

Simulace oběhu družice kolem Země

Prokop BUBEN

obor mechanika

ÚVOD

- matematický model soustavy *družice - Země*
- řešení pomocí systému *MATLAB*
- výsledky simulace

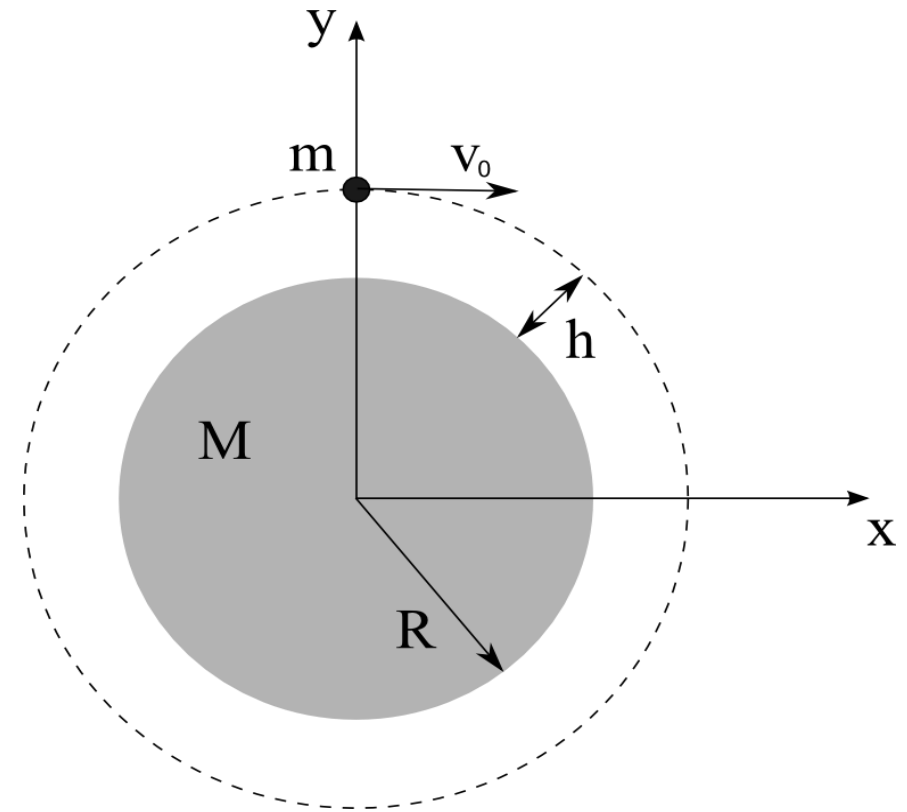
METODA ŘEŠENÍ

- Model soustavy *družice – Země*
- R – poloměr *Země*
- M – hmotnost *Země*
- m – hmotnost družice
- h – výška družice nad *Zemí*
 v_0 – počáteční rychlost družice
- Soustava pohybových rovnic

$$m\ddot{x} = -\kappa Mm \frac{1}{r^3} x$$

$$m\ddot{y} = -\kappa Mm \frac{1}{r^3} y$$

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$



ŘEŠENÍ POMOCÍ SYSTÉMU MATLAB

- řešení soustavy diferenciálních rovnic pomocí řešiče ODE23
- nejprve nutno převést soustavu diferenciálních rovnic druhého řádu na soustavu prvního řádu

$$u_1 = x, \quad u_2 = \dot{x}, \quad u_3 = y, \quad u_4 = \dot{y}$$

$$\dot{u}_1 = u_2, \quad \dot{u}_2 = -\kappa M / r^3 u_1$$

$$\dot{u}_3 = u_4, \quad \dot{u}_4 = -\kappa M / r^3 u_3$$

- řešení v Matlabu:

```
function du = druzice( t, u, p )  
  
r = sqrt(u(1)^2 + u(3)^2);  
du(1,1) = u(2); du(2,1) = -p.kappa*p.M*1/r^3*u(1);  
du(3,1) = u(4); du(4,1) = -p.kappa*p.M*1/r^3*u(3);
```

