

# PROG2

## Zadanie 1

Pavol Marák

22. 2. 2022

# Obsah

- Podmienky
- Vysvetlenie a úlohy
- Bodovanie
- Ukážka

# Podmienky

- **Deadline:** 4. 3. 2022, 23:59:59
- 10 bodov

# Odovzdávanie

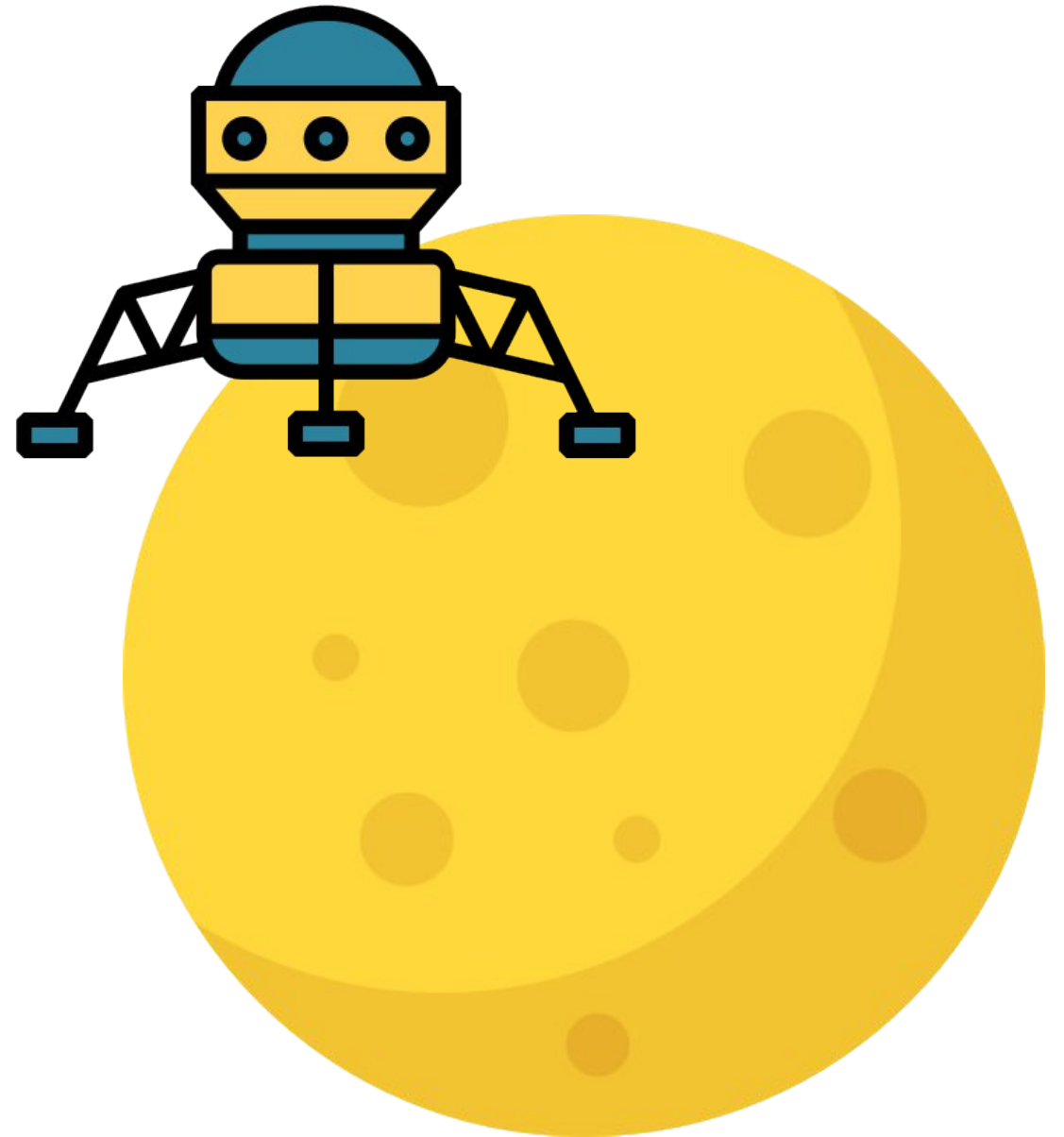
- [www.prog2.dev](http://www.prog2.dev)

