



# Změna tlaku s nadmořskou výškou

## Pomůcky

Senzor počasí Vernier GDX-WTHR nebo GDX-WTVA.

## Teorie

Ve vodě působí v hloubce  $h$  pod hladinou hydrostatický tlak  $p = h \cdot \rho \cdot g$ , kde  $\rho$  je hustota vody a  $g$  tíhové zrychlení.



Podobně ve vzduchu působí atmosférický (aerostatický) tlak. Výpočet je složitější než v případě vody, protože hustota vzduchu se výrazně mění s nadmořskou výškou a také s teplotou. Pro malé změny nadmořské výšky  $\Delta h$  lze ale pro výpočet změny tlaku  $\Delta p$  použít stejný vztah jako pro vodu (hustotu vody je třeba nahradit hustotou vzduchu):

$$\Delta p = \Delta h \cdot \rho \cdot g$$

Cílem experimentu je změřit rozdíl tlaků v různých nadmořských výškách.

Protože se tlak mění také v závislosti na počasí, může v průběhu času narůstat nebo klesat i tehdy, když čidlo ponecháme stále na jednom místě. Při měření závislosti tlaku na nadmořské výšce je proto vhodné celé měření od začátku do konce provést během několika minut – i tak není vyloučené, že po návratu čidla do výchozího bodu nebude tlak úplně přesně stejný jako na začátku měření.

## Provedení experimentu

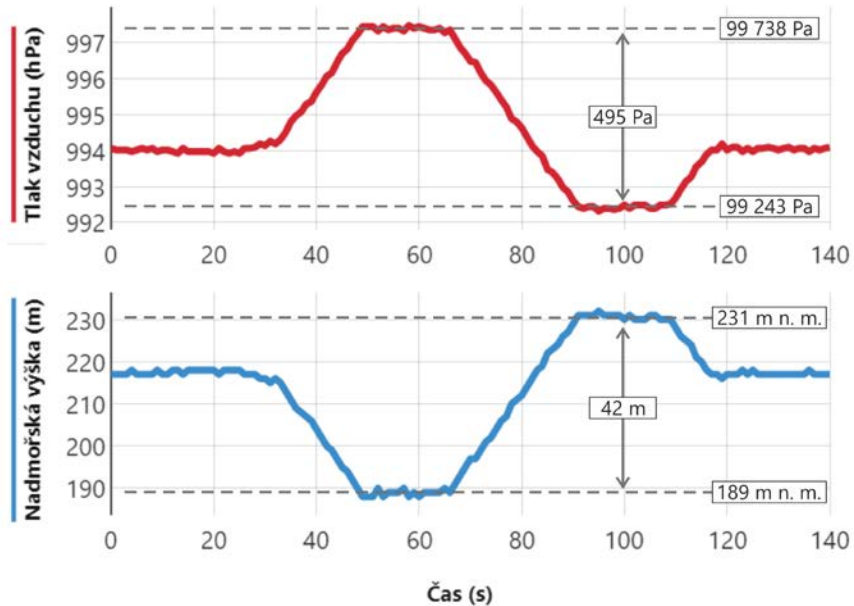
- Spustíte aplikaci Graphical Analysis a připojíte čidlo ([návod](#)). Během připojování rozklikněte položku *Kanály*, zrušte zaškrtnutí veličiny *Rychlost větru* a zaškrtněte veličiny *Tlak vzduchu* a *Nadmořská výška*.
- Klikněte na pole *Režim*, *Frekvence* v levém dolním rohu a zvolte *Zastavit měření: Ručně*. Potvrďte tlačítkem *HOTOVO*.



- V pravém dolním rohu klikněte na displej s hodnotou nadmořské výšky, vyberte *KALIBROVAT* a do okna, které se objeví, zadejte hodnotu aktuální nadmořské výšky. Potvrďte tlačítkem *ZACHOVAT* a následně tlačítkem *POUŽÍT*.

- Tlačítkem **ZAHÁJIT MĚŘENÍ** spusťte záznam dat a senzor počasí postupně přesuňte na nejnižší místo budovy (přízemí, případně sklep), nejvyšší místo (poslední patro) a zpět do výchozího bodu. Na každém místě setrvejte několik desítek sekund.
- Ukončete měření tlačítkem **ZASTAVIT**.

### Ukázka naměřených dat



### Závěr

Rozdíl tlaků v přízemí a ve 12. patře budovy byl 495 Pa. Čidlo z rozdílu tlaků odhadlo výškový rozdíl pater na 42 m, což se od skutečné hodnoty 43,2 m liší o 3 %.

### Poznámky

- S žáky můžete určit změnu tlaku také výpočtem. Pro tlak 99,5 kPa, teplotu 29 °C a relativní vlhkost 43 % (aktuální hodnoty lze změřit senzorem počasí) je hustota vzduchu  $\rho$  zhruba 1,15 kg/m<sup>3</sup>. Vypočítaný výsledek (v tomto případě 487 Pa) se liší od naměřené hodnoty 495 Pa o méně než 2 %.
- Je třeba rozlišovat tlak vzduchu přepočtený na hladinu moře a skutečný tlak v místě měření, který mívá s ohledem na vyšší nadmořskou výšku nižší hodnotu.
- Můžete se podívat také na experiment *Jak funguje výškoměr*: [www.vernier.cz/113](http://www.vernier.cz/113).