

## Obsah

Úvodní slovo autorů .....	1
Přehled aktivit projektu.....	2
Co je změna klimatu? .....	5
Strategický a politický rámec Adaptace na změnu klimatu.....	7
Další zdroje o změně klimatu a adaptaci na ni .....	8
Úvod a simulační hra o adaptaci Prahy na změnu klimatu .....	9
Pracovní postup.....	9
Doplňující informace .....	17
Práce v terénu .....	21
Mapování zeleně (vegetace) a vodních prvků (zelené a modré infrastruktury) .....	23
Měření teploty.....	23
Zasakovací zkouška.....	27
Test prašnosti .....	30
Test obsazenosti aut.....	31
Tepelný ostrov města .....	33
Pracovní postup.....	34
Deště, povodně, sucho .....	40
Pracovní postup.....	41
Teoretický základ.....	47
Udržitelná mobilita.....	51
Pracovní postup.....	52
Teoretický základ.....	57
Energetická náročnost a adaptace budov .....	61
Pracovní postup.....	62
Teoretický základ.....	68
Autoři a kontakty.....	72

## Úvodní slovo autorů

O tom, že se množí extrémní klimatické jevy, dnes už není pochyb. Výkyvy počasí v podobě přivalových dešťů, extrémního sucha, prudkých bouří, holomrazů a podobných jevů si vybavíme asi všichni. Vědecké prognózy praví, že jejich četnost se bude zvyšovat. Bez ohledu na to, do jaké míry se na nich člověk podílí, je nejvyšší čas začít se připravovat na situace, které mohou nejrůznějším způsobem omezit či ohrozit chod našich měst a obcí.

V rámci projektu Stavitelé města II se žáci formou zajímavých experimentů a badatelských aktivit seznámí s možnými riziky, která s sebou nese klimatická změna. Poté navrhnu specifická opatření pro své město. Nejlepší z nich se setkají se zastupiteli města a prezentují jim své návrhy.

Přejeme vám, učitelům, i vašim žákům příjemné zážitky při realizaci aktivit projektu.

kolektiv autorů

## Přehled aktivit projektu

Třída, která se do projektu zapojí, absolvuje 3-6 aktivit:

1. Úvod a simulační hru
2. Badatelskou aktivitu v terénu okolí školy
3. Stěžejní aktivitu Zvyšování teploty, tepelný ostrov města a vlny horka
4. - 6. Jednu až tři další aktivity, podle toho, co okolí jejich školy nejvíce ohrožuje.

Projekt je zahájen simulační hrou, ve které si žáci vyzkoušejí, jaké dopady mohou mít negativní projevy změny klimatu na město, a jak je možné město před klimatickými hrozbami chránit (adaptovat jej). Poté získají znalosti v problematice klimatické změny, jejích příčin, důsledků a řešení. Dozvědí se, že klimatickou změnu již nestačí jen zmírňovat, ale je třeba se jí přizpůsobit. V rámci projektu je třeba absolvovat terénní měření v okolí školy (90 minut). Zbytek aktivit probíhá ve třídě.

Aktivita	Cíle	Metody a formy	Časová dotace
<b>Úvod a simulační hra</b>	Žáci na základě simulační hry odvodí vhodná adaptační opatření pro město.	simulační hra	90 min.
<b>Bádání v terénu okolí školy</b>	Žáci si vyzkoušejí práci termokamerou/teploměry, mapování vodních a zelených prvků ve městě a další experimenty v terénu dle vybraných aktivit.	badatelská činnost	60-120 min.
<b>Tepelný ostrov města</b>	Žáci vysvětlí souvislost mezi teplotou ve městě a přítomností vegetace. Žáci reflektují výsledky terénních měření a navrhnou opatření ve smyslu zvyšování podílu vegetace a vodních ploch ve městě.	experiment, badatelská činnost, diskuse, skupinová práce, terénní práce	90 min.
<b>Deště, povodně, sucho</b>	Žáci reflektují výsledky terénních měření a navrhnou opatření ve smyslu zvyšování podílu vegetace a vodních ploch ve městě. Žáci otestují retenční schopnosti různých ploch ve městě. Žáci navrhnou adaptační opatření na předcházení povodním.	experiment, badatelská činnost, diskuse, skupinová práce, terénní práce	90 min.

<b>Udržitelná mobilita</b>	Žáci si experimentálně ověří vliv zeleně na prašnost v ovzduší. Žáci navrhnu opatření, která zlepší prostupnost a pohyb po městě a podpoří využívání městské hromadné dopravy místo automobilové.	badatelská činnost, diskuse, skupinová práce, terénní práce, experiment	90 min.
<b>Energetická náročnost města a adaptace budov</b>	Žáci prověří izolační vlastnosti čtyř různých materiálů. Žáci prozkoumají principy pasivních domů a v simulační hře si vyzkoušejí energeticky vylepšit svůj rodinný dům.	experiment, simulační hra	90 min.

**Jednotlivé aktivity představují žákům poznatky z jednotlivých kapitol Strategie adaptace hl. m. Prahy na změnu klimatu:**

<b>Název kapitoly Strategie</b>	<b>Název aktivity</b>
Adaptace na zvyšování teploty, tepelný ostrov města a vlny horka	Tepelný ostrov města
Adaptační opatření na snížení dopadů přívalových dešťů, povodní a dlouhodobého sucha	Deště, povodně, sucho
Adaptační opatření na snížení energetické náročnosti města a adaptace budov	Energetická náročnost města a adaptace budov
Adaptační opatření v oblasti udržitelné mobility	Udržitelná mobilita

### **Závěr projektu – žakovské prezentace a soutěž**

V jednotlivých badatelských aktivitách žáci poznají, jak je okolí jejich školy schopné odolávat negativním klimatickým jevům a navrhnu vhodná adaptační opatření, která poté prezentují pomocí ppt prezentace zástupcům veřejné správy na MHMP.

Prezentace budou představeny odborné komisi složené ze zástupců Magistrátu hlavního města Prahy. Žáci před komisí samostatně prezentují své návrhy a musí zdůvodnit, v čem jsou jimi navržená opatření přínosná. Odborná komise vybere nejlepší návrh podle níže uvedených kritérií, ve škále 1-10 bodů (10 nejlepší):

1. Prospěšnost návrhů pro město
2. Realizovatelnost opatření
3. Osobní nasazení žáků, prezentační dovednosti
4. Design návrhu.

Odborná komise pak vybere ze všech projektů ten nejlepší. Vítězný návrh získá odměnu 8 000 Kč, kterou využije na realizaci některého z žáky navrhovaných opatření buď ve veřejném prostoru, či na vlastním pozemku školy. Třída, která se umístí na druhém místě, získá 5 000 Kč a třída, která se umístí na třetím místě, obdrží 2 000 Kč. Za tyto obnosy budou moci školy nakoupit adaptační opatření pro svou školu typu sud, strom, kompostér, květináč, solární panel na nabíjení mobilů.

## Co je změna klimatu?

Změnou klimatu se rozumí veškeré dlouhodobé změny včetně přirozené variability klimatu a změn způsobených lidskou činností. Přirozenou a antropogenní složku klimatické změny od sebe nelze zcela rozlišit, nicméně z hlediska přízpůsobení se probíhajícím či předpokládaným změnám to není potřebné.

### *Co je adaptace na změnu klimatu?*

Je samozřejmě žádoucí usilovat o minimalizaci nepříznivých antropogenních vlivů na zemské či regionální klima, což je cílem politik na ochranu klimatu. Vedle toho je ovšem nutné reagovat na již probíhající změny (zejména extrémní výkyvy počasí jako přívalové deště, dlouhá období sucha, horké vlny, teplejší a vlhčí zimy, méně sněhu apod.) a včas se připravit na předpokládaný vývoj za účelem zmírnění nebo eliminace negativních důsledků.

### **V reakci na změnu klimatu je možné přijímat dva základní typy opatření:**

1) **mitigační opatření**, což jsou přímá či nepřímá opatření ke snížení emisí skleníkových plynů (např. efektivnější využití zdrojů energie, využití solární či větrné energie, zateplení budov atd.)

2) **adaptační opatření**, což jsou opatření k přizpůsobení přírodního nebo antropogenního systému skutečné nebo předpokládané změně klimatu vč. jejích dopadů.

Úspěšná adaptace na změnu klimatu vede ke snížení zranitelnosti a zvýšení odolnosti vůči jejím dopadům, aniž by byla ohrožena kvalita životního prostředí a ekonomický a společenský potenciál rozvoje. Mezivládní panel pro změnu klimatu (IPCC) v roce 2014 definoval adaptaci následovně: *„Proces přizpůsobení se aktuálnímu nebo očekávanému klimatu a jeho účinkům. V lidských systémech se adaptace snaží zmírnit škodu nebo se jí vyhnout nebo využít příležitosti. V některých přírodních systémech může lidský zásah usnadnit přizpůsobení se očekávanému klimatu a jeho dopadům.“* Tento proces se skládá z preventivních opatření, opatření pro zvyšování odolnosti systému, přípravných opatření, reakcí na nepříznivé události a aktivit vedoucích k obnovení funkce systému.

### ***Jakým projevům změny klimatu aktuálně čelí ČR a Praha?***

Česká republika, a také hlavní město Praha, čelí v posledních dekáдах zvýšené četnosti extrémních projevů počasí souvisících s měnícím se klimatem. Zvyšují se průměrné roční teploty vzduchu (dosavadní tempo růstu bylo cca 0,3 °C za dekádu – do roku 2030 je očekáván na našem území další nárůst o 1 °C) a nadále se pravděpodobně bude zvyšovat frekvence výskytu, intenzita i délka trvání období s extrémně vysokými teplotami.

Změnami rovněž prochází hydrologický cyklus a distribuce srážek v čase a prostoru: stoupá riziko přívalových dešťů a následných lokálních povodní a roste rovněž rozkolísanost průtoků (sucha vs. povodně). Očekává se, že zimní úhrny srážek se budou zvyšovat a letní srážkové úhrny budou naopak klesat, významně vzroste počet dnů bezesrážkového období a riziko vzniku sucha. Klimatické modely předpovídají zvyšující se četnost extrémních povětrnostních jevů (vichřice, tornáda ap.).

## Strategický a politický rámec Adaptace na změnu klimatu

Změna klimatu je proces, který probíhá již od průmyslové revoluce a stále se zintenzivňuje. Nestačí již jen zmírňovat její příčiny (zejména snižovat nárůst skleníkových plynů v atmosféře), ale je třeba adaptovat se na její důsledky, tj. projevy.

Na probíhající změnu klimatu zareagovala Evropská komise a zpracovala v dubnu 2013 společnou *Adaptační strategii EU*, která představuje dlouhodobou strategii pro zvýšení odolnosti EU vůči negativním dopadům změny klimatu na všech úrovních v souladu s cíli strategie *Evropa 2020*.

Česká republika reagovala na společnou Adaptační strategii EU zpracováním a schválením *Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR, tzv. „Adaptační strategii ČR“* (schválena vládou ČR v říjnu 2015). Cílem Adaptační strategie ČR je zmírnit dopady změny klimatu přizpůsobením se této změně v co největší míře, zachovat dobré životní podmínky a uchovat a případně vylepšit hospodářský potenciál pro příští generace. Hlavní město Praha přijalo závazek vypracovat strategii adaptace na klimatickou změnu, pravidelně sledovat a hodnotit proces a průběh adaptačních opatření včetně hodnocení rizik a vypracování hodnotící zprávy (každý druhý rok). V červenci 2017 tak byla schválena Radou hl. m. Prahy *Strategie adaptace hl. m. Prahy na změnu klimatu*. Tento vzdělávací projekt pro žáky II. stupně ZŠ „Stavitelé města II“ je v této strategii uveden jako příklad dobré praxe. V současnosti se připravuje *Implementační plán ke Strategii adaptace hl. m. Prahy na změnu klimatu pro roky 2018–2019*.



## **Další zdroje o změně klimatu a adaptaci na ni**

Projekt „Stavitelé města II“ je zaměřen prakticky. Seznamuje žáky s možnými riziky, která s sebou nese klimatická změna a se způsoby, jak se můžeme projevům klimatické změny přizpůsobit (adaptovat se) na rovině veřejného prostoru města (okolí své školy) a na individuální úrovni (vlastní chování). Projekt se tedy nezaměřuje na téma příčin vzniku klimatické změny. Mitigačním opatřením, tj. způsobům, jak snižovat množství skleníkových plynů vypouštěných do atmosféry, se věnuje jen okrajově – v kapitolách Udržitelná mobilita a Energetická náročnost města a adaptace budov. Doporučujeme proto učitelům před realizací projektu Stavitelé města II projít s žáky téma příčin vzniku klimatické změny, globálních důsledků klimatické změny a možných řešení v podobě mitigačních a adaptačních opatření. Jako vhodnou výukovou metodu navrhuje nechat žáky shlédnout 3 krátké filmy: „Příčiny globální změny klimatu“, „Dopady klimatické změny“ a „Jak se adaptovat na klimatickou změnu?“ od Ekologického institutu Veronica. Odkazy na tyto filmy, další videa, strategické dokumenty a odborné podklady k problematice změny klimatu jsou uvedeny na webu [www.evp.adaptacepraha.cz](http://www.evp.adaptacepraha.cz). Základní informace o změně klimatu a vysvětlení základních pojmů z této problematiky naleznete na webu Ústavu výzkumu globální změny AV ČR <http://www.czechglobe.cz/cs/o-globalni-zmene/>.

## Úvod a simulační hra o adaptaci Prahy na změnu klimatu

### **Anotace**

Žáci se seznámí s příčinami a důsledky změny klimatu a nutností jejího zmírňování a přizpůsobení se jí. Zahrají si deskovou simulační hru, ve které si vyzkoušejí vybudovat vlastní město. V rámci této hry poznají, z jakých prvků se dlouhodobě funkční město skládá, jaká rizika městu v souvislosti s měnícím se klimatem hrozí a jak mohou město na příchod těchto změn připravit.

### **Klíčové pojmy**

změna klimatu, adaptace, extrémní klimatické jevy, simulační hra

### **Cílová skupina / typ školy**

2. stupeň ZŠ

### **RVP: průřezová témata (PT), vzdělávací oblasti (VO)**

RVP ZV: JJK, ČP (Př, Ze, Fy, Che), ČZ (VZ), MJA, UK (VV), PT: EV, OSV, VMEGS

### **Vzdělávací cíle**

- Žáci vyjmenují, z jakých prvků se dlouhodobě funkční město skládá a jaká rizika městu v souvislosti s měnícím se klimatem hrozí.
- Žáci vzájemně diskutují a vymýšlejí vhodná opatření, která lze ve městě zavést pro zmírnění negativních vlivů změn klimatu.

### **Výstupy**

- Kronika města

### **Použité metody a formy**

diskuse, výklad, kritické myšlení, simulační hra

### **Pracovní postup**

#### **1. vyučovací hodina**

##### ***I. Úvod projektu (5 min.)***

Učitel žákům představí koncept projektu. Vysvětlí, že projekt je rozdělen do 4-6 aktivit a že v každé z nich budou navrhovat vhodná opatření adaptující město Praha na projevy změny klimatu. V závěru projektu se uskuteční soutěž o ceny. Žáci budou prezentovat své návrhy zastupitelům Magistrátu hl. m. Prahy a ti je budou hodnotit podle předem daných kritérií (červen 2018).

Odborná komise vybere nejlepší návrh podle níže uvedených kritérií, ve škále 1-10 bodů (10 nejlepší):

1. Prospěšnost návrhů pro město
2. Realizovatelnost opatření
3. Osobní nasazení žáků, prezentační dovednosti
4. Design návrhu.

Ceny jsou určeny na nákup adaptačního opatření pro příslušnou školu typu sud, strom, kompostér, květináč, solární panel na nabíjení mobilů apod.

