

## Táhni!

Petra Směšná

**Výstup RVP:** žák chápe funkci jako vyjádření závislosti veličin, umí vyjádřit funkční vztah tabulkou, rovnicí i grafem, rozumí symbolickým zápisům, které se týkají funkcí, a užívá je, dovede vyjádřit reálné situace pomocí funkčních vztahů a řeší tak i slovní úlohy

**Klíčová slova:** přímá úměrnost, graf funkce

**Laboratorní práce**

Doba na přípravu:

**5 min**

Doba na provedení:

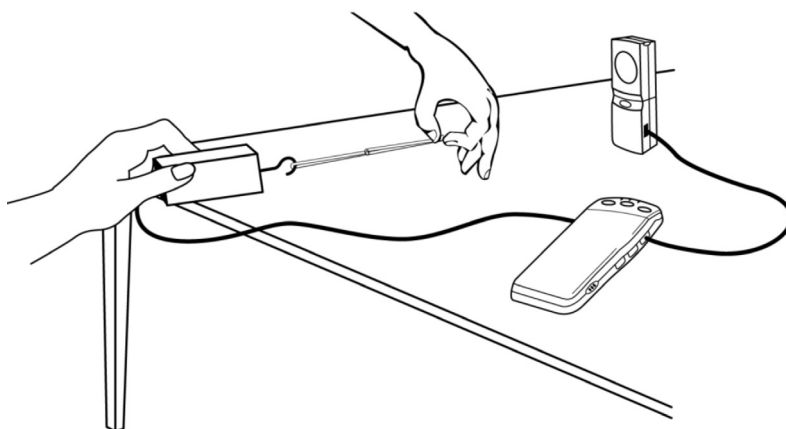
**45 min**

Obtížnost:

**střední**

**Úkol** Změřte závislost síly na prodloužení gumičky.  
Naměřená data proložte grafem funkce přímé úměrnosti.

**Pomůcky** Gumičky, siloměr, počítač, LabQuest, program Logger Pro, detektor pohybu (sonar)



**Teoretický úvod** Pokud napínáte gumičku, gumička se prodlouží. O kolik se prodlouží, to závisí na síle, jakou napínáte, i na vlastnostech gumičky (jakou má tuhost). Všeobecně se dá říci, že čím větší silou gumičku napínáte, tím víc se prodlouží. Pokud zdvojnásobíte svoji sílu, prodloužení se také zdvojnásobí. O veličinách, které se mění tímto způsobem, říkáme, že jsou přímo úměrné. Pro přímo úměrné veličiny  $x$  a  $y$  platí vztah:

$$y = k \cdot x$$

- Vypracování**
- 1) V této úloze budete natahovat gumičku. Detektor pohybu bude zaznamenávat polohu vaší ruky, a tím pádem i prodloužení gumičky, zatímco siloměr bude zaznamenávat sílu, kterou gumičku napínáte. Pamatujte, že detektor pohybu nezaznamenává ve vzdálenosti kratší než 15 cm!
  - 2) Zapojte přes LabQuest do počítače siloměr a detektor pohybu.
  - 3) Nastavte rozsah siloměru na 10 N.
  - 4) V programu Logger Pro si připravte měření.
    - a) Klikněte pravým tlačítkem na graf a vyberte **Nastavení grafu**.
    - b) V panelu **Nastavení souřadnicových os** vyberte takové nastavení, aby na ose  $y$  byla **Síla (N)** a na ose  $x$  **vzdálenost (m)**.
    - c) Ostatní grafy můžete vyjmout (pro lepší rozvržení stránky můžete zvolit **Stránka → Automatické rozvržení stránky**).
  - 5) Nastavte dobu měření na 5 s (**Experiment → Sběr dat**).
  - 6) V panelu nástrojů klikněte na ikonu **Go!** a v nově otevřeném panelu klikněte znovu na ikonu **Go!**. Vyberte **Opačný směr**. V takovémto nastavení se bude vzdálenost, kterou měří detektor pohybu, zvyšovat při pohybu směrem k detektoru.
  - 7) Připravte si rozložení experimentu tak, jak je zobrazeno na obrázku. Možná budete potřebovat druhou osobu, která bude obsluhovat počítač.
  - 8) Jednou rukou držte siloměr (nebo ho k něčemu upevněte). Lehce napněte gumičku směrem od siloměru. Vaše ruka držící gumičku by měla být mezi gumičkou a detek-

## Táhni!

torem pohybu. V této pozici vynulujte oba měřicí přístroje pomocí tlačítka **Nulovat** na panelu nástrojů. Snažte se, aby se poloha siloměru a vaší ruky neměnila, dokud nezačne měření.

- 9) Spusťte měření (vy nebo osoba u počítače) a pomalu natahujte gumičku směrem k detektoru pohybu. Snažte se o rovnoměrný pohyb.
- 10) Po skončení měření byste měli dostat graf, který by měl odpovídat grafu lineární funkce. Pokud máte v grafu nepřírozně vysoké hodnoty nebo prázdná místa, opakujte měření (nejčastěji je to způsobeno vychýlením ruky mimo dosah sonaru).

