

System odzysku



cansats in europe
2019 polish competition



System odzyskiwania - wymagania

- Po złożeniu spadochron może zajmować maksymalnie przestrzeń ograniczoną walcem o średnicy **66 mm** i wysokości **40 mm**
- Nie powinien mocno napierać na zasobnik!
- **Musi zapewniać szybkość opadania CanSata w przedziale 8 – 11 m/s**

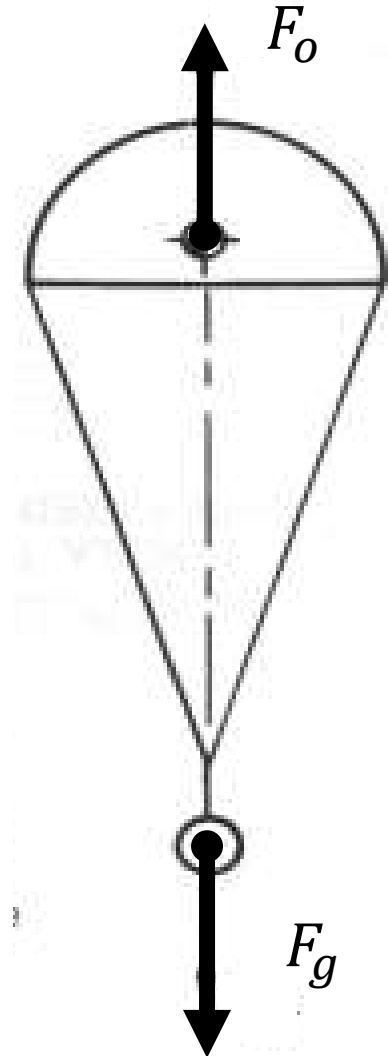


Projektowanie spadochronu

- kluczowe jest osiągnięcie zakładanej szybkości opadania
- spadochron powinien zachowywać stabilność spadania

Fizyka spadochronu

- po pewnym (krótkim) czasie siła oporu równoważy ciężar całego układu ($F_o = F_g$), a szybkość opadania stabilizuje się
- w dużym uproszczeniu: $v_{max}(m, S)$



Projektowanie spadochronu

- Jaka średnica?**

$$\begin{cases} F_g = (m_c + m_s) \cdot g \\ F_o = \frac{1}{2} \cdot v^2 \cdot S \cdot C_d \cdot \rho \end{cases}$$

$$S = \frac{2 \cdot (m_c + m_s) \cdot g}{v^2 \cdot C_d \cdot \rho}$$

gdzie:

S – powierzchnia spadochronu

v – szybkość powietrza opływającego spadochron

m_c, m_s - masa cansatu, spadochronu

g – przyspieszenie ziemskie

ρ – gęstość powietrza

C_d – bezwymiarowy współczynnik czołowego oporu aerodynamicznego, zależny od kształtu obiektu

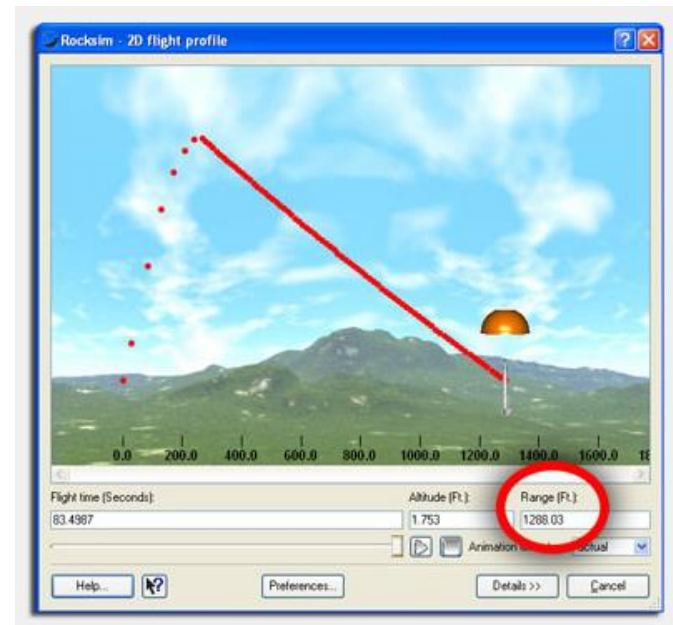
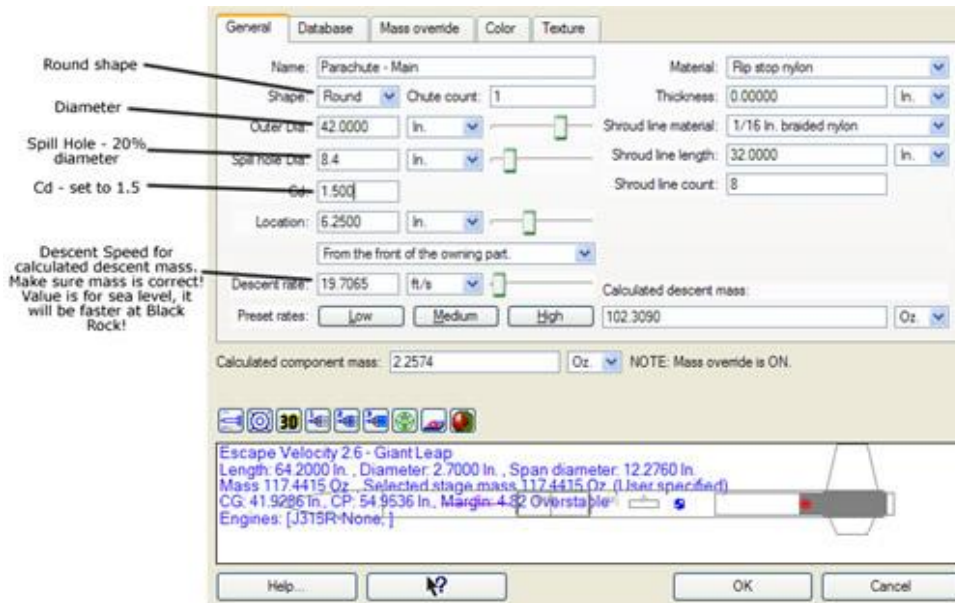
Tabela współczynników C_d

