



**Návrhy aktivit pro učitele zeměpisu a vedoucí geovědních kroužků**

**na základních i středních školách,**

aneb co lze dělat v učebně a přírodě s menší skupinou dětí se zájmem o zeměpis

a přírodu obecně

Autoři: studenti předmětu CBG/GK v roce 2016/2017

(K. Bambasová, V. Duffek, K. Frdlíková, A. Kliková, D. Krajčí, J. Král, A. Mrvová, J. Procházka,  
E. Soyma Nováková, V. Šrůma, M. Štrudlová, J. Zich)

Plzeň 2016



## Úvodní slovo

Tato příručka přináší tipy na různé aktivity zaměřené na geografické učivo. Aktivity jsou plánovány do učebny i do terénu. Společným atributem všech aktivit je, že učivo je prezentováno pomocí aktivizačních metod, které jsou doplněny o názorné ukázky a příklady. Žáci si díky těmto metodám často mohou probírané učivo „osahat“, vyzkoušet a důkladně procvičit. Díky tomu si žáci mohou různé geografické jevy a procesy názorně představit a osvojit si je. Aktivity se tak ideálně hodí jako doplněk klasické výuky zeměpisu ve škole. Mohou být využity jak při klasických hodinách, tak v rámci neformálního vzdělávání při různých projektech nebo kroužcích. Aktivity jsou prezentovány v jednotném formátu, obsahují návod pro učitele a lektory, jak aktivity připravit a realizovat. Každá aktivita je doplněna o teoretický základ, z kterého pokus nebo cvičení vychází. Součástí jsou i návrhy doplňujících otázek a úkolů pro žáky. Návrhy aktivit vznikly v rámci předmětu Geovědní kroužek. Studenti předmětu aktivity navrhli a ověřili s ostatními studenty geografických studijních oborů. V rámci ověření byly zaznamenány videonahrávky i fotografie, které jsou k dispozici na stránkách Oddělení geověd (CBG, FPE ZČU). Za pořízení a finální zpracování videí a fotografií je zodpovědný Bc. Čeněk Vladař.

Finanční podpora byla poskytnuta z projektu Vnitřní soutěže (VS-16-039) 2016.

Pozn.: Návrhy aktivit jsou výsledkem práce studentů a prošly jen základní revizí.

## Obsah

Tornádo v láhvi (Bc. Kateřina Bambasová).....	1
Vrstevnicová mapa z 3D modelu a 3D z vrstevnicové mapy (Bc. Václav Duffek) .....	6
Vznik a vývoj jeskyní ve vápencových oblastech (Kateřina Frdlíková) .....	10
Naplnění láhve vodou (Bc. Anna Kliková) .....	12
Měření pH a zákalu vody (Bc. David Krajčí) .....	14
Chování vody o různé teplotě (Bc. Jakub Král) .....	18
Orientace podle mapy a buzoly (Bc. Andrea Mrvová) .....	20
Sopečná činnost (Bc. Jakub Procházka) .....	24
Atmosférické jevy (Bc. Eva Soyma Nováková) .....	29
Mechanika atmosférického vzduchu (Bc. Vojtěch Šrůma).....	31
Teplotní a vlhkostní charakteristiky atmosféry (Bc. Michaela Štrudlová) .....	35
Měření průtoku vody (Bc. Jan Zich) .....	40

## METODICKÝ LIST

**Název: Tornádo v láhvi**

**Prezentovaný jev:** Tornádo – silně rotující vír

**Cílová skupina žáků:** 9. třída ZŠ

### Rozvíjené kompetence žáka:

- *k učení* - samostatně pozoruje a experimentuje, získané výsledky porovnává, kriticky posuzuje a vyvozuje z nich závěry pro využití v budoucnosti;
- *k řešení problémů* - vnímá nejrůznější problémové situace, rozpozná a pochopí problém, přemýšlí o nesrovnalostech a jejich příčinách, promyslí a naplánuje způsob řešení problémů a využívá k tomu vlastního úsudku a zkušeností;
- *komunikativní* - formuluje a vyjadřuje své myšlenky a názory;
- *sociální a personální* - přispívá k diskusi v malé skupině i k debatě celé třídy;
- *občanské* - chápe základní ekologické souvislosti a environmentální problémy.

### Výstupy RVP

- Žák uvádí na vybraném příkladu závažné důsledky a rizika spojená s vlivem tornád na krajinu, životní prostředí a život lidí.

**Forma:**

**laboratorní experiment**

terénní výuka

jiné

**Cíl:**

Žáci si dokáží představit tvar a způsob pohybu tornáda včetně pohybu těles unášených tornádem

### Teoretický úvod:

Tornádo je meteorologický jev. Jedná se o silně rotující vír, který doprovází bouřky. Vznikne, když se studený a prudký výškový vítr překříží s teplým přízemním větrem. Tornádo je schopné vznést do výšky až pětistunový předmět. Má podobu nálevky a spouští se ze základny mraku cumulonimbus (Obr. 1). Tornáda se vyskytují při bouřích po celém světě (Obr. 2). Nejznámější je oblast v Severní Americe, kde se jedná o tzv. *tornádový pás* (Obr. 3). Největší výskyt tornád vykazují USA, kde tornáda vznikají od dubna do června.



Obr. 1: Proudění vzduchu v tornádu (tornada.cz, 2016).



Obr. 2: Mapa výskytu tornád (tornáda.cz, 2016).



Obr. 3: Tornádový pás v USA (wikipedia.cz, 2016).

**Pomůcky:** plastová láhev, saponát, třpytky (konfety, nadrobno nastříhaný barevný voskovaný papír apod.)

**Doba na přípravu:** 1 minuta

**Doba na provedení:** 5 minut (žáci se zapojí); 1 minuta (frontální prezentace)

**Obtížnost:** lehká

**Postup:**

1. Láhev naplníme vodou do tří čtvrtin.
2. Do láhve přidáme několik kapek saponátu.
3. Přidáme malé množství třpytek a láhev řádně uzavřeme.
4. Láhev otočíme dnem vzhůru a uchopíme ji za hrdlo lahve. Krouživými pohyby vytvoříme uvnitř lahve vír.

**Návrh úkolů:**

- 1) Žáci provedou experiment s lahví. Mohou zkusit do lahve vhodit knoflík a zjistit, zda ho vír vznese. Porovnájí se silou skutečného tornáda.
- 2) Vypracují úkoly z pracovního listu.

**Otázky:**

Pohybují se některé části ve víru rychleji? Pokud ano, kde?

## PRACOVNÍ LIST

Název experimentu: **Tornádo v lahvi**

Jméno:

Třída:

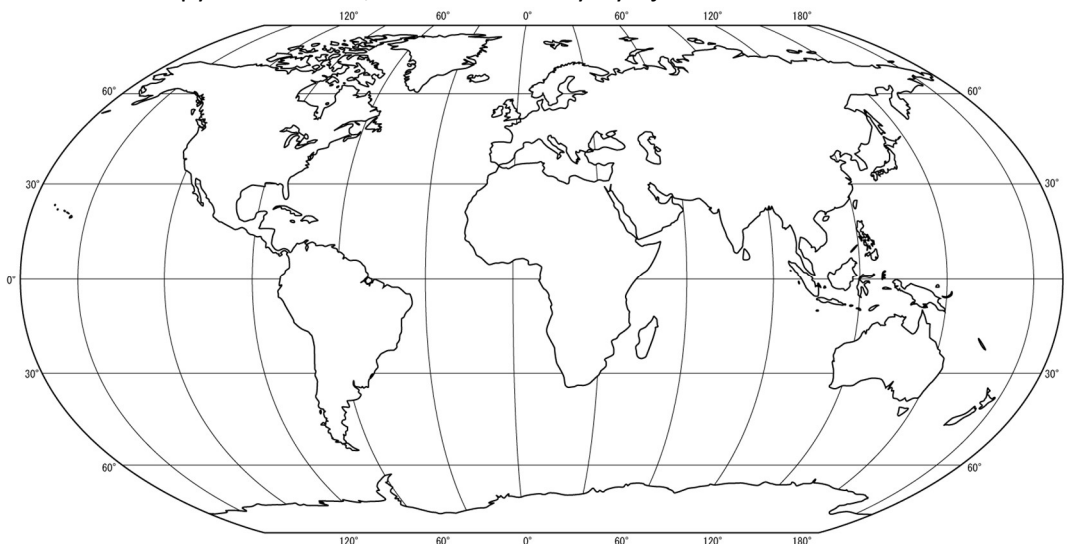
Datum:

Úkoly:

1) Vyhledej základní informace o tornádech a poznamenej si je formou klíčových slov.

2) V jaké oblasti světa se nejvíce vyskytují tornáda?

3) Zakresli do mapy světa oblasti, kde se tornáda vyskytují.



4) Proveď experiment dle následujícího postupu:

- Plastovou láhev naplň vodou do tří čtvrtin.
- Do láhve přidej několik kapek saponátu (přípravku na mytí nádobí).
- Přidej malé množství třpytek a láhev řádně uzavři.
- Láhev otoč dnem vzhůru a uchoť ji za hrdlo. Krouživými pohyby vytvoř uvnitř lahve vír.

5) Zamysli se, jak může vypadat tornádo ve skutečnosti a jaké má následky na přírodu a život lidí.

6) Jaké bys navrhoval postupy při ochraně před tornády?

7) Co Tě experiment naučil?

## METODICKÝ LIST

**Název:** Vrstevnicová mapa z 3D modelu (varianta 1) a 3D model z vrstevnicové mapy (varianta 2)

**Prezentovaný jev:** vrstevnice

**Cílová skupina žáků:** žáci ZŠ (2. stupeň)

**Rozvíjené kompetence žáka:** kompetence komunikativní, kompetence k řešení problému

<b>Forma:</b>	laboratorní experiment	terénní výuka	<b>jiné: manuální práce ve třídě</b>
---------------	------------------------	---------------	--------------------------------------

**Cíl:** žák dokáže správně interpretovat vrstevnicovou mapu a dovednosti dokáže aplikovat v orientaci na mapě v běžném životě

**Teoretický úvod:** Dovednost čtení v mapě patří k nezbytným dovednostem žáka. Ať už to je čtení v mapách tematických, historických, obecně zeměpisných, nebo topografických. Mezi dílčí dovednosti můžeme zařadit správné zorientování mapy, vyčtení nejdůležitějších informací, kvalitní práce s měřítkem, ale také určení polohy v krajině. S určováním polohy nějakého bodu, nebo jedince úzce souvisí určení jeho nadmořské výšky. Nadmořská výška lze na mapách vyjádřit několika způsoby např. kótami, šrafurou, nebo barevnou hypsometrií. Nejčastěji se ale zobrazuje vrstevnicemi.

Jedna vrstevnice je myšlená čára na zemském povrchu, která spojuje místa se stejnou nadmořskou výškou, např. 850 m n. m. Na mapách se pak rozlišují základní a zdůrazněné vrstevnice (někdy i doplňkové). Mezi každou zdůrazněnou vrstevnicí jsou čtyři základní. Rozdíl nadmořských výšek mezi dvěma základními vrstevnicemi, respektive číslo uvádějící po kolika výškových metrech jsou vrstevnice do mapy vykreslovány, se nazývá ekvidistance. Toto číslo musí být uvedeno na každé mapě s vrstevnicemi.

### Pomůcky:

Varianta 1: software Google-Earth, niť/saturna, jehly/ špejle, modelína, čtvrtka, karton, pravítko, psací potřeby.

Varianta 2: nůžky, lepidlo, karton na podlepení, barevné papíry s vrstevnicemi (podkladová vrstevnicová mapa přiložena k pracovnímu listu).

### Doba na přípravu:

Varianta 1: 15 min.

Varianta 2: 45 min.

### Doba na provedení:

Varianta 1: 45 min.

Varianta 2: 45 min.

### Obtížnost:

Varianta 1: střední

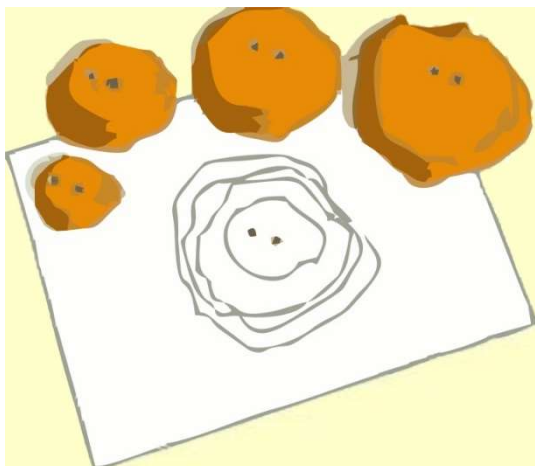
Varianta 2: střední

### Postup:

#### Varianta 1:

- na Google-Earth najít vhodnou lokalitu s výrazným tvarem reliéfu (Matterhorn, Etna, K2, fjord, kar...)
- s pomocí Google-Earth vymodelovat přibližně stejný tvar hory
- model propíchnout dvěma špejlemi/jehlicemi, abychom další části mohli umístit na to samé místo (jedno propíchnutí by mělo vést vrcholem)

- d) od spodku vyměřovat centimetr a saturnou krájet plátky. Od spodu pak obkreslovat na čtvrtku
- e) až jsou obkresleny všechny vrstvy, slož postupně po jednotlivých vrstvách model zpět



Obr. 1, 2, 3: Ukázka metodického postupu varianty 1.

