

## Kolik vzduchu potřebujeme na cestu na Mars a zpět

### Záměr:

Zjistíme dechovou frekvenci a odhadneme, kolik vzduchu je potřeba na cestu na Mars a zpět. Žáci si procvičí jednoduché početní odhady a možná si upevní některé dovednosti poznatky (stlačování a zkapalňování plynu, elektrolýza, hmotnostní zlomek, procenta, složení atmosféry, práce s grafy, ...).

### Pomůcky:

- Tlakový senzor GPS-BTA
- Pás pro monitorování dýchání RMB
- Spirometr SPR-BTA



### Teoretický úvod:

Člověk ke svému životu potřebuje kyslík. Cesta na Mars a zpět by s dnešními technickými prostředky trvala přibližně 2 roky (včetně kratšího pobytu na planetě, čekání na startovací okna a podobně).

Při jednom běžném (mělkém – ne hlubokém) nádechu člověk vymění v plicích přibližně 0,5 litru až 1 litr vzduchu.

Kolik vzduchu potřebujeme během letu na Mars a zpět?

# Tematická oblast “Voda a její využití”

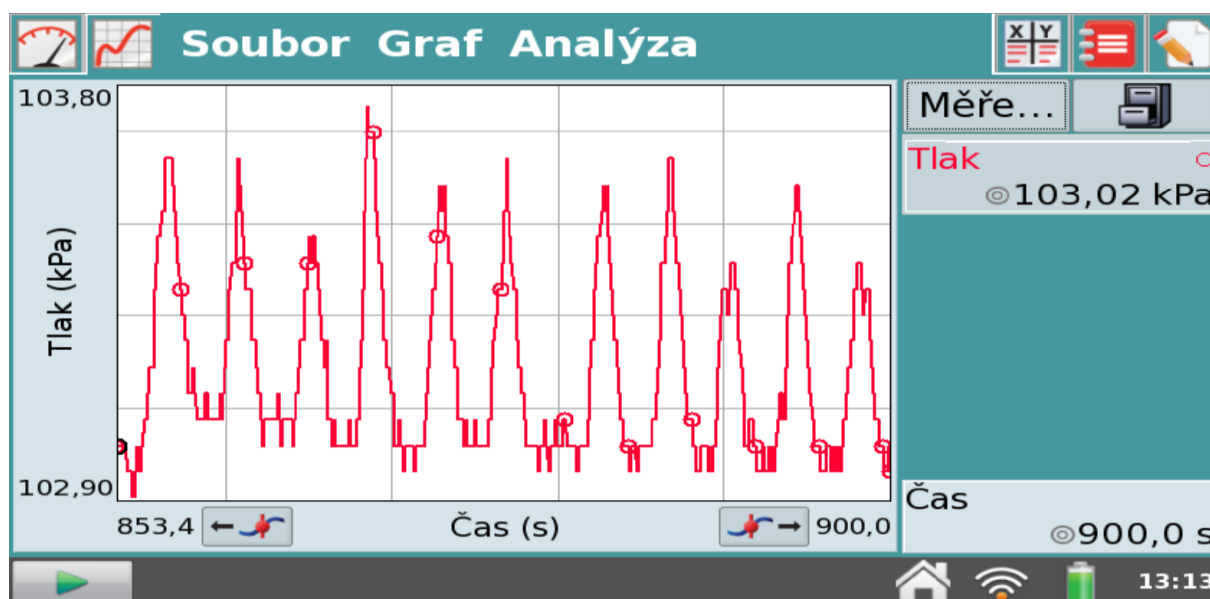
VĚKOVÁ SKUPINA B  
PŘÍRODOVĚDNÝ PROJEKTOVÝ DEN

