



# Přetlak a podtlak při nádechu, výdechu a sání

## Pomůcky

tlakové čidlo Vernier GDX-GP, hadička dodávaná spolu s čidlem, dezinfekční prostředek na hadičku před vložením do úst (např. CaviCide nebo 70% roztok ethanolu).

## Teorie

V tomto experimentu budeme zkoumat přetlak a podtlak, které vznikají při nádechu, výdechu a sání. Dýchací systém umožňuje člověku vytvářet tlakové rozdíly vůči atmosférickému tlaku, což je klíčové pro proces dýchání a schopnost nasávat tekutiny.

Při **nádechu** se bránice a mezižeberní svaly stahují, což způsobuje rozšíření hrudní dutiny. Tím se snižuje tlak v plicích pod úroveň atmosférického tlaku (vytváří se podtlak), a vzduch je nasáván do plic.

Při **výdechu** tyto svaly relaxují. Při **silovém výdechu** se aktivně zapojují břišní svaly a vnitřní mezižeberní svaly, které intenzivně snižují objem hrudní dutiny. Tím se zvyšuje tlak v plicích nad úroveň atmosférického tlaku (vytváří se větší přetlak), což vede k rychlému a silnému vypuzení vzduchu z plic.

Při **sání** (například brčkem) používáme svaly úst a tváří ke snížení tlaku v ústní dutině. Svaly úst mohou vytvořit větší podtlak než plíce při nádechu.

## Příprava měření

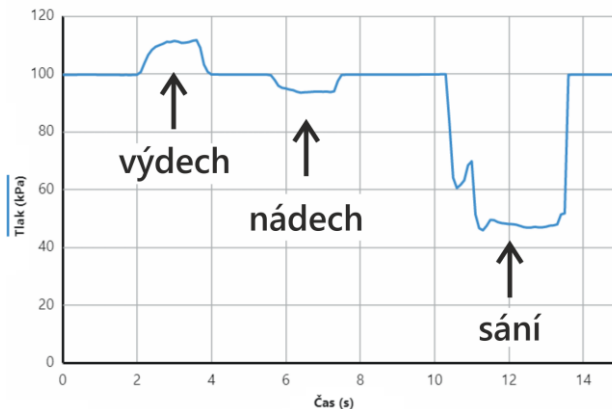
- Spustíte aplikaci *Graphical Analysis* a připojte tlakové čidlo ([návod](#)).
- Klikněte na pole *Režim, Frekvence* v levém dolním rohu, nastavte frekvenci 10 vzorků/s a ruční zastavení měření. Potvrďte tlačítkem *HOTOVO*.
- Přišroubujte k tlakovému čidlu hadičku a její volný konec dezinfikujte.

Frekvence	10	vzorků/s
Interval	0,1	s/vzorek
Zahájit měření	<input checked="" type="radio"/> Ručně <input type="radio"/> Hodnotou měřené veličiny	
Zastavit měření	<input type="radio"/> Po 900 s trvání experimentu <input checked="" type="radio"/> Ručně	

## Provedení experimentu

- Klikněte na **ZAHÁJIT MĚŘENÍ**.
- Vložte hadičku do úst a co nejsilněji do ní vydechněte, poté z ní co nejsilněji nadechněte, a nakonec sekundu nebo dvě z hadičky sajte jako z brčka.
- Ukončete měření kliknutím na **ZASTAVIT**.
- Volný konec hadičky opět dezinfikujte.

## Ukázka naměřených dat



## Závěr

Přetlak a podtlak v plicích se obvykle pohybuje okolo 10 kPa či méně. Sáním dokážeme vyvolat daleko větší podtlak, typicky několik desítek kPa.

V našem konkrétním měření byl přetlak při silovém výdechu 11 kPa, podtlak při silovém nádechu 6 kPa a podtlak při sání 53 kPa.

## Poznámka

Do jaké maximální výšky lze v brčku nasát vodu vslele proti gravitaci?

Když pijeme brčkem, voda stoupá nahoru díky rozdílu mezi atmosférickým tlakem vně brčka a sníženým tlakem uvnitř brčka, který vytváříme sáním.

Jak voda v brčku stoupá, zvyšuje se hydrostatický tlak způsobený hmotností vodního sloupce. Tento tlak se zvyšuje o přibližně 10 kPa za každý metr výšky vodního sloupce.

Pokud tedy dokážeme ústy vytvořit podtlak například 53 kPa, voda může vystoupat maximálně do výšky 5,3 metru nad okolní hladinu.

Pojem **podtlak** bývá pro žáky obtížně pochopitelný. Mívají chybnou představu, že v místě podtlaku "nic není", a tak "to nic" aktivně nasává vzduch nebo vodu.

Doporučujeme co nejvíce v žácích podporovat správnou představu, že ve skutečnosti je to okolní tlak, který díky rozdílu tlaků natlačí vzduch či vodu do místa s nižším tlakem.

Mluvíme-li například o podtlaku 53 kPa v ústech při sání z brčka, znamená to, že zatímco okolní atmosférický tlak je cca 100 kPa, v ústech je v tu chvíli tlak 47 kPa. A právě tento rozdíl tlaků způsobí, že voda je tlačena do místa s nižším tlakem.