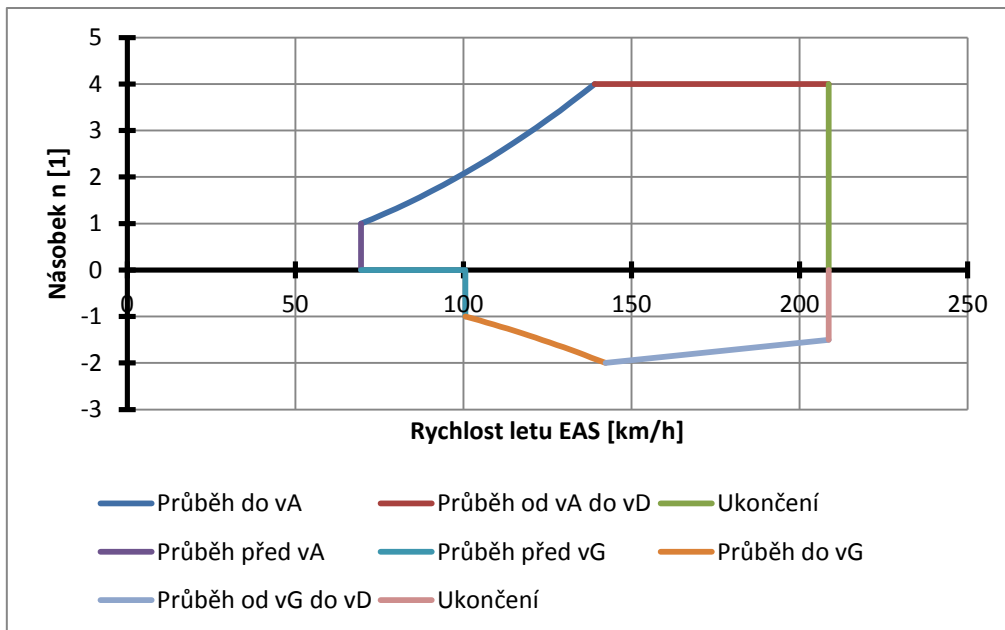
1.2 Vykreslení obálky obratů

Vykreslení obálky probíhá na základě výše stanovených rychlostí. Ty ovšem podléhají ještě maximálním násobkům. Pro rychlost v_{SI} až do v_A je násobek omezen pouze vytvořeným vztlakem, dále pak pokračuje maximálním násobkem rovným 4.

Vzorec pro výpočet násobku pro danou rychlost

$$n = \frac{\frac{1}{2} * \rho * v_{EAS}^2 * S * c_{Y,max}}{m_{MTOW} * g} \quad (83)$$

Pro záporný násobek je stejný postup, akorát jsou některé hodnoty pozměněny. Součinitel vztlaku se mění na hodnotu 0,8. Namísto v_{SI} je využito v_{SZ} . Taktéž místo v_A je použito v_G . Rovněž je zapotřebí pozměnit násobky pro jednotlivé fáze. Je dáno, že pro v_G je násobek -2, dále pro v_G je udán násobek n_3 . Další změnou je průběh grafu. Zatímco u kladných násobků byl průběh od rychlosti v_A konstantní, roven 4, tak u záporných násobků se od rychlosti v_G snižuje hodnota násobku, již musí konstrukce odolat.



Graf 1 Obálka obrátů

1.3 Obálka poryvů

Výpočet pro obálku poryvů je dán předpisem LTF-UL. Jsou v něm stanoveny postupy pro výpočty.

Prvním případem je silnější poryv o hodnotě u_B .

$$u_B = 15 \text{ m/s}$$

Pro tento poryv je spočítána rychlost letu, která se dá určit dvěma způsoby, s tím, že se vybere hodnota vyšší a rychlost nesmí být zároveň nižší, než vybraná v_B .

Vzorce

$$v_B = 0,9 * v_H \quad (94)$$

Dosazení

$$v_B = 0,9 * 37,5 = 33,75 \text{ m/s}$$

Vzorec

$$v_B = v_A \quad (105)$$

Dosazení

$$v_B = 38,63 \text{ m/s}$$

Vybraná hodnota je tedy v_B , která je rovna 38,63 m/s tedy 139,1 km/h.

Slabší poryv má hodnotu

$$u_B = 7,5 \text{ m/s}$$

Pro slabší poryv se bere rychlost v_D , která se shoduje s hodnotou pro obálku obrátů, čili $v_D = 45 \text{ m/s}$.

Vzorec pro výpočet násobku je následující:

$$n = 1 \pm \frac{0,5 * k * \rho_0 * v_{EAS} * a * u}{m_{MTOW} * g} \quad (11)$$

Kde a je hodnota stoupaní vztahové čáry v $[\text{rad}^{-1}]$, ρ_0 je hustota vzduchu dle MSA v $[\text{kg/m}^3]$, k je zmírňující součinitel, μ je relativní hmotnostní poměr. Nyní je potřeba určit chybějící koeficienty.

