

INTERAKTÍVNE POČÍTAČOVÉ AKTIVITY AKO PROSTRIEDOK ROZVOJA KOMPETENCIÍ ŽIAKOV

Zuzana Ješková, Jana Kováčová
Prírodovedecká fakulta UPJŠ Košice

Abstrakt: V príspevku je analyzovaný prínos interaktívnych počítačových aktivít na rozvoj kompetencií žiakov. Na príklade atraktívneho adrenalínového športu bungee jumping sú predstavené tri aktivity vhodné k aktívnemu poznávaniu žiakov, ako videomeranie pohybu bungee skokana, matematické modelovanie pohybu a laboratórne meranie pohybu závažia zaveseného na pružnom vlákne.

Kľúčové slová: bungee jumping, videomeranie, počítačom podporovaný experiment, matematický model

Úvod

V súčasnosti prebiehajúca kurikulárna transformácia vzdelávania je založená predovšetkým na rozvoji takých zručností a schopností žiakov, ktoré je žiak schopný využiť aj v iných situáciách. Tieto tzv. kompetencie sa však dajú rozvíjať predovšetkým cez aktívnu činnosť žiakov. Žiak má byť intelektuálne zapojený a aktívne vtiahnutý do procesu učenia. Nemá byť pasívnym prijímateľom informácií. Študent na hodinách fyziky by mal realizovať rôzne aktivity. Aktivity by mali byť atraktívne, zaujímavé, mali by pritiahnúť jeho pozornosť. Tradičné vyučovanie však nie je založené na realizácii aktivít. Tieto aktivity je potrebné vytvoriť. Školy nato častokrát nemajú čas ani prostriedky. V príspevku predstavíme ukážky počítačom podporovaných aktivít zameraných na fyziku bungee jumpingu vytvorených na ODF ÚFV PF UPJŠ.

Interaktívne aktivity na ODF ÚFV PF UPJŠ

Oddelenie didaktiky fyziky ÚFV PF UPJŠ sa už niekoľko rokov venuje návrhom, príprave, realizácii a overovaniu aktivít vo vyučovaní fyziky aj v spolupráci s učiteľmi fyziky gymnázií. Pri tvorbe aktivít pre žiakov sa zameriavame na:

- Využívanie moderných technológií, a to predovšetkým prostriedkov počítačom podporovaného laboratória (MBL z angl. microcomputer-based laboratory):
 - o ako nástroja na získavanie dát z reálneho experimentu alebo videoklipu,
 - o ako nástroja na spracovanie a analýzu dát,
 - o pre dynamické modelovanie na počítači,
- tvorbu učebných materiálov, ako sú:
 - o pracovné listy,
 - o metodické materiály,
 - o súbory pripravené a priamo použiteľné v systéme COACH,
 - o vzorové výsledky pre učiteľa,
- overovanie vytvorených aktivít vo vyučovacom procese:
 - o počítačom podporované laboratórium sme otvorili pre stredoškolákov, ktorí so svojimi učiteľmi mohli realizovať podľa vopred pripraveného harmonogramu rozličné počítačom podporované aktivity,
- zaškolenie učiteľov gymnázií pre prácu v počítačom podporovanom laboratóriu,
- zverejňovanie vytvorených aktivít a materiálov na web stránkach oddelenia didaktiky fyziky (<http://physedu.science.upjs.sk>).

Bungee jumping

Bungee jumping ako známy adrenalínový šport je príkladom pohybu, ktorý sa dá využiť pri objasňovaní kinematických a dynamických zákonitostí voľného pádu, resp. kmitavého pohybu a taktiež ako príklad aplikácie zákona zachovania mechanickej energie.

Teória bungee jumpingu je pomerne jednoduchá. Predpokladajme, že bungee skokan má určitú hmotnosť m a je priviazaný k lanu dĺžky L s tuhosťou k . Pri našich úvahách však zanedbávame hmotnosť bungee lana, ktorá je oveľa menšia ako hmotnosť skokana. Zvoľme vzťažnú sústavu tak, že východisková pozícia na moste bude počiatok vzťažnej sústavy, teda $y=0$ a kladný smer osi y smeruje nadol.