**Varianta 2:**



- a) po vrstevnicích, zobrazujících stovky výškových metrů vystřihujeme reliéf
- b) na nejnižše položenou vrstvu nalepíme zespod karton
- c) na druhou nejnižše položenou vrstvu nalepíme zespod karton a celé přilepíme na předcházející vrstvu
- d) tímto stylem pokračujeme až do maximální výšky zobrazené na používané mapě

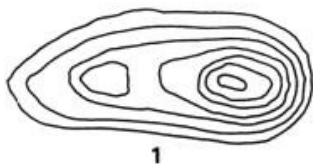
Obr. 4: Ukázka metodického postupu varianty 2.

### Návrh úkolů:

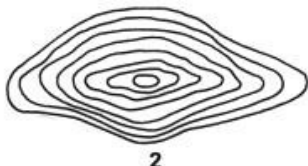
Žáci po skupinách provedou podle instrukcí učitele obě varianty úkolu a zodpoví zadané otázky z pracovního listu.

- Podívej se na svůj model a vytipuj místa, kde jsou svahy nejprudší a kde naopak nejméně prudké.
- Tato místa zakresli do své vrstevnicové mapy.
- Existuje nějaký vztah mezi tím, jak jsou vrstevnice na mapě od sebe vzdálené a vyšším či menším sklonem svahu? Pokud ano, napiš. **(Čím blíže jsou vrstevnice na mapě u sebe, tím je daný svah strmější.)**
- Vytvoř na další kus kartonu barevnou legendu pro určité nadmořské výšky (pouze pro variantu 2).

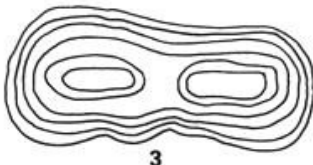
### Otázky:



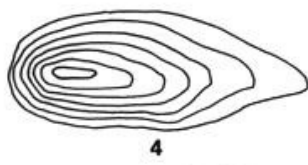
1



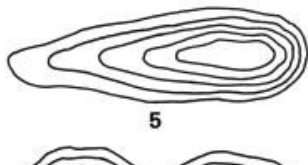
2



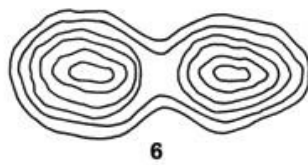
3



4



5



6



A



B



C



D



E



F

1) Přiřaď k jednotlivým kopcům jejich vrstevnicovou mapu

A 6.....

B 1.....

C 4.....

D 3.....

E 2.....

F 5.....

## PRACOVNÍ LIST

Název experimentu: **Vrstevnicová mapa z 3D modelu nebo 3D model z vrstevnicové mapy**

Jméno:

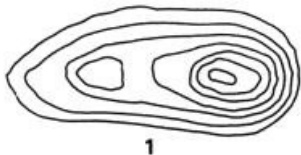
Třída:

Datum:

Úkoly:

1) Podle pokynů učitele vytvoř vrstevnicovou mapu z 3D modelu nebo 3D model z vrstevnicové mapy.

2) Přiřaď k jednotlivým kopcům jejich vrstevnicovou mapu

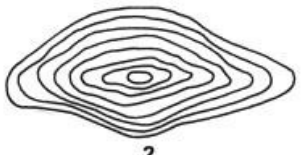


1



A

A .....



2



B

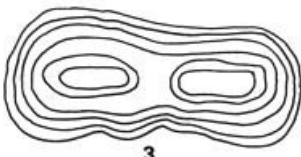
B .....

C .....

D .....

E .....

F .....



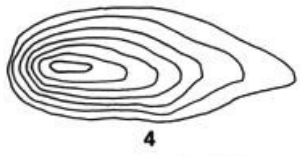
3



C

3) Podívej se na svůj model.

Vytipuj místa, kde jsou svahy nejprudší a kde naopak nejméně prudké.



4



D

4) Tato místa zakresli do tvé vrstevnicové mapy.

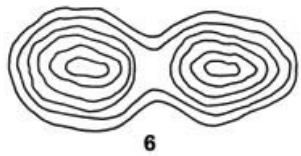


5



E

5) Existuje nějaký vztah mezi tím, jak jsou vrstevnice na mapě od sebe vzdálené a vyšším či menším sklonem svahu? Pokud ano, napiš.



6



F

## METODICKÝ LIST

**Název:** Vznik a vývoj jeskyní ve vápencových oblastech

**Prezentovaný jev:** proces krasovění - rozpouštění zásady kyselinou

**Cílová skupina žáků:** 6. – 7. ročník ZŠ

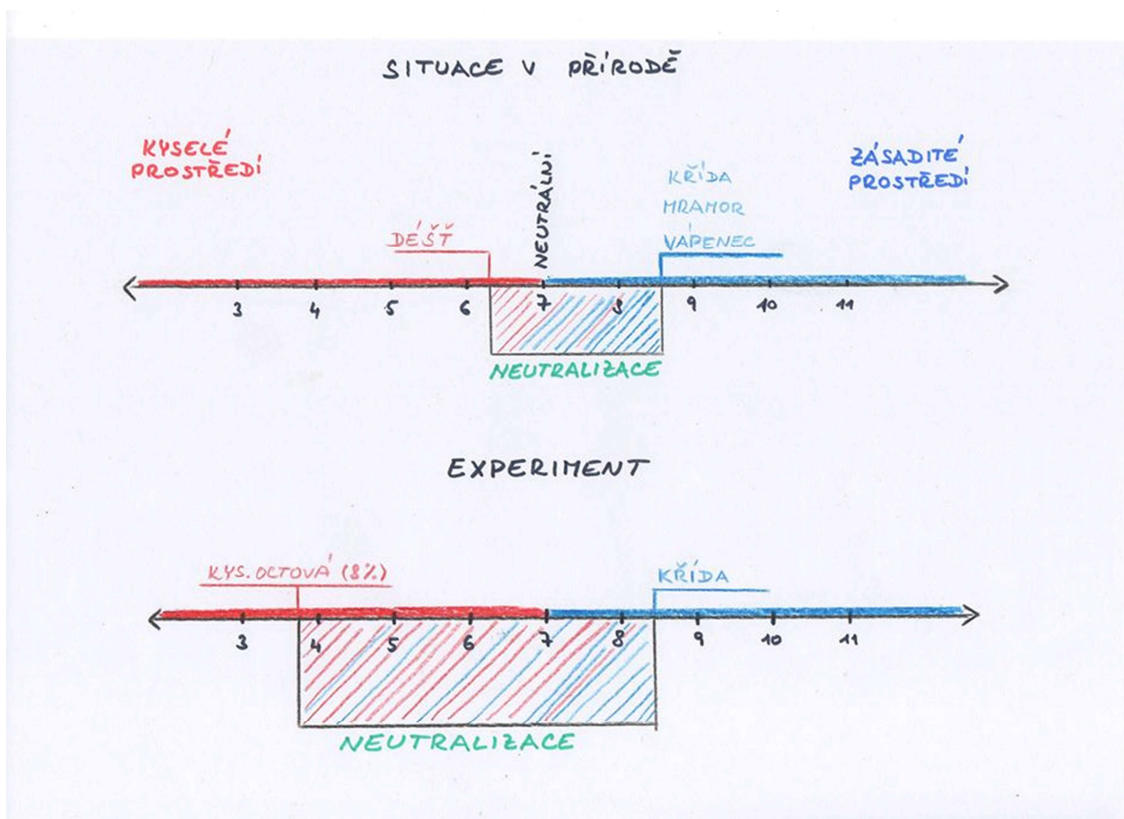
**Rozvíjené kompetence žáka:** propojení přírodovědy se základní chemií

<b>Forma:</b>	<b>laboratorní experiment</b>	terénní výuka	jiné
---------------	-------------------------------	---------------	------

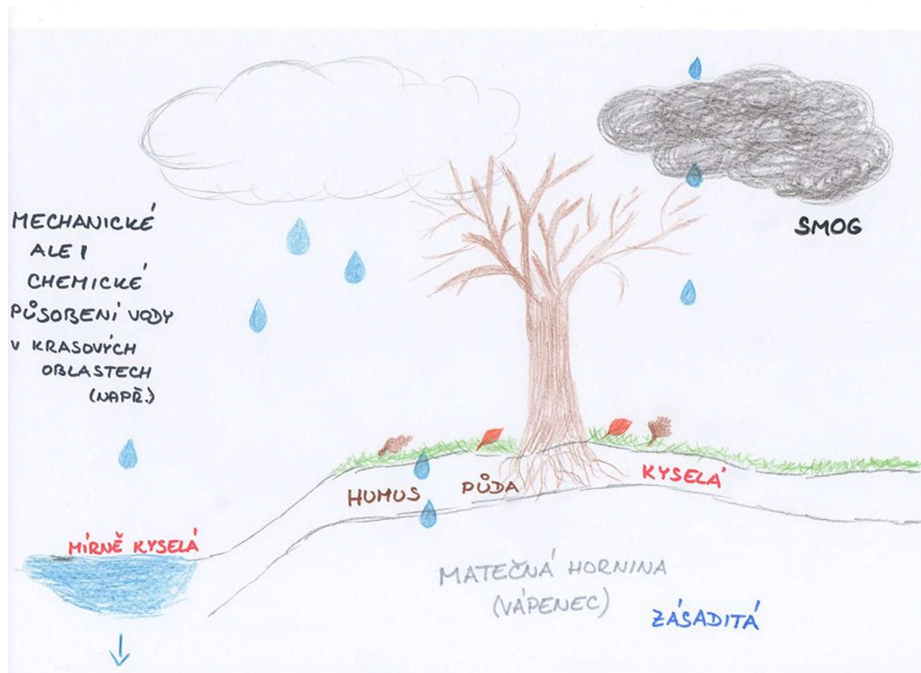
**Cíl:** Ukázat jak vznikají jeskyně v krasových oblastech. Dokázat, že voda nepůsobí na horniny pouze mechanicky.

### Teoretický úvod:

Jeskyně v krasových oblastech nevznikají pouze mechanickým působením vody. Velký podíl na jejich vzniku má chemická reakce. Reagují deště (kyselé pH) s vápencem (zásadité pH). Deště se okyselují při průchodu atmosférou, ve které jsou uvolněny kyselé plyny ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ), které se ve vodě rozpustí. Vápenec je zásaditý. Zásada s kyselinou spolu reagují, kyselina zásadu rozpouští a zásada při tomto procesu kyselinu neutralizuje (Obr. 1). Takto vznikají ve vápenci skuliny, které se působením času zvětšují.



Obr. 1: Porovnání situace v přírodě s experimentem.



Obr. 2: Zjednodušený nákres působení dešťové vody na horniny (vápence).

**Pomůcky:** kyselina octová (8% - potravinářský ocet), psací křída, skleněná nádoba, ilustrace daného jevu (osa pH)

**Doba na přípravu:** 15 minut

**Doba na provedení:** 10 minut

**Obtížnost:** nízká

**Postup:** Potravinářský ocet, 8% kyselinu octovou, nalijeme do skleněné nádoby, ve které bude experiment dobře viditelný. Do kyseliny vložíme kus křída a necháme rozpouštět. Při procesu rozpouštění pozorujeme vytváření bublinek oxidu uhličitého.

#### Návrh úkolů:

Nakreslete, odkud se do atmosféry dostávají kyselé plyny.

#### Otázky:

- 1) Jak a proč se v atmosféře okyselí déšť?
- 2) Kde se v atmosféře berou kyselé plyny?
- 3) Jak reaguje zásada s kyselinou?

## METODICKÝ LIST

**Název:** Naplnění láhve vodou

**Prezentovaný jev:** Proudění z tlakové výše do tlakové níže. Studený vzduch se smršťuje a teplý rozpíná.

**Cílová skupina žáků:** SŠ

**Rozvíjené kompetence žáka:**

- *kompetence k učení* – žák se učí cirkulaci atmosféry;
- *kompetence k řešení problémů* - žák sám navrhuje způsoby řešení zadaného úkolu – zamyšlení, jak naplnit láhev vodou;
- *kompetence komunikativní* - přijímá nápady druhých, společně vyřeší problém;
- *kompetence sociální a personální* – žáci aktivně spolupracují, aby přišli na správné řešení.

**Výstup RVP:** Žák objasní mechanismy globální cirkulace atmosféry a její důsledky pro vytváření klimatických pásů.

**Forma:** laboratorní experiment

terénní výuka

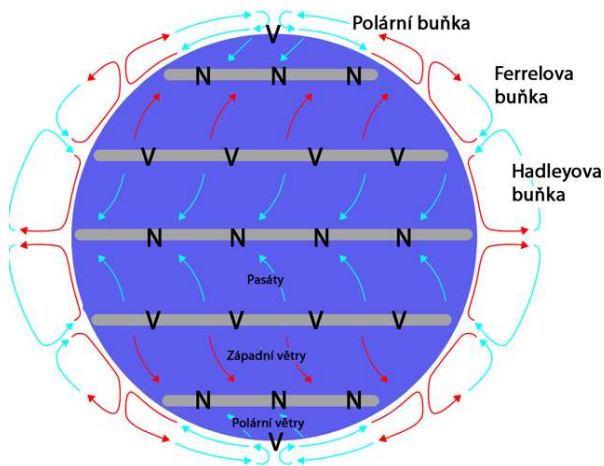
jiné

**Cíl:** Žák pochopí problematiku vzniku tlakových níží a výší a rozpínání a stlačování vzduchu při různých teplotách.

**Teoretický úvod:**

### ***Proudění atmosférického vzduchu***

Důkaz rozpínání a smršťování vzduchu za určitých teplot. Teplý vzduch stoupá a rozpíná se. Naopak studený klesá a smršťuje se. Když se vzduch smršťuje, zároveň i kondenzuje v něm obsažená vodní pára. Tento jev se projevuje zejména na rovníku, kde teplý vzduch od pevniny stoupá, ochlazuje se, a tudíž v těchto zeměpisných šířkách často prší. Vyskytují se zde tropické deštné pralesy. Dále suchý vzduch zbavený srážek pokračuje směrem k obratníkům Raka a Kozoroha. V těchto zeměpisných šířkách už není vzduch nasycen vodní párou, a tudíž zde prší velmi málo. Vyskytují se zde pouště. Celý tento cyklus vzduchu označujeme jako Hadleyova buňka (Obr. 1). Tu tvoří pravidelně vanoucí větry - pasáty (směrem k rovníku) a antipasáty (od rovníku). Rovník je oblastí nízkého tlaku a obratníky vysokého tlaku. Vzduch proudí z tlakové výše do tlakové níže.