kwadrat	1,000
sześciokąt	0,866
ośmiokąt	0,828
koło	0,785

Projektowanie spadochronu



- Otwór znacznie poprawia stabilność spadochronu
- Średnica otworu $\approx 20\%$ średnicy spadochronu
- Symulacje np. w **Rocksim/ OpenRocket**



Projektowanie spadochronu

- **Przynajmniej 6 linek dla stabilności i redundancji**
- **Wykonany z nienasiąkalnego i niemnącego się materiału**
- **Jaskrawy kolor ułatwi znalezienie CanSata po upadku na ziemię**



Testy spadochronu

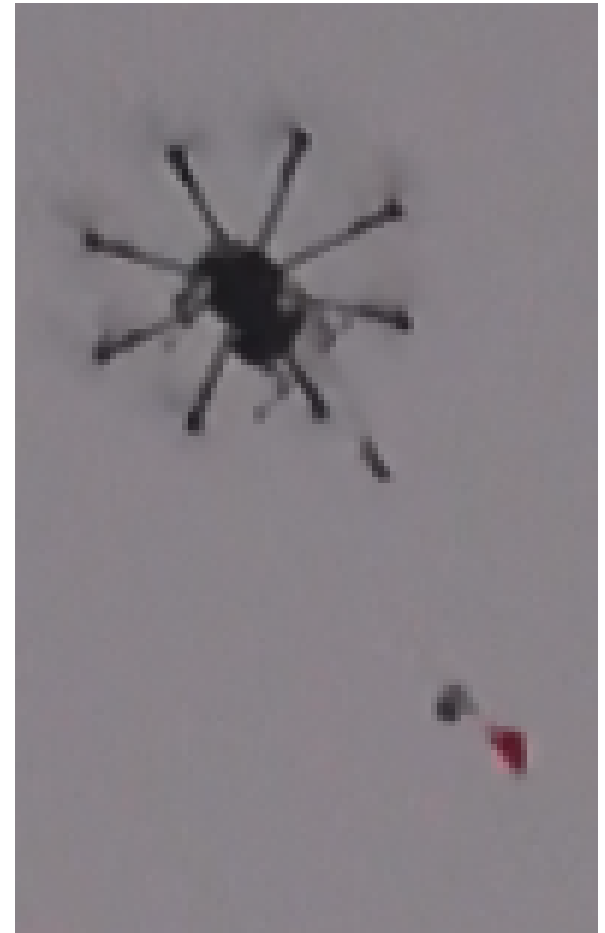
Testy w locie

- testy otwarcia się spadochronu
 - testy szybkości spadania
-
- „dummy CanSat” – model masowy

Gdzie testować?

- szkolne okno, wysokie budynki, wieże ciśnień, zwyżki strażackie, mosty, drony...

Bezpieczeństwo dla osób testujących i otoczenia!



Testy spadochronu

- Rejestracja przebiegu testu (dokumentacja – np. nagranie wideo)
- Analiza wideo - program Tracker (<https://physlets.org/tracker/>)
- Porównanie z teorią, wskazanie możliwych powodów rozbieżności

