

Nedan dom generella ekvationerna för att beskriva kulbanor i 3D jag tar hänsyn till Magnus effekterna och gyroeffekterna i y axeln å z axeln eftersom hastigheten varierar i y led i kulbanan. Man löser då ett ekvationssystem med 3 andraordningens differentialekvationer. Och är hastigheten i y led i kulbanan positiv sticker kulan åt höger och uppåt. Man måste bestämma 4 st konstanter och kan göra det genom att använda mät data.

För att beräkna $Fgz(t)$ måste man ta ett extra steg i lösningen av differentialekvationen och få två vinklar och på så sätt kunna räkna ut $\Omega(t)$ den första av två punkter och dividera med $2 \Delta t$

t	Tid
$\rho(y)$	Densitet på luft vid höjd
$c_w(M)$	c_w värde på kula som funktion av Mach talet
$w(t)$	Rotations hastighet på kula vid tid och den beror på densitet på luften
$V_s + TOL$	Sidvind hastighet positiv kommer från vänster
r	Radie på kulan
A_s	Area på kulan i sido vy
A_f	Front area på kula
γ	Altitud vinkel för sikteslinje
α	Elevationsvinkel från sikteslinje
m	Massa på kula
v_{ljud}	Ljudhastighet
I	Kulans tröghetsmoment
p	Atmosfärstryck
T	Temperatur

$$F_{my}(t) = k_2 \cdot \rho(y(t)) \cdot 2 \cdot z'(t) \cdot \omega(t) \cdot r \cdot \cos\left(\operatorname{atan}\left(\frac{y'(t)}{x'(t)}\right)\right)$$

$$F_{mz}(t) = k_3 \cdot \rho(y(t)) \left(2 \cdot y'(t) \cdot \cos\left(\operatorname{atan}\left(\frac{y'(t)}{x'(t)}\right)\right) \cdot \omega(t) \cdot r - \frac{z'(t)}{|z'(t)|} \cdot \frac{z'(t)^2}{2} + \frac{V_s}{|V_s|} \cdot \frac{V_s^2}{2} \right)$$

$$F_{gz}(t) = -k_4 \cdot \rho(y(t)) \cdot I \cdot \left(\frac{d}{dt} \operatorname{atan}\left(\frac{y'(t)}{x'(t)}\right) \right) \cdot \omega(t)$$

$$x''(t) = -k_1 \cdot \rho(y(t)) \cdot c_w \left(\frac{\sqrt{x'(t)^2 + y'(t)^2}}{v_{ljud}(y(t))} \right) \cdot (x'(t)^2 + y'(t)^2) \cdot \cos\left(\operatorname{atan}\left(\frac{y'(t)}{x'(t)}\right)\right)$$

$$y''(t) = -k_1 \cdot \rho(y(t)) \cdot c_w \left(\frac{\sqrt{x'(t)^2 + y'(t)^2}}{v_{ljud}(y(t))} \right) \cdot (x'(t)^2 + y'(t)^2) \cdot \sin\left(\operatorname{atan}\left(\frac{y'(t)}{x'(t)}\right)\right) - g - \frac{F_{my}(t)}{m}$$

$$z''(t) = \frac{F_{mz}(t)}{m} + \frac{F_{gz}(t)}{m}$$

$$x(0) = 0 \quad y(0) = 0 \quad z(0) = 0 \quad x'(0) = v_0 \cdot \cos(\alpha + \gamma) \quad y'(0) = v_0 \cdot \sin(\alpha + \gamma) \quad z'(0) = 0$$

Beräkning av gyromoment kring y axeln i en kulbana där y är höjd och kraften kommer då att verka runt y axeln medurs om kulan snurrar medurs.

$$\theta(t) = \operatorname{atan}\left(\frac{y'(t)}{x'(t)}\right) \quad \Omega(t) = \frac{d}{dt} \theta(t) \quad \Omega(t) = \left(\frac{d}{dt} \operatorname{atan}\left(\frac{y'(t)}{x'(t)}\right) \right) \quad M(t) = -I \cdot \Omega(t) \cdot \omega(t)$$