Obr. 1: Cirkulace atmosféry (<http://www.in-pocasi.cz/clanky/teorie/vseobecna-cirkulace-atmosfery/>).

**Pomůcky:** mikrovlnka, džbán, voda, skleněná lahev, potravinářské barvivo

**Doba na přípravu:** 5 min

**Doba na provedení:** 15min

**Obtížnost:** nízká

**Postup:**

Do džbánu nalijeme vodu, kterou obarvíme pro lepší efekt celého pokusu. Skleněnou lahev dáme zahřát do mikrovlnky. Poté ohřátou lahev vložíme hrdlem dolů do džbánu s vodou a čekáme, až se do skleněné lahve nasaje voda a lahev se naplní. Pokus nám dokázal, že teplý vzduch se rozpíná a pokud začne chladnout, smršťuje se, v lahvi se sníží tlak, a tudíž se do ní začne nasávat voda ze džbánu, aby se tlak vyrovnal. Vznikl tím podtlak, kdy voda z tlakové výše proudila do tlakové níže.

**Návrh úkolů:**

Naplň skleněnou lahev vodou ze džbánu, aniž bys manipuloval se džbánem.

**Otázky:**

- 1) Jak to, že se voda dostala do skleněné láhve?
- 2) Kde vzniká oblast nízkého/vysokého tlaku?
- 3) Proudí vzduch z tlakové níže do výše či naopak?
- 4) Teplý vzduch se rozpíná nebo smršťuje? Studený vzduch se rozpíná nebo smršťuje?

## METODICKÝ LIST

**Název: Měření pH a zákalu vody**

**Prezentovaný jev:** Zákal a pH vody a kapalin.

**Cílová skupina žáků:** 1. ročník VŠ (bakalářské studium)

**Rozvíjené kompetence žáka:**

- *k řešení problémů* – žáci se snaží odůvodnit naměřené hodnoty u jednotlivých kapalin;
- *pracovní* – žáci provádí měření pH a zákalu vody;
- *komunikativní* – Nad probíraným tématem žáci vedou diskusi s učitelem.

<b>Forma:</b>	laboratorní experiment	<b>terénní výuka</b>	jiné
---------------	------------------------	----------------------	------

**Cíl:** Žák dokáže vysvětlit, co je pH, jakých hodnot může nabývat, co hodnoty vyjadřují a jakým způsobem ho lze měřit. Žák zná pH kapalin, s kterými se setkává v běžném životě a zná i příklady kapalin s extrémními hodnotami. Žák dokáže objasnit, jak vznikají *kyselé* deště, jaká je jeho přibližná hodnota pH a jaký vliv mají kyselé vody na přírodní prostředí.

Žák, dokáže vysvětlit, co je zákal, jak se měří a v jakých jednotkách se vyjadřuje. Žák hodnotí, jaký vliv může mít zákal vody na přírodní prostředí.

**Teoretický úvod:**

### Měření pH vody

Měření pH kapaliny určuje, zda je kapalina kyselá nebo zásaditá, na škále pH, která sahá od hodnoty 0 na straně kyselé, po hodnotu 14 na straně zásadité. Při pH 7 se ve vodě koncentrace iontů  $H^+$  a  $OH^-$  rovnají. Látky s hodnotou pH nižší než 7 jsou kyselé, protože obsahují vyšší koncentraci iontů  $H^+$ . Látky s hodnotou pH vyšší než 7 jsou zásadité (alkalické), protože obsahují vyšší koncentraci iontů  $OH^-$  než iontů  $H^+$ . Dále budou popsány vzorky použité při terénní výuce (tučně).

**Voda z kohoutku** má pH okolo 6,5.

**Dešťová voda** by měla mít pH mírně pod 6. **Kyselý déšť** je definován jako typ srážek s pH nižším než 5,6. Zdroj kyselého deště může být jak přírodní, tak antropogenní. Hlavním přírodním zdrojem kyselého deště je sopečná činnost, kde se do ovzduší dostávají oxidy síry a ve vzduchu reagují s vodou a vzniká tak slabá kyselina sírová, která okyseluje déšť. Mezi antropogenní zdroje patří např. průmysl, energetika, automobilová doprava a zemědělství. Do ovzduší se tak dostávají oxidy uhlíku a dusíku. Plyny mohou být v atmosféře přenášeny stovky kilometrů než „spadnou“ na zem. Příkladem toho je často nízké pH dešťů ve Skandinávii ve srovnání s množstvími oxidů, které Norsko a Švédsko vypouští. Stromům ubližují kyselé deště různými způsoby. Mohou porušovat voskovitý povrch na listech a strom je tím náchylnější k mrazu nebo napadání houbami a hmyzem. Mohou také zpomalit růst kořenů, což má za následek málo výživy pro strom.

Reakce vedoucí k tvorbě kyselého deště:



V **povrchových vodách** existuje přímý vztah mezi nižšími hodnotami pH a úhynem ryb v rybnících. Ve vodě s pH nižším než 4,5 prakticky žádná ryba nepřežije, zatímco ve vodě s pH 6 nebo vyšším žijí zdravé ryby. Kyselina ve vodě přerušuje produkci enzymů, které umožňují pstruhovým larvám uniknout z jejich vajec. Také mobilizuje toxické kovy jako hliník v jezerech. Hliník způsobuje nadbytek slizu, který obaluje rybí žábry a tím zamezuje řádnému dýchání. Růst fytoplanktonu je potlačován vysokou kyselostí vod a zvířata, která se jím živí, trpí hladem. Nižší pH v povrchových vodách může být i z důvodu výskytu rašelinišť. Příkladem může být Kamenný rybník na severu Plzně. Rašeliniště obsahuje převážně organické látky a organické kyseliny. Obecně pH rašelinišť klesá s růstem obsahu organických látek.

V **Coca-Cole** je obsažena kyselina fosforečná ( $H_3PO_4$ ), proto má pH 2,3. Použití tohoto vzorku bylo z důvodu demonstrování nízké hodnoty pH.

**Hydroxid sodný** (louh) (NaOH) má pH 13,5. Použití tohoto vzorku bylo z důvodu demonstrování vysoké hodnoty pH.

### Zákal vody

Zákal lze definovat jako snížení průhlednosti vody vlivem nerozpuštěných anorganických látek (kovů, jílové minerály apod.) nebo látek organických (bakterie, plankton, pyl apod.). Při průchodu světelných paprsků kapalinou, která obsahuje jemně rozptýlené nerozpuštěné částice. Dochází k rozptylu světla do všech směrů.

Zákal má tedy vliv na život rostlin ve vodách, a to z důvodu narušení fotosyntézy.

**Fotosyntéza** je složitý proces, při kterém se mění přijatá energie světelného záření na energii chemických vazeb. Využívá světelného, např. slunečního, záření k tvorbě energeticky bohatých organických sloučenin (cukrů) z jednoduchých anorganických látek (oxidu uhličitého a vody).

Rovnice fotosyntézy:  $6 CO_2 + 12 H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6 O_2 + 6 H_2O$

$CO_2$  = Oxid uhličitý;  $H_2O$  = Voda;  $C_6H_{12}O_6$  = Glukóza;  $O_2$  = Kyslík

Zákal měříme v jednotkách NTU (Nephelometric Turbidity Unit), kdy hodnota 0 je čirá kapalina.

**Pomůcky:** pH Sensor - čidlo kyselosti (Vernier), Turbidity Sensor – zákaloměr (Vernier), datalogger LabQuest 2 (Vernier), různé kapaliny (6), indikátorové pH papírky, plastové kelímky, trychtýř.

**Doba na přípravu:** 2 min

**Doba na provedení:** 10 min

**Obtížnost:** Nízká

### **Postup:**

#### Měření pH vody

Odebereme šest různých kapalin do kelímku. Kelímky jsou označeny čísly od 1 do 6, aby žáci nevěděli, o jakou kapalinu se jedná. Zvolené kapaliny byly: voda z kohoutku, dešťová voda, voda z řeky Úslava, voda z Kamenného rybníka, Coca-Cola a slabý roztok NaOH.

Vybereme jednoho ze studentů, aby pomocí čidla změřil pH první kapaliny a výsledek si ostatní zapíše do pracovního listu. Následně vybereme jiného studenta, aby změřil pH u kapaliny č. 2. Takto postupujeme až ke kapalině č. 6.

O výsledcích měření a o druhu kapalin se bavíme až po změření všech vzorků. Učitel doplňuje informace ke každé kapalině, viz teoretický úvod.

### Měření zákalu vody

Odebereme čtyři různé kapaliny do kelímku. Kelímky jsou označeny čísly od 1 do 4, aby žáci nevěděli, o jakou kapalinu se jedná. Zvolené kapaliny byly: voda z kohoutku, dešťová voda, voda z řeky Úslava a voda z Kamenného rybníka.

U měření zákalu vody je ovládání přístroje složitější než u měření pH, a tak u první kapaliny předvedeme, jak má správný postup měření vypadat. Dále vybereme jednoho ze studentů, aby pomocí přístroje změřil zákal vody u druhé kapaliny, a výsledek si ostatní zapíší do pracovního listu. Následně vybereme jiného studenta, aby změřil zákal u kapaliny č. 3. Poslední student změří zákal u poslední, čtvrté kapaliny.

O výsledcích měření a o druhu kapalin se bavíme až po změření všech vzorků. Doplnění výkladu, viz teoretický úvod.

### **Návrh úkolů (s řešením)**

#### Měření pH a zákalu vody

1) Změřte pH u kapalin č. 1 – 6 a zapište hodnoty do tabulky.

č. kapaliny	Název kapaliny	Hodnota pH
1	voda z kohoutku	6,5 pH
2	dešťová voda	5,8 pH
3	voda z Kamenného rybníku	5,6 pH
4	voda z řeky Úslava	5,9 pH
5	Coca-Cola	2,3 pH
6	NaOH	13,5 pH

2) Změřte zákal u kapalin č. 7 – 10 a zapište hodnoty do tabulky.

č.kapaliny	Název kapaliny	Hodnota zákalu
7	voda z kohoutku	40 NTU
8	voda z Kamenného rybníku	141 NTU
9	voda z řeky Úslava	110 NTU
10	dešťová voda	125 NTU

3) Jaký rozsah má stupnice pH? 0 - 14

4) Jaké pH mají roztoky? a) kyselé <7

b) neutrální 7

c) zásadité >7

5) Jakou reakci vyvolávají látky z rašelinových půd? Kyselou reakci.

6) Co způsobuje zákal vody? Kovy, jílové minerály, bakterie, plankton, pyl.

7) Jak zákal vody ovlivňuje rostliny ve vodách? Horší prostupnost světla, narušení fotosyntézy.

## PRACOVNÍ LIST

Název experimentu: **Měření pH a zákalu vody**

Jméno:

Třída:

Datum:

Úkoly:

Měření pH a zákalu vody

1) Změřte pH u kapalin č. 1 – 6 a zapište hodnoty do tabulky.

Č. kapaliny	Název kapaliny	Hodnota pH
1		
2		
3		
4		
5		
6		

2) Změřte zákal u kapalin č. 7 – 10 a zapište hodnoty do tabulky.

č.kapaliny	Název kapaliny	Hodnota zákalu
7		
8		
9		
10		

3) Jaký rozsah má stupnice pH?

4) Jaké pH mají roztoky? a) kyselé

b) neutrální

c) zásadité

5) Jakou reakci vyvolávají látky z rašelinových půd?

6) Co způsobuje zákal vody?

7) Jak zákal vody ovlivňuje rostliny ve vodách?

## METODICKÝ LIST

**Název: Chování vody o různé teplotě**

**Prezentovaný jev:** rozdílné chování vody o jiné teplotě

**Cílová skupina žáků:** 1. ročník SŠ

**Rozvíjené kompetence žáka:**

- *k učení* – žáci získávají informace o chování vody o různé teplotě, žáci se učí o uplatnění tohoto jevu v přírodě;
- *k práci* – žáci pracují s potřebnými pomůckami a provádějí celý pokus;
- *komunikativní* – žáci musí komunikovat ve dvojicích při provádění pokusu.

