

# Chladné město

Je horký letní den, teploty vystoupaly vysoko nad 20 stupňů a město se začíná nepříjemně přehřívat. Je možné tomu zabránit? A jak? V této lekci čelí žáci výzvě, jak ochladit město. Žákům jsou představeny přírodní jevy a zákony, které inspirují lidi při navrhování a vytváření adaptačních opatření na změnu klimatu v městských oblastech a volné krajině. Pochopí, že žádný z těchto prezentovaných zákonů a jevů nefunguje osamoceně, ale všechny jsou hluboce propojené a je nutné pohlížet na přírodu jako celek, nikoli jako na soubor samostatných nezávislých částí.

**Délka:** 3–4 hodiny

**Předměty:** přírodopis/biologie, fyzika a chemie, matematika

**Věk:** 6.–7. třída ZŠ, 8.–9. třída ZŠ

**Typ:** pokus, lekce

**Vytvořeno:** 20. 9. 2022

**Autor/ka:** Milada Dobiášová a Radka Zelená, [Středisko SEVER](#)

**Pomůcky:** 1. **Brainstorming:** lepicí papírky, psací potřeby.

2. **Transpirace rostlin:** prezentace Chladicí efekt rostlin (příloha 1), přístup na internet, počítač; pro každého žáka: 2 plastové 0,5l kelímky / dvě 1,5–2l plastové lahve / dvě 0,7l sklenice (např. od okurek) – vše průhledné, nůž na řezání lahví, kus kartonu, nůžky, lepicí páska, živý stonek kapradiny / větvička smrku či keře, 0,4 l vody.

3. **Albedo:** pro každou skupinu žáků: stolní lampa se silnější žárovkou (10 W) / slunečné okno, černý a bílý hrnek, 1 infračervený teploměr, papír a tužka na zaznamenávání naměřených teplot, tabulka a graf Vliv albeda (příloha 2) / při práci na počítači excelový soubor Vliv albeda (příloha 3); prezentace Albedo (příloha 4).

4. **Chladicí efekt rostlin:** pro každou dvojici žáků: infračervený teploměr, šálek vody, kus látkového/papírového ubrousku, papír a tužka pro zaznamenávání údajů o teplotě a kreslení grafu, pokojové rostliny pro případ vnitřní aktivity – vhodné pro celou třídu; prezentace Chladicí efekt rostlin (příloha 1).

**Vzdělávací**

**cíle:**

- Žák se seznámí s přírodními jevy propojenými s adaptací na změnu klimatu.
- Žák chápe, že přírodní jevy a zákonitosti nefungují osamoceně, jsou všechny propojené, a je tedy nutné na přírodu pohlížet jako na celek, nikoli jako na soubor samostatných nezávislých částí.
- Žáci navrhnou adaptační opatření na změnu klimatu, která jsou vhodná pro jejich obec.
- Žáci rozvinou své analogické a kritické myšlení, schopnost argumentace a diskuze.

## Postup:

### 1. Brainstorming – úvod do tématu (20 min)

**Místo:** třída

**Pomůcky:** lepicí papírky, psací potřeby

### Popis aktivity:

Nejprve vyzveme žáky, aby vyjádřili své názory na to, jak je možné ochladit městské prostředí. Můžeme napsat jejich názory na tabuli nebo dát každému žákovi několik lepicích papírků, aby nejprve přemýšleli samostatně a později se o své názory podělili.

## 2. Transpirace rostlin (30 min)

**Místo:** třída

**Pomůcky:** prezentace Chladicí efekt rostlin (příloha 1), přístup na internet, počítač; pro každého žáka: 2 plastové 0,5l kelímky / dvě 1,5–2l plastové lahve / dvě 0,7l sklenice (např. od okurek) – vše průhledné, nůž na řezání lahví, kus kartonu, nůžky, lepicí páska, živý stonek kapradiny / větvička smrku či keře, 0,4 l vody.

Výsledky pokusu lze sledovat až po několika hodinách, proto je vhodné začít tímto pokusem a uzavřít ho po skončení celé lekce. Pro použité pokusy je třeba slunečného počasí, ideálně v letních měsících.

### Popis aktivity:

*Víte, proč je nutné zalévat rostliny? Rostliny potřebují vodu kvůli dvěma procesům: (a) fotosyntéza zahrnující štěpení vody a (b) transpirace, která odpařuje vodu z listů a vytváří podtlak v cévním systému rostliny. Díky podtlaku je rostlina schopna sít vodu spolu s živinami z půdy a tím krmit své buňky. Transpirace pohání celý metabolismus rostliny, která funguje jako solární čerpadlo. Jeden strom dokáže odpařit stovky litrů vody za horkého slunečného dne. Otázka je, jak je možné, že stromy skutečně pomáhají zadržovat vodu v krajině? Jejich důležitou úlohou je nasávat vodu z hlubokých vrstev, které by jinak zůstaly pro ostatní organismy nedostupné. Díky svým kořenům mechanicky brání stékání vody, zejména na svahu. Významné množství vody se také kondenzuje na listech stromů před východem slunce nebo v mlze.*

Vybídeme žáky, aby si připravili experiment představující transpiraci rostlin na příkladu živé větvičky uzavřené ve dvou plastových kelímcích nebo sklenicích. Ve zbývající době studují online zdroje, aby se lépe seznámili s přírodními řešeními adaptace městských oblastí na změnu klimatu.