Učitel uvede, že v úvodní hodině jde zejména o seznámení se s celou problematikou na obecné úrovni formou akční deskové simulační hry, ve které si žáci vyzkoušejí, že důsledky změny klimatu se dotýkají chodu našich měst.

Podpůrná prezentace slide 1–4

## ***II. Úvod do problematiky (10 min.)***

Na změnu klimatu je mnoho názorů a mnoho pohledů a lidé s extrémní polohou těchto názorů se dají nazvat klimaskeptici nebo ekoaktivisti. Učitel žákům ukáže obrázek Maxmiliána „Givememoney“ a ekologického aktivisty Františka „Savetheplanet“.

Vyzve žáky, aby si stoupli někde mezi okno a dveře, podle toho, kde se názorově cítí být, přičemž na straně u okna jsou 100% ekoaktivisti a na straně u dveří jsou 100% klimaskeptici. Učitel nehodnotí ani nekomentuje jednotlivé postoje, ale zeptá se žáků, jestli se na něčem shodnou. Shodnou se zřejmě na tom, že všichni chtějí, *aby byl zachován normální stav věcí a nedocházelo ke zhoršení.*

Učitel se zeptá žáků, *co je to normální stav v životě člověka.* Poté se jich zeptá, *co tento stav narušuje.* Obecně lze shrnout, že změna klimatu se projevuje globálním oteplováním a extrémními projevy počasí.

Podpůrná prezentace slide 5–12

Učitel pokračuje v prezentaci a ptá se:

*„Co je to změna klimatu a globální oteplování?“*

**Změnou klimatu** se rozumí veškeré dlouhodobé změny včetně přirozené variability klimatu a změn způsobených lidskou činností. Přirozenou a antropogenní složku klimatické změny od sebe nelze zcela rozlišit, nicméně z hlediska přizpůsobení se probíhajícím či předpokládaným změnám to není potřebné.

**Globální oteplování** je termín pro růst teploty přízemního vzduchu (ve výšce 2 m nad povrchem), bráný jako průměr přes celý zemský povrch.

Na grafu je znázorněn nárůst teploty v Praze od roku 1775 do roku 2015.

*„Co způsobuje změnu klimatu?“*

Zvýšená (a dále rostoucí) koncentrace skleníkových plynů v atmosféře. Skleníkové plyny jsou plyny, vyskytující se v atmosféře země. Plyny, které nejvíce přispívají k tzv. skleníkovému jevu (efektu): vodní pára ( $\text{O}_2$ ), oxid uhličitý ( $\text{CO}_2$ ), metan ( $\text{CH}_4$ ), oxid dusný ( $\text{N}_2\text{O}$ ), ozon ( $\text{O}_3$ ), freony (CFC).

**Skleníkový efekt** je fyzikální jev, při kterém některé složky atmosféry nazývané souborně skleníkové plyny způsobují zadržování tepelného záření ze slunce na zemi. Většina skleníkových plynů, tedy těch, které se na globálních klimatických změnách podílejí, je v atmosféře přirozeně zastoupena. Vůbec nejdůležitějším skleníkovým plynem je vodní pára. Nebýt zejména její přítomnosti v atmosféře, byla by průměrná teplota na povrchu země kolem  $19\text{ }^\circ\text{C}$ , zatímco ve skutečnosti se pohybuje kolem  $+14\text{ }^\circ\text{C}$ . Dalšími důležitými skleníkovými plyny, jejichž množství v atmosféře je, na rozdíl od vodní páry, mnohem více ovlivňováno činností člověka, jsou oxid uhličitý, metan, oxid dusný, freony a ozon. Koncentrace skleníkových plynů roste zejména vinou spalování fosilních paliv, odlesňování, degradace (poškození) půd a zemědělství vůbec.

*„Jak se změna klimatu projevuje?“*

Žáci jmenují dle obrázků na slidu: přivalové deště, povodně, sucho, vysoké teploty, požáry, vichřice, krupobití, ledovka. Souhrnně extrémní klimatické jevy.

*„Jaké jsou dopady změny klimatu?“*

- výskyt extrémních událostí počasí

- tání ledovců
- zvyšování hladiny oceánů
- zánik a migrace druhů
- překážka v rozvoji – změny klimatu ovlivní možnosti chudých států vypořádat se s bídou, zlepšit zdravotní péči, vzdělání nebo zajistit lepší dodávky energie
- dopady na zemědělství – sucha/záplavy
- dopady na zdraví – nedostatek vody (podrobněji viz. teorie pro učitele níže)

*„Co je to adaptace?“*

Je samozřejmě žádoucí usilovat o minimalizaci nepříznivých antropogenních vlivů na zemské či regionální klima, což je cílem politik na ochranu klimatu. Vedle toho je ovšem nutné reagovat na již probíhající změny (zejména extrémní výkyvy počasí jako přívalové deště, dlouhá období sucha, horké vlny, teplejší a vlhčí zimy, méně sněhu apod.) a včas se připravit na předpokládaný vývoj za účelem zmírnění nebo eliminace negativních důsledků.

*„Jaká opatření existují?“*

V reakci na změnu klimatu je možné přijímat dva základní typy opatření:

**1) mitigační opatření**, což jsou přímá či nepřímá opatření ke snížení emisí skleníkových plynů (např. efektivnější využití zdrojů energie, využití solární či větrné energie, zateplení budov atd.)

**2) adaptační opatření**, což jsou opatření k přizpůsobení přírodního nebo antropogenního systému skutečné nebo předpokládané změně klimatu vč. jejích dopadů.

Podpůrná prezentace slide 13–18

### ***III. Simulační hra – vysvětlení pravidel (5 min.)***

Žáci se rozdělí do 6 týmů. Učitel rozdá žákům do skupin pomůcky na hru (herní plán, figurky, žetony zásob, pravidla, kartičky). Každý tým bude stavět vlastní město.

Hlavní cíl je vybudovat hezké a funkční město se vším, co má město mít. Takové, ve kterém by žáci sami chtěli žít.

*Nápověda na začátek: V dobrém městě by mělo žít a pracovat co nejvíc lidí.*

Učitel předem prozradí žákům, že až postaví město, budou se dít různé události spojené s fungováním města a změnami klimatu. Pokud se městu bude dařit špatně, lidem se nebude ve městě líbit a odstěhují se.

Každý tým si vybere herní plán. Je možnost vybrat si ze 2 různých plánů: stavět Prahu „na zelené louce“ nebo přestavovat Prahu, jak ji známe ze současnosti. V obou variantách jsou na plánu již předkreslené některé místní kulturní či přírodní prvky. Tyto prvky je možné během hry překrývat vlastními stavebními dílky. V druhé variantě jsou již navíc umístěné některé stavební dílky odpovídající realitě současné Prahy (sídliště, náměstí apod.). Tyto stavební dílky není možné ze začátku překrývat, ale vztahují se na ně všechny události. Pokud by měly být zničeny, překryjí se rubovou stranou jakéhokoli nepoužitého stavebního dílku. V průběhu hry mohou být nahrazeny při události „Adaptace“ nebo „Klidný rok“.

#### **IV. Simulační hra – stavba města: (15 min.)**

Žáci mají 15 minut na postavení města.

Každý tým má před sebou vlastní zásobárnu stavebních dílků a kartu „Popis stavebních dílků“. Tým si vždy bere do ruky jen 1 dílek, podívá se, co na něm je vyobrazeno a rozhodne se (společná diskuse), zda ho na herní plán umístí, nebo ne. Dílek, který tým nechce, vrátí zpátky do zásobárny. Po ukončení stavby již žáci tuto možnost nemají.

Je několik základních typů dílků, odlišených barvou. Každý má svoji funkci (napsáno zezadu na dílku). Učitel upozorní žáky, že při stavění města by měli brát funkci karet v potaz.

**ZELENÉ** = parky, zelená hřiště, vegetace kolem vody apod. představují zeleň

**RŮŽOVÉ** = obytné čtvrti (sídliště, rodinné domky)

**ŽLUTÉ** = elektrárny a jiné zdroje energie

**HNĚDÉ** = odpadové hospodářství

**BÍLÉ** = veřejné prostory ve městě, náměstí, ulice, veřejné budovy apod.

**SYMBOL ☺** = občanská vybavenost, poskytují zábavu

**MODRÝ RŮŽEK** = místa s funkcí zadržování vody ve městě

#### **Stavební pravidla:**

- Stavět je možné pouze ve vyznačené čtvercové síti.

- 1. dílek (jakýkoli) umístíte libovolně do čtvercové sítě, ostatní dílky musí navazovat (hranou sousedit) na již položené dílky. Nelze umísťovat dílky do volného prostoru.
- Dílky se silnicí na sebe musí navazovat – silnice navazuje na silnici na všech jejích stranách, včetně křižovatek a mostů. Silnice může končit pouze třemi typy karet: dílek se SILNICÍ, PARKOVIŠTĚ, dílek s OBRUBNÍKEM.
- Budovy napojené na silnici (vyznačen OBRUBNÍK) musí navazovat na SILNICI. Je na vaší domluvě, zda mohou navazovat na všech stranách silnice (tj. stát u silnice), nebo jen ve směru jízdy (tj. na konci silnice, dojedeme tam).
- Speciální pole: ŘEKA – Na řeku je možné umístit pouze průhledné dílky. Napojení silnice přes řeku je možné jedině po mostě. DÁLNIČE – Na dálnici nelze nic stavět, ale je možné na ni napojit silnici.

Po dostavení města postavíme figurky obyvatel do obytných čtvrtí – na SÍDLIŠTĚ 3 obyvatele, do čtvrtí s RODINNÝMI DOMKY 2 obyvatele. Pak ještě rozdělíme zásoby (kostičky symbolizující vodu a potraviny): do SUPERMARKETU i do SKLADU po 3 kostičkách zásob.

Každý tým si zvolí svého bankéře a kronikáře. Na začátku hry má každý tým 15 M = peníze, pro naši hru v měně M (mega). Peníze jsou imaginární, jsou uloženy na „úctu města“ (zápisový list, se kterým pracuje bankéř). Bankéř na účet města zapisuje ztráty a zisky. Na konci spočítá bilanci (je možné jít i do mínusu). Kronikář dostane „kroniku města“, kam bude zapisovat události, které město postihly, a co to pro město znamenalo (jestli přišlo město o peníze, nebo vydělalo, lidé onemocněli nebo se odstěhovali apod.).

#### **V. Simulační hra (10 min.)**

Tato část je moderovaná učitelem. Na každém slidu v prezentaci je vyobrazená událost (pozitivní nebo negativní), která město postihne, např. extrémní sucho, příjezd turistů, ledovka, blackout atd. Učitel buď pokračuje v prezentaci, nebo nechá žáky losovat kartičky událostí a poté najde příslušný slide.

*Pozn.: Aby žáci neviděli, které další události je v rámci hry čekají, učitel při hledání vhodného slidu využije funkci projektoru „freeze“.*

Vždy se nahlas přečte popis události a všechny herní týmy na to musí reagovat. Katastrofy zapříčiněné změnou klimatu přinášejí různé nepříznivé situace, město za ně musí platit (ztrácí M), bourá některé dílky nebo ztrácí obyvatele (stěhují se pryč).

Při některých událostech házíme kostkami (číselnou a písmenkovou), abychom určili, která část města bude postižena (tj. souřadnice 1 čtverce, např. A3).

Po odehrání kola bankéř zapíše na „účet města“ změny (kolik M město vydělalo, nebo ztratilo). Kronikář města píše do kroniky poznámky: jaké katastrofy město postihly, o kolik peněz a obyvatel město přišlo a proč.

Na konci každého kola může město vyléčit 1 nemocného obyvatele v nemocnici. Zaplatí za to 1 M.

## 2. vyučující hodina

### I. Simulační hra (30 min.)

Dokončení hry

Učitel se žáky může odehrát libovolný počet kol, podle času (max. 22).

### II. Reflexe hry: (10 min.)

Nehrajeme o vítězství, ale přece jen se chceme nějak porovnat. Proto na konci hry, po odehrání všech kol, si každý tým spočítá, kolik v jeho městě žije obyvatel.

Žáci se v týmech poradí a shodnou se na tom, co bylo nejlepší opatření ve městě, které jim pomohlo, a co byla událost, která je nejvíce zasáhla. Učitel na tabuli vyplňuje tabulku:

<i>Skupina</i>	<i>Počet obyvatel na začátku hry</i>	<i>Počet obyvatel na konci hry</i>	<i>Peníze</i>	<i>Nejlepší opatření</i>	<i>Nejhorší událost</i>
<i>1</i>					
<i>2</i>					
<i>3</i>					
<i>4</i>					
<i>5</i>					
<i>6</i>					

Na základě vyplněné tabulky žáci odhlasují, které město bylo dle jejich názoru nejlépe připraveno. Každý žák má dva hlasy. Učitel poté vyhlásí první tři místa. Zdůrazní, která opatření ve městě vítězným městům pomohla v rámci hry obstát.



Dále se učitel ptá: „*Funguje město podobně i v reálném světě?*“

Ano, například ve městě u řeky musíme počítat s tím, že jednou za čas přijde povodeň. To naši předci dobře věděli a my na to zapomínáme, viz současné problémy se zástavbou v záplavových zónách – v mnoha městech je už zakázáno stavět obytné domy v blízkosti vody.

### **III. Závěr (5 min.)**

Učitel se ptá žáků, jak se jim pracovalo, co nového se dozvěděli a jak se jim simulační hra líbila. Připomene žákům, že je v nejbližší době čeká procházka do terénu, při které si sami ověří, jak mikroklima města funguje. Následovat budou další 2-4 aktivity s konkrétními tématy.

### **Prostor a pomůcky**

Prostor: učebna s počítačem a projektorem

Pomůcky: simulační hra, kronika města do skupin, podpůrná prezentace pro pedagoga

### **Čas na přípravu učitele**

studium metodiky / příprava na hodinu – individuálně

vyplnění zpětné vazby po hodině – 5 min.

### **Délka aktivity**

2 x 45 min.

### **Doporučení a rizika**

Rizika: program je časově náročný, rizikem je špatná spolupráce dětí a neshody ve skupině při simulační hře – učitel žáky do skupin sám rozřadí, určí šéfa skupiny.

### **Výjimečnost programu**

Žáci formou simulační hry vyzkoušejí stavbu svého města a přímou aplikaci čerstvě nabytých vědomostí.

### **Autor**

Mgr. Alice Končinská [alice.koncinska@ekocentrumkoniklec.cz](mailto:alice.koncinska@ekocentrumkoniklec.cz)

Ing. Alžběta Škodová [alzbeta.skodova@ekocentrumkoniklec.cz](mailto:alzbeta.skodova@ekocentrumkoniklec.cz)

Mgr. Štěpánka Kadochová [stepanka.kadochova@ekocentrumkoniklec.cz](mailto:stepanka.kadochova@ekocentrumkoniklec.cz)

Ing. Dalia Peterová [dalia.peterova@ekocentrumkoniklec.cz](mailto:dalia.peterova@ekocentrumkoniklec.cz)

### **Doplňující informace**

Tři krátké filmy k tématu změny klimatu:

Příčiny globální změny klimatu (1. díl) <https://www.youtube.com/watch?v=vM4ULyn9tKU>

Dopady klimatické změny (2. díl) <https://www.youtube.com/watch?v=xUpNfkRIIUg>

Adaptace na změnu klimatu (3. díl) <https://www.youtube.com/watch?v=JamRaMtikPo>

### **Dopady změny klimatu**

Dopady nestabilního klimatu můžeme pozorovat již nyní. Jsou nerovnoměrné, ale v nejbližších desetiletích se různým způsobem dotknou většiny obyvatel země. Ztráta stability klimatu znamená ztrátu obyvatelnosti mnoha území a jejich produktivity.