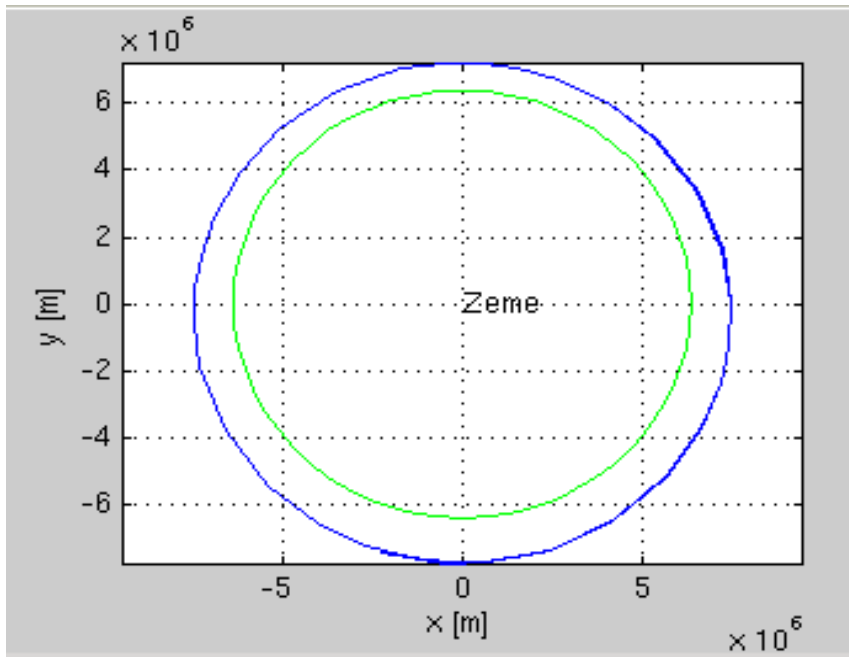
```
>> h = 8.4e5; R = 6.378e6; p.M = 5.97e24; p.kappa = 6.67259e-11;  
>> [t,u] = ode23(@(t,u)druzice(t,u,p), [0 1e8], [0 7.5587e3 R+h 0]);
```

VÝSLEDKY

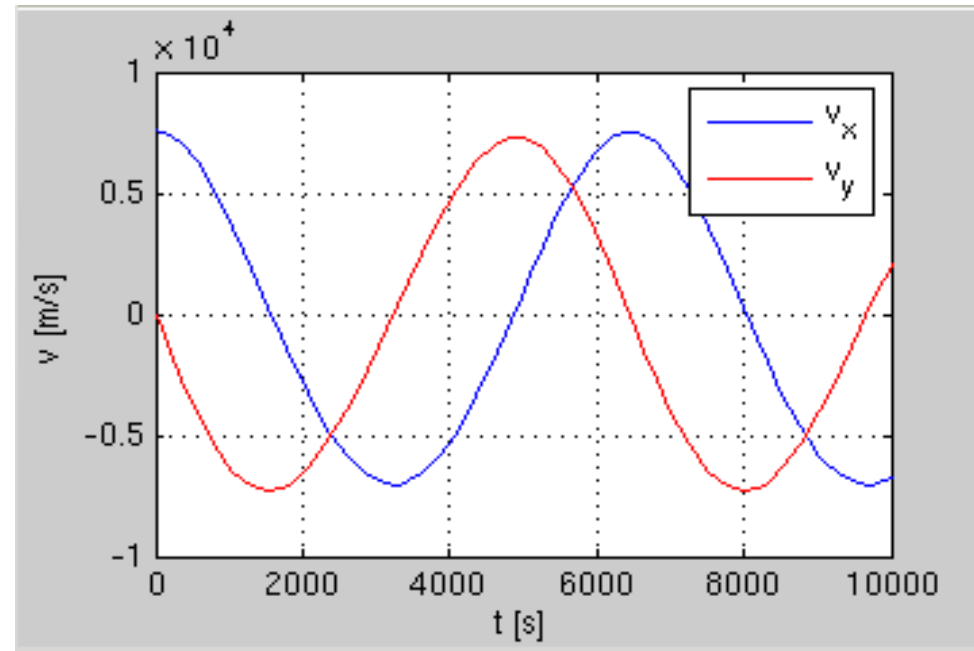
- výsledky simulace oběhu družice pro tyto hodnoty:

$$h = 8,4 \cdot 10^5, \quad R = 6,378 \cdot 10^6, \quad M = 5,97 \cdot 10^{24}, \quad \kappa = 6,67259 \cdot 10^{-11}$$

- čas v intervalu 0 – 10000s



Pohyb družice (modrá) kolem Země (zelená)



Složky rychlosti družice

ZÁVĚR

- Provedena simulace oběhu družice kolem Země
- K výpočtu použit systém Matlab a numerický řešič ode23
- Prezentovaný model je velkým zjednodušením reálné situace, pro přesnější simulace nutno zahrnout do modelu další jevy, jako je skutečná geometrie Země, ...

Děkuji za pozornost!