Počas pohybu bungee skokan vykonáva dva druhy pohybov.

a) $y < L$

Jediná sila, ktorá počas tejto časti pohybu pôsobí na skokana, je tiažová sila a skokan koná voľný pád.

Z energetického hľadiska sa skokan vyznačuje kinetickou energiou a potenciálnou energiou tiažovou, ktorá je vzhľadom na zvolenú vzťažnú sústavu a nulovú hladinu zvolenú v mieste odkiaľ skokan skáče rovná:

$$E_{\text{potiaz}} = -mgy \quad E_K = \frac{1}{2}mv^2$$

Celková mechanická energia musí byť rovnaká ako na začiatku, teda nulová.

Ak skokan dosiahne $y=L$, bungee lano je natiahnuté do jeho plnej dĺžky a od tohto momentu ďalej sa lano správa ako pružina, ktorá skokana ťahá naspäť hore.

b) $y > L$

V prípade, že $y > L$, lano sa natiahne o veľkosť $s=y-L$ a okrem konštantnej gravitačnej sily začína pôsobiť aj nahor smerujúca sila pružnosti bungee lana:

$$F_p = -k \cdot (y - L)$$

Celková pôsobiaca sila na skokana v každom okamihu je:

$$\vec{F} = \vec{F}_g + \vec{F}_p$$

Pričom pre jej veľkosť platí:

$$F = mg - k \cdot (y - L)$$

Tiažová sila a sila pružnosti pôsobia v navzájom opačných smeroch, pričom tiažová sila je konštantná, pôsobí smerom nadol a sila pružnosti lineárne narastá, pôsobí smerom nahor. To znamená, že celková sila $F = F_G - k(y - L)$ smeruje nadol, pričom jej veľkosť postupne klesá až po polohu $y=B$, kedy obidve sily sú v rovnováhe ($F_G = F_p$), t.j. $F = 0$.

Vtedy platí:

$$\begin{aligned} mg - k(B - L) &= 0 \\ kB - kL &= mg \\ B &= \frac{mg + kL}{k} = L + \frac{mg}{k} \end{aligned}$$

Ak $y > B$, sila pružnosti prevyšuje tiažovú silu a výslednica týchto síl smeruje nahor a zväčšuje svoju veľkosť. Na základe druhého Newtonovho zákona pôsobiaca sila udelí skokanovi zrýchlenie, ktoré sa počas pohybu mení podľa vzťahu:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{mg - k(y - L)}{m} = g - \frac{k}{m}(y - L)$$

Z energetického hľadiska sa skokan okrem potenciálnej energie tiažovej a kinetickej energie vyznačuje ešte potenciálnou energiou pružnosti, ktorá je úmerná druhej mocnine predĺženia lana :

$$E_{pp} = \frac{1}{2}k(y - L)^2 \quad E_p = -mgy \quad E_K = \frac{1}{2}mv^2$$

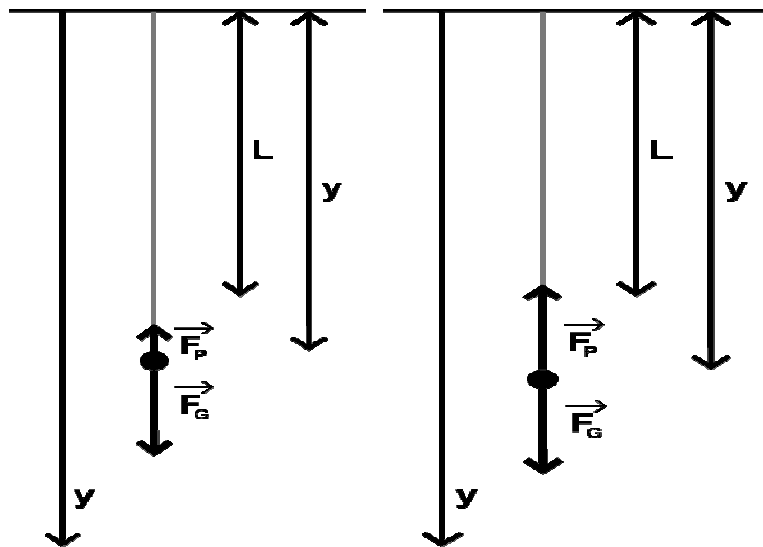
Celkový súčet energií musí byť opäť rovný nule.