<b>Forma:</b>	<b>laboratorní experiment</b>	terénní výuka	jiné
---------------	-------------------------------	---------------	------

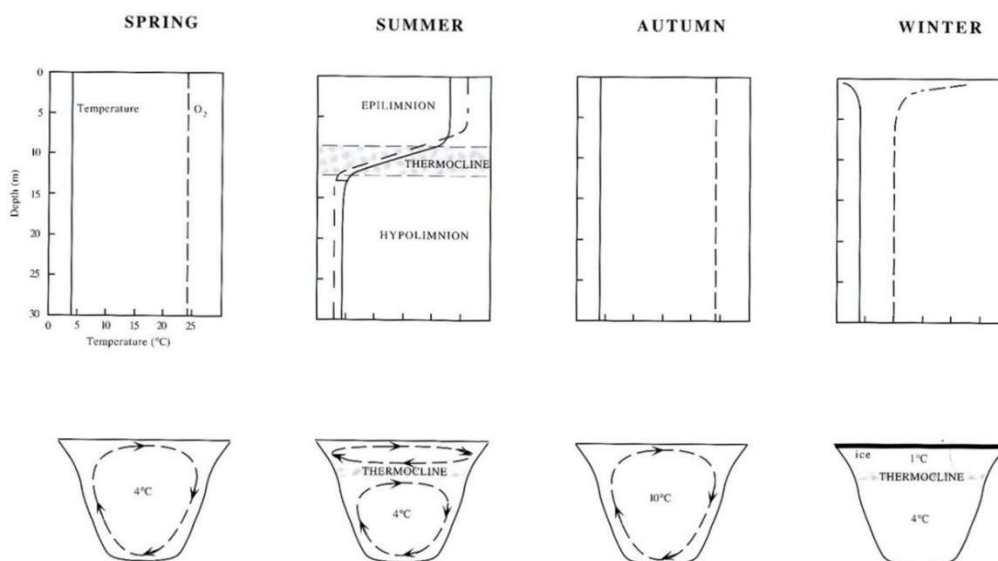
**Cíl:** Žák si uvědomí chování vody o různé teplotě a aplikuje a hodnotí tento jev v přírodě.

### Teoretický úvod:

Hustota je fyzikální veličina, která udává, jakou hmotnost má určitý objem zkoumaného tělesa. Hustota je vlastností látky, která tvoří těleso. Zahříváním kapaliny se zvyšuje její teplota. S rostoucí teplotou se oddalují molekuly vody a voda má tedy nižší hustotu. Ochlazením vody se snižuje její teplota. Se snižující se teplotou se smršťují molekuly vody k sobě a mají tedy vyšší hustotu.

### Stratifikace jezer

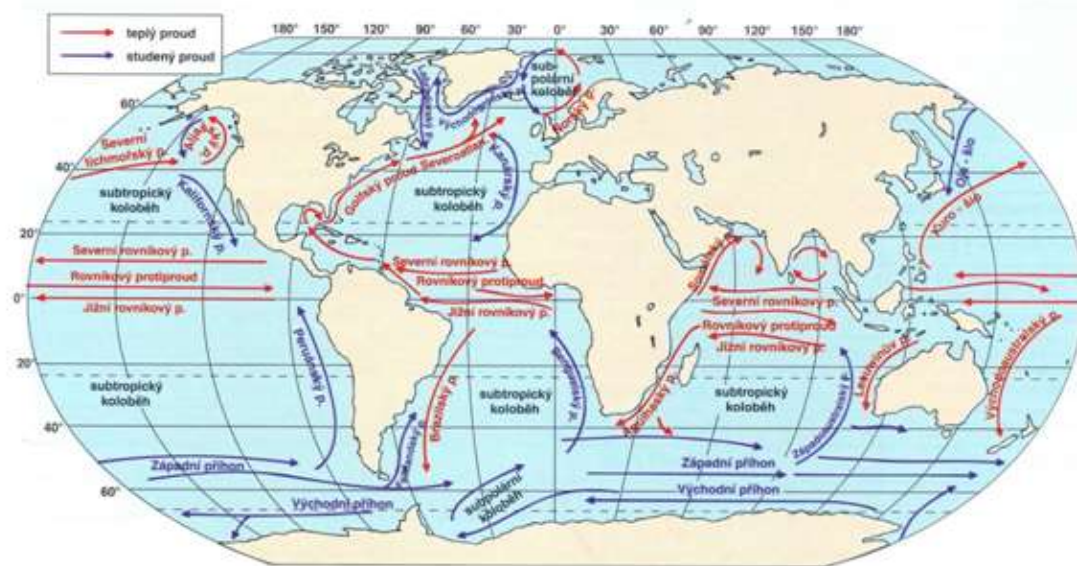
Popisuje rozvrstvení vodního sloupce na základě různé teploty, tedy o různé hustotě. Podle teploty se jezera dělí na **teplá, chladná, studená**. Pohyb vodních molekul ve vertikálním směru nazýváme termické konvekční proudění. Výsledkem konvekčního proudění je teplotní zvrstvení (stratifikace) vody (Obr. 1). **Přímá termická stratifikace** znamená, že teplota vrstvy vody při hladině je vyšší než 4°C. **Má tedy nižší hustotu, než voda s nižší teplotou**. S rostoucí hloubkou se teplota snižuje nejvíce na 4°C (při této teplotě má objemová jednotka vody největší hmotnost), u teplých jezer se vyskytuje po celou dobu roku, u chladných jezer se vyskytuje v teplé části roku.



Obr. 1: Teplotní stratifikace v jezerech v jednotlivých ročních obdobích

Kdežto **obrácená stratifikace (teplotní inverze)** znamená to, že teplota vody při hladině je nižší než 4°C (jde o vodu lehčí), pod ní může být jen voda o teplotě nejméně 4°C, nejčastěji se vyskytuje na chladných jezerech v zimním období a trvale ve studených jezerech, zjevným doprovodem bývá vznik ledových útvarů a zámraz hladiny, dochází k ní, až když se vyčerpají zásoby tepla v hlubších vrstvách jezera tak, že jejich teplota poklesne na 4°C (objemná jezera zamrzají mnohem později). Když dojde k tomu, že teplota se na krátkou dobu vyrovná na 4°C, mluvíme o homotermii. Epilimnion je svrchní vrstva prohřáté vody, její mocnost se zvětšuje od jara k létu a opět se zmenšuje na podzim, dobře prokysličená.

Různá teplota vody je i jednou z příčin vzniku a pohybu mořských proudů (Obr. 2). Mezi procesy, které ohřívají oceánskou vodu, patří: absorpce slunečního záření, dodávání tepla ze dna oceánů (ze zemské kůry i pláště), přeměna kinetické energie na teplo, ohřívání vody chemickými i biologickými procesy, přímý přenos tepla z atmosféry, kondenzace vodních par, radioaktivní rozpad prvků. Sluneční záření je pohlcováno z největší části (84,5 %) ve vrstvě vody do 1 m. **Přenos tepla v oceánech** probíhá ve směru horizontálním i vertikálním, teplo se přenáší z nižších zeměpisných šířek (přebytek) do oblastí vyšších šířek (deficit), uskutečňuje se hlavně mořskými proudy, výměna tepla ve vertikálním směru se uskutečňuje hlavně konvekčním tepelným prouděním a turbulencí. **Konvekční proudění** souvisí se změnou hustoty vody podmíněnou teplotou a salinitou, konvekce podmíněná změnou salinity a teploty se označuje jako **konvekce termohalinní**, teplejší, ale slanější vody při klesání do hloubky přenášejí i teplo. Teplota povrchové vrstvy může kolísat od 60°C (tropické izolované zálivy a laguny) do -1,9°C, na povrchu otevřeného oceánu je teplota maximálně 33°C, průměrná teplota je 17,4°.



Obr. 2: Proudění v oceánech.

**Pomůcky:** 4x půllitrový kelímek (čirý), 2x gumičky, 2x kelímky (panák), 2x dřívka, led, rychlovarná konvice, voda, potravinářské barvivo (červené a modré)

**Doba na přípravu:** 10 minut

**Doba na provedení:** 5 minut

**Obtížnost:** střední

## METODICKÝ LIST

**Název:** Orientace podle mapy a buzoly

**Prezentovaný jev:** Práce s mapou a buzolou

**Cílová skupina žáků:** 1. ročník na VŠ

**Rozvíjené kompetence žáka:**

- *kompetence komunikativní* – studenti pracují a komunikují ve skupině
- *kompetence k řešení problému* – studenti jsou schopni podle výkladu plnit zadané úkoly
- *kompetence k učení* – studenti chápou a používají správnou terminologii

**Forma:** laboratorní experiment

**terénní výuka**

jiné

**Cíl:** Studenti se naučí orientaci v mapě a v prostoru pomocí buzoly.

**Teoretický úvod:** Doba trvání: 5 min

Mapa je zmenšené, zevšeobecněné a vysvětlené znázornění objektů a jevů na Zemi.

Dělení map dle měřítka:

- mapy malého měřítka (měřítko menší než 1:200 000, znázorňují obrovské území, jsou značně zkreslené - zkreslení působí hlavně zakřivení Země)
- mapy středního měřítka (měřítko 1:5 000 až 1:200 000)
- mapy velkého měřítka (měřítko větší než 1:5 000, zobrazují pouze malá území, jsou minimálně zkreslené - zkreslení způsobuje hlavně členitý georeliéf)

Dělení map dle obsahu:

- topografické (místopisné, podrobné, zobrazující zejména geografickou realitu co nejpodrobněji)
- všeobecně zeměpisné (zobrazují rozsáhlé geografické celky s vysokou mírou generalizace základních fyzikogeografických i socioekonomických prvků)
- tematické (účelové, speciální, s přednostně vymezenou tematikou v rozsahu jednoho nebo skupiny obsahových prvků, ostatní prvky mohou být potlačeny nebo vynechány)
- katastrální (zachycují katastr a pozemky)

Definice základních pojmů + vysvětlení využívání:

**Vrstevnice:** Křivka, která na mapě či v terénu spojuje body se stejnou nadmořskou výškou. V místech, kde jsou vrstevnice na mapě hustěji u sebe, je v terénu svah strmější. Výškový rozdíl mezi dvěma sousedními vrstevnicemi určuje ekvidistance (základní interval vrstevnic).

**Spádnice:** Čára probíhající ve směru největšího sklonu (spádu) terénního reliéfu, je kolmá k vrstevnici.

**Buzola:** Buzola je jednoduchý přístroj, který slouží k orientaci v terénu, určování světových stran a měření.

**Azimut:** Je úhel, který ve vodorovné rovině svírá určitý směr se směrem severním. Azimut slouží k určování polohy pozorovaného objektu a navigaci. Úhel je orientovaný po směru pohybu hodinových

ručiček, tedy hodnoty přibývají od severu směrem k východu, měří se ve stupních ( $0^{\circ}$ – $360^{\circ}$ ). Z definice vyplývá, že sever má azimut  $0^{\circ}$ , východ  $90^{\circ}$ , jih  $180^{\circ}$  a západ  $270^{\circ}$ .

**Kóta:** bod na mapě s číslem určující jeho nadmořskou výšku

#### Orientace mapy pomocí buzoly

Abychom se mohli v terénu orientovat podle mapy, musí být mapa zorientovaná k severu. To znamená, že mapa musí být natočena tak, že sever vyznačený na mapě (směrovkou) se shoduje se skutečným směrem severu. Skutečný směr severu nám ukazuje střelka buzoly. Buzolu držíme v horizontálním (vodorovném) směru nad na rozevřenou mapou. Mapou otáčíme tak, aby se směr vyznačeného severu na mapě shodoval se střelkou ukazující k severu. Buzolu položíme na mapu a zkontrolujeme, že směrovka na mapě i střelka buzoly ukazují shodným směrem.

**Pomůcky:** 2 stejné mapy (městský plán Plzně v měřítku 1:15 000 (nakladatelství Marco Polo), buzoly, papír, tužka

**Doba na přípravu:** 2 min

**Doba na provedení:** 25 min

**Obtížnost:** nízká

**Postup:** Exkurze probíhá v Plzni v městské části Božkov (konkrétně na tzv. Božkovském ostrově, v rohu fotbalového hřiště, souřadnice:  $49^{\circ}43'49.202''N$ ,  $13^{\circ}25'34.680''E$ ). Nejdříve je celé skupině představeno několik základních informací o dané problematice, viz teoretický úvod. Studenti poté ve dvou skupinách plní úkoly uvedené v pracovním listě. Každá skupina má k dispozici jednu mapu a buzolu. Po vypracování jednotlivých úkolů probíhá zhodnocení a porovnání výsledků. Vedoucí (učitel) je po celou dobu plnění úkolů oběma skupinám k dispozici k případným dotazům a řešení problémů.

#### **Návrh úkolů (včetně řešení):**

- 1. Urči, v jaké nadmořské výšce se nacházíte.** Studenti podle vrstevnic na mapě určí nadmořskou výšku místa, kde se nachází.  
**Správná odpověď:** 320 m n. m.
- 2. Jaká je ve skutečnosti vzdálenost vzdušné čáry spojující Božkovský ostrov se zříceninou Radyně?** Studenti musí na mapě najít zříceninu Radyně. Dále změřit pravítkem na buzole vzdálenost a výslednou hodnotu převést dle měřítko a mapy.  
**Správná odpověď:** 6km
- 3. Pod jakým azimutem se dostanete z tohoto místa k budově Pedagogické fakulty na Chodském náměstí, pokud byste se mohli pohybovat vzdušnou čarou?** Studenti najdou na mapě budovu Pedagogické fakulty ZČU a buzolou určí, pod jakým azimutem by se museli vydat z Božkovského ostrova k Pedagogické fakultě, pokud by se mohli pohybovat vzdušnou čarou.  
**Správná odpověď:**  $280^{\circ}$
- 4. K jakému bodu na mapě se dostanete, když půjdete pod azimutem:**  

$0^{\circ}$	5cm
$240^{\circ}$	12cm
$140^{\circ}$	14cm
$300^{\circ}$	14cm
$65^{\circ}$	13cm

Studenti mají určené azimuty a vzdálenost mezi nimi. Začínjí na Božkovském ostrově. Pokračují od bodu k bodu.