**Příprava pokusu:** Pokud používáme plastové lahve, rozřízneme je na dva kusy ve výšce 15 cm od spodní části, abychom vytvořili kelímek a „čepičku“ pro větvičku. Potom naplníme kelímek vodou. Následně vyřízneme kruhový kus kartonu tak, aby přesně zakrýval horní část plastového kelímku/sklenice. Uprostřed kartonu vytvoříme malý otvor tak, aby stonek větvičky prošel skrz do vody. Zastrčenou větvičku v kartonu oblepíme lepicí páskou, aby se dírou v kartonu nemohla odpařovat voda do horního kelímku/sklenice. Větvičku přikryjeme druhým kelímkem/sklenicí a spoj oblepíme lepicí páskou. Na spodní nádobu nakreslíme čáru, která označuje aktuální hladinu vody.

Nyní máme vše připraveno a vrhneme se na samotný pokus. Nádobu s větvičkou uvnitř umístíme pod lampu nebo na slunné místo za oknem. Necháme „pracovat“ několik hodin nebo počkáme do dalšího dne. V horní nádobě budou nahoře kapky kondenzované vody. Změříme a zaznamenáme rozdíl ve vodní hladině.

Po změření rozdílu ve vodní hladině otevřeme diskuzi a zamyslíme se nad následujícími otázkami:

- Existují nějaké rozdíly ve výsledcích?
- Co je způsobuje v případě, že všichni mají stejný druh větvičky?
- Pokud žáci používají různé druhy rostlin, existují nějaké rozdíly ve výsledcích?
- Co je příčinou rozdílu – kromě toho, že se jedná o různé rostliny?

Při diskuzi můžeme využít připravenou prezentaci, případně si ji pozměníme dle svých potřeb.

Další podněty k diskuzi z prezentace:

- Jak lidé využívají evapotranspiraci rostlin v každodenním životě? Představte si, že jste architekt a stavíte dům, kde byste chtěli vytvořit příjemné vnitřní klima – mohou být rostliny užitečné? Pokud ano, jak?  
(Zelené střechy a fasády, vnitřní zelené stěny – rostliny, mechy..., uvnitř – rostliny zvlhčují vzduch.)
- Jak byste změnili krajinu, aby zadržovala více vody?  
(Diverzifikovaná krajina s přírodními vodními plochami, stromy, živými ploty, půdou pokrytou vegetací.)
- Co by se stalo, kdyby všechny stromy ze Země zmizely?

### 3. Vliv albeda na ohřívání povrchů (45 min)

**Místo:** ve třídě i venku

**Pomůcky:** pro každou skupinu žáků: stolní lampa se silnější žárovkou (10 W) / slunečné okno, černý a bílý hrnek, 1 infračervený teploměr, papír a tužka na zaznamenávání naměřených teplot, tabulka a graf Vliv albeda (příloha 2) / při práci na počítači excelový soubor Vliv albeda (příloha 3); prezentace Albedo (příloha 4).

#### Popis aktivity:

Cílem této aktivity je měřit rychlost ohřevu dvou různě zbarvených hrnků a měřit teplotu různých venkovních povrchů. Žáci zjistí, jak je teplo absorbováno v závislosti na barvách předmětů.

Pokus se provádí následovně: umístíme dva hrnky, jeden černý a druhý bílý, před vypnutou lampu.

Změříme aktuální teplotu hrnků. Zapneme lampu/umístíme hrnky na sluneční světlo a každou minutu po dobu 15 minut budeme měřit a zaznamenávat změnu teploty. Výsledky budeme zakreslovat do grafu. Během slunečného a teplého počasí můžeme jít ven s teploměry a necháme žáky měřit povrchovou teplotu různých neživých předmětů – fasády, chodníku, automobilu, kamenů, písku. Měli by si všimnout jejich teploty i barvy.

Následuje prezentace výsledků pokusu. Každá skupina prezentuje své výsledky – graf zakreslený v pracovním listu nebo v excel souboru (viz přílohy 2 a 3) z experimentu s hrnků. Žáci se podělí o své výsledky z měření teplot venkovních povrchů.