Hodnota μ se určí ze vztahu

$$\mu = \frac{\frac{2 * m_{MTOW}}{s}}{\rho_0 * b * a} \quad (126)$$

Dosazení

$$\mu = \frac{\frac{2 * 450}{11,53}}{1,225 * 1,21 * 4,74} = 11,097$$

Hodnota k se určí ze vzorce

$$k = \frac{0,88 * \mu}{5,3 + \mu} \quad (13)$$

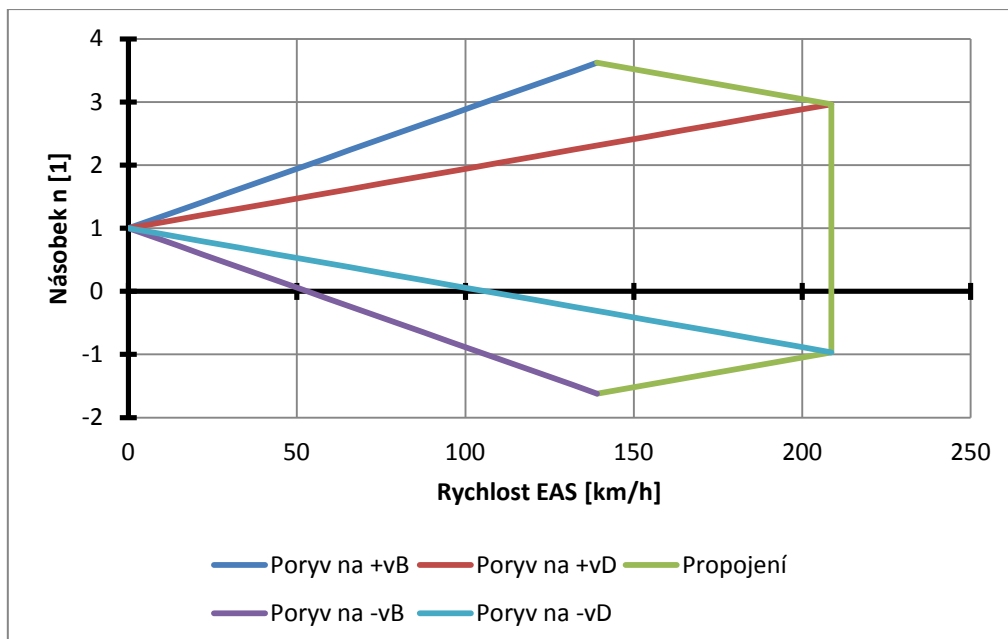
Dosazení

$$k = \frac{0,88 * 11,097}{5,3 + 11,097} = 0,59556$$

Nyní následuje výpočet násobku dle vzorce

$$n = 1 \pm \frac{0,5 * k * \rho_0 * v_{EAS} * a * u}{\frac{m_{MTOW} * g}{s}} \quad (14)$$

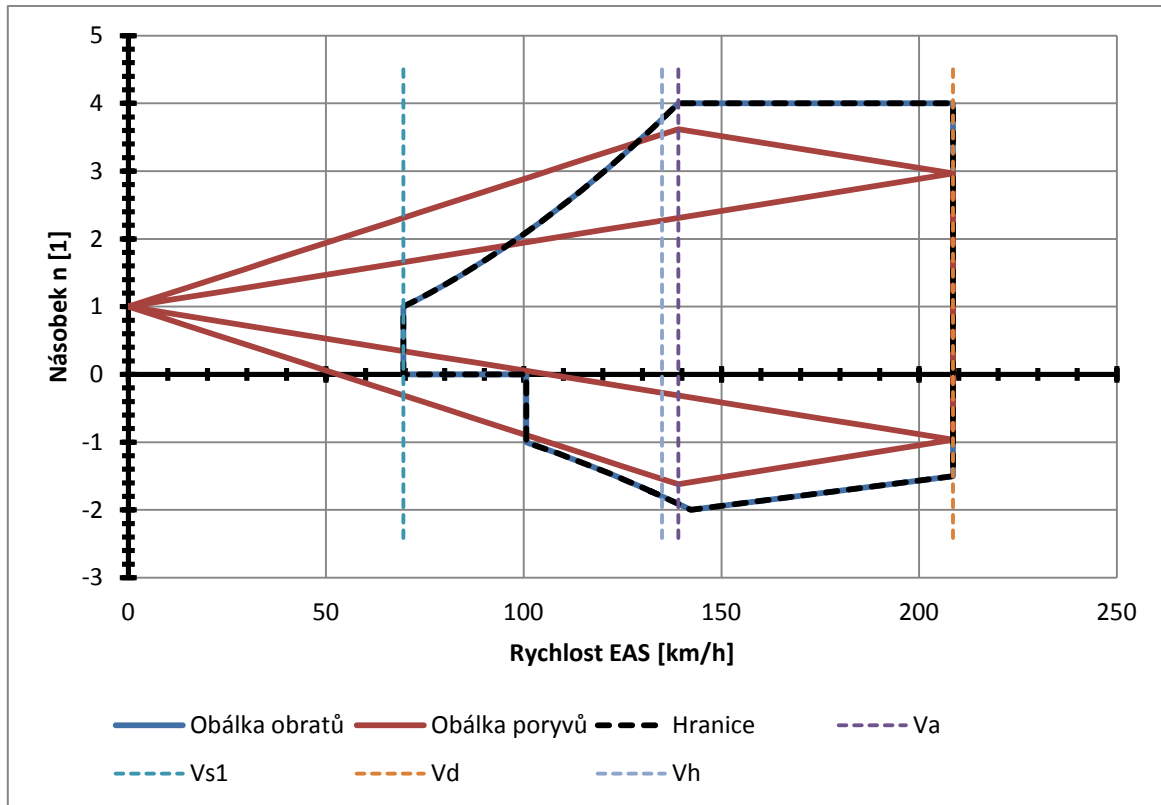
Obě obálky, jak pro poryv slabší, tak silnější, se sloučí do jednoho grafu. To slouží pro vymezení toho, co musí konstrukce vydržet.



Graf 2 Obálka poryvů

1.4 Výsledná obálka

Výsledná obálka - Graf 3, je složena z obou dvou výše vytvořených obálek – tedy obálky obrátů a poryvů.



Graf 3 Výsledná obálka