Ak sa guma natiahne do svojej maximálnej dĺžky y_{\max} , v tomto bode rýchlosť nadobúda nulovú hodnotu a teda aj kinetická energia sa rovná nule. Potenciálna energia tiažová sa premení na potenciálnu energiu pružnosti. Pre energie v tomto prípade platí:

$$\frac{1}{2}k(y_{\max} - L)^2 = mgy_{\max}$$

Z posledného vzťahu vyplýva, že pri známej výške y_{\max} , (napríklad výška žeriava, respektíve mosta, z ktorého sa skáče nad zemou), dĺžke lana L a hmotnosti skokana m , pre tuhosť lana platí

$$k = 2mg \frac{y_{\max}}{(y_{\max} - L)^2}$$



Obr. 1: Sily pôsobiace na skokana počas pádu

Matematické modelovanie pohybu bungee skokana

Na vytvorenie modelu pohybu bungee skokana využijeme program COACH a model vytvoríme metódou dynamického modelovania. V postupnom slede časových krokov určujeme výslednú silu pôsobiacu na skokana a z nej vyplývajúce zrýchlenie, rýchlosť a polohu. Program môžeme doplniť aj o výpočet energií, príp. o pôsobenie sily odporu, ktorá pohyb skokana počas pohybu brzdí.

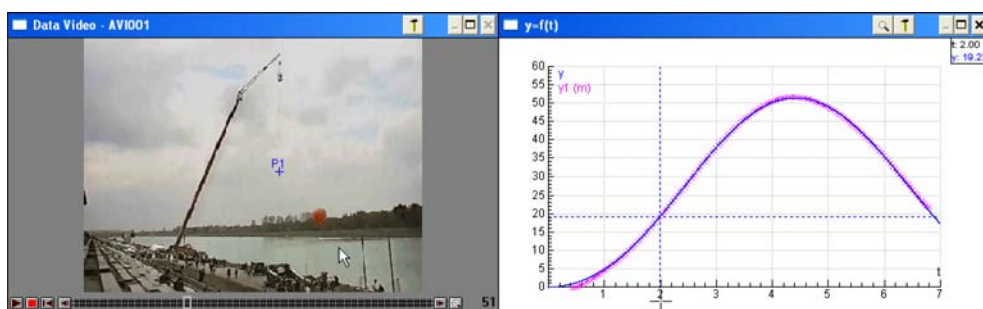
Tab 1: Matematický model pohybu bungee skokana vytvorený v systéme COACH

Model	Počiatkové hodnoty a konštanty
$t=t+dt$ if $y<L$ then $F_p=0$ else $F_p=-k*(y-L)$ endif $F_o=-r*\text{sign}(v)*\text{sqr}(v)$ $F=FG+F_p+F_o$ $a=F/m$ $v=v+a*dt$ $y=y+v*dt$ $E_{\text{ptiaz}}=E_{\text{ptiaz}}+(-FG)*v*dt$ if $y<L$ then $E_{\text{ppruz}}=0$ else $E_{\text{ppruz}}=E_{\text{ppruz}}+(-F_p)*v*dt$ endif $E_k=0.5*m*\text{sqr}(v)$	$dt=0.001$ $t=0$ $m=50$ $g=9.81$ $k=40$ $v=0$ $y=0$ $L=20$ $E_{\text{ptiaz}}=0$ $E_{\text{ppruz}}=0$ $E_k=0$ $FG=m*g$ $r=0.05$

Videomeranie pohybu bungee skokana

Ako to vyzerá pri reálnom bungee jumping je možné overiť na vopred pripravenom videoklipe pohybu bungee skokana. Na tomto videoklipe je možné realizovať tzv. videomeranie, t.j. meranie časovej závislosti polohy skokana počas pádu. K tomu je potrebné najskôr stanoviť súradnicový systém a video okalibrovať, teda stanoviť mierku osí. Potom je možné videoklip prehrať a na každom snímku označiť polohu skokana, ktorá sa zaznamená do grafu $y=f(t)$. Z grafu $y=f(t)$ je možné vytvoriť ďalšie grafy $v(t)$, $a(t)$, resp. urobiť rozbor síl a energií, ktoré pôsobia na skokana počas skoku.

