

## Kam až může zajít racionální přístup k věci

Napadlo vás někdy, že srazit se s vlakem je vlastně totéž jako spadnout z výšky na zem? Je to tak, pokud je ovšem hmotnost vlaku podstatně větší než hmotnost člověka, což platí téměř vždy. Základní představu o tom, jaká rychlost odpovídá jaké výšce si můžeme udělat z jednoduchého vzorečku

$$h = \frac{v^2}{2g},$$

kde  $h$  je hledaná výška,  $v$  je požadovaná rychlost a  $g$  je gravitační zrychlení  $g = 9.81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Chceme-li být přesnější, musíme započítat i odpor vzduchu. Odporová síla je dána vztahem

$$F_v = \frac{1}{2} C \rho S v^2,$$

kde  $C$  je součinitel odporu vzduchu,  $\rho$  hustota vzduchu,  $S$  průřez lidského těla a  $v$  rychlost. Součinitel odporu vzduchu se mi nepodařilo zjistit. Vycházím z toho, že lidské tělo je velmi zaoblené, takže použijeme stejný součinitel odporu jako pro kouli. Není to nejpřesnější, ale lepší aproximace mě nenapadá. Tento součinitel je tedy  $C = 0.48$ . Hustota vzduchu je za normálních podmínek  $\rho = 1.2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ . Průřez lidského těla beru  $S = 0.30 \cdot 1.80 \text{ m}$ , protože předpokládám pád po prsou.

Pád člověka je pak dán následující diferenciální rovnicí

$$\ddot{x} = -g + \frac{F_v}{m},$$

kde  $m = 70 \text{ kg}$  je hmotnost člověka. Tuto diferenciální rovnici nelze analyticky vyřešit, a tak jsem ji řešil numericky pomocí jednoduchého programu v jazyce Pascal, který naleznete v příloze tohoto dokumentu. Vybrané výsledky jsou uvedeny v následující tabulce

$h$ [m]	$v$ [ $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ ]
0	0
5	35
10	50
20	69
50	106
75	125
100	140

Výsledky jsou naprosto děsivé, uvážíme-li, že české vlaky běžně dosahují rychlosti  $140 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ , čemuž odpovídá pád ze stometrové výšky. Doufám, že to bude pro vás dostatečné varování před přecházením přes koleje mimo železniční přejezd nebo v horším případě před podlézáním závor.

Vojtěch Hrubý, 5. 2. 2006, typografie: T<sub>E</sub>X

## Listing programu

Pro zájemce mohu zaslat zdrojový kód v textovém souboru. Program lze přeložit do binární formy pomocí Delphi (Windows) nebo FreePascalu (DOS, UNIX).

```
program vlak;
const
    C=0.48;{Soucinitel odporu vzduchu}
    rho=1.2;{Hustota vzduchu}
    S=0.3*1.8;{Plocha cloveka}
    m=70;{Hmotnost cloveka}
    g=9.81;{Gravitacni zrychleni}
function odporvzduchu(v:real):real;
begin
    odporvzduchu:=1/2*C*rho*S*v*v;
end;
var
    a:real;{Zrychleni}
    v:real;{rychlost}
    x:real;{souradnice}
    t:real;{cas}
    vyska:real;{Pocatcni vyska}
const
    dt=0.0001;{casovy krok}
begin
    v:=0;
    write('Zadejte vysku v metrech: ');
    readln(vyska);
    x:=vyska;
    while (x>0) do
    begin
        a:=-g+odporvzduchu(v)/m;
        v:=v+a*dt;
        x:=x+v*dt;
    end;
    writeln('Rychlost: ',-v:3:2,' m/s, coz je ',(-v*3.6):3:2,' km/h');
end.
```