### **Nárůst teplot o několik stupňů**

Konkrétní čísla samozřejmě závisí nejen na hodnotě klimatické senzitivity (kterou přesně neznáme), ale také na míře znečištění (kterou předem ani znát nemůžeme). Soustavný růst emisí zhruba dosavadním tempem by do konce století nejspíše vedl k oteplení o 3,4 °C (s devadesátiprocentní pravděpodobností se výsledek pohybuje v rozpětí 2,0-5,4 °C). I kdyby se však emise teď hned, z roku na rok zastavily, planeta se ještě oteplí asi o 0,6 °C. Příčinou je teplo nahromaděné v oceánech, odkud se pomaleji uvolňuje.

### **Výskyt extrémních událostí počasí**

Teplejší atmosféra obecně vyvolává častější extrémní výkyvy počasí. Mělo by proto přibývat silných tropických hurikánů a tajfunů, vichřic, povodní nebo vln horka či sucha.

### **Změna množství a výskytu srážek**

Budou se měnit srážky – v různých místech světa různě. Obecně lze říci, že nárůst srážek je předpovídán (obvykle s velmi vysokou jistotou) pro vysoké zeměpisné šířky: v Arktidě, Kanadě a Skandinávii či na Sibiři. Slabší nárůst lze očekávat v některých tropických oblastech. Ale mnohem důležitější jsou negativní trendy. Většina subtropických oblastí může počítat s podstatným úbytkem dešťů. Dokonce i ve scénáři, který předpokládá, že emise CO<sub>2</sub> porostou jen do roku 2050 a posléze začnou klesat, propočty ukazují více než dvacetiprocentní úbytek

srážek v některých částech Afriky i jinde. Oblasti, které v současnosti trpí nedostatkem potravin a suchem a zároveň mají pouze omezené možnosti potravinu dovážet, budou pravděpodobně postiženy dalším úbytkem úrody v důsledku sucha. Dnes žije v zemích trpících nedostatkem vody téměř třetina lidské populace a očekává se, že se jejich počet do konce 21. století zvýší o stovky milionů.

### Tání ledovců

Horské ledovce budou tát a ubývat poměrně rychle, což způsobí radikální zmenšení už v nejbližších desetiletích. Takový trend je obzvláště důležitý v Indii a Latinské Americe. Stamilióny lidí zde závisí na řekách, které v létě zásobuje voda z odtávajících ledovců v Himalájích, respektive Andách. Zároveň poroste hladina oceánů. Hlavní příčinou je tepelná roztažnost vody: teplejší kapalina má větší objem, což platí i pro moře. Až později by klíčovou roli začalo hrát tání polárních ledovců, které by v příštích desetiletích bylo jen dodatečným faktorem.

### Zvyšování hladiny oceánů

Rostoucí teploty vedou ke zvětšování objemu vody, a to pak ke zvyšování hladiny moří. Nejvíce jsou ohroženy velké populace lidí žijících v Bangladéši a dalších deltách asijských řek, obyvatelé Egypta či malých ostrovních států. Zápavy spolu s dalšími dopady klimatických změn mohou donutit k opuštění domovů stovky milionů lidí, což ještě zhorší už tak palčivé problémy s globální migrací.

### Zánik a migrace druhů

Zánikem je ohroženo mnoho ekosystémů, zvláště korálové útesy, severské lesy, horské lokality a oblasti závislé na středozezemním klimatu. Na mořskou faunu a flóru budou negativně působit rostoucí teploty a zvýšená kyselost oceánů. Pro všechny oblasti platí, že čím rychleji teploty porostou, tím větší je riziko jejich poškození.

Živočišné druhy budou rychleji migrovat. Areály výskytů rostlin a živočichů se posunou do vyšších nadmořských výšek a směrem k pólům. Dojde k vytvoření lepších podmínek pro přezimování škůdců, objeví se nové druhy a nové choroby. Objevují se u nás teplomilnější druhy bezobratlých a některé druhy živočichů se dostávají do vyšších nadmořských výšek – např. klíště.

### Překážka v rozvoji

Rozvojové země jsou celkově nejvíce ohroženy těmito riziky. Změny klimatu ovlivní možnosti chudých států vypořádat se s bídou, zlepšit zdravotní péči, vzdělání nebo zajistit lepší dodávky energie.

Studie nicméně také ukazují, že řešení existují a jsou dostupná. IPCC připomíná, že zranitelnost nezávisí pouze na rozsahu klimatických změn, ale rovněž na způsobu rozvoje. Ekonomické propočty uvádějí, že pokud nebudeme snižovat znečištění, vyjde nás to o mnoho dráž, než když začneme podporovat čisté technologie hned. Nedávno publikovaná zpráva ekonoma britské vlády Sira Nicholase Sterna propočítala, že se roční náklady na snížení emisí, které problém prakticky vyřeší, pohybují kolem 1 % světového HDP. Škody by byly několikanásobně větší.

### Dopady na zemědělství

V důsledku extrémních projevů počasí a výskytu sucha, nebo naopak záplav dojde ke snížení výnosů úrody. Sucho či nadměrné deště jsou zároveň i častou příčinou úhynu hospodářských zvířat. Kritické dopady se očekávají zejména v nejhudších rozvojových státech, kde lidé již dnes trpí podvýživou a hladem. Některé dopady by naopak mohly být pozitivní. Vegetační období v nejteplejších oblastech začne začátkem března a skončí až koncem října. Oproti současnému stavu by období zrání či sklizně mohlo být uspíšeno nejméně o 10–14 dnů. S nárůstem koncentrací oxidu uhličitého dojde ke zrychlení fotosyntézy.

### Dopady na zdraví

Nedostatek vody, menší objem v rybnících a jezerech a menší průtok v řekách povedou k zhoršení kvality vody a snazšímu šíření infekcí. Díky teplejšímu klimatu se očekává rozšíření Lymské boreliózy do chladnějších poloh. Prodlouží se pylová sezóna, a tím dojde k zvýšení počtu alergiků.

### **Použité zdroje**

Košťálová, H. (podzim 2003). Brainstorming aneb Dokážeme bouří nápadů v mozcích našich žáků? Kritické listy 12, stránky 42-44

<http://www.oteplotvani.cz/>

<http://www.21stoleti.cz/>

<http://www.zmenaklimatu.cz/dusledky/extremni-vykyvy-pocasi.html>

Metelka, L. Tolasz. Klimatické změny: fakta bez mýtů. COŽP UK. HBS Praha. 2009.

Pretel, J. a kol. Zpřesnění dosavadních odhadů dopadů klimatické změny v sektorech vodního hospodářství, zemědělství a lesnictví a návrhy adaptačních opatření. Technické shrnutí výsledků projektu. ČHMÚ. MF UK. VUV TGM. Centrum výzkumu globální změny AV ČR. Výzkumný ústav rostlinné výroby. 2011

## Práce v terénu

### **Anotace**

Žáci v průběhu terénní vycházky mapují vegetaci a vodní prvky, měří teplotu a zkoumají propustnost různých povrchů na vybraných stanovištích. Realizují experiment – zasakovací zkoušku, díky němuž si uvědomí, že každý povrch ve městě má jiné vsakovací schopnosti. Žáci v rámci aktivity také zjistí, jakou roli hraje retenční schopnost různých typů městské krajiny pro regulaci mikroklimatu města. Po cestě do školy založí experiment pro měření prašnosti ovzduší.

### **Klíčové pojmy**

voda, vegetace, vsakování vody, retenční schopnost, dešťová voda, zeleň, teplota, prašnost

### **Cílová skupina / typ školy**

2. stupeň ZŠ

### **RVP: průřezová témata (PT), vzdělávací oblasti (VO)**

RVP ZV: JJK, ČP (Př, Ze, Fy), ČS (VO), ČZ (TV, VZ), IKT, MJA, PT: EV, OSV, VMEGS

### **Vzdělávací cíle**

- Žáci zmapují vegetaci a vodní prvky v okolí školy.
- Žáci změří rychlost vsakování vody na několika různých površích v parku a na náměstí.
- Žáci vlastními slovy vysvětlí, proč se liší rychlost vsakování v parku a na náměstí.
- Žáci popíší, co se děje s dešťovou vodou po dopadu na propustné a nepropustné povrchy.
- Žáci nakreslí vlastní termosnímek a svůj náskres si následně ověří pomocí termokamery.
- Žáci umístí Petriho misky na test prašnosti.

### **Výstupy**

- vyplněný pracovní list s výsledky zasakovací zkoušky, měření teploty a obsazenosti aut
- umístěné Petriho misky na test prašnosti
- mapy s vyznačenou zelení a vodními prvky

## **Použité metody a formy**

terénní výzkum, badatelská činnost, diskuse, skupinová práce

## **Přehled aktivit a experimentů projektu**

### **Tepelný ostrov města a vlny horka (terén + 90 minut ve třídě)**

Experimenty v terénu: měření termokamerou/teploměry, mapování zeleně a vodních prvků ve městě, zasakovací zkouška

### **Deště, povodně a sucho (90 minut ve třídě)**

Experimenty ve třídě: průtok, retence suchých/vlhkých materiálů

### **Udržitelná mobilita (terén + 90 minut ve třídě)**

Experimenty v terénu: test prašnosti (krém), test obsazenosti aut

### **Energetická náročnost města a adaptace budov (90 minut ve třídě)**

Experimenty ve třídě: měření teploty u jednotlivých materiálů

V terénu proběhne celkem 5 experimentů (povinné aktivity jsou zvýrazněny tučně):

- **mapování zeleně a vodních prvků**
- **měření teploty – termokamera/teploměry**
- **zasakovací zkouška**
- umístění Petriho misek – test prašnosti
- počítání obsazenosti aut

*Pozn.: Do terénu s dětmi vyrazí 2 pedagogové, resp. pedagog a lektor. Jeden pracuje na aktivitě měření teploty, druhý s žáky dělá zasakovací zkoušku, pak se vymění.*

Před odchodem ze školy učitel žákům sdělí pouze to, že je čekají 2-3 hodiny badatelské práce v terénu. Navštíví 2 odlišné lokality a budou zde provádět nejrůznější experimenty. Pozor, úmyslně neuvádět, že půjde také o měření termokamerou.

## **Mapování zeleně (vegetace) a vodních prvků (zelené a modré infrastruktury)**

Žáci po cestě na terénní měření mapují výskyt vegetace a vodních prvků ve městě. Každý žák zakresluje sám za sebe mapované prvky do černobílé mapy města nebo městské části, vytištěné na papíru formátu A4. V následující hodině „Zvyšování teploty, tepelný ostrov města a vlny horka“ žáci výsledky shrnou a překreslí do mapy města. Mohou si rozdělit úkoly, např. žák

- 1 zaznamenává stromy, parky, okrasnou výsadbu aj.
- 2 zaznamenává zeleň na budovách (zelené střechy, fasádní zeleň)
- 3 zaznamenává velké vybetonované či vyasfaltované plochy (nepropustné povrchy), např. parkoviště, silnice
- 4 zaznamenává velké zasakovací (zatrávněné, nezpevněné) plochy
- 5 zaznamenává přírodní a umělé vodní prvky (řeky, potoky, jezírka, nádrže, fontány, pítka, studánky, umělé mokřady, umělé vodní toky apod.).

Žáci mohou pokračovat v mapování po cestě do/ze školy. Mají stejné zadání, každý žák však může mapovat jiné místo, např. vždy trasu z domova do školy. Tím se docílí většího pokrytí plochy města a detailního mapování poblíž školy.

## **Měření teploty**

*Pozn.: Třída se rozdělí na dvě skupiny a každá skupina na 3-4 týmy. Jedna skupina bude dělat s učitelem nebo lektorem měření teploty, druhá zasakovací zkoušku. Pak se skupiny prostřídají.*

### ***I. Úvod – termosnímký a použití termokamery (10 min.)***

Učitel ukáže žákům vytištěný a zalaminovaný vzorový termosnímek (lidé ve městě, v pozadí domy i vegetace) a ptá se žáků:

„Co vidíte na snímku?“ „Proč je to tak divně barevné?“

„Co znamenají jednotlivé barvy na snímku?“

„Jakou barvou se zobrazují lidé, budovy, městská zeleň apod.?“ „Proč?“

Učitel nechá žáky nejprve samostatně se vyjádřit, až poté doplní vysvětlení: barevný obrázek je tzv. termosnímek (nebo také infračervená fotografie), barvy symbolizují výši teploty. Lidé se zobrazují většinou červeně nebo oranžově. Jsou oproti okolnímu vzduchu teplejší, zeleň naopak bývá chladnější, proto je modrá, u budov záleží na teplotě.



Následuje stručné vysvětlení, jak funguje termovizní (infračervená) kamera, zkráceně termokamera. Učitel se nejprve zeptá žáků, jestli někdo ví, jak termokamera funguje. Pokud ano, nechá žáky vysvětlit princip fungování vlastními slovy. Pokud ne, učitel zjednodušeně vysvětlí (doplní):

„Speciální čidlo (bolometr) zaznamenává povrchovou teplotu předmětů, konkrétně infračervené záření, které se od těles odráží. Rozdíly teplot jsou na termosnímku znázorněny barevně. Proto barvy neodpovídají realitě. Termokamera je tedy jeden nástroj, který umožní bezkontaktně měřit teplotu různých těles. To může být výhodné při měření na dálku, například měření teploty drátů elektrického vedení, komínů u tepláren apod.“ Více informací viz teorie pro učitele.

Učitel se dále ptá žáků: „*Jakými dalšími způsoby můžeme měřit teplotu?*“

Poté učitel demonstruje fungování termokamery v praxi. Ukáže žákům, jak se termokamera zapíná, kde se mění překryv termo a digitálního vidění a jak se ukládá snímek. Následuje malý pokus – ukázka chladnutí otisku ruky. Nejprve s termokamerou pracuje učitel, až poté (v průběhu další aktivity) žáci.

Vybraný žák přitiskne ruku na chladnější povrch (ve stínu). Po cca 20 sekundách ji odstraní a ostatní žáci sledují v hledáčku termokamery, co se bude dít. Uvidí na místě teplotní otisk dlaně, ten pomalu chladne a mizí z obrazu termokamery. Tento pokus si žáci budou moci vyzkoušet postupně po týmech během následující aktivity. Nejdříve si ale zkusí nakreslit vlastní „termosnímek“.

## **II. Kreslení termosnímku (15 min.)**

Tato aktivita pracuje s žákovskými prekoncepty, tj. má přimět žáky reflektovat své dosavadní zkušenosti a zamyslet se, co už o teplotách ve městě ví. Zároveň slouží jako časová výplň pro dobu, kdy jeden tým pracuje s termokamerou a ostatní by musely čekat, tj. k aktivizaci všech žáků. Cílem není utvořit nejkrásnější obrázek, výtvarné ztvárnění je pouze prostředkem k sebereflexi žáků.

Návaznost na předchozí: Učitel motivuje žáky: „*Nyní si sami zkusíte nakreslit, jak by mohl vypadat termosnímek našeho města. Zamyslete se, jak se vy sami cítíte v parku, jak uprostřed náměstí. Kde je vyšší teplota? Podle toho vyberte vhodné barvy.*“

Učitel žákům rozdá čisté papíry, pastelky, 4x zalaminovanou stupnici teplot a barev a pracovní listy. Stupnice zobrazuje chladné objekty modře, středně teplé oranžově a

nejteplejší žlutě až bíle. Pozor, teplotní barevná stupnice je pouze orientační. Zatímco barvy zůstávají vždy stejné, konkrétní teploty (maximum a minimum) se mohou měnit. Např. za chladného dne může být minimální (modrá) teplota 3 °C a maximální (žlutobílá) teplota 12 °C. Učitel upozorní žáky na tuto záludnost v zobrazování teplot.

Následně zadáme jedné polovině týmů, ať kreslí lokalitu s nedostatkem zeleně (náměstí), a druhé lokalitu s dostatkem zeleně (park).