## Úkoly pro žáky:

- Změřte dechovou frekvenci:
  - Připojte tlakový senzor GPS-BTA k LabQuestu.
  - Přišroubujte hadičku pásu pro monitorování dýchání (RMB) k tlakovému senzoru.
  - Omotejte pás okolo hrudníku tak, aby spodní okraj byl přibližně ve výši loktů spuštěné ruky a pás překrýval spodek hrudní kosti. Vývod hadiček má být vpředu, zapínání vzadu.
  - Utáhněte ventilek.
  - Nafoukněte pás na tlak cca 6 kPa nad aktuálním atmosférickým tlakem (tedy na cca 106 kPa).
  - Nastavte frekvenci měření na 10 měření za sekundu a dobu měření na 900 sekund (15 minut).
  - Posaďte měřenou osobu, spusťte měření a nechte pokusnou osobu, aby si četla, poslouchala přednášku a podobně. Neměla by mluvit a pohybovat se.
  - První minutu nebo i několik minut člověk patrně na dýchání myslí, vybereme tedy pro spočítání frekvence dýchání zhruba minutový interval z pozdější fáze měření.
  - Spočítejte frekvenci dýchání.
- Nyní už víte, kolik nádechů za minutu přibližně člověk potřebuje a jaký objem vzduchu (**v litrech**) při tom v plicích vymění.
- Spočítejte, kolik **metrů krychlových** vzduchu by člověk potřeboval při cestě na Mars a zpět. Pro jednoduchost počítejte s tím, že všechen kyslík vzduchu při nádechu je spotřebován (což samozřejmě není pravda – dostaneme tak bezpečný horní odhad potřebného množství vzduchu).
- Vyšlo patrně obrovské číslo. Aby bylo snáze představitelné, převedte ho na počet objemů jedné školní třídy.
- Zamyslete se nad tím, jak by se dal objem zredukovat tak, aby se do kosmické lodi skutečně vešel.

## Poznámky pro učitele:

Obvyklá frekvence dýchání je mezi 10 a 20 nádechy za minutu. Typický graf, z něhož lze určit frekvenci dýchání, vypadá takto:



# Tematická oblast “Voda a její využití”

VĚKOVÁ SKUPINA B  
PŘÍRODOVĚDNÝ PROJEKTOVÝ DEN

Objem vzduchu, který vyměňujeme v plicích při běžném dýchání, je cca 0,5 litru až 1 litr.

Výpočet tedy může vypadat například takto:

1 litr na nádech × 20 nádechů za minutu × 60 minut × 24 hodin × 365 dní × 2 roky ... cca 20 milionů litrů

Rozměry třídy mohou být například  $10\text{ m} \times 8\text{ m} \times 3\text{ m} = 240\text{ m}^3$ .

V jednom krychlovém metru je 1000 litrů (zde asi budou mít mnozí žáci numerické chyby či chyby z nepozornosti).

Pro jednoho člověka na cestu na Mars a zase zpět je potřeba vzduch o objemu asi 100 učeben.

Tak velké rakety se pochopitelně nedělají.

Jak tedy objem redukovat?

1. Kyslík je ve vzduchu obsažen pouze z 1/5. Zbytek připadá téměř celý na dusík. Dusík s sebou na Mars brát nemusíme, hned jsme tedy zredukovali objem na 20 učeben.
2. Kyslík se dá stlačit, případně dokonce zkapalnit. Při zkapalnění už jsou molekuly těsně u sebe a další stlačování je obtížné (proto jsou kapaliny nestlačitelné). Kapalina má zhruba tisíckrát větší hustotu než plyn za normálních podmínek. Jsme tedy na objemu 0,02 učebny, což je asi 5 krychlových metrů.

V této souvislosti je dobré ještě vědět, že při cestě na Mars se neuvažuje o výrobě kyslíku fotosyntézou (to by bylo krajně neefektivní). Kyslík se dá jednoduše vyrábět elektrolýzou vody – 90 % hmotnosti vody tvoří kyslík, zbylých 10 % vodíku by se prostě z lodi vypustilo jako odpad.

Zvědaví žáci případně mohou přijít na to, že při nádechu a výdechu není spotřebován zdaleka všechen kyslík. Pomocí senzoru O2-BTA se toto dá proměřit, redukce objemu by tak ještě byla několikanásobně větší.

Obrázky a foto - autor (Pavel Böhm) nebo [www.vernier.com](http://www.vernier.com)