# Penalizácia pri odovzdávaní zadania 1

1. pokus ..... max. 10 b
2. pokus ..... max. 9 b
3. pokus ..... max. 7 b
4. pokus ..... max. 5 b
5. pokus ..... max. 3 b
6. pokus ..... max. 1 b

# Zadanie 1

- Naprogramujte konzolovú aplikáciu v jazyku C, ktorá bude simulovať pristávanie sondy na povrchu vesmírneho telesa.
- Zjednodušený fyzikálny model.



# Zadanie 1

- **Vstup:** zadanie parametrov pristávania z klávesnice (stdin)



# Zadanie 1

- **Výstup:** formátovaný výpis do konzoly/terminálu (stdout)





# Pristávanie sondy

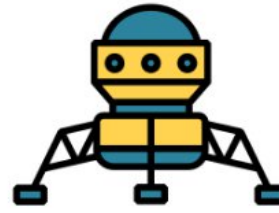
Skladá sa z **2 fáz**:

1. Fáza voľného pádu
2. Fáza riadeného pristávania

# Fáza voľného pádu

- Na začiatku simulácie sa sonda nachádza v počiatočnej výške  $H$  nad povrchom.
- Počiatočná rýchlosť sondy je  $v_0=0$  m/s.
- Na začiatku simulácie má sonda vypnutý motor a padá voľným pádom.
- Sonda padá so zrýchlením  $g$ .
- Napr. pre mesiac platí  $g=1,62$  m/s<sup>2</sup>.

Sonda

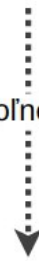


Sonda voľne padá s vypnutým motorom smerom k povrchu so zrýchlením  $a = -g$ .

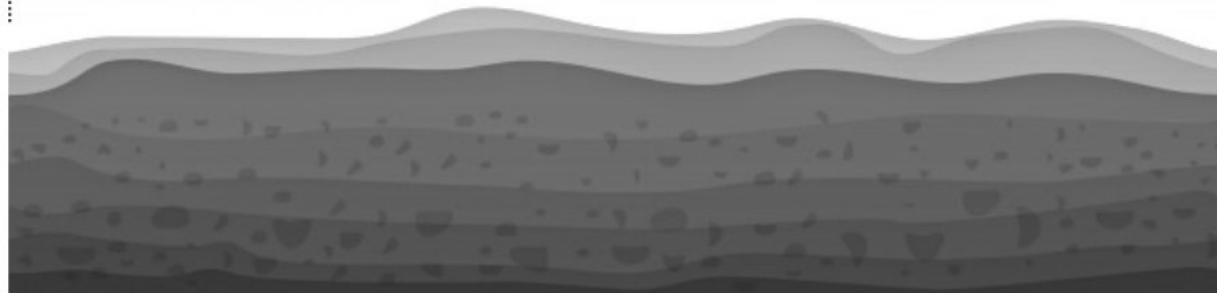
Počiatočná  
výška sondy  $H$



Smer voľného pádu



Povrch  $h=0$



# Fáza riadeného pristávania

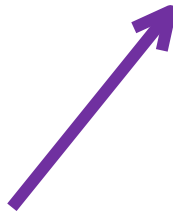
- Počas voľného pádu sondy nastane moment, kedy sonda **musí zapnúť svoj motor**, aby dokázala jeho ťahom vykompenzovať svoj voľný pád a bezpečne tak pristáť.

# Fáza riadeného pristávania

- Sonda musí zapnúť svoj motor v momente dosiahnutia kritickej výšky  $d_e$  nad povrchom, resp. po prekonaní dráhy voľného pádu  $d_f$ .