**Správná odpověď:** Výchozí i konečný bod je stejný.

5. **Pod jakým azimutem dojdete k vyznačenému bodu v okolí?** Studenti mají určené body v okolí, ke kterým musí dojít. Měří vzdálenost mezi jednotlivými stromy a od každého stromu určují azimut, pod kterým se vydají k dalšímu stromu.

**Správná odpověď:** Záleží na daných bodech, které se studentům určí v terénu.

## PRACOVNÍ LIST

Název experimentu: **Orientace podle mapy a buzoly**

Jméno:

Třída:

Datum:

Úkoly:

- 1) Urči, v jaké nadmořské výšce se nacházíte.
- 2) Jaká je vzdálenost ve skutečnosti vzdušnou čarou mezi Božkovským ostrovem a Radyní?
- 3) Pod jakým azimutem se dostanete k budově Pedagogické fakulty na Chodském náměstí?
- 4) K jakému bodu na mapě se dostanete, když půjdete pod azimutem:

0° 5cm

240° 12cm

140° 14cm

300° 14cm

65° 13cm

- 5) Pod jakým azimutem dojdete k vyznačenému bodu v okolí?

## METODICKÝ LIST

**Název: Sopečná činnost**

**Prezentovaný jev:** sopečná erupce

**Cílová skupina žáků:** 6. třída

**Rozvíjené kompetence žáka:**

- *kompetence k učení* – operuje s obecně užívanými termíny tak, aby je efektivně využil v praktické činnosti (sopečný kužel, sopouch, magmatický krb, magma, láva, kráter, parazitický kráter);
- *kompetence komunikativní* – naslouchá argumentům druhých, vhodně na ně reaguje, účinně se zapojuje do diskuse, vysvětluje svůj názor a vhodně argumentuje;
- *kompetence pracovní* – používá bezpečně a účinně materiály a nástroje, pracuje podle daných pravidel.

**Forma:**

laboratorní experiment

terénní výuka

jiné

**Cíl:** Žák je schopen po provedení pokusu popsat průběh erupce u výlevného typu sopky. Žák dokáže aplikovat získané poznatky, dokáže od sebe rozpoznat dva základní typy erupcí a jejich projevy. Je schopen popsat důsledky způsobené erupcí na okolní krajinu

**Teoretický úvod:**

**Sopka** nebo také vulkán je porucha povrchu planety či měsíce, kudy se na povrch dostává směs roztavených hornin, tzv. magma, a sopečných plynů z magmatického rezervoáru umístěného hlouběji v tělese planety či měsíce. Dnes se termín používá pro označení výstupu jakéhokoliv teplejšího materiálu vůči okolí na povrch tělesa doprovázeného následnou erupcí.

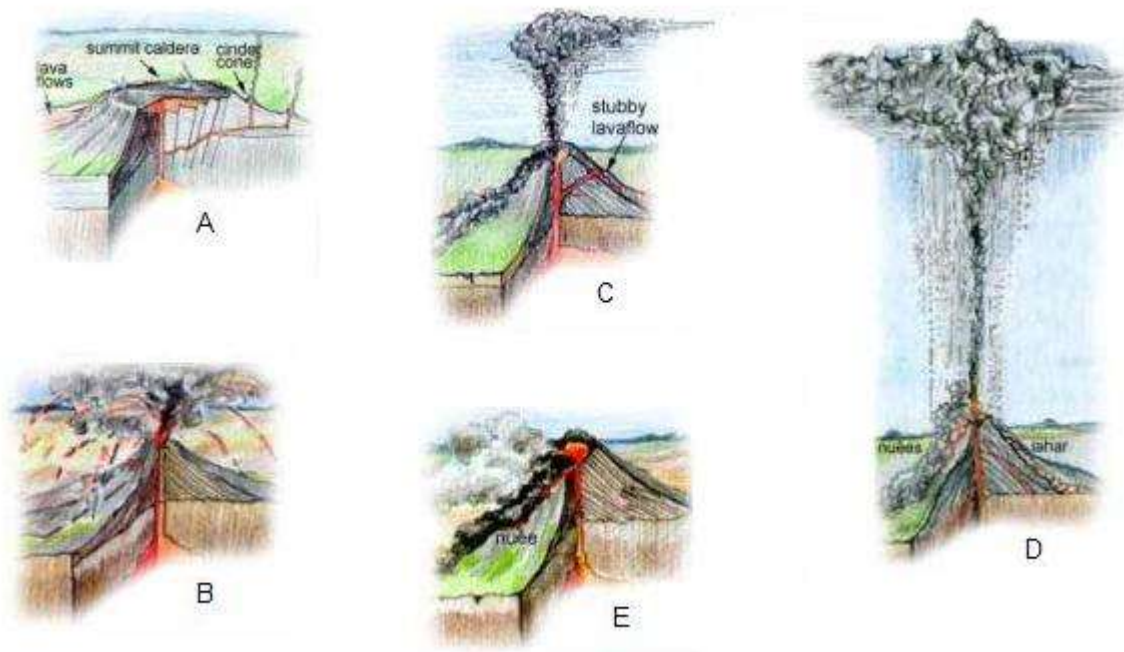
**Sopečná erupce** je geologická vulkanická událost, během které dochází k výronu magmatu na povrch tělesa. Je vyvolávána tlakem sopečných plynů uvolňujících se z magmatu během výstupu. Erupce nastane, pokud celkový tlak uvolněných sopečných plynů dosáhne meze, kdy je jimi generované tlakové napětí schopné prorazit překážku bránící výlevu. Během erupce je pak magma vyvrhováno pod tlakem na povrch.

**Magma** je termín označující směs roztavených hornin a plynů, která se nachází pod povrchem Země. Magma může obsahovat i krystaly různých minerálů, rozpuštěné plyny či bublinky. Magma je hlubinný ekvivalent lávy, tedy, jakmile se magma dostane na povrch tělesa, používá se pro jeho označení termín **láva**.

Vlivem rozdílu hustoty magmatu vůči okolnímu prostředí, stoupá magma k povrchu, jelikož má menší hustotu. Během výstupu dochází taktéž k postupnému chladnutí magmatu, postupné krystalizaci minerálů a k poklesu okolního tlaku, což způsobuje postupné uvolňování rozpuštěných plynů v magmatu a vzniku bublinek. Pokud je množství rozpuštěných plynů dostatečné, či magma na své cestě potká zdroj podzemní vody, může dojít k jeho fragmentaci a vzniku explozivního vulkanismu. Při explozivní erupci je láva v podobě tzv. tefry rozmetána do atmosféry a poté se ukládá v okolí sopky. Pokud je množství plynů malé či má plyn možnost snadno z magmatu uniknout, magma se po povrchu začne vylévat a tvořit lávové proudy. U většiny sopek dochází k oběma typům erupcí.

Sopečný kužel je tvořen jak vrstvami lávových proudů, tak vrstvami tefry, takové kužely sopek se nazývají stratovulkány.

**Typy sopečné erupce** (Obr. 1): Erupce můžeme rozdělit na 2 základní typy – výlevné (efuzivní) a výbušné (explozivní)



Obr. 1: Znázornění jednotlivých druhů erupcí; A - Havaj, B - Stromboli, C - Vulcan, D - Vesuv, E - Mt. Pelée.

**Pomůcky:** Ocet, modelína, jedlá soda (kypřící prášek), potravinové barvivo, mycí prostředek (Jar), pevná podložka (miska, tácek), baňka, kádinka, lžička

**Doba na přípravu:** 20 minut

**Doba na provedení:** 10 minut

**Obtížnost:** střední

**Postup:** Na pracovní desku si připravíme všechny potřebné pomůcky. Jako sopku využijeme baňku, kterou obalíme zapomoci rozmačkané modelíny a položíme na tácek. V kádince rozmícháme malou lžici mycího prostředku s několika kapkami červeného barviva. Do směsi přidáme velkou lžici jedlé sody. Tato směs představuje „magma“. Vzniklou směs nasypeme do sopečného kužele. Následně přilejeme ocet a pozorujeme reakci.

Reakcí hydrogenuhličitanu sodného  $\text{NaHCO}_3$  s octem vzniká jako sůl octan sodný a plynný oxid uhličitý. Vznikající plyn způsobuje vytvoření syčící pěny z přítomného mycího prostředku a tato pěna díky  $\text{CO}_2$  roste a nabývá na objemu. Barvivo zvyšuje efekt pokusu.

**Upozornění!** Během pokusu je nutné žákům vysvětlit, že ve skutečnosti dochází k vulkanické činnosti jinak než v průběhu pokusu (pomocí jedlé sody, octa a saponátu). Erupce nastane, pokud celkový tlak uvolněných sopečných plynů dosáhne meze, kdy je jimi generované tlakové napětí schopné prorazit překážku (nadložní vrstvy) bránící výlevu. V případě výlevných sopek má magma nízký obsah těkavých plynů, proto nedochází k explozi, ale láva se vylívá do okolí.

Pokus ukazuje volné vytékání lávy ze sopečného kužele, tím simuluje volné vytékání lávy u výlevných sopek a názorně tak demonstuje rozdílný průběh mezi explozivní a výlevnou erupcí. Žáci si lépe

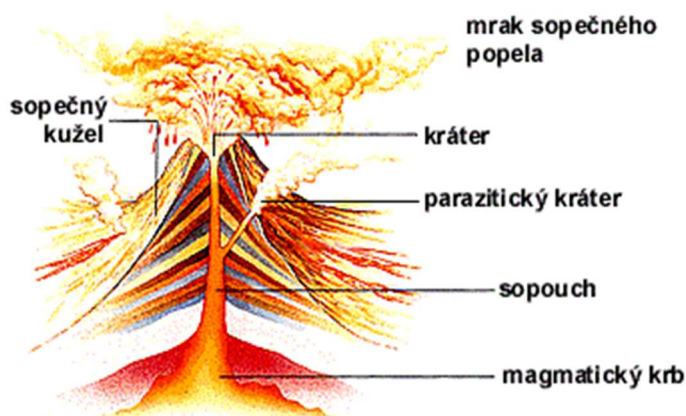
dokáží představit nebezpečí výlevného vulkanismu, které spočívá v tom, že láva během výlevu zasáhne velké oblasti, ve kterých dochází ke vzniku lávových proudů či plošin, či se může rychle přemístit do oblasti poměrně vzdálených od místa erupce.

**Návrh úkolů (včetně řešení):**

**1) S využitím školního atlasu doplňte následující údaje do tabulky:**

Sopka (hora sopečného původu)	Výška (m n. m.)	Stát	Světadíl
Etna	3323	Itálie	Evropa
Mont Pelée	1397	Martinik	Severní Amerika
Ključevskaja	4750	Rusko	Asie
Krakatoa	813	Indonésie	Asie
Fudži	3776	Japonsko	Asie
Vesuv	1281	Itálie	Evropa
Hekla	1488	Island	Evropa

**2) Doplňte do obrázku následující údaje: magmatický krb, sopečný kužel, kráter, parazitický kráter, sopouch, mrak sopečného popela**



**3) Z baňky a modelíny vyrobte model sopky a opakujte pokus demonstrující erupci (postup pokusu uveden v metodickém listu výše).**

**Otázky:**

- 1) Jaký je rozdíl mezi magmatem a lávou? - Magma je termín označující směs roztavených hornin a plynů, která se nachází pod povrchem Země. Jakmile se magma dostane na povrch tělesa, používá se pro jeho označení termín láva.
- 2) Kvůli čemu se magma vytlačuje ze sopky? - Magma má nižší hustotu než okolní neroztavené horniny a je tedy lehčí, což vede ke stoupání magmatu. Následně se z něho začnou vlivem změny tlaků uvolňovat **sopečné plyny**.

- 3) Popište rozdíl mezi výlevnou a výbušnou erupcí sopky. – Při výlevné erupci dochází k vytékání lávy z kráteru, na svahu a při úpatí sopky se tvoří lávové proudy. Při výbušné erupci je láva v podobě tzv. tefry rozmetána do atmosféry a poté se ukládá v okolí sopky.
- 4) Mohou být sopky aktivní i pod mořskou hladinou? - ano
- 5) V roce 2010 byla erupce na Islandu. Měla tato událost nějaký důsledek i na další státy Evropy (pokud ano, jaký)? - ano, sopečný popel přerušil leteckou dopravu.
- 6) Jaké projevy posopečné aktivity můžeme v Česku sledovat? - minerální a *termální prameny* na Karlovarsku, které jsou i aktivně využívány pro lázeňství a cestovní ruch. Post-vulkanickým projevem jsou i *bahenní sopky* v přírodní rezervaci SOOS v západních Čechách.

## PRACOVNÍ LIST

Název experimentu: **Sopečná činnost**

Jméno:

Třída:

Datum:

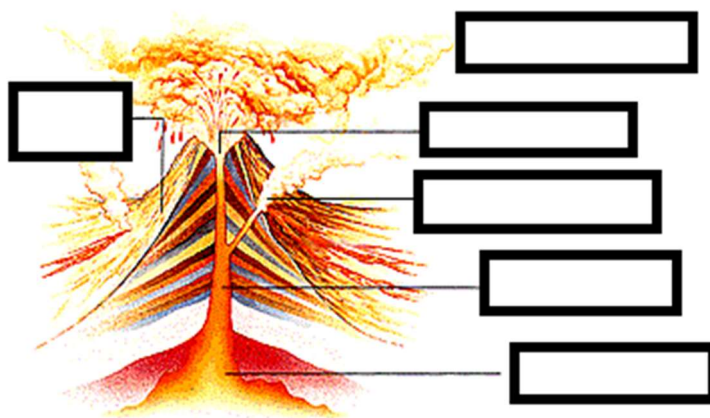
Úkoly:

1) S využitím školního atlasu doplňte následující údaje do tabulky:

Sopka (hora sopečného původu)	Výška (m n. m.)	Stát	Světadíl
Etna			
Mont Pelée			
Ključevskaja			
Krakatoa			
Fudži			
Vesuv			
Hekla			

2) Doplňte do obrázku následující údaje: magmatický krb, sopečný kužel, kráter, parazitický kráter, sopouch, mrak sopečného popela

3) Z baňky a modelíny vyrobte model sopky a opakujte pokus demonstrující erupci (řídte se pokyny učitele).