K realizovaniu videomerania sme pripravili pracovný list, ktorý môže učiteľ použiť pri samostatnom žiackom meraní v počítačom podporovanom laboratóriu. Žiaci pracujúci vo dvojiciach na základe pracovného listu tvoria predpovede o priebehu sledovanej závislosti, následne ju overujú reálnym meraním na videoklipe, vytvárajú nové grafy a závislosti, hľadajú fyzikálny význam parametrov grafu, odpovedajú na otázky a úlohy.



Obr. 2: Okno s videoklipom bungee skokana a graf závislosti polohy skokana získaný meraním na videoklipe (ružová krížiková čiara) a matematickým modelom (modrá čiara)

Počítačom podporované laboratórne meranie bungee jumping

Bungee jumping je možné modelovať aj v laboratórnych podmienkach pohybom závažia zavesenom na pružnom gumenom vlákne. Naše merania boli realizované so závažím hmotnosti 0,5kg zavesenom na vlákne dĺžky 13 cm. Počas pohybu závažia sme merali polohu a silu pôsobiacu na závažie počas pohybu systémom COACH vybaveným ultrazvukovým senzorom polohy a senzorom sily.

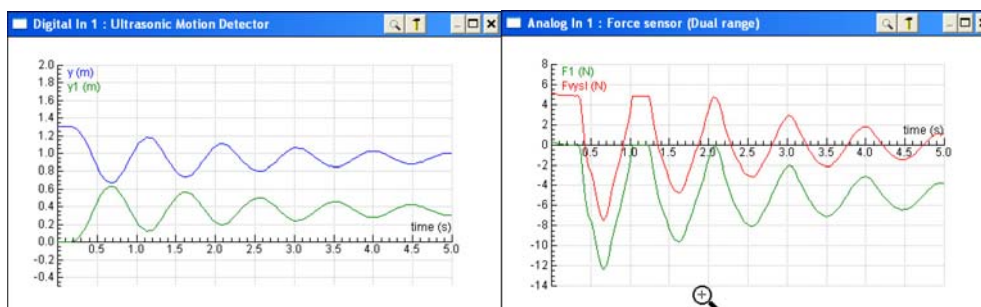
Senzor polohy bol počas merania umiestnený dole pod závažím, pričom hodnoty polohy závažia voči senzoru y sme pretransformovali tak, aby vzťažný bod bol umiestnený v mieste, odkiaľ bolo závažie pustené y_1 (obr. 3a).

Senzor sily meria silu, ktorou na neho pôsobíme. Najskôr sme senzor sily vynulovali v prípade, že je na ňom zavesené iba gumené vlákno. Ak naňho zavesíme závažie, meria silu, ktorou pôsobíme na vlákno a teda prostredníctvom vlákna na senzor. Podľa zákona akcie a reakcie je sila, ktorou pôsobí vlákno na závažie rovnako veľká. To znamená, že senzor sily sníma veľkosť sily, ktorou pôsobí vlákno na závažie, t.j. silu pružnosti vlákna F_1 . Výsledná sila pôsobiaca na závažie je súčtom sily pružnosti vlákna a tiažovej sily F_{vysl} (obr.3b).

Z nameranej závislosti polohy závažia od času (po vyhladení nerovností) je možné vytvoriť graf závislosti rýchlosti, resp. zrýchlenia od času. Z grafu závislosti sily pružnosti od predĺženia je možné určiť tuhosť gumeného vlákna ako smernicu tejto závislosti (obr.4a).

