

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Digitální učební materiál

Číslo projektu	CZ.1.07/1.5.00/34.0802
Název projektu	Zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT
Číslo a název šablony klíčové aktivity	III/2 – Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT
Příjemce podpory	Gymnázium, Jevíčko, A. K. Vitáka 452

Název DUMu	Kinematika mechanického kmitání
Název dokumentu	VY_32_INOVACE_17_11
Pořadí DUMu v sadě	11
Vedoucí skupiny/sady	Mgr. Petr Mikulášek
Datum vytvoření	1. 5. 2013
Jméno autora	Mgr. Jiří Janeček
e-mailový kontakt na autora	janecek@gymjev.cz
Ročník studia	2.
Předmět nebo tematická oblast	Fyzika
Výstižný popis způsobu využití materiálu ve výuce	Shrnutí a procvičování učiva. Inovace: využití ICT, mezipředmětové vztahy – matematika, informační a komunikační technologie



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Teorie

Mechanický oscilátor může tvořit těleso zavěšené na pružině. Jestliže je těleso zavěšené na pružině v klidu, nachází se oscilátor v rovnovážné poloze. Jestliže jej vychýlíme z rovnovážné polohy, začne konat harmonický kmitavý pohyb. Základními charakteristikami tohoto pohybu jsou:

$T(s)$ - perioda, která udává dobu jednoho kmitu,

$f(Hz)$ - frekvence, která udává počet kmitů za 1s,

$y(m)$ – okamžitá výchylka, která udává vzdálenost od rovnovážné polohy,

$y_m(m)$ – maximální výchylka (amplituda),

Rovnice kmitavého pohybu: $y = y_m \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$,

$v(m \cdot s^{-1})$ – okamžitá rychlost kmitavého pohybu,

$v_m(m \cdot s^{-1})$ – maximální rychlost kmitavého pohybu, $v_m = \omega \cdot y_m$,

Rovnice pro rychlost kmitavého pohybu: $v = v_m \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$,

$a(m \cdot s^{-2})$ – okamžité zrychlení kmitavého pohybu,

$a_m(m \cdot s^{-2})$ – maximální zrychlení kmitavého pohybu, $a_m = \omega^2 \cdot y_m$,

Rovnice pro zrychlení kmitavého pohybu: $a = -a_m \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$

Pomůcky

Pružiny různé tuhosti, závaží, stojan, držák, tyčka, kartón o poloměru 10 cm, sonar Go!Motion, počítač s programem Logger Pro, dataprojektor.

Postup Určení závislosti okamžité výchylky a rychlosti na čase

- Ke stojanu připevněte pomocí svorky tyč, tak aby zaujímal vodorovnou polohu. Na konec tyče zavěste pružinu. Na pružinu zavěste závaží.
- Pod závaží umístěte sonar. Přepínač přepněte do polohy vozíček. Sonar zapojte do USB portu počítače. Závaží musí být při maximální výchylce minimálně 15 cm od sonaru.
- V programu Logger Pro v menu **Experimenty** → **Sběr dat** nastavte dobu měření na 5 s.
- Uvedte pružinový oscilátor do pohybu a současně zahajte měření stiskem tlačítka **Sběr dat**.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE

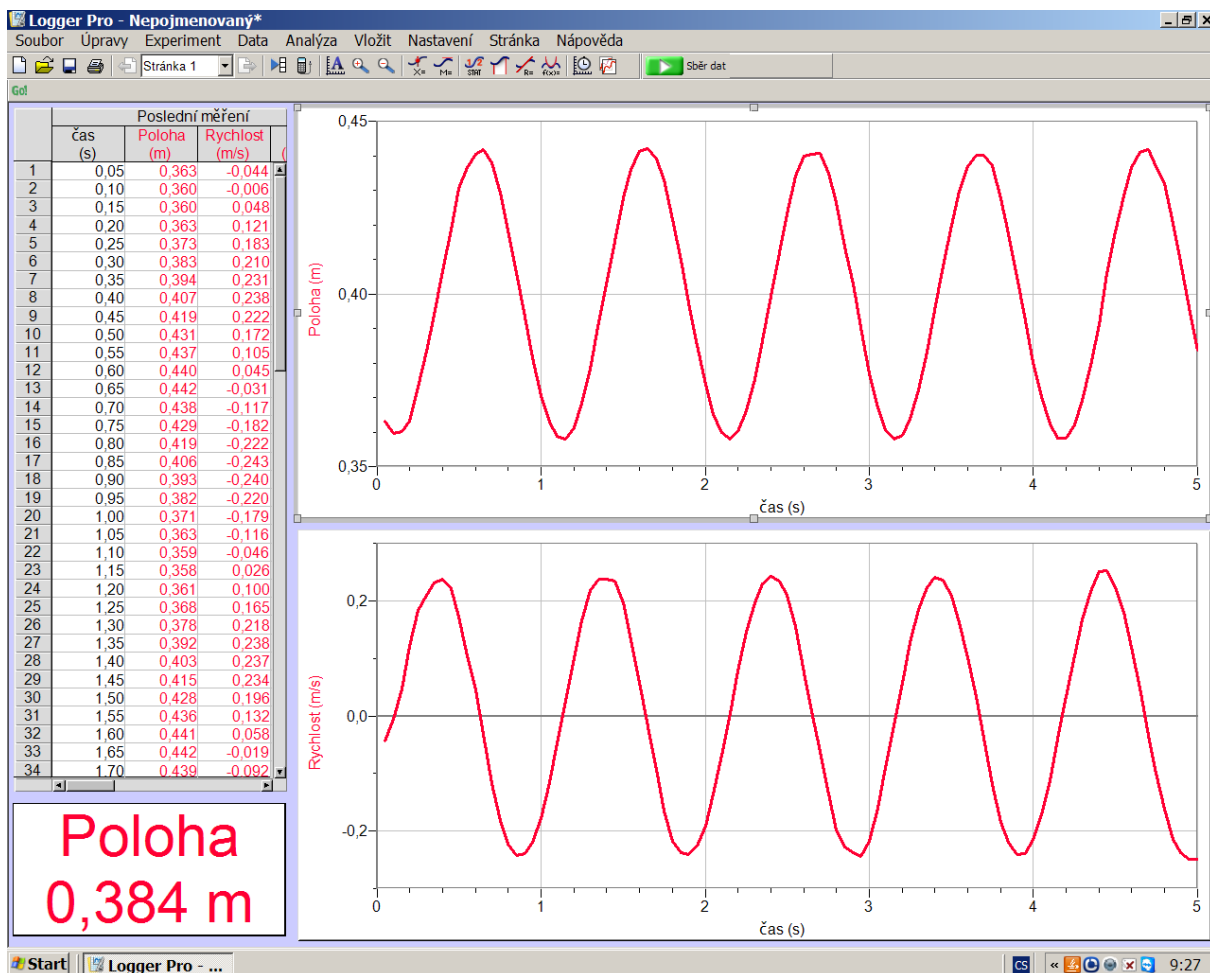


MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Pružina 1, hmotnost zavěšeného tělesa $m=617,1\text{g}$

Úkoly pro žáky:

1. Z grafu závislosti polohy na čase určete maximální výchylku, periodu, frekvenci a počáteční fázi kmitání.
2. Z grafu závislosti rychlosti na čase určete maximální rychlost, periodu, frekvenci a počáteční fázi kmitání.
3. Při jaké výchylce má rychlost maximální hodnotu? Při jaké výchylce má rychlost nulovou hodnotu?