Žáci se nyní zamyslí, jaká je na každé lokalitě teplota, reflektují vlastní zkušenosti s pobytem ve městě. Poté se ji pokusí zakreslit, jako by to byl termosnímek. Nejprve načrtnou obrysy budov, stromů atd. Poté odhadnou, jakou teplotu jednotlivé povrchy mají, tento odhad si zapíší do pracovního listu (část I – odhad teploty) a nakonec svou kresbu vybarví pastelkami podle dané barevné stupnice. Mohou se znovu podívat na vzorový termosnímek u učitele. Obrázek stačí kreslit schematicky.

Zatímco týmy kreslí termosnímek, učitel vybere 1 tým, který může absolvovat mini pokus s chladnutím ruky (viz výše). Jakmile si žáci vyzkoušejí práci s termokamerou, tým se vrací kreslit termosnímek a učitel předá kameru dalšímu. Takto se během kreslení všechny týmy vystřídají ve vyzkoušení termokamery (vždy max. 2 minuty). Učitel důsledně koordinuje.

### **III. Badatelská činnost – měření teploty (20 min.)**

Učitel se žáků ptá na odhad teploty: „*Jaká bude podle vás teplota na dlažbě náměstí a jaká na trávě v parku?*“ „*Budou se lišit?*“ „*Proč ano/ne?*“ – kontrola vyplnění pracovního listu.

Poté učitel motivuje žáky k další činnosti: „*Ted' budete mít možnost ověřit si, jestli jste svůj termosnímek nakreslili správně. Postupně změříme na obou lokalitách teplotu zemského povrchu dvěma způsoby.*“

Učitel žákům rozdá pomůcky k měření teploty. Do každého týmu dá venkovní teploměr (celkem 4 ks) a jednomu týmu i termokameru. Termokamera je jen jedna, týmy se v jejím použití vystřídají. V době, kdy tým nemá k dispozici termokameru, měří teplotu pomocí klasického venkovního teploměru, případně dokončuje kresbu. Učitel důsledně koordinuje činnost žáků. Žáci mají za úkol změřit na obou lokalitách teplotu zemského povrchu (dlažby na náměstí a povrchu země v parku / pod stromy) oběma metodami: obyčejným teploměrem a termokamerou. Výsledky žáci zapíší do pracovního listu. Žáci v týmu si rozdělí práci:

někdo zapisuje do pracovního listu, někdo měří na náměstí, někdo v parku, jiný může dokreslovat termosnímek atd.

### ***Měření s pomocí termokamery***

Žáci nejprve porovnají nakreslený „termosnímek“ s opravdovým termosnímekem z kamery. Pak pomocí termokamery změří teplotu povrchu na obou lokalitách (uprostřed hledáčku termokamery je bod, který je měřen, teplota ve °C se zobrazuje v levém horním rohu displeje). Výsledek zaznamenávají do pracovního listu. Do tabulky zapíší také dodatečné informace, např. místo a typ povrchu.

### ***Měření klasickým teploměrem***

Žáci změří teplotu povrchu kontaktně pomocí klasického venkovního teploměru. Teploměr položí na zem, nechají alespoň 1 minutu ustálat a odečtou teplotu na stupnici. Výsledky zaznamenají do tabulky v pracovním listu.

*Pozn.: Pokud tým práci ukončil a čeká, než ostatní žáci dokončí měření, může se zaměřit na fotodokumentaci, tzn. udělat digitální snímek zkoumané oblasti, natočit video, jak ostatní pracují nebo se zamyslet nad otázkami k diskusi v pracovním listu. Jakékoli digitální snímky je potřeba archivovat pro další práci.*

## **IV. Reflexe (5 min.)**

Učitel se ptá žáků:

*„Podařilo se vám nakreslit termosnímek stejně, jako ukazuje termokamera?“*

*„Jak se vám dařilo měřit s termokamerou?“*

*„Shodují se vámi naměřené výsledky s původním odhadem teploty povrchu?“*

*„Na které lokalitě byla teplota povrchu vyšší?“*

Mělo by vyjít, že na nenasákavém povrchu bez vegetace (dlažba, beton apod.), tj. na náměstí, je teplejší povrch.

Následuje krátká diskuse nad výsledky měření. *Proč tomu tak je?*

Učitel se zeptá žáků: *„Jak je možné, že ačkoliv na všechna místa svítí slunce přibližně stejně intenzivně, jsou některé povrchy teplejší než jiné?“*

Žáci vyjmenují různé možnosti (např. záleží na barvě, odrazivosti povrchu, struktuře, tepelné kapacitě látky apod.).

Poté učitel shrne, že záleží na fyzikálních vlastnostech povrchů. Některé povrchy záření pohlcují (především tmavé povrchy), a jiné odrážejí zpět do vzduchu (světlé a lesklé povrchy). Toho lze využít i při územním plánování. Lesklé budovy pohlcují méně tepla, proto se i méně zahřívají.

Učitel se dále ptá: „*Proč je vegetace chladnější?*“

Žáci uvedou různé nápady, učitel doplní: „*Vegetace (a také propustné povrchy) zadržují vodu. Díky vypařování vody dochází k ochlazení okolí. Rostliny při fotosyntéze i respiraci vypařují vodu skrze průduchy, tím se ochlazují. Navíc rostliny část slunečního záření (tím i tepla) využívají v procesu fotosyntézy a přeměňují ho na energii uloženou v cukrech. Proto je povrch rostlin chladnější.*“ Žáci si vlastními slovy zapíší vysvětlení do pracovního listu.

### **Zasakovací zkouška**

*Pozn.: Třída se rozdělí na dvě skupiny a každá skupina na 3-4 týmy. Jedna skupina bude dělat s učitelem nebo lektorem měření teploty, druhá zasakovací zkoušku. Pak se skupiny prostřídají.*

#### **I. Úvod (10 min.)**

Učitel se žáky jsou na výzkumné lokalitě (okolí školy / centrum města). Zasakovací zkouška bezprostředně navazuje na měření teploty. Učitel naváže na předchozí měření a ptá se žáků: „*Myslíte si, že naměřené teploty nějak souvisí s vodou?*“ „*Jak?*“

Žáci volně odpovídají. Učitel připomene, že kde není žádná voda, nemůže se ani žádná odpařit, a tudíž ani ochladit okolí. Učitel se dále ptá: „*Jakými způsoby se voda dostává do města?*“ „*V jakých dalších podobách se ve městě vyskytuje přirozená (tedy ne z kohoutku) voda?*“

Žáci brainstorming, případně učitel připomene, že většina vody se dostává do města formou dešťových srážek, dále také jako sníh, námraza, vodní pára, tekoucí voda v potocích a řekách.

Učitel naváže: „*Protože vsakování vody je zásadním procesem pro zadržení vody, teď si sami vyzkoušíte, kolik vody se ve městě vsakuje na různých místech a površích.*“

Aktivizace žáků: Učitel se ptá: „*Má někdo nějaký nápad, jak měřit vsakovací schopnosti?*“

Žáci brainstorming, učitel je nechá volně se vyjádřit.

Učitel uzavře: „*My si dnes vyzkoušíme jen jednu specifickou metodu, tzv. zasakovací zkoušku.*“ Poté učitel vysvětlí žákům princip experimentu:

Žáci pracují ve 3-4 týmech. Každý tým si vybere 2 typy povrchů (ideálně odlišné, např. trávník a cesta v parku, dlažební kostky a asfalt na náměstí) na zkoumaných lokalitách. Do týmu dostanou žáci 1 odměrný válec, plastelínu, láhev s vodou a pracovní list.

**Návod:** Na měkkém povrchu (tráva, písek apod.) zatlačíme trubku alespoň 5 milimetrů do povrchu. Před zkouškou na tvrdém povrchu je potřeba nejprve povrch zbavit nečistot (důkladně omést). Trubku přiložíme na vodorovném místě kolmo k povrchu a mezery mezi povrchem a trubkou utěsníme velkým množstvím plastelíny (minimálně 80 g, tj. 4 válečky). Plastelínu ovšem musíme předtím dostatečně prohníst, abychom ji zahřáli a zbavili bublinek vzduchu. Plastelínu použijeme všechnu najednou. Pokud se namočí nebo znečistí, jsou její těsnící schopnosti výrazně sníženy. Během pokusu trubku stále držíme v kolmé pozici. Nalijeme do ní 200 ml vody (poznáme na stupnici) a ihned začneme stopovat čas 3 minuty. Po třech minutách zjistíme na stupnici, kolik vody se vsáкло. Pokud se během prvních 30 sekund nevsáक्ne ani 1 ml vody a následně voda začne unikat pod modelínou, je povrch považován za nepropustný.

Jeden experiment trvá cca 4 minuty.

#### Videoinstruktaž

[https://www.youtube.com/watch?v=QoA7\\_vhSVuo](https://www.youtube.com/watch?v=QoA7_vhSVuo)

<https://www.youtube.com/watch?v=dgiKLR8lcb8>

## **II. Zasakovací zkouška (20 min.)**

Žáci samostatně pracují v týmech dle instrukcí učitele. Zde je zjednodušeně popsán princip zasakovací zkoušky (viz výše).

Každý tým provede celkem 4 zasakovací zkoušky: 2x na každé ze 2 lokalit. Žáci provádějí zkoušku na stejných lokalitách, na nichž měřili teplotu. Učitel žáky průběžně kontroluje a případně jim radí.

Když žákům pokus na pevném povrchu napoprvé nevyjde, ať ho zopakují. Plastelínu je nutné pořádně prohníst a válec dokonale utěsnit. Pokud voda stále protéká, povrch označí jako nepropustný a do pracovního listu zapíší vsakování 0 ml.

Na měkkém povrchu je dobré připomenout, že válec se má zatlačit do zeminy co nejhlouběji, okolní zeminu je pak třeba znovu utěsnit (umačkat kolem válce), aby voda neprotékala.

Výsledky všech zasakovacích zkoušek žáci zaznamenají do tabulky v pracovním listu – doba vsakování, množství vsáknuté vody a typ povrchu.

Po uplynutí časového limitu (15 min.) učitel ukončí badatelskou činnost a svolá žáky k sobě. Následuje reflexe badatelských dovedností. Učitel se ptá žáků: „*Jak se vám dařilo provádět experiment?*“ „*Co vám šlo/nešlo?*“ „*Proč?*“ „*Jak to příště udělat lépe?*“ Žáci mají volný prostor k vyjádření pocitů.

Žáci vrátí pomůcky učiteli. Učitel připomene, že pracovní list budou žáci potřebovat při příští hodině ve škole. Učitel pracovní listy buď vybere, nebo pověří v každém týmu zodpovědnou osobu, aby si je uklidila do tašky a přinesla je do školy.

### **III. Diskuse (10 min.)**

Žáci v krátkosti zhodnotí své výsledky: Kde se voda vsakovala nejrychleji, kde vůbec (tj. nepropustné povrchy) a proč tomu tak je.

Učitel se dotazuje všech žákovských týmů, tyto se postupně vyjadřují.

*Pozn.: Výsledky jednotlivých týmů i na stejných površích se mohou značně lišit podle toho, jak dobře zasakovací zkoušku žáci provedli.*

Následuje krátká diskuse na téma: „Co se děje s dešťovou vodou ve městě?“

Nejprve žáci samostatně odpovídají (brainstorming), jde o variabilitu nápadů, neexistuje jen jedna správná odpověď. Až poté učitel případně doplní to, co nezaznělo. Počet otázek a jejich hloubku přizpůsobte zbývajícimu času.

Příklady otázek:

- „*K čemu je v městské krajině voda potřebná, užitečná?*“ – závlaha pro rostliny, ochlazení okolí výparem, zvlhčení vzduchu
- „*Jak krajina zadržuje vodu?*“ – propustné povrchy s vysokou retenční schopností (např. trávníky) nasají a zadrží dešťovou vodu. Ta je využita rostlinami na fotosyntézu nebo se znovu vypaří, a tak se vrací do malého vodního cyklu.
- „*Kam odteče voda z nepropustných povrchů?*“ – když se nemůže voda vsakovat, teče rovnou do kanalizace.

- „*Kam voda z kanalizace pokračuje?*“ – odteče do čistírny, odtud přes řeky až do moře (velký vodní cyklus).

Učitel zmíní, že v centrech měst může podíl ploch s nepropustným povrchem dosahovat více než 70 %. To znamená, že 70 % veškeré dešťové vody končí v kanálu.

Poslední otázka (tuto nevynechat):

„*Co můžeme udělat, abychom ve městě zadrželi více vody?*“ – žáci brainstorming, učitel případně doplní možná řešení: vytvořit více zasakovacích povrchů: trávníků, nezpevněných povrchů, zelených střech, vsakovacích nádrží, jezírek, dešťových zahrádek atd.

Odpověď na tuto otázku si žáci zapíší do pracovního listu.

### **Test prašnosti**

Když se žáci seskupí k odchodu, učitel se jich zeptá: „*Jaké další funkce může mít zeleň ve městě?*“ Žáci odpovídají, učitel případně doplní funkce zeleně: zadržování vody, zvyšování vlhkosti vzduchu, ochlazení okolí, výroba kyslíku, hluková bariéra, vychytávání škodlivin a prachu z ovzduší.

Učitel se ptá žáků, zda vědí, co je to prašnost a kde se v ovzduší bere. Jsou to malé pevné částičky, znečištění z různých zdrojů (zvířený prach ze země, polétavý prach v ovzduší, výfukové zplodiny). Učitel řekne žákům, že prašnost v ovzduší nám znesnadňuje dýchání, unavuje oči a zanášá póry v kůži. Dlouhodobý pobyt v prašném prostředí zvyšuje riziko onemocnění dýchacích cest. Ve vzduchu je mnoho dalších látek, které jsou škodlivé a měří se speciálními přístroji, ale prašnost se dá sledovat i jednoduše. Ještě dnes cestou zpátky do školy žáci umístí pokusné měřidlo prašnosti.

Učitel požádá žáky, aby se v týmech zamysleli a vybrali 1 místo (buď zde v lokalitě nebo cestou do školy), které jim připadá nepříjemné a prašné. Zároveň jako kontrolu k tomuto místu vyberou místo s dostatkem zeleně okolo, aby ověřili hypotézu, že zeleň zachytává a snižuje prašnost v ovzduší. Na rozmyšlenou mají 1 minutu.

Každý tým sdělí učiteli svůj návrh. Učitel jim do týmů rozdává pomůcky (Petriho miska zesponu nadepsaná lihovým fixem). Poté nebo cestou zpět do školy učitel nechá kolovat krém, žáci ho

nanesou na Petriho misku a uhladí. Misky s odkrytým horním víčkem umístí na vybrané lokality.

**Pozor!** Vždy umísťujte Petriho misku tak, aby do ní nenapršelo. Například pod stříšku, pod mostní konstrukci a podobně. Ideální je zvolit termín pro umístění Petriho misek v období, kdy pršet nemá (dle předpovědi počasí).

Zároveň je vhodné, aby miska nebyla na první pohled vidět, zamezíte tak její krádeži. Zároveň si žáci obě lokality vyfotografují. Krém je ponechán na vybrané lokalitě, je exponován spadu po dobu nejméně 3 dnů. Petriho misky budou vyzvednuty před aktivitou Udržitelná doprava.

*Petriho miska se znečištěným krémem*



### **Test obsazenosti aut**

Cestou do školy nebo na místě, kde žáci umísťovali Petriho misky, provedou ještě test obsazenosti aut. Každý tým se postaví na bezpečné místo, tak aby měl co nejlepší výhled na provoz, a bude počítat, kolik za určitý časový úsek projede aut s jednou osobou, s dvěma nebo více osobami. Poté najdou modus – nejčastější hodnotu (1, 2, 3 a více lidí v autě).

### **Prostor a pomůcky**

Prostor: Probíhá v okolí školy

Pomůcky: **Mapování zeleně:** mapy A4 okolí školy, papíry, podkladové desky, psací potřeby

**Měření teploty:** termokamera, pracovní listy do skupin, papíry, pastelky, 4x venkovní teploměr, 4x zalaminované termosnímký, 4x barevné stupnice

**Zasakovací zkouška:** pracovní listy do skupin, 4x odměrné válce, 4x plastelína

**Test prašnosti:** pracovní listy do skupin, 8x Petriho misky, větší množství krému

**Měření obsazenosti aut:** pracovní listy do skupin

### **Čas na přípravu učitele**

studium metodiky / příprava na hodinu – individuálně



vyplnění zpětné vazby po hodině – 5 min.

