



# FIZIKALNI PROBLEMI V FILMIH

Predstavitvena naloga pri predmetu Fizika

Ljubljana, dne 29.11.2010

Avtorica: Metka Mesojedec  
Kontakt: [metka.mesojedec@gmail.com](mailto:metka.mesojedec@gmail.com)

## BATMAN – Padec z zgradbe

**Ime filma/leto:**

Batman/1989

**Spletne strani filma:**

<http://www.imdb.com/title/tt0096895/>

<http://www.megavideo.com/?v=QDFKUCH4>

**Opis filma:**

Batman je človeški netopir, ki se v mestu Gotham City bori proti zlobnežu Jokerju, možu s spačenim obrazom, in polnim zlobe, z zvitim načrtom o prevzemu mesta. Ljubka Vicky Vale, foto-novinarke, ki je za svoje delo prejela nagrado, si neznansko želi odkriti kdo je skrivnostni Batman, a se pri tem znajde v nevarnosti. Bo torej Batmanu uspelo rešiti mesto pred Jokerjem in obenem osvojiti srce prisrčne novinarke Vicky?

**Naslov scene filma:**

Padec z zgradbe

**Časovni interval na filmskem izrezku:**

1:53:40 – 1:54:10

**Fizikalni pojmi:**

Prosti pad

Pospešek

II. Newtonov zakon

**Opis scene:**

Pri Batmanu gre za prosti pad. Njegova glavna lastnost je, da nima nobenih nadnaravnih moči, pri tem pa mu fizika ne gre na roke.

## ANALIZA PROBLEMA

**Poraja sem nam vprašanje, ali bi Batman in dekle res preživela prosti pad zaustavljen z vrvjo?**

**a.) Kolikšna je hitrost in koliko poti opravita Batman in dekle med prostim padom?**

Prosti pad je enakomerno pospešeno gibanje teles brez lastnega pogona, pri katerem na telo deluje teža. Batman in dekle visita s stavbe, ki je visoka približno 2 km. Po prostem padu se naglo oziroma sunkovito ustavita. Na posnetku smo ocenili, da Batman in dekle padata približno 14 sekund.

Če zanemarimo (ne upoštevamo) sile zračnega upora, pri padu dosežeta hitrost:

$$v = g \times t = (9,81 \text{ m/s}^2) \times 14 \text{ s} = \mathbf{137\text{m/s}}$$

v ..... hitrost pada

g ..... zemeljski težni pospešek (9,81 m/s<sup>2</sup>)

t ..... čas padanja (14 s)

Pri tej hitrosti bi opravila

$$s = (g \times t^2) / 2 = (9,81 \text{ m/s}^2 \times (14\text{s})^2) / 2 = \mathbf{960\text{m}} \text{ poti.}$$

**b.) Ali pri prostem padu dosežeta tako veliko hitrost in kolikšen je pospešek pri padu?**

Preverimo ali lahko ob upoštevanju zračnega upora Batman in dekle skupaj sploh dosežeta takšno hitrost. Ocenimo površino Batmana in dekleta na 1,2 m<sup>2</sup> in koeficient upora C=1.1 (ploščca). Potem je sila upora pri padanju v zraku enaka:

$$F_u = C \times \rho_0 \times S \times v^2 = 1.1 \times 1.2 \text{ kg/m}^3 \times 1.2\text{m}^2 \times (137\text{m/s})^2 = \mathbf{30\ 000\ N.}$$

Vidimo, da bi bila sila upora pri takšni hitrosti znatno večja od teže Batmana in dekleta (F<sub>t</sub> = m×g=1350 N).

Oznake:

F<sub>t</sub> ..... teža telesa

F<sub>u</sub> ..... sila upora

m ..... masa telesa (135 kg)

C ..... koeficient upora (1.1)

ρ<sub>0</sub> ..... gostota zraka (1,2 kg/m<sup>3</sup>)

S ..... največji presek telesa

v ..... hitrost pada (137 m/s)

Dejansko hitrost, s katero padata tik preden se ustavita, dobimo iz enačbe:

$$\begin{aligned} \mathbf{F}_g - \mathbf{F}_u &= \mathbf{0} \\ \mathbf{F}_t &= \mathbf{F}_u \\ m \times g &= C \times \rho_0 \times S \times v^2 \end{aligned}$$

Izrazimo hitrost:

$$\begin{aligned} v^2 &= m \times g / C \times \rho_0 \times S = (135\text{kg} \times 9,81\text{m/s}^2) / (1,1 \times 1,2\text{kg/m}^3 \times 1,2\text{m}) \\ v &= \mathbf{29\text{ m/s}} \end{aligned}$$

Predpostavimo torej, da je masa Batmana in dekleta 135 kilogramov in da se ustavita v 0,1 sekundi. Iz definicije pospeška lahko izračunamo velikost pospeška pri zaustavljanju z vrvjo:

$$\begin{aligned} \mathbf{a} &= \Delta v / t = 29\text{ m/s} / 0,1\text{s} \\ \mathbf{a} &= \mathbf{290\text{ m/s}^2} \end{aligned}$$

**c.) Kolikšna je sila, s katero vrv deluje na telo?**

Za izračun velikosti sile, s katero vrv deluje na Batmana in dekle, uporabimo II. Newtonov zakon:

$$\begin{aligned} \mathbf{F} &= m \times a \\ F &= 135\text{kg} \times 290\text{ m/s}^2 \\ \mathbf{F} &= \mathbf{39\text{ kN}} \end{aligned}$$

### KOMENTAR NA ANALIZO PROBLEMA

Prosti pad naglo zaustavi vrv, ki pa pri obremenitvi ne počí. Vrv s premerom nekje 8 mm naj bi imela maksimalno silo 6700N<sup>1</sup>. Pri prostem padu pa je sila skoraj 8-krat večja, a vrv še vedno zdrži obremenitev! To seveda ni mogoče, razen če bi imeli zelo elastično vrv (npr. vrv za bungee jumping), kar pa v filmu ni prikazano. Napaka je opazna tudi, ko se tako naglo in hitro ustavita, a ne doživita nobenih poškodb, kar pa seveda ni mogoče v resničnem življenju. Hitro povečanje ali zmanjšanje hitrosti lahko pri ljudeh pusti velike poškodbe; od zloma večjih kosti do poškodb notranjih organov. Notranji organi niso fiksirani v telesu in se gibljejo "s konstantno hitrostjo [tako po velikosti, kot tudi po smeri], če na telo ne deluje nobena sila". Zato z veliko hitrostjo zadenejo v prsni koš, ki ga je zaustavila vrv in se pri tem tragično poškodujejo.

---

<sup>1</sup> Vir informacije:

[http://www.promontana.si/spletna-rgovina/izdelek/895/merlin\\_8mm\\_60m\\_vrv/](http://www.promontana.si/spletna-rgovina/izdelek/895/merlin_8mm_60m_vrv/)

**Analiza nam je torej dokazala, da prostega pada Batman in dekle v nobene primeru ne bi mogla preživeti.**

#### VIRI IN LITERATURA

Internetni viri:

[http://sl.wikipedia.org/wiki/Prosti\\_pad](http://sl.wikipedia.org/wiki/Prosti_pad)  
[http://sl.wikipedia.org/wiki/Newtonovi\\_zakoni\\_gibanja](http://sl.wikipedia.org/wiki/Newtonovi_zakoni_gibanja)  
<http://www2.arnes.si/~soprdrst/Gibanje/pospesek.htm>  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Acceleration>  
<http://www.physics.org/>