

## Co naměří padající siloměr

Na siloměr zavěsíme klíče a siloměr i se svazkem klíčů upustíme a necháme spadnout z výšky na měkkou podložku. Stokrát za sekundu přitom necháme siloměr zaznamenávat do grafu sílu, kterou na něj klíče působí. Jak bude vypadat graf závislosti síly na čase?

### Pomůcky

- siloměr [Vernier DFS-BTA](#) a rozhraní pro připojení senzoru
- svazek klíčů
- bunda, svetr nebo jiná měkká podložka pro dopad
- pravítko



## Úkoly

### Odhad výsledků měření

Než měření provedete, přečtěte si, jak bude probíhat – a odhadněte výsledky měření. Zkuste na papír načrtnout časovou závislost síly působící na háček siloměru během celého měření. Počáteční představy se možná budou lišit, zkuste vzájemnou diskusí dojít k jednomu společnému řešení.

### Příprava měření

1. Připojte siloměr k počítači a spusťte program Logger Lite.
2. Nastavte dobu měření na 10 s a frekvenci na 100 Hz.
3. Siloměr položte na stůl tak, aby háček byl ve vodorovné poloze. V této poloze senzor vynulujte (*Experiment > Nulovat*). **Nulování provedte po každém dopadu před novým měřením.**
4. Na podlaze vytvořte měkké dopadové místo, například z bundy nebo svetru.
5. Na siloměr zavěste svazek klíčů a umístěte do potřebné výšky.

### Měření

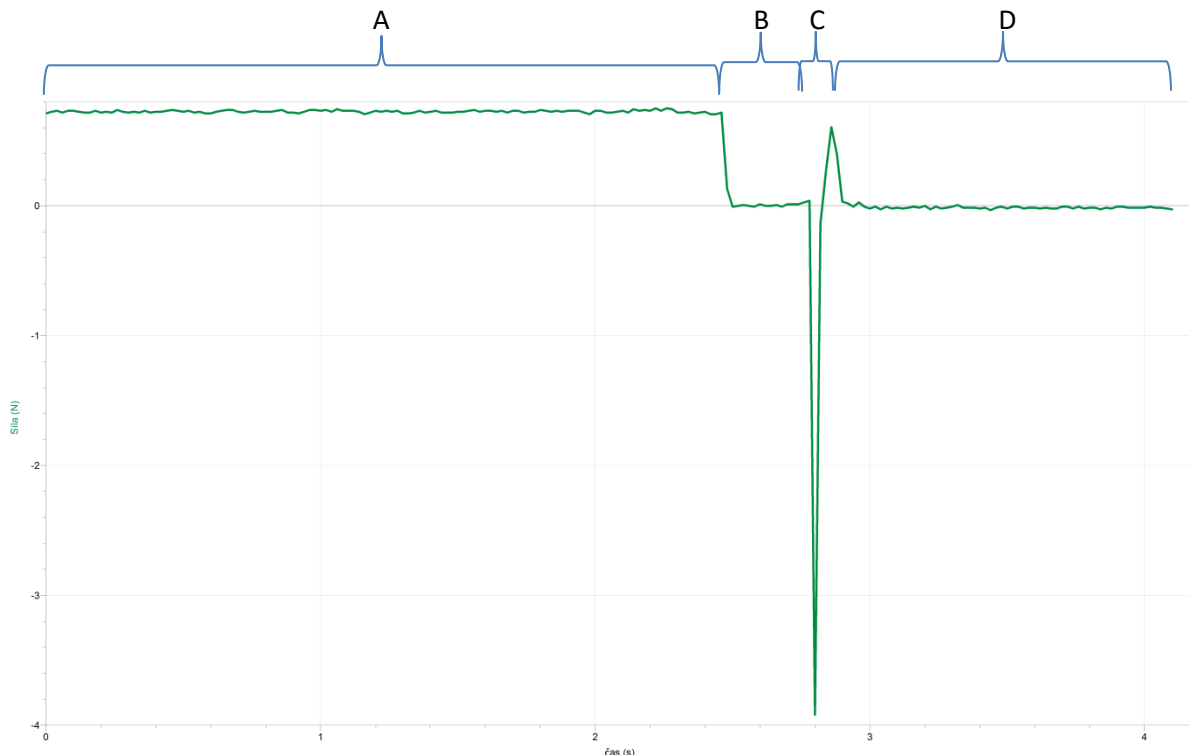
1. Spusťte měření. Sekundu nebo dvě počkejte, poté siloměr i se svazkem klíčů upustíte na měkkou dopadovou podložku.
2. Proveďte měření pro pád z výšky kolen, pasu, očí a ruky natažené nad hlavou.
3. Nezapomeňte před každým měřením (po každém pádu) znovu siloměr dát do horizontální polohy a vynulovat.

### Analýza výsledků měření

1. Zkuste v grafech identifikovat jednotlivé fáze experimentu – která část odpovídá držení klíčů, která letu k zemi, která nárazu, která ležení siloměru na podložce po nárazu.
2. V čem se liší jednotlivé grafy a v čem jsou stejné?
3. Porovnejte naměřené grafy se svými odhady. Pokud se liší, vysvětlete rozdíly.

## Poznámky pro učitele

### Typický průběh měření



Část A odpovídá držení siloměru před upuštěním. Z hodnoty síly lze určit hmotnost svazku klíčů.

Část B (nulová síla) odpovídá volnému pádu siloměru a svazku klíčů. Během letu jsou klíče i siloměr v beztížném stavu. Z délky této fáze lze vypočítat výšku, ze které byly klíče upuštěny, s využitím

$$\text{vztahu } h = \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

Část C odpovídá nárazu klíčů na podložku a prudkému brzdění. Zatímco zrychlování probíhalo na poměrně dlouhé dráze, zbrzdit musí klíče na několika milimetrech až centimetrech (v závislosti na tom, jak dobře je vystlané místo dopadu). Kratší působící dráze odpovídá výrazně větší síla.

Část D odpovídá konečné fázi experimentu, kdy siloměr nehnutě leží na podložce.

### Možná rozšíření

Pokud učitel vidí, že mají žáci dost času, může je nechat vypočítat (a poté změřit), jak dlouhá bude fáze B pro náhodně vybranou počáteční výšku.

Žáci také mohou princip výpočtu doby pádu využít ke změření své reakční doby. Jeden žák podrží svisle pravítko, druhý naznačí uchopení pravítka dvěma prsty v hodnotě 0 cm. První žák v náhodnou chvíli pravítko upustí a úkolem druhého žáka je sevřením prstů pád zastavit. Snadno poté na stupnici odečte, o kolik centimetrů pravítko spadlo. Dobu letu (a tedy reakční dobu) určí žáci ze vztahu

$$h = \frac{1}{2} g \cdot t^2.$$