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



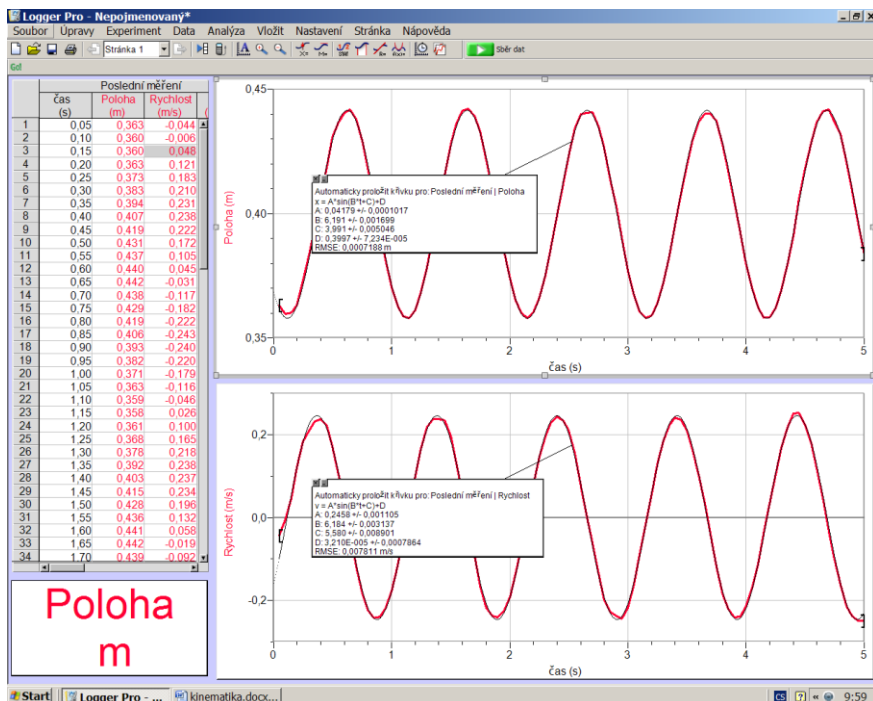
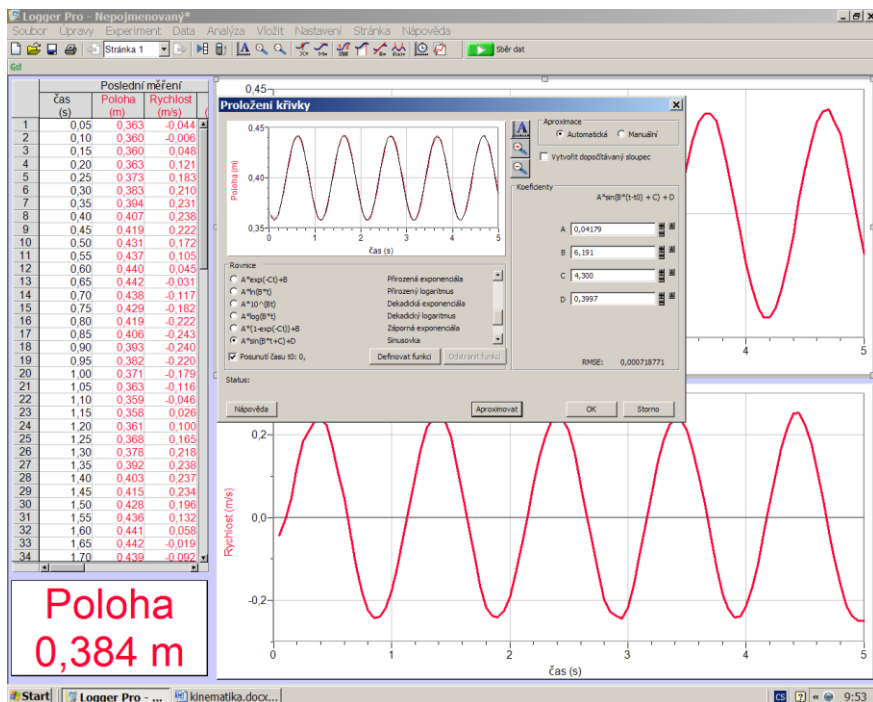
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

V menu zvolíme **Analýza** → **Proložit křivku**, vybereme funkci sinus a dáme **Aproximovat**. Jestliže body proložené křivkou leží na křivce, potvrdíme stiskem tlačítka **OK**.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vysvětlení Graf závislosti polohy na čase

Grafem je sinusoida $y = y_m \cdot \sin(\omega t + \varphi_0) + D$

A představuje maximální výchylku (amplitudu) v metrech, $A = y_m = 4,179$ cm

B je úhlová frekvence kmitání v $\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$, $B = \omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} = 6,191$ $\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$

C udává počáteční fázi v radiánech, $\varphi_0 = 3,991$ rad

D určuje vzdálenost rovnovážné polohy od sonaru, $D = 39,97$ cm

Vysvětlení Graf závislosti rychlosti na čase

Grafem je sinusoida $v = v_m \cdot \sin(\omega t + \varphi_1)$

A představuje maximální rychlost (amplitudu) v $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, $A = v_m = 0,2458$ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, můžeme ověřit vztah $v_m = \omega y_m = 6,184 \cdot 0,04179 = 0,2584$. Rozdíl mezi hodnotami je dán číselnou derivací.