### **Délka aktivity**

60-120 min.

### **Doporučení a rizika**

Doporučení: Rozdělit skupiny, dva pedagogové, resp. jeden pedagog a doprovodný lektor  
ECK

Rizika: neshody při skupinové práci, časová náročnost, počasí

### **Výjimečnost programu**

Badatelsky orientovaná výuka v terénu, experimenty.

### **Autor**

Ing. Alžběta Škodová, [alzbeta.skodova@ekocentrumkoniklec.cz](mailto:alzbeta.skodova@ekocentrumkoniklec.cz)

Mgr. Štěpánka Kadochová, [stepanka.kadochova@ekocentrumkoniklec.cz](mailto:stepanka.kadochova@ekocentrumkoniklec.cz)

Mgr. Alice Končinská, [alice.koncinska@ekocentrumkoniklec.cz](mailto:alice.koncinska@ekocentrumkoniklec.cz)

Ing. Dalia Peterová, [dalia.peterova@ekocentrumkoniklec.cz](mailto:dalia.peterova@ekocentrumkoniklec.cz)

## Tepelný ostrov města

### **Anotace**

Žáci uvedou do souvislosti výsledky získané terénním měřením (teplota ve městě, zasakovací zkouška) s teoretickými poznatky. Kriticky zhodnotí stav zeleně a vodních prvků ve svém městě a navrhnou možná opatření. Poznaj, jaké funkce zeleň ve městě plní.

### **Klíčové pojmy**

extrémní teploty, vlny horka, městský tepelný ostrov, víceúčelová zelená infrastruktura, modrá infrastruktura, šedá technická infrastruktura, přírodě blízká opatření, zastínění, evapotranspirace, provětrávání, voda, vegetace, teplota, ochlazení vzduchu, dešťová voda, malý vodní cyklus, parky, uliční stromořadí, stromy, příměstské a městské zemědělství, komunitní zahrada, zahrádkové osady, územní systém ekologické stability

### **Cílová skupina / typ školy**

2. stupeň ZŠ

### **RVP: průřezová témata (PT), vzdělávací oblasti (VO)**

RVP ZV: JJK, ČP (Př, Ze, Fy), ČZ (VZ), MJA, PT: EV, OSV, VMEGS

### **Vzdělávací cíle**

- Žáci prezentují výsledky terénních měření.
- Žák vyjmenuje tři funkce zeleně ve městě.
- Žáci na základě mapování kriticky zhodnotí stav zeleně a proporci propustných/nepropustných povrchů ve městě.
- Žák uvede tři příklady opatření, která pomáhají udržet vodu ve městě.
- Žáci navrhnou adaptační opatření pro své město, vedoucí k udržení příznivého mikroklimatu.

### **Výstupy**

- mapy s vyznačenými vodními prvky, zelení a propustnými a nepropustnými povrchy
- návrh opatření, zvyšující podíl zeleně, zasakovacích a vodních ploch (zkvalitňující život ve městě)
- vyplněný pracovní list

## **Použité metody a formy**

prezentace výsledků, kritické myšlení, diskuse, skupinová práce, analytická činnost, návrh nových opatření, výklad, práce s textem

## **Pracovní postup**

Žáci předem dodají učiteli výsledky měření z terénu (v papírové či digitální formě) a digitální fotografie z obou lokalit.

### **1. vyučovací hodina**

#### ***I. Úvod – Zvyšování teplot a vysoké teploty (5 min.)***

Jedna věc je postupné oteplování naší planety – různé scénáře oteplení – pozitivní důsledky, např. úspora energie za vytápění, ale zase klimatizace! Nebo teplomilné plodiny, které u nás nemohou růst. Ale zase třeba moskyti, subtropické nemoci atd., na Moravě se vyskytuje jedovatý pavouk. Obecně je více negativ než pozitiv.

Druhý jev, který se týká teploty, jsou vlny veder, tj. extrémně vysoké teploty, které způsobují tepelný ostrov města – problémem jsou nejen tropické dny (lze se schovat do stínu), ale zejména tropické noci (nejde dělat nic, jen pustit klimatizaci).

Budeme si povídat o tom, jak město přizpůsobit obojímu: postupnému zvyšování teploty i náhlým vlnám veder.

#### ***II. Shrnutí výsledků z terénu + teorie (10 min.)***

Na začátku hodiny učitel promítne žákům krátkou prezentaci. Učitel se ptá žáků: „Čeho se týkalo měření v terénu?“ (teplota a vsakování = retenční schopnost povrchů) a promítne obrázky z obou zkoumaných lokalit. (slide 2 a 3).

*Pozn.: Ideální je, aby učitel do prezentace dodal skutečné snímky z obou lokalit: digitální i termosnímkami. Pro případ, že by se nepodařilo pořídit snímky v lokalitě, je v prezentaci zástupný obrázek – náměstí a park pořízený digitální i termokamerou. Tyto lze použít s komentářem: „Podobně by na termosnímku vypadaly i námi měřené lokality.“*

*Pozor! Termosnímkami je možné stáhnout z termokamery pouze pomocí speciálního softwaru Software Smartview®. Ten je volně stažitelný na <http://www.fluke.com/vtsmartview>. Tento software je vybaven funkcí pro export infračervených a viditelných snímků ve formátu .is2*

*a dále obsahuje funkce pro analýzu snímků a organizaci dat a informací. Termosnímky jsou uloženy na mikro SD kartě ve formátu .is2.*

Poté učitel promítne výsledky terénních měření shrnuté do tabulky (slide 4). Tabulka je připravena v prezentaci, pouze vepíše hodnoty naměřené žáky.

Učitel se zeptá žáků: „*Kde bylo chladněji?*“ „*Proč to tak je?*“ „*Co ovlivnilo naměřenou teplotu?*“ „*Jak souvisí teplota se schopností vázat vodu?*“ Žáci mají možnost se vlastními slovy vyjádřit (opakování diskuze z terénu).

Pokud žáci zapomněli, učitel připomene, že propustné povrchy umožňují vsakování vody, ta zavláhuje vegetaci, umožňuje fotosyntézu a odpařování, proto dochází k ochlazení okolí (slide 5 – Rozdíl mezi stínem stromu a slunečniku). Na nepropustných površích voda odteče, nic se nevsákne a nemá se co odpařovat.

### **III. Retenční schopnost krajiny (20 min.)**

#### **Úvod (5 min.)**

Učitel (v návaznosti na aktivity z terénu): „*Víme, že voda, která naprší na krajinu, se vsakuje do země anebo rovnou odtéká do řek a odtud do moře. Schopnost krajiny vsakovat vodu ovlivňuje mikroklima. Kolik vody se vsákne na různých površích, jste si sami změřili při zasakovací zkoušce.*“ Učitel znovu promítne výsledky měření.

Učitel se ptá: „*Na čem ještě záleží množství vody, které se vsákne do země a zůstane v krajině?*“ Žáci odpovídají, poté učitel doplní, že záleží také na typu půdy a na rostlinném pokryvu.

#### **Tipovací hra (10 min.)**

Následuje tipovací hra Retenční schopnost krajiny. Po třídě jsou v pytlíčcích rozmístěny přírodní i umělé materiály: rašeliník (mech), zemina, mulčovací kůra, písek, štěrk, beton.

V prvních 5 minutách budou skupiny žáků postupně obcházet všechna stanoviště s pytlíčky. Až všichni obejdou pytlíčky, mají 2 minuty na další úkol: seřadit materiály podle jejich schopnosti absorbovat vodu. Po uplynutí stanovené časové lhůty učitel vyzve žáky ke

kontrole. Na tabuli píše čísla pytlíčků a ptá se žáků, co bylo obsaženo v jednotlivých pytlíčcích. Žáci sdělují učiteli své tipy, ten pak napíše správné řešení na tabuli.

#### ***Vyhodnocení hry (5 min.)***

Poté následuje kontrola absorpčních schopností. Opět by měli být aktivní žáci. Učitel se ptá postupně po skupinách: „*Který materiál drží nejvíce vody?*“ Skupina 1 sdělí svůj názor, ostatní mohou souhlasit, či odporovat. Učitel pokračuje s dotazováním, dokud žáci správně neodpoví: nejvíce vody zadržuje mech/rašeliník (retenční schopnost 5).

Poté pokračujeme stejným způsobem sestupně k tomu nejhoršímu.

Materiál	mech	hlína	mulč. kůra	písek	štěrk	beton
Číslo pytlíčku	III	I	VI	II	IV	V
Retenční schopnost	5	4	3	2	1	0

Na závěr se učitel ptá žáků: „*Co to je retenční schopnost krajiny?*“ „*Který materiál má nejvyšší retenční schopnost?*“ „*Který z těchto materiálů se vyskytuje ve městě v nejvyšší/nejnižší míře?*“

#### ***IV. Vyhodnocení mapování zeleně a modré infrastruktury (10 min.)***

Učitel se zaměří na výsledky terénního mapování zeleně a vodních prvků. Vyzve žáky, aby se sesedli okolo mapy města a krátce prezentovali výsledky svého mapování.

Učitel se ptá skupin: „*Je v našem městě podle vás dostatek zeleně a vodních prvků?*“ „*Našli jste něco, co na velké mapě chybí?*“ „*A jak je to se zasakovacími a nepropustnými povrchy?*“ „*Kterých je v našem městě více?*“ Žáci, kteří mapovali povrchy, se vzájemně podívají na své mapičky a vyhodnotí, jestli našli více zasakovacích nebo nepropustných povrchů. Žáci odpovídají podle toho, co zmapovali.

## **2. vyučovací hodina**

#### ***V. Funkce zeleně (30 min.)***

##### ***Práce s pracovním listem (15 min.)***

Žáci pracují ve skupinách s pracovním listem a označují pravdivé a nepravdivé výroky o stromech. Když práci ukončí, přidají ještě upřesňující podrobnosti.

V dalším úkolu přiřadí názvy k obrázkům stromů a určí, které z nich lépe snášením tepelný ostrov města a je tedy vhodné je vysazovat v Praze a které naopak nikoliv.

Vhodné je vysazovat: platan javorolistý, liliovník tulipánokvětý, kaštan setý, jinan dvoulaločný (gingo), třešeň japonská (sakura)

### ***Obrázková powerpointová prezentace (15 min.)***

V další části prezentace jsou obrázky zeleně. Úkolem žáků bude si obrázky pořádně prohlédnout a zkusit poznat, jakou hlavní funkci zeleň na obrázku zastává. Učitel nejdříve promítne obrázek a nechá žáky, aby hádali, jakou funkci zeleň ve městě fotografie ilustruje. Současně učitel upozorňuje žáky na různé možné formy podoby zeleně. Nemusí vždy jít jen o park, stromořadí a zahradu. Zeleň ve městě může být realizována formou zelených parkovišť ze zasakovacích dlaždic, zelených tramvajových pásů, mohou být využívány zelené střechy (někde také s rekuperací dešťové vody); okolí cest mohou tvořit různé zasakovací průlehy apod. Po dalším kliknutí se funkce objeví.

Základní funkce zeleně:

- zadržuje vodu
- je hezká (estetická funkce)
- čistí ovzduší, vychytává prach
- poskytuje prostředí pro bezobratlé a jiné živočichy (obohacování rozmanitosti)
- ochlazuje okolí
- tlumí hluk z okolí
- produkuje jídlo

Učitel řekne žákům, že v zahraničí se pro zvýšení množství zeleně ve městě hojně využívají nové moderní environmentálně prospěšné zelené úpravy města. V České republice začínají tyto úpravy také přicházet do praxe. Jedná se o zelené zahrady, vertikální zahrady, zelené střechy, zelené fasády, zasakovací dlaždice na parkovištích apod. V zahraničí je jejich využívání v současné době prestižní záležitostí. Každé větší město chce být trochu „zelené“. V rámci následující prezentace si ukážou několik příkladů z Evropy, ze světa a také z České republiky. Jak už si žáci při terénní práci v rámci jiných aktivit sami vyzkoušeli, zeleň ve městě má nejednu funkci.

## **VI. Diskuse a návrh adaptačních opatření (15 min.)**

Na závěr hodiny žáci společně s učitelem vedou volnou diskusi nad mapami města z terénu (již zaznamenaná vegetace, vodní prvky a vsakovací povrchy).

Učitel se ptá žáků: „*Myslíte si, že naše město má dostatek vegetace?*“ „*Vodních ploch?*“ „*Zasakovacích ploch?*“ „*Jsou materiály použité ve městě vhodné z hlediska regulace teploty?*“ „*Co je v našem městě špatně pro udržení příznivého mikroklimatu?*“ Žáci odpovídají.

Učitel položí poslední otázku: „*Co tedy můžeme z hlediska udržení příjemného mikroklimatu ve městě zlepšit a jak?*“ Žáci se ve skupinkách zamyslí, co by chtěli ve městě změnit. Každá skupina vybere jen 1 opatření a sdělí ho ostatním skupinám. Vysvětlí jim, proč je pro město důležité. Skupiny zaznamenají navržená a odsouhlasená adaptační opatření do pracovních listů.

### **Prostor a pomůcky**

Prostor: učebna s počítačem a projektorem

Pomůcky: výsledky měření z terénu zpracované do prezentace, velká mapa města (může být promítnuto na tabuli), seznam adaptačních opatření, pytlíčky s přírodními materiály, pracovní listy do skupin, podpůrná prezentace pro pedagoga

### **Čas na přípravu učitele**

instalace softwaru a stažení termosnímků z kamery – 15 min. (dobrovolné),  
zapsání výsledků terénních měření do připravené tabulky v prezentaci – 10 min.  
studium metodiky / příprava na hodinu – individuálně  
vyplnění zpětné vazby po hodině – 5 min.

### **Délka aktivity**

2x 45 min.

### **Doporučení a rizika**

Doporučení: zařadit do Př, Fy, Ze, Ov. Vybrat z každé skupiny 1 žáka, který bude zodpovědný za poslání výsledků učiteli, motivovat žáky.

Rizika: Žáci nedodají učitelé výsledky z terénních měření.

### **Výjimečnost programu**

Žáci uvedou prakticky získaná data z měření v terénu do souvislosti s teorií.

### **Autor**

Mgr. Štěpánka Kadochová, [stepanka.kadochova@ekocentrumkoniklec.cz](mailto:stepanka.kadochova@ekocentrumkoniklec.cz)

Ing. Alžběta Škodová, [alzbeta.skodova@ekocentrumkoniklec.cz](mailto:alzbeta.skodova@ekocentrumkoniklec.cz)

### **Konzultant**

Mgr. Alice Končinská, [alice.koncinska@ekocentrumkoniklec.cz](mailto:alice.koncinska@ekocentrumkoniklec.cz)

### **Použité zdroje**

<http://www.ekocentrumkoniklec.cz/hospodareni-s-destovou-vodou-v-cr/>

[http://www.ekoporadnypraha.cz/upload/Nejcastejsi\\_zpusoby\\_likvidace\\_destove\\_vody.pdf](http://www.ekoporadnypraha.cz/upload/Nejcastejsi_zpusoby_likvidace_destove_vody.pdf)

[http://www.bilovec.cz/vismo/dokumenty2.asp?id\\_org=442&id=711395](http://www.bilovec.cz/vismo/dokumenty2.asp?id_org=442&id=711395)

### **Další doporučené materiály a odkazy**

<http://www.ekocentrumkoniklec.cz/wp-content/uploads/2014/11/Voda-ve-meste-metodika-EVP.pdf>

<http://www.ekocentrumkoniklec.cz/voda-a-krajina/>

<http://www.ekocentrumkoniklec.cz/hospodareni-s-destovou-vodou-v-cr/>



## Deště, povodně, sucho

### **Anotace**

Žáci se seznámí s problematikou dlouhotrvajícího sucha a přívalových dešťů. Provedou experiment, který ozřejmí mechanismus střídání období dlouhodobého sucha a přívalových dešťů a následného vzniku lokálních záplav. Seznámí se s vhodnými opatřeními, která ve městě pomáhají se vsakováním dešťové vody. Ve druhé hodině se žáci věnují problematice povodní. Provedou experiment, který demonstruje mechanismy a příčiny vzniku povodní. Žáci kriticky zhodnotí stav zeleně a vodních prvků ve svém městě. Společně zkoumají různé možnosti protipovodňové ochrany a diskutují o výhodách a nevýhodách využití jednotlivých opatření. V rámci společné diskuse navrhnou vhodná opatření pro své město.