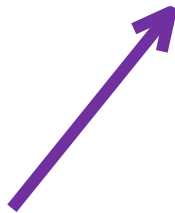
$$d_f = \frac{(A - g) \cdot H}{A}$$

$$d_f = \frac{(A - g) \cdot H}{A}$$



Zrýchlenie sondy po zapnutí  
motora (má opačný smer ako g).

$$d_f = \frac{(A - g) \cdot H}{A}$$

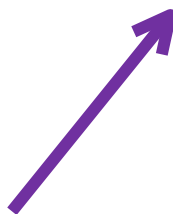


Zrýchlenie sondy po zapnutí  
motora (má opačný smer ako g).

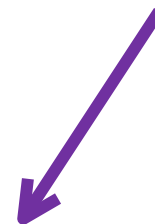
$$A = \frac{T}{m}$$

$$d_f = \frac{(A - g) \cdot H}{A}$$

Zrýchlenie sondy po zapnutí motora (má opačný smer ako  $g$ ).



Ťah motora (N)



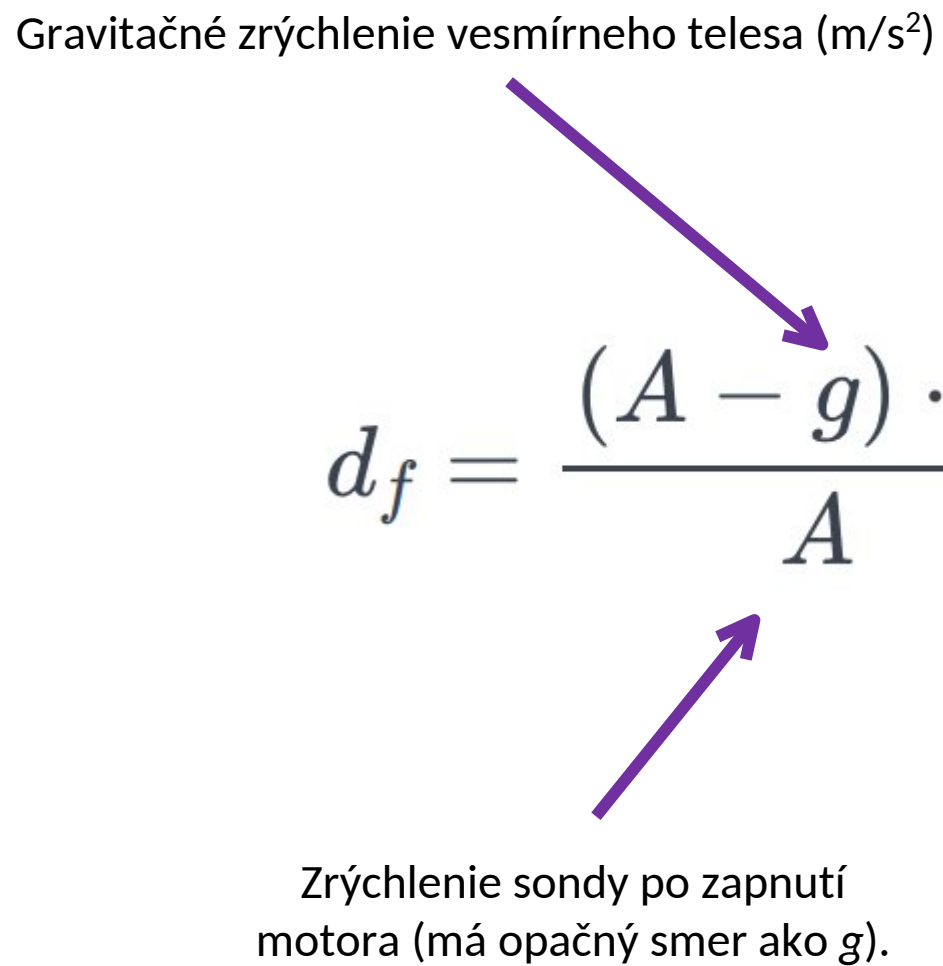
Hmotnosť sondy (kg)



$$A = \frac{T}{m}$$



Gravitačné zrýchlenie vesmírneho telesa (m/s<sup>2</sup>)


$$d_f = \frac{(A - g) \cdot H}{A}$$

Zrýchlenie sondy po zapnutí  
motora (má opačný smer ako  $g$ ).