V závěru aktivity vybudíme žáky k diskusi následujícími otázkami:

- *Zamyslete se společně nad pravděpodobným dopadem albeda na klima města za horkého slunečného dne. Kde byste se cítili špatně a kde lépe?*
- *Pomyslete na typickou barvu středomořských domů (například Řecko). Proč existují některá místa ve městě a v krajině, která jsou stále teplejší než jiná? Jaká by mohla být strategie k ochlazení městských oblastí?*  
(Střechy a fasády natřené bílou barvou, více odrazivé materiály pro stavbu chodníků a silnic, než jsou asfalt a beton.)
- *Proč je efekt tepelného ostrova takovým problémem, když máme například klimatizaci a bazény?*

### 4. Chladicí efekt rostlin (45 min)

**Místo:** ve třídě i venku

**Pomůcky:** pro každou dvojici žáků: infračervený teploměr, šálek vody, kus látkového/papírového ubrousku, papír a tužka pro zaznamenávání údajů o teplotě a kreslení grafu, pokojové rostliny pro případ vnitřní aktivity – vhodné pro celou třídu; prezentace Chladicí efekt rostlin (příloha 1).

#### Popis aktivity:

*V horkém letním dni je nejlepším způsobem, jak se ochladit, koupel nebo pocení. Voda se odpařuje při teplotě nad 0 °C. Tento proces spotřebovává energii – teplo, což vede k místnímu ochlazení. Rostliny odpařují vodu z listů během evapotranspirace, čímž ochlazují své okolí. Čím slunečnější je den, tím je teplejší, tím více rostlina transpiruje (v půdě musí být k dispozici dostatek vody), a tím větší je množství spotřebované tepelné energie. Přemýšlejte o důležitosti rostlin ve městě (o albedu a transpiraci už víte). Jaký chladicí efekt má trávník, keře, jednotlivé stromy nebo les? Mají vodní plochy (jako jezero, potok, řeka, moře) stejný chladicí efekt jako strom nebo les? Jezero – voda se odpařuje pouze z povrchu, strom – obrovská plocha všech listů, vítr profukující korunou navyšuje transpiraci.*

V případě venkovní aktivity si žáci vezmou všechny vyjmenované pomůcky a materiály s sebou. Je nutné zajistit přítomnost různých druhů povrchů jako například asfalt, beton, kov, sklo, půda, písek, kameny, tráva, keře, stromy nebo voda. Pokud zůstaneme uvnitř, pro tuto činnost není nutné uspořádat učebnu, ale přinést do třídy nějaké pokojové rostliny nebo zkontrolovat, kde jsou nějaké na chodbě poblíž učebny.

Během aktivity budou žáci měřit teplotní rozdíl své pokožky a různých venkovních povrchů – umělých povrchů, přírodních povrchů a rostlin. Žáci měří a zaznamenávají teplotu kůže vybraného žáka pomocí infračerveného teploměru. To samé místo na ruce poté navlhčíme vodou a pokračujeme v měření. Teplota místa klesá, ale postupně začíná opět stoupat. Změříme teplotu pokojové rostliny – v případě

vnitřní aktivity, trávníku před školou, keře, korunu stromu. Poté změříme teplotu přilehlé silnice, budov, automobilů atd. Odečteme povrchovou teplotu stromu od teploty holé půdy – tím získáme hodnotu, která vyjadřuje chladicí kapacitu vegetace – ta nám ukazuje, o kolik je vegetace schopna ochladit okolní prostředí ve srovnání s holou půdou (různé typy vegetace mají odlišnou chladicí kapacitu).

Po pokusech s měřením následuje prezentace, kdy zakreslíme naměřené hodnoty teploty kůže do grafu a prezentujeme před třídou. Stejně tak i chladicí kapacitu vegetace.

Na závěr opět vybídneme žáky k diskusi následujícími otázkami:

- *Jak byste se asi cítili během horkého dne ve městě, kde není vegetace?*
- *Znáte místo bez vegetace ve vašem městě? Jak se tam cítíte?*
- *Co má lepší chladicí kapacitu – vodní plocha nebo les?*
- *Jak pomocí rostlin ochladíte budovy, otevřené městské prostory?*
- *Jakou roli mohou hrát rostliny při snižování skleníkového efektu (oteplování)?*
- *Porovnejte dvě vnitřní prostředí. Kde byste raději pracovali? Proč?*

### **Tipy pro další práci:**

Doporučujeme navázat lekcí [Zadržování vody v půdě](#): při této minilekci žáci pomocí pokusů zkoumají schopnost humusu absorbovat a zadržovat vodu jako houba. Žáci si vyzkouší, kolik vody mohou různé vzorky půdy nasát, a seznamují se s přírodními řešeními pro přizpůsobení městských oblastí změně klimatu. Dále se také žáci pokusí pomocí různých přírodních materiálů zadržet co nejvíce vody v modelové krajině – kopci písku/půdy.

### **Přílohy:**

- Příloha 1: Prezentace Chladicí efekt rostlin
- Příloha 2: Tabulka a graf Vliv albeda
- Příloha 3: Excelový soubor Vliv albeda
- Příloha 4: Prezentace Albedo

Přílohy naleznete ke stažení zde: <https://ucimoklimatu.cz/vyukove-materialy/chladne-mesto/>