### **Klíčové pojmy**

přívalový déšť, výpar, sucho, povodeň, zásoby půdní a podzemní vody, vodní toky, nádrže, voda, vegetace, teplota, vsakování vody, retenční schopnost, zelená a modrá infrastruktura, protierozní ochrana, regulace říčních koryt, protipovodňová opatření, prevence, rychlost toku vody, plochy s propustným a polopropustným povrchem

### **Cílová skupina / typ školy**

2. stupeň ZŠ

### **RVP: průřezová témata (PT), vzdělávací oblasti (VO)**

RVP ZV: JJK, ČP (Př, Ze, Fy), ČS (VO), ČZ (TV, VZ), IKT, MJA, UK (VV), PT: EV, OSV, VMEGS

### **Vzdělávací cíle**

- Žáci provedou experiment a vyvodí, proč při přívalových deštích půda nevsakuje vodu.
- Žáci změří rychlost toku vody v rovném a meandrujícím korytě (experiment).
- Žáci kriticky zhodnotí stav říčního toku ve svém městě a okolí.
- Žáci navrhnou adaptační opatření pro své město.

### **Výstupy**

- zaznamenaná protipovodňová opatření

- opatření zvyšující podíl zeleně, zasakovacích a vodních ploch (zkvalitňující život ve městě)
- vyplněný pracovní list

### **Použité metody a formy**

experiment, kritické myšlení, diskuse, skupinová práce, analytická činnost

### **Pracovní postup**

#### **1. vyučovací hodina – sucho/deště**

##### ***I. Úvod do problematiky (10 min.)***

###### ***Video (5 min.)***

- přívalové deště a zemědělství: <http://www.ceskatelevize.cz/ivysilani/1097181328-udalosti/217411000100701/obsah/554680-sucho-a-pak-privalove-deste>
- přívalové deště v Ďáblicích: <https://www.youtube.com/watch?v=I2kXUpLPhlo>

###### ***Brainstorming (5 min.)***

Učitel se ptá žáků: „*Myslíte si, že je aktuálně více, či méně srážek, než bylo dříve?*“

Ročně sice naprší přibližně stejně jako dříve, mění se ale rozložení srážek i jejich intenzita. Je také větší teplo a prší více v létě, voda se tak rychleji vypařuje. Českou republiku v posledních letech stále více trápí sucho a následné přívalové deště.

„*Čím jsou častější přívalové deště způsobené?*“ „*Proč se voda do půdy hůře vsakuje?*“

Častější přívalové deště, stejně tak jako ostatní extrémní klimatické jevy, jsou spojovány se změnou klimatu, resp. s globálním oteplováním. Přívalové deště se navíc často objevují po déle trvajícím suchu. Nyní si provedeme experiment, který nám ukáže, jak se liší vsakování u suché a vlhké půdy.

##### ***II. Experiment – vsakování (15 min.)***

Varianta č. 1 – učitel drží suchou houbu nad kyblíkem s vodou. Řekne, že suchá houba představuje vysušenou půdu. Požádá jednoho z žáků, aby na houbu konvičkou (simulace deště) prudce nalil vodu (1,5 l). Voda se do houbičky nebude vsakovat, většina vody skončí zachycena v kyblíku. Žáci si udělají fixou rysku. Následně učitel houbu namočí a vyždímá. Tentokrát houba představuje vlhkou půdu, která je vystavena pravidelným srážkám.

Experiment se zopakuje. Mnohem více vody vlhká houba zachytí. Množství přebytečné vody žáci změří.

Varianta č. 2 – stejný experiment lze udělat se dvěma pokojovými rostlinami – jedna pravidelně zalévána, druhá s vyschlou půdou.

### ***III. Diskuse – vhodná opatření (20 min.)***

Učitel s žáky diskutuje na téma sucha a přívalových dešťů. Ptá se, zda žáky napadne, jak se na častější výskyt sucha a přívalových dešťů připravit.

#### Jak je tomu v Praze? Co nás čeká?

Podle dosud provedených výzkumů se předpokládá, že na území hl. m. Prahy se bude měnit rozložení srážek v čase a prostoru, i když není očekávána výrazná změna celkových srážkových úhrnů. Pravděpodobně bude narůstat frekvence výskytu, trvání extrémních meteorologických a klimatických jevů a jejich intenzita (například přívalové deště a povodně, nebo naopak bezesrážková období a sucha).

Vzhledem k předpokládanému zvyšování teplot se bude zvyšovat výpar, a v důsledku toho může klesnout hladina vody, stoupnout teplota vody v tocích a nádržích. Může se snížit půdní vlhkost a mohou se zmenšit zásoby podzemní vody.

#### Sucho a úbytek zásob půdní a podzemní vody

Sucho vzniká v důsledku déletrvajícího srážkového deficitu, kdy vlivem vyšší teploty dochází k vyššímu výparu. V létě může dočasně dojít ke snížení průtoků v tocích a ke snížení jakosti vod ve vodních tocích a nádržích. V období sucha se také snižuje dostupnost půdní a podzemní vody pro vegetaci.

Následně učitel žákům prostřednictvím prezentace představí vhodná opatření v krajině i ve městě. Příklady dobré praxe – Berlín.

*Jak je na tom okolí školy? Kde jsou zasakovací plochy, a kde ne? Co se děje při prudkých lijácích? Má Praha nějaké problémy? Jak je lze řešit? Žáci ve skupinách navrhnou opatření a ta nejlepší zaznamenávají.*

Podpůrná prezentace (promítnout do slide 8)

## 2. vyučovací hodina – povodně

### I. *Historie povodní v našem městě (15 min.)*

#### *Úvod (5 min.)*

Učitel se ptá žáků: „*Co se vám vybaví, když slyšíte slovo povodně?*“ Žáci volně asociují. Poté žáci s učitelem diskutují o tom, co vědí o vlivu povodní na jejich město.

Slide 8 – Praha a povodně

#### *Počítačová simulace záplav (5 min.)*

Učitel nejprve vyzve žáky, ať společně vyznačí do mapy města oblasti, které byly v minulosti postiženy povodní.

Pak naváže: „*Pojďme se nyní podívat, jak by to v našem městě vypadalo při záplavách teď.*“ Žáci nejprve tipují, kam až by sahala voda při povodni 5, 20 a 100leté. Co vše by ve městě zaplavila.

Následně své tipy ověří pomocí on-line prohlížečky záplavových území (model ČHMÚ).

Slide 12 – Simulace povodní:

<http://www.dibavod.cz/70/prohlizecka-zaplavovych-uzemi.html>

Učitel promítne webovou stránku s interaktivními záplavami na plátno/zed' tak, aby viděli všichni žáci. Postupně přidává povodni na síle (5, 20 a 100letá atd.). Na mapě se barevně označují oblasti, které budou zaplaveny.

Závěrem učitel společně s žáky zhodnotí, zda jejich původní tipy odpovídají simulaci, nebo ne.

#### *Diskuse (5 min.)*

Učitel s žáky diskutuje:

- *Která místa ve městě byla v minulosti postižena povodní?*
- *Která místa ve městě jsou ohrožena povodní dnes?*
- *Je to stejné, nebo odlišné od oblastí postižených v minulosti? Proč?*
- *Má město nějaká protipovodňová opatření? Pokud ano, jaká?*

### Co nás čeká v Praze?

Hlavní město Praha je ohroženo dvěma typy povodní. Povodně, které se vyskytují obvykle na Vltavě a Berounce, mají pomalejší nástup, a tím poskytují prostor pro přípravu mobilních částí protipovodňových opatření, evakuaci nechráněných oblastí atd.

Letní povodně způsobené krátkodobými srážkami velké intenzity (přívalové deště) zasahující poměrně malá území kolem menších toků v hl. m. Praze a projevují se velmi rychlým vzestupem hladiny vody. Předpověď místa výskytu, trvání a intenzity přívalových srážek a vzniku bleskových povodní je značně omezena.

Pokud žáci zapomněli, učitel připomene, že propustné povrchy umožňují vsakování vody, ta zavlažuje vegetaci, umožňuje fotosyntézu a odpařování, takže dochází k ochlazení. Na nepropustných površích voda odteče, nic se nevsákne a nemá se co odpařovat.

### **II. Experiment: Měření rychlosti proudění vody (10 min.)**

Učitel motivuje žáky: *„Teď provedeme experiment, který simuluje průtok vody rovným a meandrujícím korytem. Sami si vyzkoušíte, jak je možné regulovat rychlost toku vody.“*

Pro pokus použijeme dvě ohebné plastové trubky o délce cca 1,5 m. Učitel vysvětlí, že plastové trubky představují vodní tok. Kuličky skleněnky pak vodu. Cílem je změřit, za jak dlouho voda (kulička) proteče korytem (trubkou).

Před pokusem si žáci s učitelem sjednotí podmínky provádění pokusu, aby výsledek byl srovnatelný. Horní konec trubky opřeme o lavici, dolní konec o sedák židle, abychom měli vždy stejný sklon „řeky“. Vždy jeden žák drží trubku dole a jeden nahoře. Třetí žák vhodí na znamení kuličku do trubky, čtvrtý žák stopuje čas, za jak dlouho „vyteče“. Učitel názorně předvede.

Poté učitel rozdělí žáky do dvou stejně početných skupin. Každá skupina dostane 1 trubku.

Učitel zadá žákům 1. úkol: *„Změřte, za jak dlouho proteče voda (kulička) rovným korytem (trubkou).“*

Žáci samostatně provádějí experiment, ve skupině spolupracují (viz výše). K měření času použijí mobilní telefony, popřípadě stopky, jsou-li k dispozici. Měření provedou opakovaně, alespoň 3x. Všechny časy a výsledný průměr si zapíší do pracovního listu.

Poté zadá učitel 2. úkol: „*Nyní se pokuste změnit tok řeky tak, aby se průtok vody co nejvíce zpomalil (nikoli však zastavil).*“

Učitel se ptá: „*Do jaké míry, myslíte, že dokážeme „tok vody“ zpomalit?*“ Žáci zapíší svůj odhad do pracovního listu.

Nyní musí všichni žáci spolupracovat. Několik žáků společně drží trubku a snaží se ji zároveň co nejvíce zakroutit. Pozor! Stále musí udržet stejný sklon řeky jako prve, tedy horní konec na lavici a dolní na sedáku židle.

Opět do trubky vhodí kuličku a stopují čas. Pokus provedou opakovaně, snaží se dosáhnout co nejpomalejšího průtoku (nejdelšího času). Ten si pak zapíší do pracovního listu. Kulička se však nesmí zcela zastavit.

*Pozn.: Pro extra motivaci může učitel žáky vyzvat: „Která skupina dokáže vodu nejvíce zpomalit?“ Obě žákovské skupiny soutěží.*

Na závěr pokusu se učitel ptá: „*Jak se vám dařilo pokus provádět?*“ „*Co bylo obtížné?*“ „*Který postup nejlépe fungoval?*“ apod. Žáci reflektují svou zkušenost a pocity z experimentu.

Poté se ptá: „*Podařilo se vám zpomalit tok vody?*“ „*Proč ano/ne?*“ „*O kolik?*“ Nakonec učitel shrne, že stejný princip se uplatňuje i ve skutečnosti. Meandrováním koryta se výrazně zpomalí tok vody, což je při povodni velmi důležité, hlavně na horních tocích řek. Když se tok vody zpomalí, více se jí vsákne do okolní krajiny a případná povodeň ve městech na dolních tocích bude méně silná a přijde pomaleji.

### ***III. Příklady dobré praxe x nevhodná opatření (10 min.)***

Učitel promítá a komentuje příklady protipovodňových opatření.

Učitel promítne 6 obrázků tvarů toků (slide 19). Mají označit dva toky, které představují jen negativa, dva, které mají pozitiva i negativa a dva, které mají jen pozitiva.

### ***IV. Diskuse a návrh opatření (10 min.)***

Na závěr hodiny žáci společně s učitelem vedou volnou diskusi nad mapou města (již zakreslená místa, která byla v minulosti postižena povodní).

Učitel se ptá žáků: „Co je v našem městě dobře a co špatně z hlediska předcházení povodním?“ „Jak můžeme hodnotit stav řeky ve městě a v jeho okolí?“ „Bude případnou povodeň urychlovat, nebo naopak brzdit?“ „Co můžeme zlepšit a jak?“

Následuje samostatná práce ve skupinách, tj. vypracování návrhu adaptačních opatření. Žáci se ve skupinách zamyslí, co by chtěli ve městě změnit. Každá skupina vybere jen 1 opatření a sdělí ho ostatním skupinám. Vysvětlí jim, proč je pro město důležité. Každá skupina zanese navržené opatření do velké mapy města a zároveň ho zapíše do seznamu adaptačních opatření.

### **Prostor a pomůcky**

Prostor: učebna s počítačem s přístupem na internet a projektorem

Pomůcky: ohebné plastové trubky 2 ks, skleněná kulička 2 ks, houba (suchá), měrný válec, pracovní listy do skupin, podpůrná prezentace pro pedagoga

### **Čas na přípravu učitele**

testování on-line prohlížečky záplavových území – 5 min.

studium metodiky / příprava na hodinu – individuálně

vyplnění zpětné vazby po hodině – 5 min.

### **Délka aktivity**

2 x 45 min.

### **Doporučení a rizika**

Doporučení: Zařadit do Př, Fy, Ze, Ov. Vybrat zodpovědného vedoucího skupiny, motivovat žáky (např. ocenění nejlépe připravené prezentace).

Rizika: nekázeň při realizaci experimentu

### **Výjimečnost programu**

Žáci si prakticky vyzkoušejí, jak tvar říčního koryta ovlivňuje rychlost toku vody. Samostatně navrhnu adaptační opatření.

### **Autor**

Mgr. Štěpánka Kadochová, [stepanka.kadochova@ekocentrumkoniklec.cz](mailto:stepanka.kadochova@ekocentrumkoniklec.cz)

Ing. Alžběta Škodová, [alzbeta.skodova@ekocentrumkoniklec.cz](mailto:alzbeta.skodova@ekocentrumkoniklec.cz)

## **Konzultant**

Mgr. Alice Končinská, [alice.koncinska@ekocentrumkoniklec.cz](mailto:alice.koncinska@ekocentrumkoniklec.cz)

## **Další doporučené materiály a odkazy**

<http://www.ekocentrumkoniklec.cz/wp-content/uploads/2014/11/Voda-v-krajine-metodika-EVP.pdf>

<http://www.enviweb.cz/clanek/povodne/96665/povodne-jak-na-ne>

<http://www.priroda.cz/clanky.php?detail=1106>

## **Příklady dobré praxe**

<http://www.novinky.cz/vase-zpravy/moravskoslezsky-kraj/novy-jicin/4123-20669-reka-bilovka-v-chko-poodri-se-pri-revitalizaci-vratila-do-puvodniho-koryta.html>

<http://www.podblanickeekocentrum.cz/aktuality/detail/1314>

## **Teoretický základ**

### Sucho a přívalové deště

Jak připravit města na střídající se sucha a přívalové deště nebo jak co nejpřesněji předpovědět povodně? Toto téma řeší odborníci z různých oblastí. Jde o stavební inženýry, hydrology, klimatology, chemiky, ekology, biology, IT odborníky, architekty, urbanisty, ale třeba i sociology a další. V současné době, kdy se Česko potýká se suchem prostrídaným extrémními, ale krátkodobými srážkami, potřebují česká města zlepšit způsob, jak s dešťovou vodou nakládat. Snaha je města do budoucna adaptovat tak, aby voda, která spadne, nebyla odváděna odtokovou sítí rychle pryč, ale byla využita pro rostliny, pro zeleň. Rychlé odvedení vody nejen vyvolává erozi a lokální povodně, ale vede také k vyšším teplotám, protože voda se ve městech neodpařuje, a města se přehřívají. Když vodu zadržíme, dostaneme ji zpátky do ovzduší.