## METODICKÝ LIST

**Název:** Atmosférické jevy

**Prezentovaný jev:** tlak a rychlost proudění vzduchu

**Cílová skupina žáků:** 9. roč ZŠ / 1. roč SŠ

**Rozvíjené kompetence žáka:** kompetence k řešení problému, kompetence sociální, komunikativní kompetence

<b>Forma:</b>	laboratorní experiment	<b>terénní výuka</b>	jiné
---------------	------------------------	----------------------	------

### Cíl:

Žák aplikuje teoretické znalosti ohledně atmosférického tlaku a proudění vzduchu, které získal ve vyučování, v terénu.

Žák analyzuje závislost atmosférického tlaku na změně nadmořské výšky.

Žák analyzuje závislost rychlosti proudění vzduchu na vybraných faktorech (např. na podobě reliéfu – vyvýšené místo, návětrná strana, údolí řeky, na pokryvu – otevřený prostor, prostor hustě porostlý vegetací apod.).

Žák si vyzkouší práci s přístroji na měření tlaku a rychlosti proudění vzduchu.

### Teoretický úvod:

**Atmosférický tlak** (tlak vzduchu) je způsoben atmosférou planety Země. Tento tlak vyvolává tíha vzduchového sloupce sahajícího od hladiny, ve které tlak zjišťujeme, až po horní hranici atmosféry. Tlak vzduchu s rostoucí výškou klesá, je tedy největší u zemského povrchu. Místa, kde je stejný tlak vzduchu, se na synoptických mapách spojují čarami - izobarami. Čím větší je změna tlaku vzduchu na určitou vzdálenost, tím je v daném místě i větší vítr (čím hustěji jsou izobary u sebe, tím silnější se dá očekávat vítr). Průměrná hodnota tlaku vzduchu na hladinu moře při teplotě 15°C je 1013,26 hPa. Přístroj k měření tlaku se nazývá barometr.

**Proudění vzduchu** označujeme jako vítr. Vznik větru závisí na rozdílu atmosférického tlaku. Rozdíl v tlaku vzduchu způsobuje, že vzduch se pohybuje z místa vyššího tlaku do místa s nižším tlakem. Díky tomu, že se Země otáčí, stáčí se směr větru na severní polokouli napravo (a na jižní polokouli nalevo). Čím větší jsou rozdíly mezi tlaky, tím větší (silnější) vzniká vítr. Stupnice rychlosti větru se nazývá Beaufortova stupnice. Rychlost větru se udává v m/s nebo km/hod. Přístroj k měření tlaku se nazývá anemometr.

**Pomůcky:** anemometr (Vernier), barometr (Vernier), datalogger LabQuest2 (Vernier), vytištěná Beaufortova stupnice, mapa daného území

<b>Doba na přípravu:</b> 5 minut	<b>Doba na provedení:</b> 30 minut	<b>Obtížnost:</b> nízká
----------------------------------	------------------------------------	-------------------------

**Postup:** Před měřením se zamyslete na základě teoretických znalostí, kde v místě, na kterém se právě nacházíte, bude tlak vzduchu a rychlost proudění vzduchu nejvyšší a kde nejnižší. Tato místa vyznačte do přiložené mapy. K mapě vytvořte jednoduchou legendu.

Pomocí anemometru a barometru změřte na daném území hodnotu tlaku a rychlost proudění vzduchu. Naměřené hodnoty zapište do tabulky a místa měření vyznačte do přiložené mapy území.

K mapě vytvořte jednoduchou legendu. Vypočítejte průměrnou hodnotu tlaku a rychlosti proudění vzduchu (aritmetický průměr). Pomocí přiložené Beaufortovy stupnice rychlosti větru (Obr. 1) vyhledej, jaký typ větru pro tento den vane a jaké jsou jeho projevy v krajině.

Stupeň	Vítr	[km/h]	[m/s]	Znaky
0	bezvětří	< 1	< 0,5	kouř stoupá kolmo vzhůru
1	vánek	1 - 5	~ 1,25	směr větru poznatelný podle pohybu kouře
2	větřík	6 - 11	~ 3	listí stromů šelestí
3	slabý vítr	12 - 19	~ 5	listy stromů a větvičky v trvalém pohybu
4	mírný vítr	20 - 28	~ 7	zdvihá prach a útržky papíru
5	čerstvý vítr	29 - 39	~ 9,5	listnaté keře se začínají hýbat
6	silný vítr	40 - 49	~ 12	telegrafní dráty sviští, používání deštníků je nesnadné
7	mírný víchř	50 - 61	~ 14,5	chůze proti větru je nesnadná, celé stromy se pohybují
8	čerstvý víchř	62 - 74	~ 17,5	ulamují se větve, chůze proti větru je normálně nemožná
9	silný víchř	75 - 88	~ 21	vítr strhává komíny, tašky a břidlice ze střech
10	plný víchř	89 - 102	~ 24,5	vyvrací stromy, působí škody na obydlích
11	vichřice	103 - 114	~ 29	působí rozsáhlá pustošení
12-17	orkán	> 117	> 30	ničivé účinky (odnáší střechy, hýbe těžkými hmotami)

Obr. 1: Beaufortova stupnice rychlosti větru.

#### Návrh úkolů:

- 1) Změř hodnotu tlaku vzduchu v místě, kde se domníváš, že bude jeho hodnota nejvyšší. Změř hodnotu tlaku vzduchu v místě, kde se domníváš, že bude jeho hodnota nejnižší. Popiš a odůvodni výsledky měření.
- 2) Změř hodnotu rychlosti proudění vzduchu v místě, kde se domníváš, že bude hodnota nejvyšší. Změř hodnotu rychlosti proudění vzduchu v místě, kde se domníváš, že bude hodnota nejnižší. Popiš a odůvodni výsledky měření.
- 3) Podle tabulky Beaufortovy stupnice zjisti, jaký typ větru pro tento den vane a jaké jsou jeho projevy v krajině.
- 4) Vyzkoušej, jak silný vítr dovedou vykonat tvé plíce.

#### Otázky:

- 1) Jaká je nejčastěji používaná jednotka tlaku?
- 2) Jaká je nejčastěji používaná jednotka rychlosti větru?
- 3) Jak se nazývá přístroj na měření tlaku a rychlosti větru?
- 4) Jaké faktory ovlivňují rychlost větru?
- 5) Jaký vztah platí pro nadmořskou výšku a tlak vzduchu?
- 6) Jak se nazývá stupnice rychlosti větru?
- 7) Jaké znáš typy větru? Jaké jsou jejich projevy v krajině?

## METODICKÝ LIST

**Název:** Mechanika atmosférického vzduchu

**Prezentovaný jev:** Změna atmosférického tlaku

**Cílová skupina žáků:** 1. – 2. ročník SŠ

**Rozvíjené kompetence žáka:**

- *kompetence k řešení problému* – rozpozná a pochopí problém (proč došlo k proniknutí balonku do lahve – co má na to vliv), na základě vlastního úsudku či zkušenosti promyslí způsob řešení problému (řeší otázky a úkoly k pokusu);
- *kompetence k učení* – žák používá odbornou terminologii (atmosférický tlak, tlaková výše, tlaková níže, podtlak), operuje s obecně užívanými termíny tak, aby je efektivně využil v praktické činnosti;
- *kompetence pracovní* – používá bezpečně a účinně materiály a nástroje, pracuje podle daných pravidel.

<b>Forma:</b>	<b>laboratorní experiment</b>	terénní výuka	jiné
---------------	-------------------------------	---------------	------

**Cíl:** Na základě jednoduchého experimentu vysvětlit žákům základní princip a zákonitosti atmosférického tlaku.

**Teoretický úvod:** Tlak vzduchu (atmosférický tlak) je síla, která působí v daném místě atmosféry kolmo na libovolně orientovanou plochu jednotkové velikosti ( $1 \text{ m}^2$ ). Je vyvolán tíhou vzduchového sloupce sahajícího od hladiny moře (nebo od libovolné jiné sledované výškové hladiny), až k horní hranici atmosféry.

Tlak vzduchu se měří v pascálech (Pa), v meteorologii se často používá její násobek - hektopascal ( $1 \text{ hPa} = 100 \text{ Pa}$ ). Na velikost atmosférického tlaku má vliv:

Teplota vzduchu – Čím je atmosféra teplejší, tím se snižuje hustota vzduchu (teplý vzduch stoupá) a tím je tlak nižší. Tlakové níže jsou proto typické pro oblasti s vyššími teplotami vzduchu (např. rovník). Čím je teplota nižší, tím stoupá hustota vzduchu (chladný vzduch se smršťuje) a zvyšuje se tlak vzduchu. V chladnějších oblastech se často nacházejí tlakové výše (např. póly).

Obsah vodní páry v atmosféře – Čím je ve vzduchu více vodních par, tím je větší jejich napětí a tedy i atmosférický tlak. S klesajícím tlakem vzduchu stoupá maximální možné množství vody obsažené ve vzduchu.

Zeměpisná šířka – V ročním průměru je nejnižší tlak asi na  $10^\circ\text{SŠ}$  a v oblasti obou polárních kruhů. Nejvyšší tlak je v subtropích  $-35^\circ\text{SŠ}$  a  $30^\circ\text{JŠ}$  a v oblasti pólů. V zimě bývá vysoký tlak spíše nad chladnými kontinenty, v létě je zde naopak nízký tlak. Průměrný tlak vzduchu na hladině moře je pro celou zeměkouli  $1011 \text{ hPa}$ , u nás je průměrný tlak přepočtený na hladinu moře  $1016 \text{ hPa}$ . Průměrná hodnota tlaku vzduchu u mořské hladiny při teplotě  $15^\circ\text{C}$  činí  $1013,3 \text{ hPa}$ , a to na  $45^\circ$  zeměpisné šířky.

Nadmořská výška – Atmosférický tlak klesá s přibývajícím výškou a je velice důležitý pro předpověď počasí.

Vzhledem k tomu, že meteorologické stanice měřící atmosférický tlak jsou v různých nadmořských výškách, používá se vždy pro vzájemné porovnání tlak redukováný na hladinu moře. Tento tlak je průměrně  $1013,25 \text{ hPa}$  (tzv. normální atmosférický tlak).

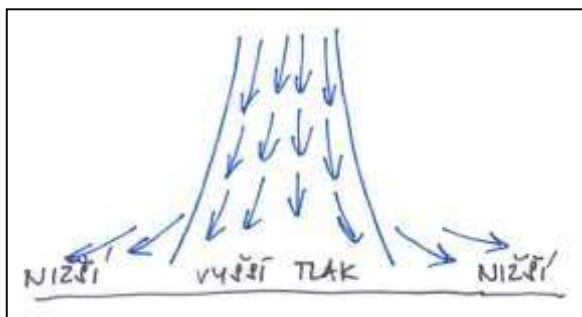


Obr. 1: Závislost tlaku vzduchu na nadmořské výšce.

Ve vodorovném směru není tlak na všech místech stejný. Díky proudění vzduchu, jsou místa s vyšším a nižším tlakem. Tlak se měří, přepočítává se na hladinu moře, vynáší se do mapy a podle této mapy se vytváří předpověď počasí. Podle hodnot tlaku hovoříme o tlakové níži a tlakové výši. Izobara – čára, která na meteorologické mapě spojuje místa se stejným tlakem.

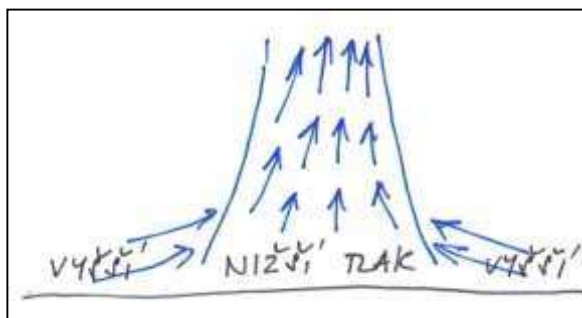
#### Tlaková výše

Místo, kde je vyšší tlak než v okolí. Nahromaděný vzduch zde klesá dolů, tím se zahřívá a nemohou se tvořit mraky. V tlakové výši je proto jasno a neprší.



#### Tlaková níže

Místo, kde je nižší tlak než v okolí. Do oblasti nižšího tlaku se tlačí vzduch z okolí, vzduch stoupá vzhůru, ochlazuje se a sráží se pára (kondenzuje). V tlakové níži je zataženo a často prší.



**Pomůcky:** Nádoba s vhodným obvodem hrdla, zápalky, nafukovací balónek, papír, brčko, nádoba s vodou, brýle

**Doba na přípravu:** 10 minut

**Doba na provedení:** 5 minut

**Obtížnost:** střední

**Postup:** Na pracovní desku si připravíme všechny zmiňované pomůcky. Připravíme si nafukovací balónek, který naplníme vodou. Vodou naplněný balónek vložíme do nádoby s vodou. Vezmeme papír, který po jeho delší části několikrát přeložíme. Přeložený papír následně zapálíme a vhodíme do připravené nádoby. Ihned po vhození hořícího papíru vložíme na hrdlo nádoby naplněný balónek, který by se měl po malé chvíli dostat dovnitř. Následně se pokusíme balónek dostat ven tím, že zvýšíme tlak uvnitř nádoby pomocí brčka, které prostrčíme podél balónku dovnitř a současným taháním balónku a foukáním do brčka balónek vytáhneme ven.