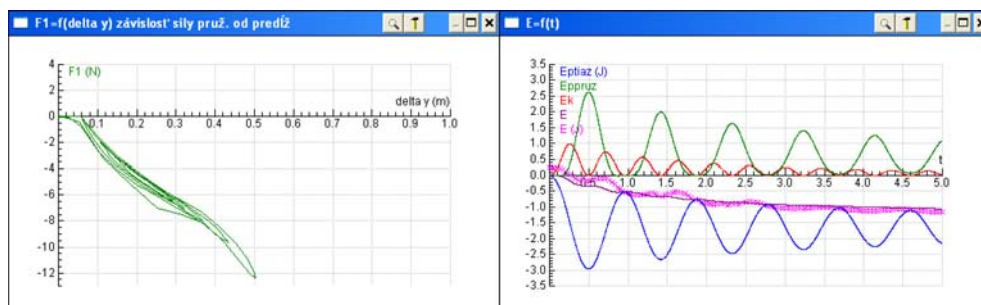
Ďalej je možné urobiť energetickú bilanciu pohybu vyčíslením kinetickej energie, potenciálnej energie tiažovej, potenciálnej energie pružnosti a celkovej mechanickej energie, ktorá by v prípade nulových strát mala byť nulová. Keďže v našom prípade dochádza počas pohybu k stratám energie, celková mechanickej energia postupne klesá (obr.4b).

Opäť podobne ako v prípade videomerania je možné porovnať matematický model s reálnym meraním a voľbou vhodných parametrov je možné ukázať zhodu experimentu s teóriou. Z obr.4b vidieť dobrú zhodu celkovej mechanickej energie získanej matematickým modelovaním (fialová čiara) a experimentom v laboratóriu (ružové krížiky).



Obr.3a: Závislosť polohy závažia od času $y_1=f(t)$

Obr.3b: Závislosť sily pružnosti od času $F_1(t)$ a výslednej sily pôsobiacej na závažie od času $F_{vysl}(t)$



Obr.4a: Závislosť sily pružnosti od predĺženia $F_1(t)$

Obr.4b: Závislosť kinetickej, potenciálnej energie tiažovej, pružnosti a celkovej mechanickej energie od času $E_k(t)$, $E_{ptiaz}(t)$, $E_{ppruz}(t)$, $E(t)$

Záver

V príspevku sme sa pokúsili predstaviť zaujímavý fyzikálny jav bungee jumping, ktorý predstavuje pre žiakov atraktívnu situáciu. Na tomto jave sme prostredníctvom

interaktívnych počítačových aktivít ukázali platnosť fyzikálnych zákonov. Žiaci môžu v počítačom podporovanom laboratóriu vytvoriť matematický model bungee jumpingu na počítači, realizovať reálne meranie na videoklipe, resp. laboratórne meranie podporované počítačom a môžu porovnať model s výsledkami experimentu a ukázať, že teoretický model odpovedá reálnemu experimentu. Na oddelení didaktiky fyziky pokračujeme v tvorbe takýchto interaktívnych počítačových aktivít aj v spolupráci s učiteľmi. V rámci realizácie grantového projektu zaškolíme učiteľov pre prácu v počítačom podporovanom laboratóriu a poskytneme im naše laboratórium pre realizáciu takýchto interaktívnych počítačových aktivít so žiakmi s cieľom získania skúseností a vylepšenia a skvalitnenia pripravovaných materiálov.

PodĎakovanie

Príspevok vznikol ako súčasť riešenia projektu KEGA 3/6300/08 Interaktívne počítačom podporované aktivity ako prostriedok rozvoja kľúčových a predmetových kompetencií žiakov stredných škôl a ich implementácia do vyučovania fyziky.

Literatúra

- [1] Biezeveld, H. 2003: *The Bungee Jumper: A Comparison of Predicted and Measured Values*, In: *The Physics Teacher*, April 2003, 238-241
- [2] Horton, P. 2004: *Elastic experiment is licensed to thrill*, In: *Physics Education*, July 2004, 326-328
- [3] Menz, P., G.1993: *The Physics of Bungee Jumping*, In: *The Physics Teacher*, November 1993, 483-487
- [4] www.bungee.sk
- [5] www.pa.uky.edu/~moshe/phy231/lecture_notes/bungee_forces.html
- [6] www.pa.uky.edu/~moshe/phy231/lecture_notes/bunbgee_energy.html
- [7] www.cma.science.uva.nl

Adresa autorov

RNDr. Zuzana Ješková, PhD., Jana Kováčová
Prírodovedecká fakulta UPJŠ Košice
Jesenná 5
040 01 Košice
Email: zuzana.jeskova@upjs.sk