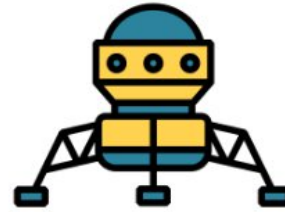
Gravitačné zrýchlenie vesmírneho telesa (m/s<sup>2</sup>)

Počiatočná výška sondy (m)

$$d_f = \frac{(A - g) \cdot H}{A}$$

Zrýchlenie sondy po zapnutí  
motora (má opačný smer ako g).

Sonda



Sonda voľne padá s vypnutým motorom smerom k povrchu so zrýchlením  $a = -g$ .

Smer voľného pádu



Počiatočná  
výška sondy  $H$



$d_f$



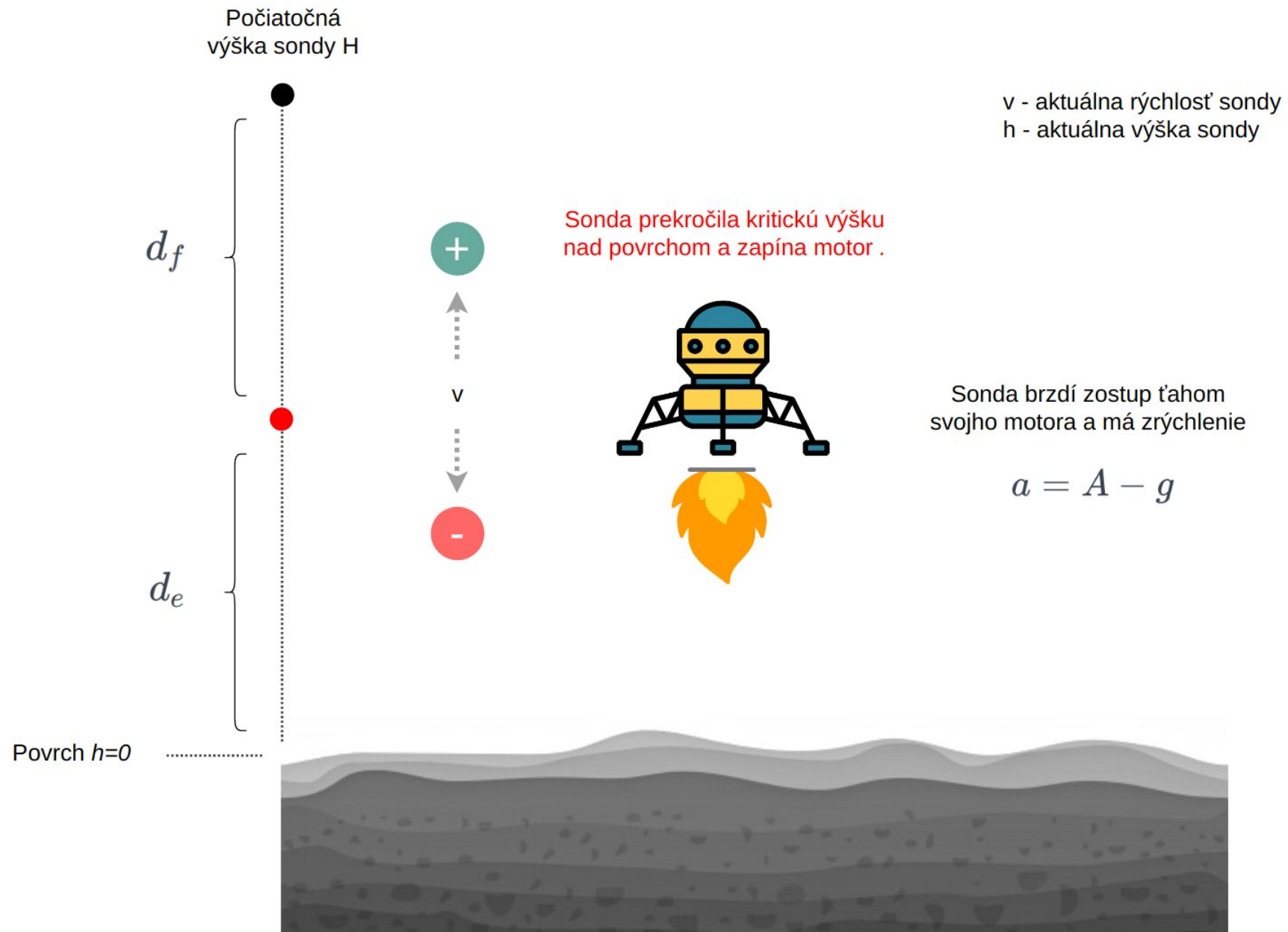
Miesto, kedy  
sonda musí  
zapnúť svoj  
motor