Demonstrováný pokus popisuje změnu atmosférického tlaku vzduchu a působení tlaku na tělesa v přírodě. Z pokusu žáci pochopí, že vzduch proudí z oblasti vyššího tlaku do oblasti nižšího tlaku. Z pokusu je patrný také vliv teploty na změnu tlaku – pokud dojde k zahřátí (zapálení papíru v nádobě), klesá v nádobě tlak a díky vyššímu tlaku vně nádoby dojde k proniknutí balónku do nádoby. Pokud chceme dostat balónek z nádoby (kde je nízký tlak) do okolí (kde je vyšší tlak), musíme zvýšit tlak v nádobě (pomocí brčka), aby byl vyšší než v okolí. Opět je tedy demonstrován pohyb z oblasti vyššího tlaku do oblasti nižšího tlaku.

Video odkaz: <https://www.youtube.com/watch?v=axbFo-wsp4g>

**Návrh úkolů:** Žáci dostanou pracovní list, který je zaměřen na změnu tlaku s výškou. U úkolů 1 a 2 nelze uvést univerzální řešení, odpovědi i naměřené hodnoty se budou lišit. Řešení úkolu č. 3: Tlak se s rostoucí nadmořskou výškou klesá.

**Otázky:**

- 1) Proč se balónek dostal do nádoby? (řešení: Došlo ke změně tlaku. V lahvi vznikl podtlak a atmosférický tlak, který působí na balónek zvenčí je větší než tlak v lahvi.)
- 2) Jak se v průběhu pokusu měnil tlak v nádobě oproti okolnímu prostředí? (řešení: Na začátku pokusu, před hořením papíru, byl tlak v láhvi větší než venkovní tlak. Po zapálení papíru v láhvi se zvýšila teplota (vzduch se začal rozpínat) a tím se snížil tlak a balónek se tak dostal dovnitř lahve. Následně se pomocí brčka tlak v lahvi zvětšil a byl větší než tlak okolní. Díky tomu se podařilo balónek dostat zpět ven.)

## PRACOVNÍ LIST

Název experimentu: **Změna atmosférického tlaku**

Jméno:

Třída:

Datum:

Úkoly:

- 1) Odhadněte, jaký je vztah mezi nadmořskou výškou a atmosférickým tlakem. Váš odhad popište a pokuste se ho odůvodnit.
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- 2) Pomocí barometru zjistěte, jak se mění atmosférický tlak v závislosti na nadmořské výšce. V poschodové budově proveďte několik měření atmosférického tlaku (v nejnižším a nejvyšším místě budovy a libovolných, alespoň 2 dalších, místech v budově). Naměřené hodnoty zaznamenejte do tabulky:

Poschodí budovy	Naměřená hodnota
Nejnižší podlaží	
Podlaží č. ___	
Podlaží č. ___	
Nejvyšší podlaží	

- 3) Je v naměřených hodnotách nějaký trend? Popište a zdůvodněte.

## METODICKÝ LIST

**Název:** Teplotní a vlhkostní charakteristiky atmosféry

**Prezentovaný jev:** Měření teploty a vlhkosti vzduchu

**Cílová skupina žáků:** 1. ročník VŠ

**Rozvíjené kompetence žáka:** kompetence komunikativní, kompetence k řešení problému, pracovní kompetence, kompetence k učení

<b>Forma:</b>	laboratorní experiment	<b>terénní výuka</b>	jiné
---------------	------------------------	----------------------	------

**Cíl:** Studenti si uvědomí závislost teploty a vlhkosti vzduchu.

**Teoretický úvod:** Doba trvání zhruba 10 minut

### Měření teploty vzduchu

- teplotní stupnice **Celsiova** (°C) – bod mrazu 0 °C, bod varu 100 °C

- teplotní stupnice **Fahrenheitova** (°F) – bod mrazu 32 °F, bod varu 212 °F

Procesy v zemské atmosféře jsou z velké části založeny na teplotních rozdílech (způsobené zahříváním povrchu planety Sluncem) a jimi vyvolaném proudění vzduchu.

### Meteorologie

V meteorologii se věnuje teplotě vzduchu velká pozornost, protože výrazně ovlivňuje **podnebí** (neboli klima), což je dlouhodobý stav počasí, a **počasí**, což je okamžitý stav v ovzduší na určitém místě).

Teplota vzduchu se měří ve výšce 2 metry nad zemským povrchem ve stínu (v meteorologické budce). Zpravidla se udává:

- denní minimální teplota
- denní maximální teplota
- průměrná denní teplota

### Faktory ovlivňující rozložení teploty vzduchu

- **zeměpisná šířka** – S narůstající vzdáleností od rovníku klesá průměrná roční insolace a tedy i teplota.
- **vzdálenost od oceánu, tzv. oceanita a kontinentalita** – Stanice při pobřeží jsou v porovnání s vnitrozemím chladnější v létě a teplejší v zimě a mají menší teplotní amplitudu (denní a roční rozdíly teplot). Vodní plochy se při stejné insolaci ohřívají a ochlazují pomaleji než povrch souše; uplatňuje se i vliv teplých a studených mořských proudů na pobřežní oblasti.
- **nadmořská výška** – Pokles teploty vzduchu s výškou udává vertikální teplotní gradient. Vzduch se otepluje od aktivního povrchu, tedy čím je od povrchu dále, tím je chladnější. Průměrný vertikální teplotní gradient je 0,65 °C/100 m.

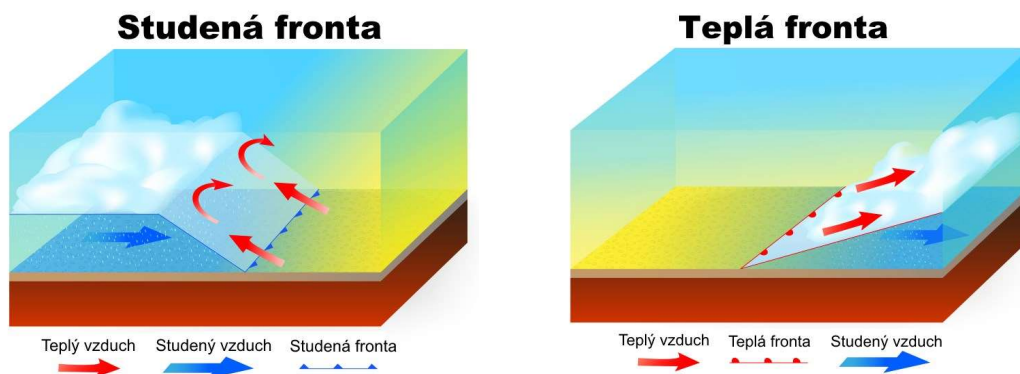
### Globální cirkulace atmosféry též všeobecná cirkulace atmosféry

Globální cirkulace atmosféry představuje více méně pravidelné pohyby vzduchových mas v planetárním měřítku Země, které jsou způsobené jejich ohříváním a ochlazováním a rotací Země. Teplejší vzduch, který má nižší tlak než vzduch studenější, se vždy snaží dostat do vyšších vrstev. Ím umožní, aby studenější vzduch zaujal jeho místo. Může se opět ohřívát a celý proces tak stále

pokračuje. Změna teploty vzduchových mas je poměrně běžná. Může probíhat pozvolna i velmi rychle; až několik stupňů za pár minut.

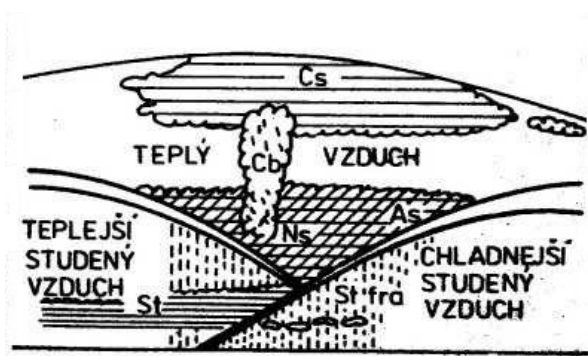
### Fronty

Podsouvá-li se studený vzduch pod teplejší, označujeme hraniční pásmo jako **studenou frontu (Obr. 1)**. Vznikající cumulonimbová mračka přináší krátké a silné srážky. **Teplá fronta (Obr. 1)** je jev opačný. Aktivnější teplejší vzduchová hmota horizontálně tlačí na vzduch studenější a částečně se nad něj nasouvá. Při tom vznikají mračka. Prší většinou v okamžiku, kdy teplejší vzduch nahradí i vrstvy vzduchu studenějšího ve středních a nižších výškách. Blízko země je však ještě studený vzduch.



Obr. 1: Atmosf. fronty (<http://www.meteocentrum.cz/zajimavosti/encyklopedie/atmosfericke-fronty>).

Třetím typem fronty je **okluzní fronta (Obr. 2)**. Jedná se vlastně o frontu složenou z jedné studené fronty a jedné teplé. Teplejší vzduch je obepnut studenějším z obou stran a ztrácí kontakt s povrchem, protože je nucen stoupat vzhůru. V teplém a studeném vzduchu klesá tlak jinou rychlostí. V teplém vzduchu klesá tlak s výškou vždy o něco pomaleji než ve studeném vzduchu.



Obr. 2: Frontální bouřky (<http://bourky.wz.cz/clanky/cl01.html>).

### Tlak vzduchu

Stejně jako teplota, tak i tlak vzduchu s vyšší nadmořskou výškou klesá. Změnu atmosférického tlaku vzduchu připadající na 100 m výšky udává tzv. **vertikální tlakový gradient**. Atmosférický tlak s výškou klesá nerovnoměrně - s přibývajícím nadmořskou výškou se toto klesání stále zpomaluje. Všeobecně platí, že ve výšce 5500 m tlak klesne zhruba na polovinu; pro nižší vrstvy atmosféry lze zhruba počítat s **poklesem tlaku o 8 hPa na každých 100 m výšky**.

**Rosný bod** (teplota rosného bodu) je teplota, při které je vzduch maximálně nasycen vodními parami (relativní vlhkost vzduchu dosáhne 100 %). Pokud teplota klesne pod tento bod, nastává kondenzace. Vzduch za určité teploty může obsahovat jen určité množství vodních par. Čím je teplota vzduchu (a tím i páry) vyšší, tím více páry může v jednotce objemu být, aniž začne pára kapalně (kondenzovat). Pokud se vzduch začne ochlazovat, vodní páry začnou kondenzovat.

**Vlhkost** je základní vlastnost vzduchu. Vlhkost vzduchu udává, jaké množství vody v plynném stavu (vodní páry) obsahuje dané množství vzduchu. Množství vodní páry je časově velice proměnlivé a liší se také od místa k místu. Z pohledu meteorologie a klimatologie má množství vodních par zásadní význam, protože je na něm závislé počasí a místní podnebí.

**Pomůcky:** Čidlo na měření teploty vzduchu a vlhkosti vzduchu, lopatka

**Doba na přípravu:** 2 minuty

**Doba na provedení:** 8 minut

**Obtížnost:** Nízká

**Postup:** Měření teploty a vlhkosti vzduchu probíhá na základě úkolů definovaných v pracovním listu.

- 1) Jeden ze studentů změří pomocí čidla na teplotu aktuální teplotu vzduchu.
- 2) Jiný student změří pomocí čidla na vlhkost aktuální vlhkost vzduchu.
- 3) Studenti nejprve odhadnou, zda bude teplota na povrchu písku ve srovnání s teplotou 10 cm pod povrchem nižší nebo vyšší, svůj odhad poté ověří měřením. Studenti změří teplotu na povrchu pískoviště a hodnotu zaznamenali. Poté vyhloubí díru a změří teplota na jejím dně.
- 4) Každý ze studentů si vybere jednu z věcí v nejbližším okolí, kterou považuje za zajímavou. Například lavička, strom, kámen, voda a cedule. Na základě údaje o okolní teplotě provedou odhad, jaká bude teplota jím zvolené věci. Svůj odhad zaznamenají a ověří měřením. (Každý student si změří svůj zvolený předmět).
- 5) Po provedení všech měření dostanou studenti čas na vyplnění pracovního listu.
- 6) Na konci dne obejdou ostatní skupiny, vytvoří grafy a zodpoví otázku číslo 3.

**Návrh úkolů:**

- 1) Změřte aktuální teplotu vzduchu. Poté, co projdete všechna stanoviště, zjistěte si hodnoty teploty vzduchu a čas měření od ostatních skupin a vytvořte graf změny teploty s časem.
- 2) Změřte aktuální vlhkost vzduchu. Poté, co projdete všechna stanoviště, zjistěte si hodnoty vlhkosti vzduchu a čas měření od ostatních skupin a vytvořte graf změny vlhkosti s časem.
- 3) Změřte teplotu země na povrchu, 1 cm pod povrchem a následně 10 cm pod povrchem.  
Teplota země=  
  
Teplota 10cm pod povrchem=
- 4) Každý vyberte jeden předmět. Nejprve jeho teplotu odhadněte, poté skutečnou teplotu ověřte měřením.