### Analýza dat

- 1) Pokud natahujete gumičku, zpočátku je síla přímo úměrná prodloužení gumičky. To znamená, že mezi nimi platí vztah  $y = A \cdot x$ . To otestujeme tak, že proložíme grafem přímkou, která bude odpovídat této rovnici, kde  $A$  je směrnice této přímky. (Toto značení odpovídá značení v programu Logger Pro.)
- 2) Klikněte na graf, aby se stal aktivním, a na panelu nástrojů zvolte **Analýza**→**Proložit křivku**.
- 3) Zatrhněte **Manuální aproximace** a vyberte funkci **Přímá úměra**. Teď postupným zvětšováním čísla  $A$  najděte takové, pro které odpovídající přímka bude nejlépe odpovídat naměřeným hodnotám.
- 4) Zapište tuto hodnotu  $A$  do tabulky. Do grafu se vrátíte stiskem OK.
- 5) Směrnice této přímky může být zjištěna i početně pomocí dosazení souřadnic jednoho bodu do rovnice přímé úměrnosti  $y = k \cdot x$ .
  - a) Klikněte na graf a potom na tlačítko **Odečet hodnot**.
  - b) Pohybuje kurzorem ke středu grafu a vyberte si bod, jehož souřadnice zapište do tabulky. S jejich pomocí spočítejte  $k$  a zapište tamtéž.

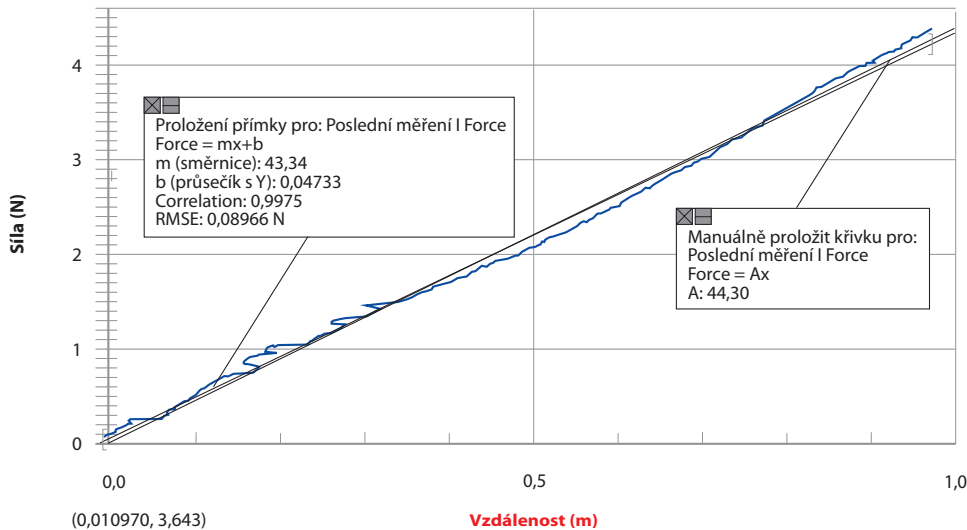
A	
x	
y	
k	

- 6) Jsou hodnoty  $A$  a  $k$  stejné? Co mohlo způsobit, že jsou trochu rozdílné?
- 7) Kromě dvou předchozích způsobů, jak určit směrnici, dokáže určit směrnici i program Logger Pro a průsečík s osou  $y$  přímky lineární funkce.
  - a) Klikněte na graf, aby se stal aktivním, a potom vyberte tlačítko **Proložit přímkou**.
  - b) Použijte parametry spočítané počítačem a zapište rovnici přímky, která podle programu nejlépe odpovídá naměřeným datům.
- 8) Jaká je směrnice této přímky v porovnání s hodnotami  $A$  a  $k$ ? Jaká by měla být hodnota  $y$ -ové souřadnice průsečíku s osou  $y$ ? Proč?
- 9) Která rovnice může odpovídat nejlépe změřené závislosti?
- 10) Jak by se změnila naměřená data, kdybyste použili tužší gumičku? Jak by se změnila hodnota směrnice?

**Táhni!**

Petra Směšná

**Výsledky**



A	44,3
x	0,052
y	2,153
k	41,4

**6) Odpovědi na otázky** Jsou hodnoty A a k stejné? Co mohlo způsobit, že jsou trochu rozdílné?

**Odpověď:** Porovnáváme-li hodnoty koeficientů A a k, vidíme, že se od sebe mírně liší. Při prokládání přímkou vypočítanou z jednoho bodu se dopustíme velké chyby v případě, že souřadnice bodu použitého k výpočtu neodpovídají trendu ostatních bodů. Ani manuálním proložením „od oka“ se nemusíme vždy dobře trefit, řádově si však koeficienty odpovídají.

7b) Použijte parametry spočítané počítačem a zapište rovnici přímky, která podle programu nejlépe odpovídá naměřeným datům.

**Odpověď:** Rovnice spočítaná lineární regresí:  $y = 43,34 \cdot x + 0,47$

8) Jaká je směrnice této přímky v porovnání s hodnotami A a k? Jaká by měla být hodnota y-ové souřadnice průsečíku s osou y? Proč?

**Odpověď:** Tato rovnice obsahuje absolutní člen, který má význam průsečíku s osou y při nulovém prodloužení. Tato hodnota by měla být nulová, ovšem elektronický senzor vykazuje jistý šum, takže naměříme i jinou hodnotu než 0.

9) Která rovnice může odpovídat nejlépe změřené závislosti?

**Odpověď:** Obě rovnice pěkně popisují velikost působící síly v závislosti na prodlužování gumičky. Mezi veličinami je vztah přímé úměrnosti.

10) Jak by se změnila naměřená data, kdybyste použili tužší gumičku? Jak by se změnila hodnota směrnice?

**Odpověď:** V případě, že bychom použili silnější gumičku, by měla naměřená přímka větší sklon a její směrnice by byla větší. Tato hodnota je ve fyzice nazývána *tuhost pružiny* (gumičky) a vyjadřuje se v N/m.