$d_e$



Povrch  $h=0$





# Fáza riadeného pristávania

- Sonda drží svoj motor zapnutý až do momentu, kedy jej aktuálna zostupová rýchlosť nebude v intervale  $<v_{soft}, 0)$ , čo považujeme za bezpečnú pristávaciu rýchlosť.
- Od momentu dosiahnutia bezpečnej rýchlosti, jemne riadime pristávanie pomocou vhodného zapínania/vypínania motora tak, aby sme stále udržiavali bezpečnú rýchlosť

# Vstup programu

- Po spustení sú z klávesnice načítané tieto vstupné parametre:

$m$	hmotnosť sondy (kg)
$T$	táh motora (N)
$H$	počiatočná výška sondy nad povrchom vesmírneho objektu/planéty (m)
$g$	gravitačné zrýchlenie vesmírneho objektu/planéty ( $\text{m/s}^2$ )
$v_{soft}$	maximálna povolená rýchlosť sondy v okamihu pristávania potrebná na bezpečné pristátie (m/s)
$\Delta t$	časový krok simulácie, v každom kroku sa vypočíta a zobrazí stav simulácie (s)

# Výstup programu

Po načítaní vstupných parametrov program vypíše na štandardný výstup (stdout) text skladajúci sa zo 4 častí:

1. Výpis všetkých vstupných parametrov.
2. Výpis hodnoty kritickej výšky  $d_e$ .
3. Výpis simulácie pristávania sondy s časovým krokom  $\Delta t$ .
4. Záverečný výpis

# 1. Výpis vstupných parametrov

m=17110.000

T=90000.000

H=126.000

g=4.000

vsoft=-5.000

dt=0.040

- Výpis je na **prvých 6 riadkoch**.
- Poradie parametrov sa nesmie meniť.
- Každé číslo je vypísané na 3 desatinné miesta
- Veličiny sú v základných jednotkách.



## 2. Výpis hodnoty kritickej výšky $d_e$

$d_e=95.816$

- Výpis je **na 7. riadku**.
- Číslo je vypísané na 3 desatinné miesta
- Veličina je v základných jednotkách.

### 3. Výpis simulácie pristávania s časovým krokom $\Delta t$ .

- Výpis simulácie prebieha od počiatočnej výšky  $H$  až po kontakt sondy s povrchom.
- Časový krok pre výpis simulácie je  $\Delta t$ .
- Vypisujú sa štvorice  $\{s, h, t, v\}$

```
s=0 h=0126.000 t=0.000 v=0.000
s=0 h=0125.997 t=0.040 v=-0.160
s=0 h=0125.987 t=0.080 v=-0.320
s=0 h=0125.971 t=0.120 v=-0.480
s=0 h=0125.949 t=0.160 v=-0.640
s=0 h=0125.920 t=0.200 v=-0.800
s=0 h=0125.885 t=0.240 v=-0.960
s=0 h=0125.843 t=0.280 v=-1.120
s=0 h=0125.795 t=0.320 v=-1.280
```

### 3. Výpis simulácie pristávania s časovým krokom $\Delta t$ .

V každej iterácii simulácie sa vykonajú kroky v tomto poradí:

1. Výpočet stavu motora.
2. Vypíše sa štvorica  $\{s, h, t, v\}$  (vyjadruje stav na začiatku časového úseku  $\Delta t$ ).
3. Výpočet novej výšky  $h$  (na konci časového úseku  $\Delta t$ ).
4. Výpočet novej rýchlosti  $v$  (na konci časového úseku  $\Delta t$ ).