B je úhlová frekvence kmitání v $\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$, $B = \omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} = 6,184$ $\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$

C udává počáteční fázi v radiánech, $\varphi_1 = \varphi_0 + \frac{\pi}{2} = 5,580$ rad

D je nula



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



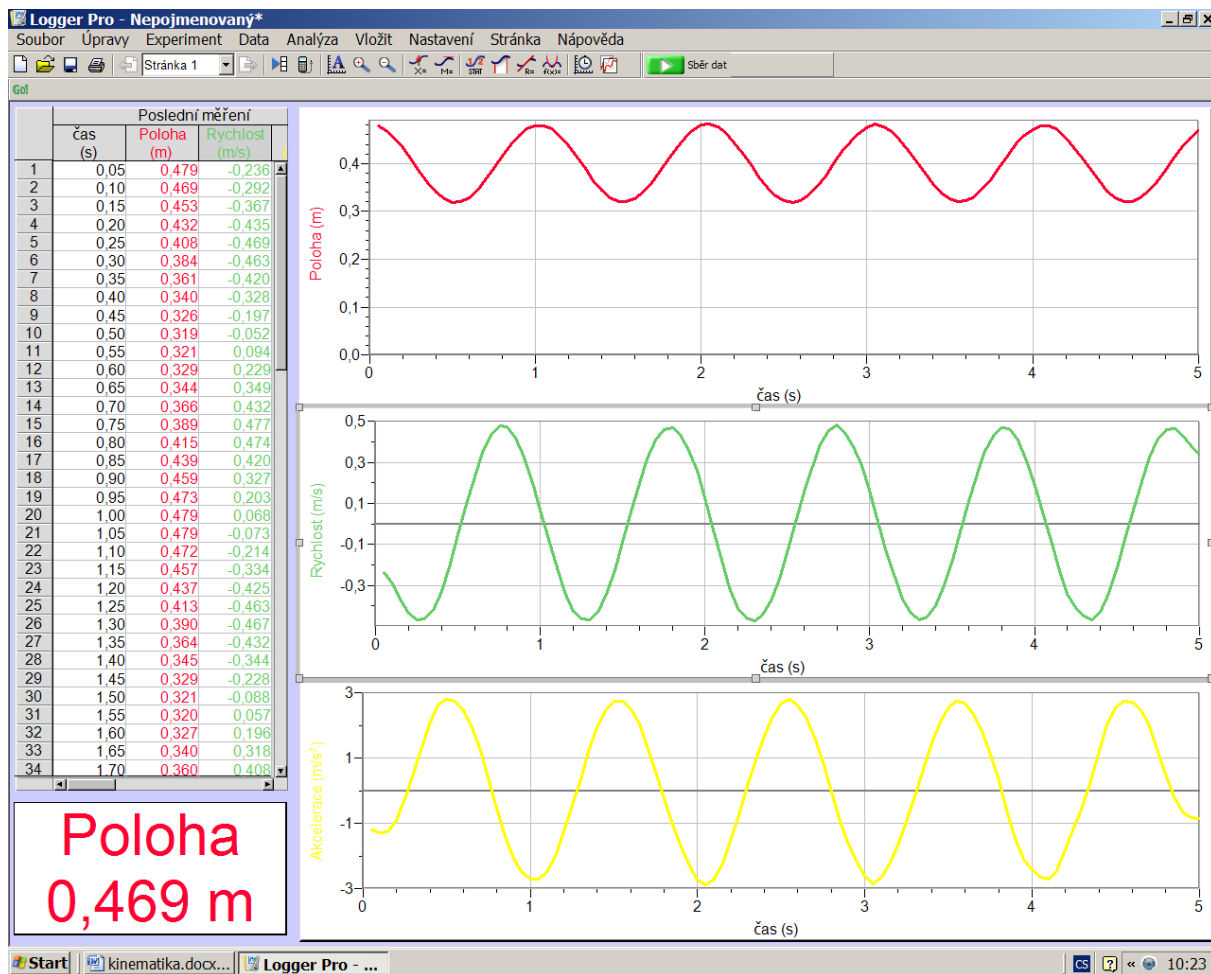
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Nyní současně zobrazíme časový průběh okamžité výchylky, rychlosti a zrychlení. Graf zrychlení vložíme z menu **Vložit**→**Graf**