### Povodně

Povodně mají mnoho podob. Klasické záplavy většinou nastávají po delším období dešťů. Zprvu se i při velkých deštích voda vsakuje do země, po naplnění polní vodní kapacity však veškerá voda odtéká do potoků a řek. Postupně stoupá množství vody v tocích až na povodňový stav, od horního po dolní toky. Dříve bylo kolem řek množství přirozených záplavových území, např. bažiny, nivní louky a lesy, kde se voda mohla rozlít a zpomalit. Tím se výrazně snižovala rychlost nástupu i síla účinku povodní. Dnes z důvodu intenzivního hospodářství, vysušování



bažin a melioracím voda nemá kde zbrzdit, a tak velmi rychle odtéká z menších toků do dolních povodí řek. Zde pak v plné síle a rychlosti páchá velké škody. V České republice se roční škody způsobené povodněmi v současnosti odhadují na 17,6 miliard korun. V roce 2030 by se tato částka mohla zdvojnásobit až na 34,7 miliardy korun.

Bleskové povodně jsou dalším typem povodní, v dnešní době čím dál častější. Nastávají především v důsledku vysoké zastavěnosti, zpevnění většiny ploch ve městě, malého podílu zeleně a vsakovacích ploch a obecně nevhodného hospodaření s dešťovou vodou. I krátkodobé intenzivní srážky pak mohou způsobit tzv. bleskovou povodeň. Voda nemá možnost se přirozeně vsáknout a kanalizační systém někdy nezvládne její nadměrné množství pojmout. Voda se pak valí ulicemi, zaplavuje sklepy, garáže a jiné nízko položené objekty. Spolu s bleskovými povodněmi často ohrožuje město i smyv půdy z polí.

#### Jak se před povodní chránit

Ohrožení povodní jsou všichni, kdo žijí v blízkosti vodního toku, ale i v místech nedostatečné kanalizace. Rychlost vzniku povodně závisí na mnoha faktorech. Velká voda může přijít tak rychle, že včasné varování není možné. Je tedy vůbec možné s vodním živlem bojovat?

Zcela zabránit povodním bezesporu nelze, můžeme však snížit riziko škod na zdraví a majetku obyvatel na co nejnižší možnou míru.

Přístupů ke snižování rizika povodní a následných povodňových škod je mnoho. Základním preventivním opatřením by mělo být zejména rozumné využívání prostorů v nivách vodních toků, především regulace výstavby v záplavových územích.

Nejčastějším typem protipovodňových opatření jsou technická opatření jako například ochranné valy, mobilní protipovodňová hrazení, stabilizace, zkapacitnění koryt a podobně. Tato opatření se nejvíce uplatňují především v intravilánu měst a obcí, kde je snaha co nejrychleji odvést vodu pryč z města, a omezit tak ohrožení obyvatel. Opačný efekt má budování malých vodních nádrží či suchých a polosuchých poldrů před městem. Tyto při povodních naopak vodu zadržují a pomáhají tak tlumit sílu povodňové vlny.

V současné době se v čím dál větší míře prosazují také přírodě blízká protipovodňová opatření. Tato opatření se zaměřují především na zpomalení odtoku a zadržování vody v krajině. Jejich

cílem je kromě ochrany před povodněmi rovněž zlepšení ekologického stavu vodních toků a jejich niv. Postupně se ukazuje, že taková opatření lze provádět nejen na úsecích toků ve volné krajině, ale i na tocích protékajících zastavěným územím.

Neméně důležitá jsou také přípravná opatření, především tvorba tzv. povodňového plánu. Je to dokument obsahující „souhrn organizačních a technických opatření, potřebných k odvrácení nebo zmírnění škod při povodních na životech a majetku občanů a společnosti a na životním prostředí“ (zdroj eviweb.cz). Všechna města, která jsou ohrožena povodní, mají podle vodního zákona povinnost takovýto plán vypracovat. V letech 2012–2014 vznikla v ČR protipovodňová opatření za 8,5 miliardy korun. Budování protipovodňových opatření měst a obcí je dlouhodobě podporováno také fondy Evropské unie.

### Vodní toky ve městech

Aby koryta potoků a řek v obcích obstála při povodni, musí mít především dostatečnou průtočnou kapacitu a stabilitu. V dřívějších dobách byly tyto požadavky naplňovány převážně technicky pojatými vodohospodářskými úpravami. Byla budována geometricky pravidelná koryta, opevněná dlažbami a podobnými konstrukcemi. Taková koryta jsou však z ekologického hlediska výrazně degradovaná a příliš neobohacují intravilánový prostor příležitostmi pro pobyt, oddech a rekreaci obyvatel. Dnes se ukazuje, že tyto staré koncepty řešení v řadě případů nevyhovují ani z hlediska protipovodňové ochrany zástavby. Ekologický stav a dobrý vzhled mnoha koryt sice byl obětován jejich technickým úpravám, k vytvoření dostatečné povodňové průtočné kapacity a k zajištění odpovídající ochrany okolní zástavby to přesto nestačilo.

V dnešní době roste zájem o ekologické funkce vodních toků, o jejich dobrý vzhled, pobytovou a rekreační hodnotu a prosazují se moderní přírodě blízké úpravy vodních toků. Tato opatření se zaměřují především na zpomalení odtoku a zadržování vody v krajině a jejich cílem je kromě ochrany před povodněmi zlepšení ekologického stavu vodních toků a jejich niv. Postupně se ukazuje, že taková opatření lze provádět nejen na úsecích toků ve volné krajině, ale i na tocích protékajících zastavěným územím. I v intravilánu mohou vodní toky plnit svoje vodohospodářské funkce, mít dostatečnou povodňovou průtočnou kapacitu, a přitom vysokou estetickou i ekologickou hodnotu. Takové řešení se může označovat pojmem intravilánová revitalizace nebo přírodě blízká protipovodňová úprava vodního toku v zastavěném území. Při provádění těchto opatření by měly intenzivně spolupracovat obce a města se správci vodních

toků. O finanční podporu lze žádat Operační program Životní prostředí Ministerstva životního prostředí.

**Zdroje a odkazy:**

výroční publikace České protipovodňové asociace 2014

<http://www.povodne.cz/>

<http://www.firebrno.cz/vase-cesty-k-bezpeci/jak-se-pripravit-na-povodne>

<http://www.enviweb.cz/clanek/povodne/96665/povodne-jak-na-ne>

<http://www.koaliceproreky.cz/temata/reky-a-voda-ve-mestech/>

<http://www.iprpraha.cz/adaptacnistrategie>

<http://www.zachranny-kruh.cz/window.php?art=140036>

<http://www.zachranny-kruh.cz/window.php?art=144574>

<http://www.zachranny-kruh.cz/window.php?art=144575>

<http://www.zachranny-kruh.cz/window.php?art=144573>

<http://www.koaliceproreky.cz/temata/reky-a-voda-ve-mestech/>

<http://www.nase-voda.cz/odbornici-resi-privaly-deste-se-suchem-ve-mestech/>

## Udržitelná mobilita

### **Anotace**

Žáci vyhodnotí 2 terénní experimenty, ve kterých porovnají množství prachu ve vzduchu v problematické a kontrolní lokalitě a najdou modus obsazenosti aut v problematické lokalitě. Formou hry si vyzkoušejí navrhnout změny v městské hromadné dopravě a zamyslí se nad její propagací – připraví podklady pro propagační kampaň na prostředky MHD. V závěru programu navrhnou opatření, jak zvýšit obsazenost aut, snížit automobilovou dopravu a zvýšit zájem veřejnosti o jiný typ dopravy v jejich městě.

### **Klíčové pojmy**

udržitelná mobilita, doprava, provoz, infrastruktura, prachové částice, polétavý prach, oxid uhličitý, skleníkový efekt, cyklostezky, elektromobilita, pěší a cyklistická doprava, kolejová doprava, prevence, městská hromadná doprava, uhlíková stopa, bezuhlíkové zdroje energie, lokální energetické zdroje pro systémy MHD, vnitřní prostředí (teplota, čistota) v MHD, Plán udržitelné mobility Prahy a okolí

### **Cílová skupina / typ školy**

2. stupeň ZŠ

### **RVP: průřezová témata (PT), vzdělávací oblasti (VO)**

RVP ZV: JJK, ČP (Př, Ze, Fy, Che), ČS, ČZ (VZ), MJA, UK (VV), PT: EV, OSV, VMEGS

### **Vzdělávací cíle**

- Žák porovná prašnost ovzduší ve vybraných lokalitách.
- Žák spočítá a vyhodnotí průměrnou obsazenost aut cestujícími.
- Žák zmapuje různé způsoby dopravy po městě, které může používat namísto automobilové dopravy (MHD, kolo, pěší).
- Žák argumentuje výhradám k využívání MHD/kola/chůze.
- Žák navrhne opatření zkvalitňující dopravní infrastrukturu v okolí školy.

### **Výstupy**

- Návrh opatření, jak omezit automobilovou dopravu ve městě (např. záchytná parkoviště, vyšší komfort MHD, podpora elektromobility, sdílení aut, kol).

- Návrh opatření pro zvýšení zájmu veřejnosti o jiný typ dopravy než automobilové (např. cyklostezka, běžecké pruhy, chodník, lávky, podchody, přechody, průchody).
- Návrh opatření pro okolí své školy (např. osazení truhlíků, fontánka, cyklostezka, sdílená kola, bezpečný přechod).
- Vyplněný pracovní list

### **Použité metody a formy**

experiment, kritické myšlení, diskuse, skupinová práce, analytická činnost

### **Pracovní postup**

#### **1. vyučovací hodina**

##### ***I. Úvod (15 min.)***

Učitel pokládá a vysvětluje žákům otázky: „*Jaké problémy přináší doprava ve městě místním obyvatelům?*“

Největší problémy spojené s dopravou jsou provoz, hluk, silnice na úkor zelených ploch, výfukové plyny a polétavý prach.

„*Co jsou to výfukové plyny a skleníkový efekt?*“

Součástí výfukových plynů je obvykle vodní pára, plynný dusík ( $N_2$ ) a oxid uhličitý ( $CO_2$ ). Skleníkové plyny jsou z 55 % tvořeny právě oxidem uhličitým. Díky svým fyzikálním vlastnostem propouštějí krátkovlnné záření horkých těles, a naopak pohlcují dlouhovlnné záření těles chladnějších, čímž sebe a okolí zahřívají. Propouštějí tedy záření slunce směrem k zemi, které tak dopadne až na zemský povrch. Zpětné záření chladnějšího povrchu země již dokáže pohltit, a zahřívají tak okolní vzduch. Atmosféra se tedy zahřívá tím více, čím vyšší je v ní množství skleníkových plynů. Bez skleníkového efektu by byla celá země zamrzlá, a naopak vyšší koncentrace těchto plynů přinese další zvyšování teploty.

„*Kde všude je vázaný uhlík?*“

Uhlík je základní stavební kámen veškerých organických sloučenin. Je vázán v hydrosféře (rozpuštěný  $CO_2$  a organická hmota), biosféře (organická živá i neživá hmota), v zemské kůře (výskyt uhlíku v sedimentech, jako je např. vápenec, dolomit nebo magnezit, a ve fosilních palivech) a v atmosféře ( $CO_2$ , CO,  $CH_4$ ). V atmosféře uhlík najdeme především ve formě oxidu uhličitého, který se do ní dostává dýcháním živočichů, uvolněním z oceánů

(desorpcí), rozkladem biomasy, přeměnou hornin, při vulkanických procesech a přirozených požárech.

V důsledku lidské činnosti se objevuje v atmosféře ve větším množství, a to z důvodu spalování dřeva, fosilních paliv, těžby a odlesňování.

„Proč sledujeme uhlíkovou stopu?“

Téměř každá aktivita od dopravy po jídlo uvolňuje přímo nebo nepřímo skleníkové plyny. Uhlíková stopa je množství těchto plynů. Je to nástroj k měření dopadů lidských aktivit na životní prostředí.

Uhlíková stopa se skládá ze dvou částí: z přímé/primární stopy a nepřímé/sekundární stopy. Přímá stopa jsou skleníkové plyny, které se uvolňují bezprostředně z některé naší činnosti, například ze spalování benzínu. Nepřímá stopa je množství nepřímých emisí CO<sub>2</sub> z celého životního cyklu výrobku, který používáme, emise spojené s jeho zpracováním, to znamená ze spotřeby energie, například na výrobu automobilu, na tepelné opracování jídla nebo spotřeba energie na balicí lince apod.

Dále učitel uvede příklady dobré praxe:

Pro sdílení několika kol ve městě funguje půjčovna kol v Praze-Karlíně: <http://www.nakole.cz/clanky/108-v-praze-si-lide-mohou-pujcovat-kola-na-ulici.html>

První český carsharing: „Auto napůl“ je příkladem dobré praxe sdílení jednoho auta více lidmi: <http://www.autonapul.org/#page-home>

Elektromobil na svážení odpadu v Opavě: <https://doprava.udrzitelne-mesto.cz/cz/priklady-dobre-praxe/opava-ekovuz-na-svoz-odpadu-jezdi-na-elektricky-pohon>

Elektrobuses dobíjené z trolejí se začínají testovat v Praze: [https://praha.idnes.cz/trolejbus-dopravni-podnik-praha-elektrobus-fzn-/praha-zpravy.aspx?c=A171010\\_155446\\_praha-zpravy\\_rsr](https://praha.idnes.cz/trolejbus-dopravni-podnik-praha-elektrobus-fzn-/praha-zpravy.aspx?c=A171010_155446_praha-zpravy_rsr)

Podpurná prezentace slide č. 1-12

## **II. Vyhodnocení experimentu s krémem (5 min.)**

Učitel se žáky porovná zbarvení krému z problematické a kontrolní lokality. Krém z problematické lokality bude zažloutlý a zaprášený od polétavého prachu.

Učitel se ptá žáků: „*Proč nám polétavý prach tak vadí?*“

Částice polétavého prachu jsou velmi malé a lehké. Čím jsou částice menší, tím hlouběji se mohou dostat do dýchacích cest. V průduškách a plicích škodí jednak samotným mechanickým zaprášením a jednak obsahem jedovatých a rakovinotvorných látek. Dlouhodobá expozice snižuje délku dožití a zvyšuje kojeneckou úmrtnost. Může způsobovat chronickou bronchitidu a chronické plicní choroby. V důsledku absorpce organických látek s mutagenními a karcinogenními účinky může způsobovat rakovinu plic.

„*Jak můžeme eliminovat polétavý prach?*“

Přirozeným účinným filtrem polétavého prachu je zeleň a vodní prvky.

### Jaká je situace v Praze?

Automobilová doprava a zejména provoz spalovacích a vznětových motorových vozidel představuje významný zdroj znečištění ovzduší a také zdroj antropogenního tepla v Praze. V období extrémních teplot probíhají v ovzduší další chemické reakce, kterými se obsah škodlivin dále zvyšuje a negativně ovlivňuje lidské zdraví.

Jedním z cílů připravovaného Plánu udržitelné mobility je snižování emisí z dopravy a podpora městské hromadné dopravy. Další možností je podpora elektromobility, pěší a cyklistické dopravy, které jsou z hlediska snižování dopadů klimatické změny nejvýhodnější.