# Výpočet stavu motora

- Motor môže nadobúdať dve hodnoty: 0 – vypnutý, 1 – zapnutý.
- Stav sa vypočíta vždy na začiatku časového úseku  $\Delta t$  a je platný počas jeho celého trvania.
- Stav motora sa určí podľa aktuálnej výšky a rýchlosti sondy.
- Ak pre aktuálnu výšku sondy platí  $h \leq d_e$ , tak sonda zapne svoj motor ak platí  $v < v_{soft}$ .

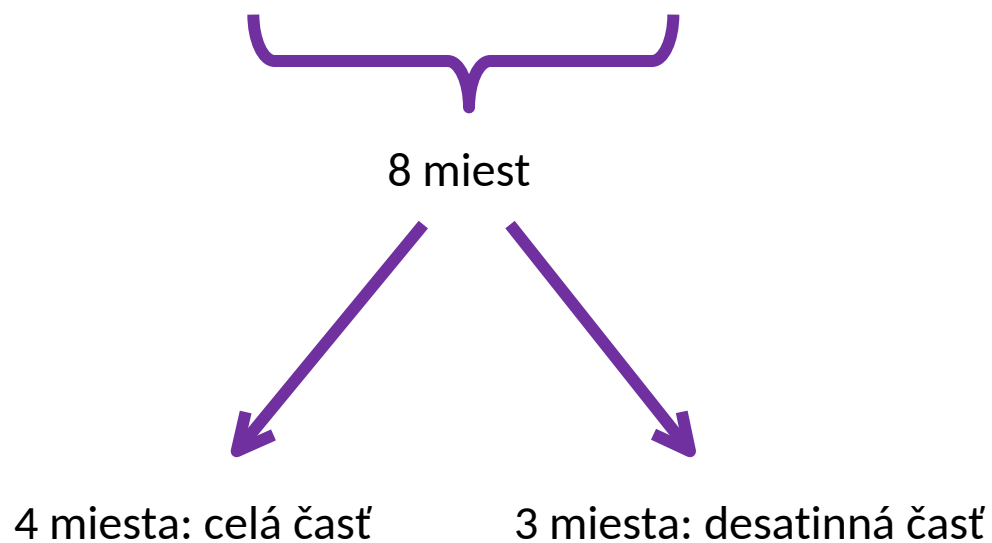
## Výpis štvorice $\{s, h, t, v\}$

$s=0$   $h=0125.949$   $t=0.160$   $v=-0.640$

- $s$  - stav motora (0 - vypnutý, 1 - zapnutý)
- $h$  - aktuálna výška sondy nad povrchom (na začiatku časového úseku  $\Delta t$ )
- $t$  - uplynutý čas simulácie (na začiatku časového úseku  $\Delta t$ )
- $v$  - aktuálna rýchlosť sondy (na začiatku časového úseku  $\Delta t$ )

Pri výpise  $h$  sa celá časť  
čísla dopĺňa nulami.