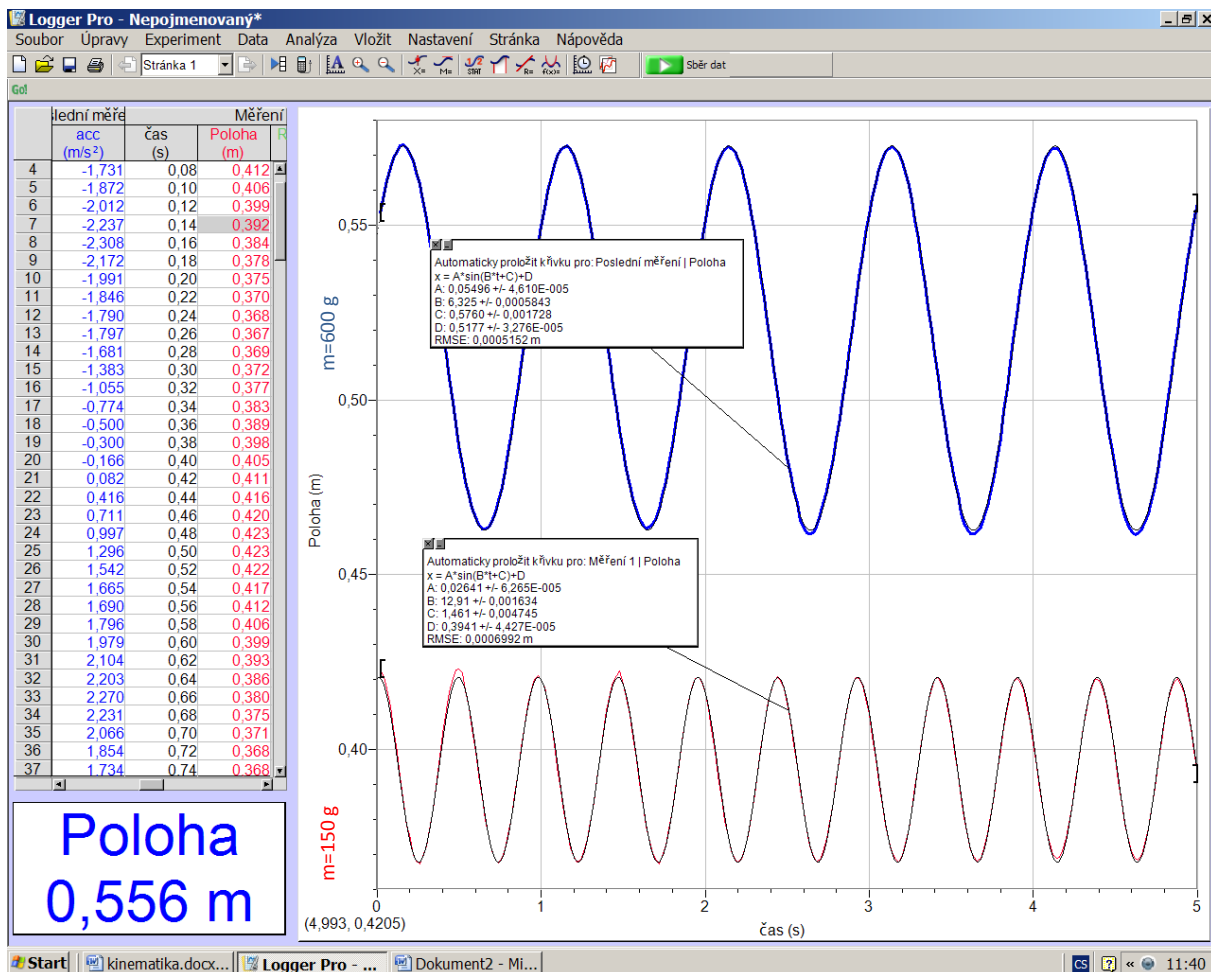


Úlohy pro žáky:

1. Kdy má zrychlení maximální hodnotu a kdy nulovou.
2. Jaký je fázový posuv mezi okamžitou výchylkou, rychlostí a zrychlením?
3. Napište rovnici pro okamžitou výchylku, rychlost a zrychlení.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

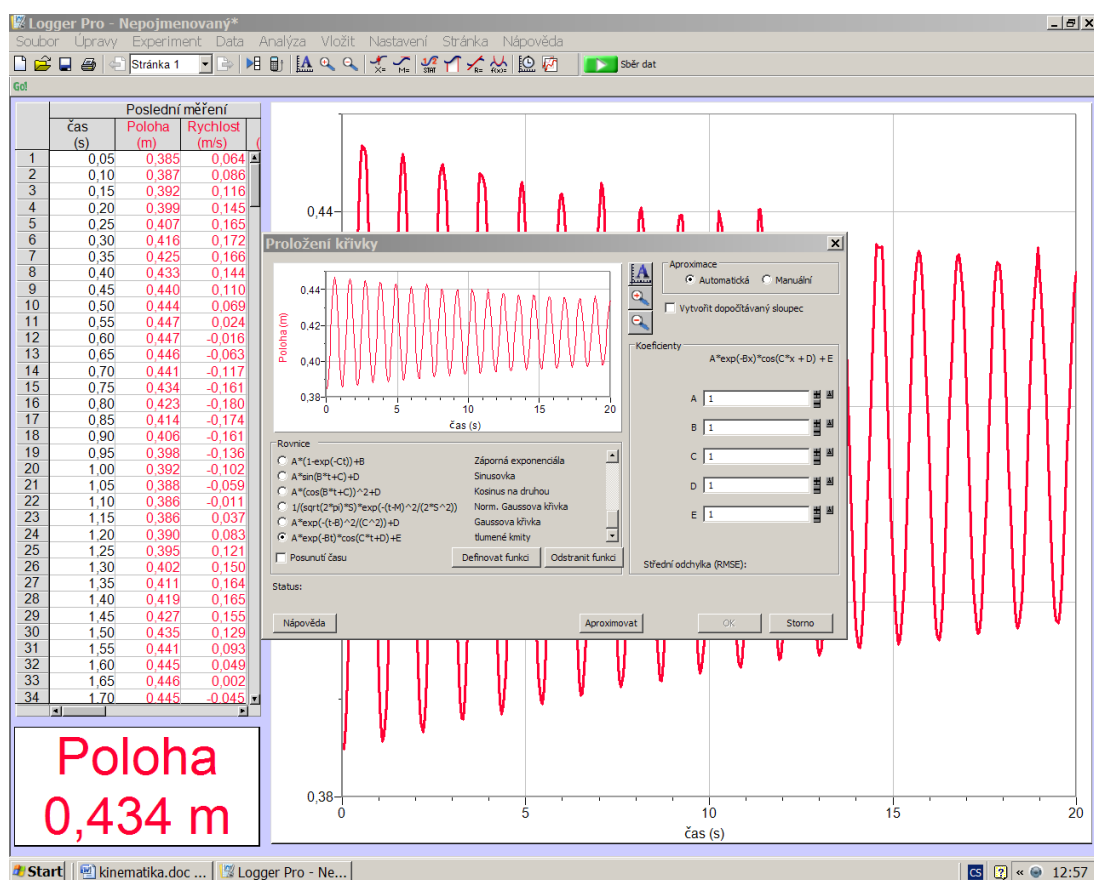
Můžeme ukázat, jak závisí perioda kmitů na hmotnosti tělesa. Měření bylo prováděno pro hmotnosti těles $m_1=150\text{g}$, $m_2=600\text{g}$. Těleso o větší hmotnosti má periodu dvakrát větší. Z měření vidíme, že naměřená hodnota se od teoretické liší. Je to způsobeno tím, že neuvažujeme hmotnost pružiny.



