

## KOLIK UHLÍKU ZADRŽÍ STROM?

*Podle údajů dostupných v literatuře i na internetu zjistíte, že průměrný strom za svůj život (100 let) absorbuje 1 tunu CO<sub>2</sub>. Co je ale průměrný strom, jak je velký, má tvrdé nebo měkké dřevo. Zajímá vás, kolik zadrží CO<sub>2</sub> stromy ve vašem okolí?*

**Cíl lekce:** Žáci spočítají, kolik uhlíku zadrží kmen stromu na zahradě, v lese či před školou. Změří výšku stromu i jeho průměr a z tabulek zjistí, kolik dřeva kmen obsahuje. Z hmotnosti stromu pak vypočítají množství navázaného uhlíku.

**Čas:** 2x45 minut

**Věk:** 8.-9. třída ZŠ, SŠ

**Místo:** okolí školy (kde je možné pozorovat a měřit dřeviny)

**Období:** celoročně

**Pomůcky:** pomůcky pro měření stromu (metr, průměrka, dvoumetrová tyč a Christenovo měřidlo, klinometr či jiný výškoměr), tablet či telefon do skupiny pro stažení aplikace nebo lesnické objemové tabulky, papír, podložka a tužka do skupiny, kalkulačka, periodická tabulka nebo matematicko-fyzikální tabulky

### 1 ODHAD

Žáci si vyberou vzrostlý strom (v domluveném prostoru) nebo jim strom zadáme. Než se pustíme do práce, jednotlivci či skupiny zapíšou své hypotézy:

- a) odhadněte:
  - výšku stromu
  - jeho šířku (v 1,3m)
  - objem dřeva
  - váhu stromu
  - kolik tento strom zadržuje C či CO<sub>2</sub>
- b) jak by to bylo možné zjistit/změřit

### 2 MĚŘENÍ STROMU

Zjistíte výšku a průměr stromu a také jeho druh. Výšku můžete změřit několika způsoby např. i pomocí Christenova měřidla. Průměr měřte ve výšce 1,3m.

### 3 OBJEM DŘEVA

Z objemových tabulek nebo dřevařské kalkulačky (<https://www.drevari.cz/wood-calculators>) zjistíte objem dřeva vašeho stromu. Použijte výpočet podle Petruse a Pajtika pro ČR a SR.

### 4 HMOTNOST STROMU

Z kalkulačky podle objemu a druhu stromu zjistíte hmotnost stromu bez větví a kůry. To znamená, že objem dřeva bude ještě ve skutečnosti o nějakých 5 – 10 % větší (hodně to záleží na druhu stromu, tvaru koruny, stáří...).

**TIP:** V kalkulačce použijte odkaz „řezivo – objem – hmotnost“. Můžete použít i výpočet pro čerstvou kulatinu, ale pak počítejte s tím, že až 50% hmotnosti dřeva je voda.

## 5 MNOŽSTVÍ UHLÍKU

Dřevo obsahuje především celulózu a lignin. Celulóza je chemicky  $C_6H_{10}O_5$ , lignin je složitější, je to směs organických látek (sacharidů) s velmi podobným složením jako celulóza (a dřevo ho obsahuje 20 % - 30 %). Podle atomové hmotnosti (středoškoláci si to s pomocí periodické tabulky prvků spočítají sami) tvoří tedy uhlík nějakých 44 % dřeva. Relativní atomová hmotnost prvků: uhlík:12, vodík:1, kyslík:16. Hmotnost dřeva z kalkulačky (v suchém stavu – téměř bez vody) tedy vynásobím 44 %. A dostanu množství uhlíku (C).

## 6 HMOTNOST VÁZANÉHO $CO_2$

Pokud bychom chtěli znát hmotnost vázaného  $CO_2$ , budeme postupovat takto: v  $CO_2$  tvoří uhlík pouhých 27 % hmotnosti (C: 12, 2x O: 2x 16 = 32, celkem tedy 12 + 32 = 44;  $12/44 = 0,27 = 27 \%$ ), proto hmotnost uhlíku z předchozího bodu vydělíme 0,27 a dostaneme hmotnost vázaného oxidu uhličitého  $CO_2$ . Pozor! – tato hmotnost je o 63 % větší, než celková hmotnost stromu – ale uvědomme si, že velkou část molekuly  $CO_2$  vrátí strom do atmosféry v podobě kyslíku  $O_2$ .

Až budete kácet vzrostlý strom, už víte, kolik  $CO_2$  uvolní, když ho spálíte. Je to právě ta hmotnost  $CO_2$ , kterou předtím strom často desítky let do svého těla vázal. Když ho pokácíte a necháte shnít, bude se stejné množství uhlíku uvolňovat postupně, zase desítky let, a pokud z něj postavíte srub, bude dál fixovat uhlík, který obsahuje, ještě třeba i sto let... Pokud ho ale necháte dál růst, bude fixovat další a další uhlík, některé stromy třeba i 500 let.