**Otázky:**

- 1) Nacházíte se na místě s nadmořskou výškou 1100 m n. m. Teplota je zde 12° C. Jaká bude teplota v nadmořské výšce 1650 m n. m.?
- 2) O kolik metrů výš jste vystoupali, když je teplota -1 C°?
- 3) Jak je možné, že ve vysokých nadmořských výškách dosahuje voda bodu varu při nižších teplotách než je 100° C?
- 4) Na základě vytvořených grafů rozhodněte, zda existuje spojitost mezi relativní vlhkostí a teplotou vzduchu?

## PRACOVNÍ LIST

Název experimentu: **Teplotní a vlhkostní charakteristiky atmosféry**

Jméno:

Třída:

Datum:

- 1) Změřte aktuální teplotu vzduchu. Poté, co projdete všechna stanoviště, zjistěte si hodnoty teploty vzduchu a čas měření od ostatních skupin a vytvořte graf změny teploty s časem.



- 2) Změřte aktuální vlhkost vzduchu. Poté, co projdete všechna stanoviště, zjistěte si hodnoty vlhkosti vzduchu a čas měření od ostatních skupin a vytvořte graf změny vlhkosti s časem.



- 3) Změřte teplotu země na povrchu, 1 cm pod povrchem a následně 10 cm pod povrchem.

Teplota země=

Teplota 1cm pod povrchem=

Teplota 10cm pod povrchem=

- 4) Každý vyberte 1 předmět. Nejprve jeho teplotu odhadněte, poté skutečnou teplotu ověřte měřením.
- 5) Na základě vytvořených grafů rozhodněte, zda existuje nějaká spojitost mezi vlhkostí a teplotou vzduchu.
- 6) Nacházíte se na místě s nadmořskou výškou 1100 m n. m. Teplota je zde 12° C.  
Jaká bude teplota v nadmořské výšce 1650 m n. m.?  
O kolik metrů výš jste vystoupali, když je teplota -1 C°?
- 7) Jak je možné, že ve vysokých nadmořských výškách dosahuje voda bodu varu při nižších teplotách než je 100° C?

## METODICKÝ LIST

**Název: Měření průtoku vody**

**Prezentovaný jev:** Průtok vody ve vodním toku

**Cílová skupina žáků:** 3. ročník SŠ

**Rozvíjené kompetence žáka:** plánování, získávání a zpracování poznatků a informací

**Forma:** laboratorní experiment      **terénní výuka**      jiné

**Cíl:** seznámení žáka s měřením průtoku vody a proč se měření provádí, k čemu slouží

**Teoretický úvod:** Základní metodou měření průtoků je hydrometrování, kdy se pomocí počtu otáček hydrometrické vrtule či jiným způsobem zjišťují bodové rychlosti proudění v jednotlivých místech příčného profilu vodního toku, a to v různých vzdálenostech od břehu a v různých hloubkách. Dalšími způsoby měření průtoku je objemového průtoku vody v daném profilu vodního toku objemu vody, který proteče za jednotku času. Měření probíhá za pomoci kalibrované nádoby a měří se čas naplnění nádoby pomocí stopek. Nejčastější způsoby měření jsou, měrné žlábkové a přelivové. My se budeme zabývat měřením pomocí hydrometrické vrtule. Tato metoda patří mezi nejpřesnější metody, používá se na měření menších i větších vodních toků. Sledování průtoků vody ve vodních tocích je důležité zejména pro účely zajišťování pitné a užitkové vody pro obyvatelstvo, pro průmysl, zemědělství, jako ochrana před nepříznivými účinky (povodně) nebo při územním plánování výstavby vodních staveb a určování záplavových oblastí.

**Pomůcky:** hydrometrická vrtule Vernier, přenosný datalogger LabQuest (Vernier), nivelační lať (nebo skládací metr), pásmo, holínky, kalkulačka

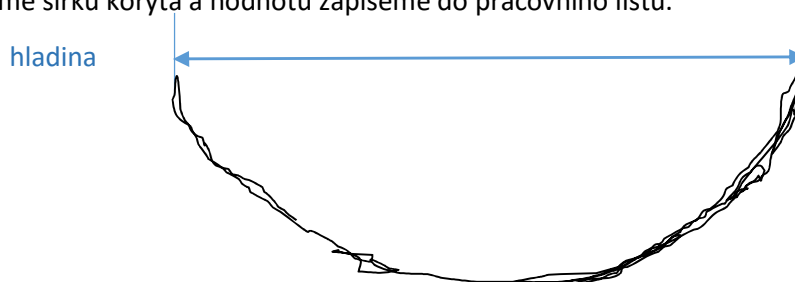
**Doba na přípravu:** 15 min.

**Doba na provedení:** 30 min.

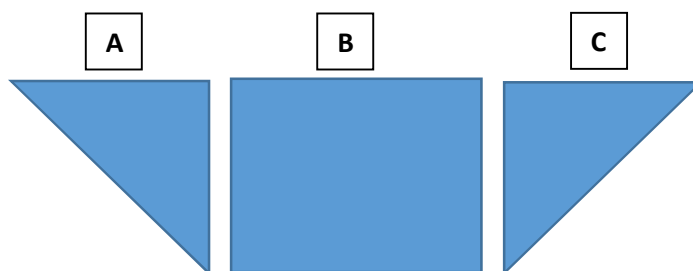
**Obtížnost:** střední - vysoká

### Postup:

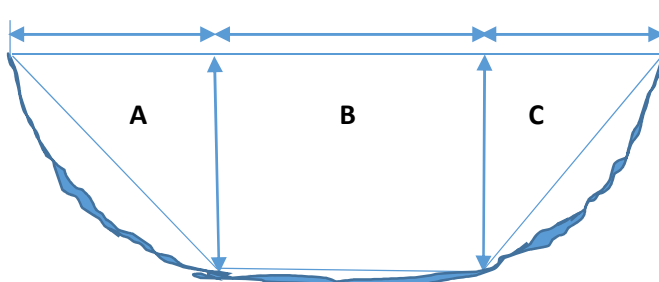
- 1) Změříme šířku koryta a hodnotu zapíšeme do pracovního listu.



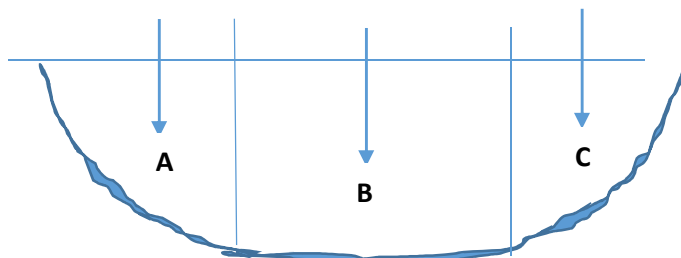
- 2) Koryto si rozdělíme na 3 segmenty ( A - trojúhelník, B - obdélník, C - trojúhelník).



- 3) Pomocí nivelační latě, kterou vkládáme kolmo ke dnu, změříme maximální hloubku jednotlivých segmentů potřebnou pro výpočet plochy segmentů a hodnoty zapíšeme do tabulky (viz pracovní list).



- 4) Na místa označená šipkami (prostředek segmentu) vložíme kolmo hydrometrickou vrtuli tak, aby byla v polovině hloubky koryta. Pro každý segment změříme rychlost průtoku vody [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ]. Hodnotu zaznačíme do tabulky.



#### Návrh úkolů:

- 1) Podle uvedeného postupu žáci změří průtok vybraného vodního toku (nejlépe potoku s malou hloubkou). Žáci pracují ve třech skupinách, každá měří průtok v jednom z vytyčených segmentů příčného profilu korytem toku.
- 2) Žáci odpoví na otázky položené učitelem.

#### Otázky:

- 1) V jaké části koryta bude mít průtok vody největší rychlost a proč?
- 2) Jakých výsledku jsi dosáhl při počítání obsahu jednotlivých segmentů?
- 3) Jaký průtok ( $Q$ ) má tento potok?

## PRACOVNÍ LIST

Název experimentu: **Měření průtoku vody**

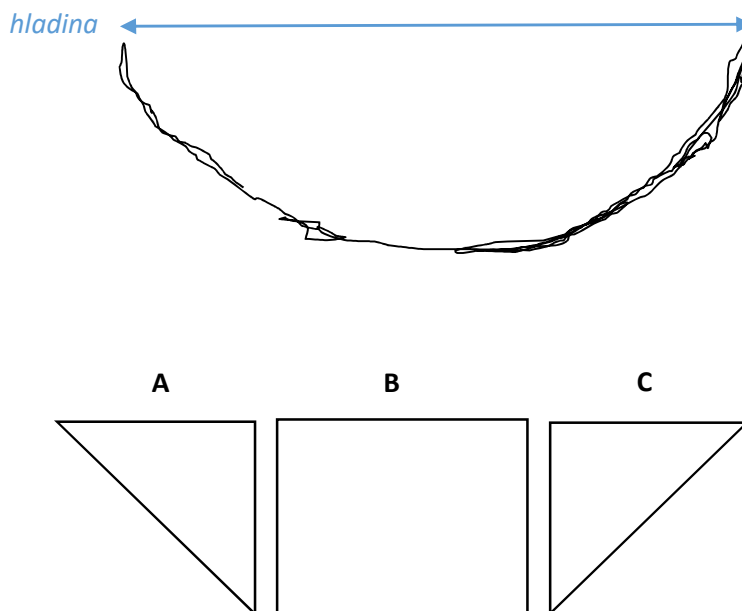
Jméno:

Třída:

Datum:

Úkoly:

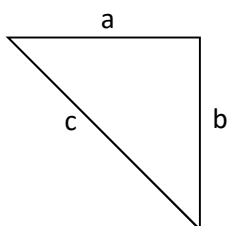
Pomocí pásma společně změřte šířku koryta vybraného vodního toku. Rozdělte si příčný profil koryta na 3 stejné části (segmenty A, B a C). Pro usnadnění výpočtu zjednodušte tvar jednotlivých segmentů příčného profilu na jednoduché geometrické tvary (A - trojúhelník, B - obdélník, C - trojúhelník).



Podle příslušnosti ke konkrétní skupině dále postupujte podle následujícího zadání.

### Skupina 1

- 1) Změřte hloubku vody v korytě v místech segmentu A (b). Spočítejte plochu ( $S_1$ ) segmentu A (tvar upraven pro snadnější výpočet na trojúhelník).



$$S_1 = a * b / 2 = \dots\dots\dots [m^2]$$

- 2) Uprostřed segmentu v polovině hloubky vody změřte hydrometrickou vrtulí rychlost proudění vodního toku ( $v_1$ ).

$$v_1 = \dots\dots\dots [\text{m}\cdot\text{s}^{-1}]$$

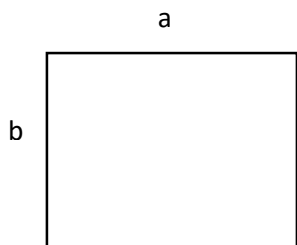
- 3) Podle uvedené rovnice spočítejte průtok ( $Q_1$ ) ve vašem segmentu.

$$Q_1 = S_1 * v_1 = \dots\dots\dots [\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}]$$

- 4) Hodnoty doplňte do tabulky na konci pracovního listu.

**Skupina 2**

- 1) Změřte hloubku vody v korytě v místech segmentu B ( $b$ ). Spočítejte plochu ( $S_2$ ) segmentu B (tvar upraven pro snadnější výpočet na obdélník).



$$S_2 = a * b = \dots\dots\dots [\text{m}^2]$$

- 2) Uprostřed segmentu v polovině hloubky vody změřte hydrometrickou vrtulí rychlost proudění vodního toku ( $v_2$ ).

$$v_2 = \dots\dots\dots [\text{m}\cdot\text{s}^{-1}]$$

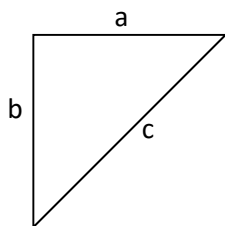
- 3) Podle uvedené rovnice spočítejte průtok ( $Q_2$ ) ve vašem segmentu.

$$Q_2 = S_2 * v_2 = \dots\dots\dots [\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}]$$

- 4) Hodnoty doplňte do tabulky na konci pracovního listu.

**Skupina 3**

- 1) Změřte hloubku vody v korytě v místech segmentu C ( $b$ ). Spočítejte plochu ( $S_3$ ) segmentu C (tvar upraven pro snadnější výpočet na trojúhelník).



$$S_3 = a * b / 2 = \dots\dots\dots [\text{m}^2]$$

- 2) Uprostřed segmentu v polovině hloubky vody změřte hydrometrickou vrtulí rychlost proudění vodního toku ( $v_3$ ).

$$V_3 = \dots\dots\dots[m \cdot s^{-1}]$$

3) Podle uvedené rovnice spočítejte průtok ( $Q_3$ ) ve vašem segmentu.

$$Q_3 = S_3 * v_3 = \dots\dots\dots[m^3 \cdot s^{-1}]$$

4) Hodnoty doplňte do tabulky na konci pracovního listu.

**Všechny skupiny**

1) Do tabulky doplňte výsledné hodnoty:

$S_n [m^2]$	$S_1 =$	$S_2 =$	$S_3 =$
$v_n [ms^{-1}]$	$v_1 =$	$v_2 =$	$v_3 =$
$Q_n [m^3s^{-1}]$	$Q_1 =$	$Q_2 =$	$Q_3 =$

2) Podle uvedeného vzorce vypočítejte celkový průtok vody ( $Q$ ) ve vybraném toku.

$$Q = \Sigma (S * v) = v_1 + v_2 + v_3 = \dots\dots\dots[m^3 \cdot s^{-1}]$$