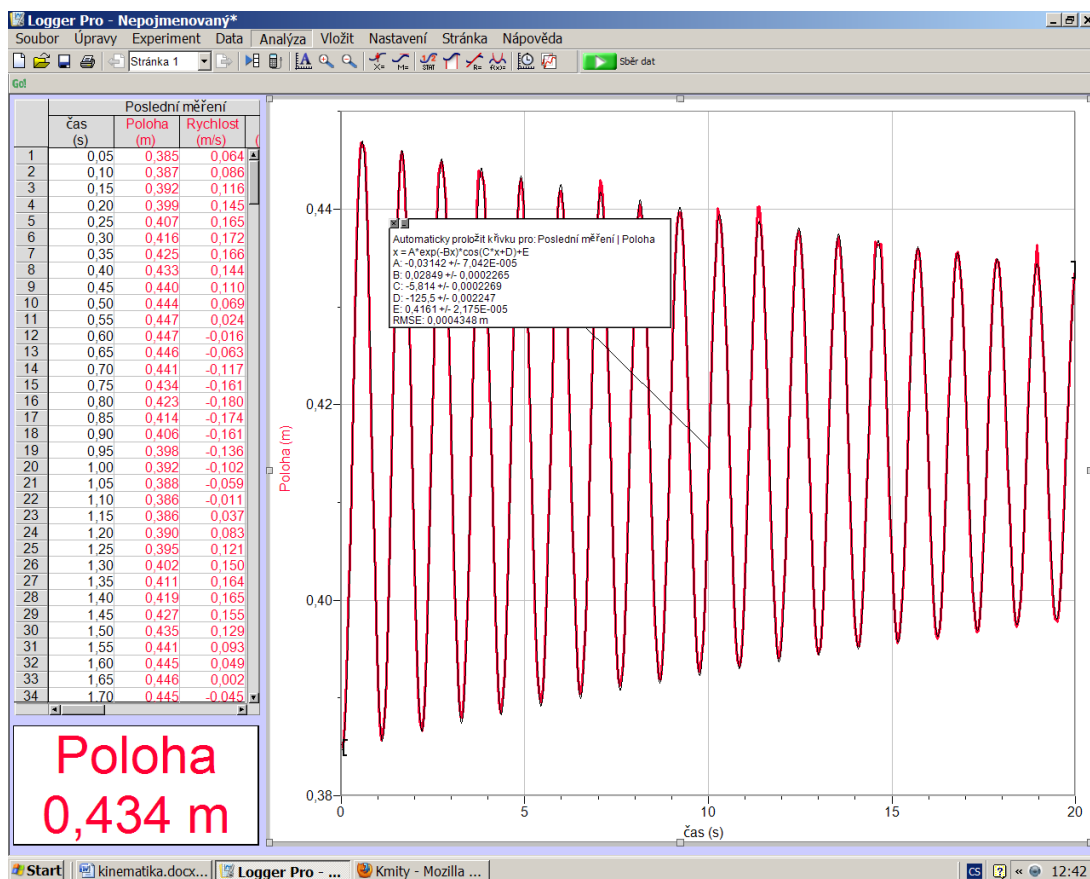
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tlumené kmity můžeme popsat rovnicí $y(t) = A e^{-Bt} \cos(Ct + D) + E$

V menu zvolíme **Analýza** → **Proložit křivku**, vybereme funkci sinus a dáme **Aproximovat**. Jestliže body proložené křivkou leží na křivce, potvrdíme stiskem tlačítka **OK**.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



A je amplituda výchylky, která exponenciálně klesá

B je součinitel tlumení, jednotka s^{-1}

C je úhlová frekvence kmitání v $rad \cdot s^{-1}$

D udává počáteční fázi v radiánech

E určuje vzdálenost rovnovážné polohy od sonaru

Seznam literatury a pramenů

1. kolektiv autorů: Experimenty s Vernierem. Státní Gymnázium Matyáše Lercha Brno, červen 2012.
2. Obrázky jsou vlastními obrázky autora, popřípadě jsou tvořené pomocí aplikace Logger Pro a grafického programu Gimp.



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Materiál je určen pro bezplatné užívání pro potřebu výuky a vzdělávání na všech typech škol a školských zařízení. Jakékoliv další využití podléhá autorskému zákonu.