## 7 OHLÉDNUTÍ aneb VĚDECKÉ ZÁVĚRY

Vědecký průzkum se studenty uzavřeme zhodnocením. Na co jsme přišli? Jaká čísla a data jsme zjistili? Jak přesné byly naše odhady z úvodu lekce? Můžeme dál diskutovat nad otázkami:

- **Až budete kácet vzrostlý strom, už budete vědět kolik  $CO_2$  uvolní, když ho spálíme?** (Je to právě hmotnost  $CO_2$ , kterou předtím strom často desítky let do svého těla vázal.)
- **Co se stane, když strom necháme shnít?** (Bude se stejné množství uhlíku uvolňovat postupně, zase desítky let).
- **Co se stane, pokud z něj postavíme srub?** (Bude dál fixovat uhlík, teda ta část využitelná na trámy a prkna.)
- **Co se stane, pokud ho necháme dál růst?** (Bude dál fixovat uhlík, nejen ten, který už nasbíral během svého života, ale může být akumulátorem dalšího uhlíku ještě stovky let)

**AUTOŘI:** Martin Kříž a Tomáš Krásenský

## Pracovní list pro ZŠ

1. U vybraného stromu druhu: \_\_\_\_\_

2. Odhadni a změř:

Výšku stromu: odhad: \_\_\_\_\_ m skutečná výška: \_\_\_\_\_ m

Průměr (v 1,3m): odhad: \_\_\_\_\_ cm skutečný průměr: \_\_\_\_\_ cm

3. Odhadni a vypočítej:

Odhadni objem a hmotnost a zadej druh stromu, jeho výšku a šířku do tabulky:

Objem dřeva: odhad: \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup> z tabulek: \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>

Vypočítej hmotnost dřeva přibližně:

Dřeviny	Objemová hmotnost sušiny	Příklady dřevin
lehké	400 – 500 kg/m <sup>3</sup>	smrk, jedle, borovice, topol
mírně těžké	500 - 600 kg/m <sup>3</sup>	vrba, modřín, mahagon
středně těžké	600 - 700 kg/m <sup>3</sup>	bříza, jasan, dub, buk
těžké	700 - 1000 kg/m <sup>3</sup>	akát, habr

Hmotnost dřeva: odhad: \_\_\_\_\_ kg výpočet: \_\_\_\_\_ kg

A teď už jen hmotnost uhlíku (C): jde o 44% celkové hmotnosti stromu: \_\_\_\_\_ kg

Hmotnost (CO<sub>2</sub>): 27% hmotnosti molekuly CO<sub>2</sub> je C, proto předchozí číslo, tedy hmotnost uhlíku, vydělíme číslem 0,27: \_\_\_\_\_ kg

Náš strom \_\_\_\_\_ o výšce \_\_\_\_\_ m fixuje \_\_\_\_\_ kg CO<sub>2</sub>

## Pracovní list pro SŠ

1. U vybraného stromu druhu: \_\_\_\_\_
2. Odhadni a změř:

Výšku stromu: odhad: \_\_\_\_\_ m skutečná výška: \_\_\_\_\_ m

Průměr (v 1,3m): odhad: \_\_\_\_\_ cm skutečný průměr: \_\_\_\_\_ cm

3. Odhadni a vypočítej:

Odhadni objem a hmotnost a zadej druh stromu, jeho výšku a šířku do tabulky:

Objem dřeva: odhad: \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup> z tabulek: \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>

Vypočítej z objemu hmotnost dřeva v suchém stavu pomocí dřevařských tabulek (počítejte suché dřevo – řezivo) nebo čerstvou kulatinu (ale potom polovina váhy dřeva je voda)

Hmotnost čerstvého dřeva: odhad: \_\_\_\_\_ kg, výpočet: \_\_\_\_\_ kg

Hmotnost suchého dřeva: odhad: \_\_\_\_\_ kg, výpočet: \_\_\_\_\_ kg

Dostali jsme se na hmotnost dřeva, které obsahuje celulózu a lignin, tedy následující prvky v následujícím poměru: C6 H10 O5, podle periodické soustavy prvků vypočítej, kolik procent hmotnosti dřeva tvoří uhlík: \_\_\_\_\_%

Jakou hmotnost má uhlík v tvém stromě? \_\_\_\_\_ kg

Kolik bylo potřeba CO<sub>2</sub>, aby strom navázal uhlík, jakou hmotnost CO<sub>2</sub> strom fixuje?  
\_\_\_\_\_ kg

Je toto číslo vyšší nebo nižší jak hmotnost stromu a proč?

Náš strom \_\_\_\_\_ o výšce \_\_\_\_\_ m fixuje \_\_\_\_\_ kg CO<sub>2</sub>