$s=0$   $h=0125.949$   $t=0.160$   $v=-0.640$



$s=0$   $h=0125.949$   $t=0.160$   $v=-0.640$



3 desatinné miesta

$s=0$   $h=0125.949$   $t=0.160$   $v=-0.640$



3 desatinné miesta



## Výpočet nové výšky

$$h_{new} = h + v \cdot \Delta t + \frac{a \cdot \Delta t^2}{2}$$

# Výpočet nové výšky

$$h_{new} = h + v \cdot \Delta t + \frac{a \cdot \Delta t^2}{2}$$



Výška na konci  
časového úseku  $\Delta t$

# Výpočet novej výšky

Výška na začiatku  
časového úseku  $\Delta t$


$$h_{new} = h + v \cdot \Delta t + \frac{a \cdot \Delta t^2}{2}$$

Výška na konci  
časového úseku  $\Delta t$

# Výpočet novej výšky

Výška na začiatku  
časového úseku  $\Delta t$

$$h_{new} = h + v \cdot \Delta t + \frac{a \cdot \Delta t^2}{2}$$

Výška na konci  
časového úseku  $\Delta t$

Rýchlosť na začiatku  
časového úseku  $\Delta t$

# Výpočet novej výšky

Výška na začiatku časového úseku  $\Delta t$

Zrýchlenie sondy

$$h_{new} = h + v \cdot \Delta t + \frac{a \cdot \Delta t^2}{2}$$

Výška na konci časového úseku  $\Delta t$

Rýchlosť na začiatku časového úseku  $\Delta t$

The diagram illustrates the components of the height calculation equation. Four purple arrows point from descriptive labels to specific terms in the equation  $h_{new} = h + v \cdot \Delta t + \frac{a \cdot \Delta t^2}{2}$ . One arrow points from 'Výška na začiatku časového úseku  $\Delta t$ ' to the variable  $h$ . Another points from 'Zrýchlenie sondy' to the variable  $a$ . A third points from 'Rýchlosť na začiatku časového úseku  $\Delta t$ ' to the variable  $v$ . The fourth points from 'Výška na konci časového úseku  $\Delta t$ ' to the variable  $h_{new}$  on the left side of the equation.

# Výpočet nové rychlosti

$$v_{new} = v + a \cdot \Delta t$$

# Výpočet nové rychlosti


$$v_{new} = v + a \cdot \Delta t$$




Rychlost na konci  
časového úseku  $\Delta t$

# Výpočet novej rýchlosti

$$v_{new} = v + a \cdot \Delta t$$



Rýchlosť na konci  
časového úseku  $\Delta t$



Rýchlosť na  
začiatku časového  
úseku  $\Delta t$



# Výpočet novej rýchlosti

$$v_{new} = v + a \cdot \Delta t$$

Zrýchlenie sondy

Rýchlosť na konci časového úseku  $\Delta t$

Rýchlosť na začiatku časového úseku  $\Delta t$

# Zrýchlenie sondy

- Ak je motor sondy zapnutý:  $a = A - g$
- Ak je motor sondy vypnutý:  $a = -g$

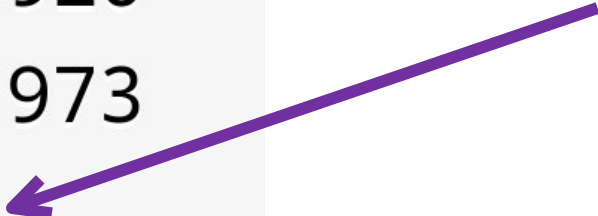
## 4. Závěrečný výpis

```
---Landed---  
h      = -000.073  
t      =  13.920  
v      =  -4.973  
total=  241  
max    =  212
```

## 4. Záverečný výpis

```
---Landed---  
h      = -000.073  
t      =  13.920  
v      =  -4.973  
total= 241  
max    = 212
```

Výpis celkového počtu riadkov  
simulácie, kedy bol motor  
sondy zapnutý







## 4. Záverečný výpis

```
---Landed---  
h      = -000.073  
t      =  13.920  
v      =  -4.973  
total= 241  
max    = 212
```

Výpis celkového počtu riadkov  
simulácie, kedy bol motor  
sondy zapnutý.

Výpis najdlhšieho časového  
úseku, kedy bol motor  
zapnutý.

---Landed---

h	=	-000	.	073
t	=	13	.	920
v	=	-4	.	973
total	=	241		
max	=	212		
				
5 znakov		4 znaky	3 znaky	
				
		8 znakov		

## Testovacie scenáre

Scenár 1    Kontrola výpisu vstupných parametrov.

1 b

Scenár 2    Kontrola výpisu kritickej výšky  $d_e$ .

2 b

Scenár 3    Kontrola výpisu riadkov simulácie.

4 b

Scenár 4    Kontrola záverečného výpisu - trojica  $\{h, t, v\}$ .

1 b

Scenár 5    Kontrola záverečného výpisu - počet riadkov simulácie, kedy bol motor sondy počas letu zapnutý.

1 b

Scenár 6    Kontrola záverečného výpisu - najdlhší časový úseku, kedy bol motor zapnutý.

1 b

Súčet

10 b

Ukážka



# Zdroje

- <https://www.flaticon.com/>