

PRACOVNÍ LIST

VYUŽITÍ BAROMETRU K MĚŘENÍ VÝŠKOVÝCH ROZDÍLŮ A ODHADU HUSTOTY VZDUCHU

Datum měření:	Třída:
Jméno:	Spolupracovníci:
Laboratorní podmínky <ul style="list-style-type: none">• Teplota vzduchu:• Tlak vzduchu:• Vlhkost vzduchu:	

Úkoly

- Pomocí měření atmosférického tlaku odhadněte výšku budovy (nebo alespoň jednoho poschodí).
- Z naměřených hodnot atmosférického tlaku vypočtete hustotu vzduchu a porovnejte ji s tabulkovou hodnotou.

Pomůcky

- Smartphone či tablet s aplikací phyphox
- Vhodné délkové měřidlo (např. svinovací metr)

Teorie

Fyzikální veličina *tlak* (p) je definována jako podíl síly (F) působící kolmo na plochu a obsahu této plochy (S), tj. $p = \frac{F}{S}$. Představme si nyní plochu na povrchu Země¹ o jednotkovém obsahu (např. 1 m²). Sloupec vzduchu, který se nachází nad touto plochou, je k Zemi přitahován tíhovou silou, můžeme tedy hovořit o tlaku, který tento sloupec vyvolává. Speciálně zde používáme pojem *atmosférický tlak*. Pokud nebudeme uvažovat naši plochu na povrchu Země, ale v nějaké výšce h nad povrchem, je zřejmé, že hodnota atmosférického tlaku se zmenší, neboť nad plochou se nyní nachází sloupec vzduchu, který je nižší právě o h .

Pro výpočty využijeme vztahu pro *hydrostatický tlak*. Tento vztah dobře popisuje tlak, který vzniká silovým působením kapaliny v dané hloubce; přitom předpokládáme, že hustota kapaliny je všude stejná. Hydrostatický tlak je pak přímo úměrný hloubce. O plynech však obecně takové tvrzení říct nemůžeme. Hustota vzduchu není ve všech místech atmosféry

¹ Správně bychom měli uvést, že tato plocha bude zakřivená (je to malá část zemského povrchu, který je také zakřivený). Toto zakřivení však můžeme pro plochy o rozměrech zanedbatelných oproti rozměrům Země také zanedbat a považovat plochu za rovinu.

stejná – směrem od Země hustota postupně klesá² (jak dobře vědí horolezci). Pro malé změny výšky (což je i náš případ) však můžeme výše uvedené zanedbat a hustotu vzduchu považovat za stálou.

Postup

- 1) V aplikaci phyphox zapněte měření *Tlak* a změřte tlak vzduchu na podlaze a ve výšce 2 m nad podlahou. K naměření výšky použijte zvolené délkové měřidlo, případně lze k odhadu použít např. dveře (standardně mívají výšku právě 2 m).
- 2) Obě hodnoty tlaku zaznamenejte a určete z nich, jaký rozdíl atmosférických tlaků odpovídá výškovému rozdílu 1 m.
- 3) Proveďte takové měření, abyste pomocí právě zjištěného převodního vztahu určili výšku budovy či jednoho jejího patra. Nejprve si však dobře promyslete, v jakých místech budete tlak měřit. Pokud byste si nevěděli rady, zkuste budovu načrtnout a vyznačte, jakou výšku chcete měřit.
- 4) Připomeňte si vztah pro hydrostatický tlak a vysvětlete význam jednotlivých veličin.
- 5) Na základě předchozího vztahu a vašich naměřených hodnot vypočtete hustotu vzduchu a porovnejte ji s tabulkovou hodnotou.

Záznamový arch

Určení převodního vztahu mezi tlakem vzduchu a výškovým rozdílem

Tlak vzduchu na zemi:

Tlak vzduchu ve výšce 2 m nad zemí:

Rozdíl tlaků odpovídající změně výšky o 1 m:

Určení výšky budovy

Tlak vzduchu na nejnižším místě budovy:

Tlak vzduchu na nejvyšším místě budovy:

Výška budovy:

² Pro více informací vyhledejte výraz „barometrická rovnice“.

Výpočet hustoty vzduchu

Vztah pro hydrostatický tlak:

Hustotu vyjádříme ze vztahu pro hydrostatický tlak jako:

Dosaďte vámi naměřené hodnoty rozdílu tlaků a výšek a hustotu vypočítejte:

Hustota vzduchu podle tabulek/internetu při teplotě ve třídě:

Závěrečné shrnutí:

- Podařilo se vám pomocí měření tlaku zjistit výšku budovy? Odpovídá tato hodnota skutečnosti? Navrhněte jiné způsoby měření výšky, kterými byste mohli svůj výsledek ověřit.
- Jaká je zhruba odchylka vámi naměřené hodnoty od hodnoty tabulkové? Pokuste se určit jaké jsou hlavní zdroje nepřesností při měření.
- Rozmyslete si, za jakých podmínek bychom už hustotu vzduchu nemohli považovat za konstantní a porovnejte je s podmínkami, které panovaly při vašem měření.

- Pokud vás toto měření zaujalo, můžete zkusit některou z následujících činností:
 - Měření v terénu, ideálně při vysokohorské turistice. Podle nadmořské výšky, kterou snadno najdete na mapě, lze ověřit míru přesnosti měření prostřednictvím barometru.
 - Pomocí vakuové svářečky fólií (používá se k lepšímu uskladnění potravin) můžete určit, jak „dobré“ vakuum dokáže ve skutečnosti vytvořit. Stačí do fólie vložit mobil se zapnutým barometrem, nechat zavakuovat a poté porovnat hodnotu tlaku s normálním atmosférickým tlakem.
 - Poněkud složitější je měření vyššího tlaku, než je atmosférický. Pokud věříte vodotěsnosti vašeho mobilu, můžete jej ponořit do vody (raději však přece jen v uzavíratelném igelitovém sáčku, případně zavakuovaný) a změřit tak např. hustotu vody nebo ověřit platnost vztahu pro hydrostatický tlak.