Slide č. 13-14

Při vyplňování pracovních listů žáci pracují ve skupinkách, ve kterých prováděli práci v terénu.

### **III. Vyhodnocení experimentu obsazenosti aut (5 min.)**

Žáci najdou modus – nejčastější hodnotu obsazenosti aut.

„*Nejčastěji projela auta s jedním/dvěma/více lidmi.*“

Slide č. 15-16

Učitel uvede příklady, jak se řeší obsazenost aut ve světě:

Omezení vjezdu podle sudých a lichých dnů a SPZ ve Francii (nevztahuje se na automobily na plyn a elektřinu a automobily s více než 3 cestujícími). [https://zpravy.idnes.cz/pariz-zavedla-stridavou-dopravu-kvuli-smogu-fni-zahranicni.aspx?c=A150323\\_145023\\_zahranicni\\_ert](https://zpravy.idnes.cz/pariz-zavedla-stridavou-dopravu-kvuli-smogu-fni-zahranicni.aspx?c=A150323_145023_zahranicni_ert)

Rozdělení a označení aut podle emisí barevnými plaketami a omezení vjezdu do centra Paříže. <http://autoperiskop.cz/62130-2/>

#### **IV. Začátek hry (20 min.)**

Po třídě jsou rozvěšeny flipcharty s nadpisy dopravních prostředků (autobus, tramvaj, metro, kolo (+ koloběžka a pěší).

- Všichni žáci se na chvíli stanou zarytými „automobilisty“ – každý žák napíše komentář na flipchart k dopravnímu prostředku, proč ho nerad využívá atp. (10 min.).
- Žáci se rozdělí do skupin pomocí hry: Každý žák dostane do ruky papírek, na kterém je napsáno tvrzení o jednom ze 4 dopravních prostředků, a vydá se hledat spolužáky, kteří mají jiná tvrzení o stejném dopravním prostředku. Při hře nesmí přímo říci, o jaký prostředek jde, nahlas smí jen číst svou větu (10 min.). Tímto způsobem se žáci rozdělí do 4 skupin.

Slide č. 17

## **2. vyučující hodina**

### **I. Dokončení hry (25 min.)**

- Žáci se stanou propagátory městské hromadné dopravy a v dané skupince se sejdou u dopravního prostředku. Vymyslí opatření proti tomu, co automobilisté na jejich dopravním prostředku nemají rádi, popřípadě přidají další návrhy, které by z jejich dopravního prostředku učinily ten nejvíce oblíbený a používaný. Zamyslí se nad využitím daného prostředku v okolí školy/v Praze a kde jsou limity, co by se dalo zlepšit, aby více lidí tento prostředek využívalo. (10 min.).
- Poté následují prezentace jednotlivých skupin. Učitel návrhy zapisuje na tabuli. (15 min.).



## **II. Závěr (20 min.)**

Na závěr se uskuteční diskuse shrnující návrhy opatření na využívání dopravních prostředků ze hry a další návrhy, např. záchytná parkoviště, podpora elektromobility, sdílení aut, kol, cyklostezka, běžecké pruhy, chodníky, lávky, podchody, přechody, průchody.

Pak učitel žákům připomene, o čem všem se v této části projektu mluvilo a položí otázky: „Co nás v dopravě trápí?“ „Co nás trápí v okolí naší školy?“ „Jakým opatřením bychom to mohli zlepšit/eliminovat?“

Poté se žáci vrátí do skupin a každá skupina přednese tři konkrétní opatření pro okolí své školy, např. osazení truhlíků, fontánka, cyklostezka, sdílená kola, bezpečný přechod. Poté se může hlasovat, která opatření využijí.

Slide č. 18

### **Prostor a pomůcky**

Prostor: učebna s počítačem a projektorem

Pomůcky: flipcharty, papírky pro hru na vytvoření skupin, pracovní listy do skupin, podpůrná prezentace pro pedagoga

### **Čas na přípravu učitele**

rozvěšení flipchartů s názvy dopravních prostředků – 5 min.

studium metodiky / příprava na hodinu – individuálně

vyplnění zpětné vazby po hodině – 5 min.

### **Délka aktivity**

2 x 45 min.

### **Doporučení a rizika**

Doporučení: Zařadit do Př, Fy, Ze, Ov. Vybrat zodpovědného vedoucího skupiny, motivovat žáky (např. ocenění nejlépe připravené prezentace).

Rizika: neshody při skupinové práci – učitel určí šéfa skupiny, velké množství dětí ve skupině – možnost rozdělit skupinu na dvě části, kdy obě části budou řešit stejné připomínky automobilistů ale odděleně, vytvoření silných/slabých skupin – podle situace může učitel skladbu skupin pozměnit.

## **Výjimečnost programu**

Žáci si formou hry vyzkoušejí navrhnout změny v městské hromadné dopravě, aby tak snížili automobilovou dopravu ve svém městě.

## **Autor**

Ing. Dalia Peterová, [dalia.peterova@ekocentrumkoniklec.cz](mailto:dalia.peterova@ekocentrumkoniklec.cz)

## **Konzultant**

Ing. Alžběta Škodová, [alzbeta.skodova@ekocentrumkoniklec.cz](mailto:alzbeta.skodova@ekocentrumkoniklec.cz)

Mgr. Alice Končinská, [alice.koncinska@ekocentrumkoniklec.cz](mailto:alice.koncinska@ekocentrumkoniklec.cz)

## **Další doporučené materiály a odkazy**

<http://www.iprpraha.cz/adaptacnistrategie>

Take the bus - It is smarter to travel in groups

<https://www.youtube.com/watch?v=yQJZUHm0Hxo>

Město do kapsy – projekt Ekocentra Koniklec

[http://mestodokapsy.cz/data/mikroklima-okoli-skoly/metodika\\_2014-15\\_vnitrek\\_WEB.pdf](http://mestodokapsy.cz/data/mikroklima-okoli-skoly/metodika_2014-15_vnitrek_WEB.pdf)

Český hydrometeorologický ústav – mapování znečištění ovzduší

[http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web\\_generator/actual\\_hour\\_data\\_CZ.htmlvořit](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/actual_hour_data_CZ.htmlvořit)

Udržení mobility ve městě

[http://www.cyklokonference.cz/cms\\_soubory/rubriky/215.pdf](http://www.cyklokonference.cz/cms_soubory/rubriky/215.pdf)

## **Teoretický základ**

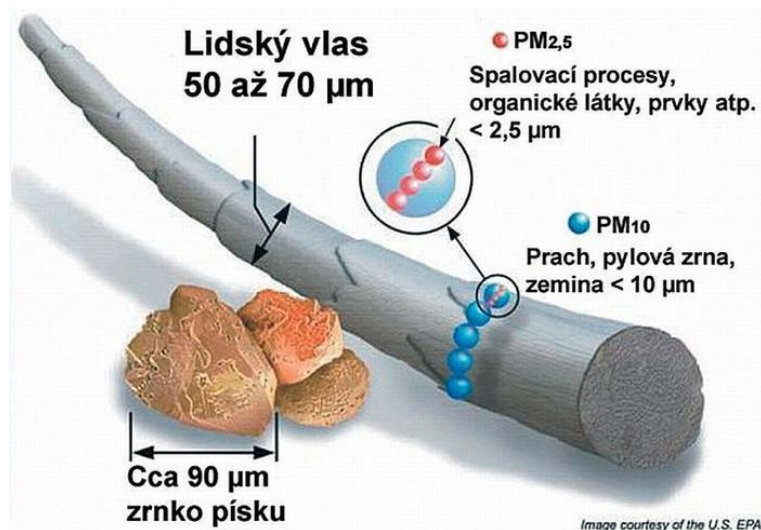
Znečištění ovzduší způsobené dopravou má významný vliv na zdraví. Městské ovzduší ovlivněné výfukovými plyny má na lidské zdraví podobné účinky jako cigaretový kouř. Látky, které jsou součástí výfukových plynů, mohou způsobit celou řadu závažných zdravotních problémů.

Praha patří z hlediska znečištění ovzduší dlouhodobě mezi nejvíce zatížené oblasti v České republice. Za nejvýznamnější znečišťující látky (polutanty) je obecně považován oxid uhličitý, oxid uhelnatý či jiné škodlivé plyny. V posledních letech se díky nařízení Evropské unie a jiných organizací podařilo snížit alespoň množství plynů vznikajících z průmyslové činnosti a výroby, a to především tlakem na továrny, které odsířují i jinak

čistí vzduch vypouštěný do atmosféry. Koncentrace jiných látek však zůstává vysoká.

### Polétavý prach

Novým ústředním problémem se stává prach. Je složitou směsí mnoha látek, hlavně síranů, dusičnanů, amonných solí, uhlíku (sazí), některých kovů (olova, kadmia, chromu, niklu, manganu), případně i těkavých organických látek a polyaromatických uhlovodíků (benzopyren aj.). Tyto drobné částičky pevného skupenství jsou velmi lehké, a proto létají vzduchem. Kvůli této vlastnosti se vžil pojem „polétavý prach“. Označuje se jako PM, přičemž rozlišujeme kategorie PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> a PM<sub>1,0</sub>, podle velikosti částic. Např. PM<sub>10</sub> jsou částice do 10 mikrometrů (tj. tisícín milimetru). Čím menší průměr částice má, tím déle zůstává v ovzduší. Částice PM<sub>10</sub> „poletují“ ve vzduchu několik hodin, PM<sub>1,0</sub> i několik týdnů, dokud nejsou spláchnuty deštěm.



Prach velmi snadno vdechneme. Čím jsou částice menší, tím hlouběji se do dýchacích cest dostanou. V průduškách a plicích škodí jednak samotným mechanickým zaprášením a jednak obsahem jedovatých a rakovinotvorných látek.

Inhalace PM<sub>10</sub> poškozuje hlavně kardiovaskulární a plicní systém. Dlouhodobá expozice snižuje délku dožití a zvyšuje kojeneckou úmrtnost. Může způsobovat chronickou bronchitidu a chronické plicní choroby. V důsledku absorpce organických látek s mutagenními a karcinogenními účinky může expozice PM<sub>10</sub> způsobovat rakovinu plic.

Polétavý prach vzniká téměř výhradně jako produkt lidské činnosti: při spalovacích procesech, tavení rud, ale také z půdy zbavené vegetačního krytu. V ČR je určen limit pro znečištění ovzduší pevnými částicemi (polétavý prach). Denní imisní limit je 50 µg/m<sup>3</sup>. Překročení tohoto

limitu je tolerováno max. 35 dní v roce. Na některých místech ČR, jako je Ostravsko, je limit překračován i více než 100 dní v roce.

Ke snížení prašnosti ve městě pomáhají například rostliny (především dřeviny), které zachycují prach na svých listech. Z nich se část prachu splaví deštěm na zem. Pomáhá také zvlhčování vzduchu (např. domácí zvlhčovače, kropení silnic, přítomnost vodních ploch).

### Oxid uhličitý a skleníkový efekt

Skleníkový efekt funguje na jednoduchém principu: Skleníkové plyny jsou sloučeniny, které díky svým fyzikálním vlastnostem propouštějí krátkovlnné záření horkých těles, a naopak pohlcují dlouhovlnné záření těles chladnějších, čímž sebe a okolí zahřívají. V praxi tedy propouštějí záření slunce směrem k zemi, které tak dopadne až na zemský povrch. Zpětné záření chladnějšího povrchu země již molekuly  $\text{CO}_2$  dokáží pohltit a zahřívají tak okolní vzduch.

Atmosféra se tedy zahřívá tím více, čím vyšší je v ní množství skleníkových plynů. Bez skleníkového efektu by byla celá země zamrzlá, a naopak vyšší koncentrace těchto plynů přinese další zvyšování teploty.

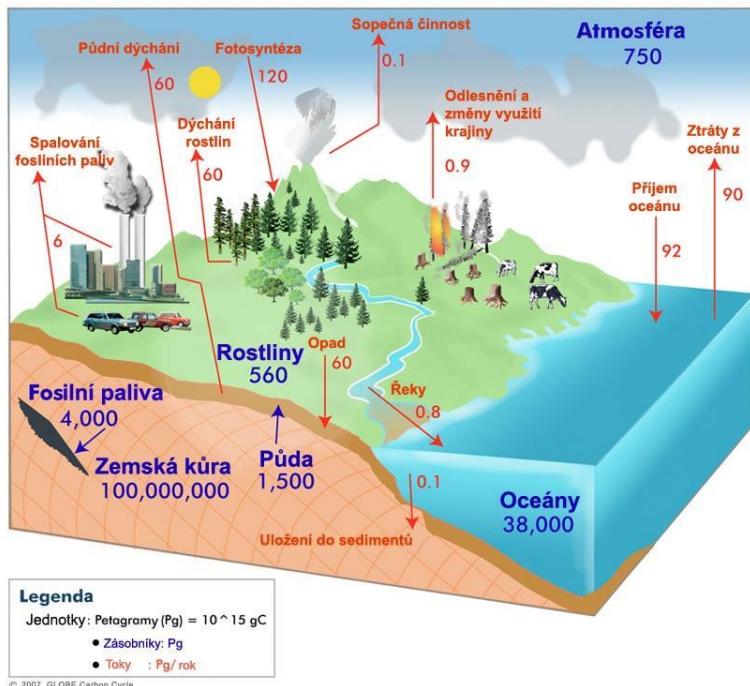
Oxid uhličitý je jednou z forem, v jaké se na zemi vyskytuje klíčový organický prvek – uhlík. Ten je aktivním účastníkem řady procesů na zemském povrchu. Neustále putuje oběma směry mezi jednotlivými sférami země, včetně atmosféry.

Lidská činnost se na koloběhu uhlíku podepsala, a to významně od 19. století zejména tím, že hluboko uložený a od atmosféry izolovaný uhlík začala těžit ve formě ropy a uhlí, pálit, a tím uhlík uvolňovat do atmosféry, k čemuž by přirozenou cestou nedošlo. Kromě toho lidé způsobili odlesnění části země, a kvůli tomu se uhlík již nemůže v takové míře vázat v biomase jako dřívě. Hluboký les váže více uhlíku než rozorané pole.

### Koloběh uhlíku

Koloběhem uhlíku označujeme výměnu uhlíku mezi atmosférou ( $\text{CO}_2$ , CO,  $\text{CH}_4$ ), hydrosférou (rozpuštěný  $\text{CO}_2$  a organická hmota), biosférou (organická živá i neživá hmota) a zemskou kůrou (výskyt uhlíku v sedimentech, jako je např. vápenec, dolomit nebo magnezit, a ve fosilních palivech). V atmosféře uhlík najdeme především ve formě oxidu uhličitého, který je významným skleníkovým plynem. Dále se tu uhlík přirozeně vyskytuje jako metan a oxid uhelnatý. Oxid uhličitý se do atmosféry dostává dýcháním živočichů, uvolněním z oceánů (desorpcí), rozkladem biomasy, přeměnou hornin, při vulkanických procesech a přirozených požárech.

# Globální cyklus uhlíku



V důsledku lidské činnosti se objevuje v atmosféře ve větším množství z důvodu spalování dřeva fosilních paliv, těžby a odlesňování.

Část uhlíku z odumřelé biomasy se do atmosféry při jejím rozkladu nevrací. Tento uhlík se stává součástí sedimentů na dně oceánů (tzv. uhlíková biologická pumpa). Z atmosféry je naopak odčerpáván při procesu fotosyntézy, kdy rostliny využívají oxid uhličitý na syntézu organických látek a absorpci v oceánech.

## Použité zdroje

<http://hluk.eps.cz/hluk/doprava-a-zivotni-prostredi/>

<http://hluk.eps.cz/hluk/emise/vliv-emisi-na-zdravi/>

<http://hluk.eps.cz/hluk/emise/auta-ktera-skodi-nejmene/>

<http://hluk.eps.cz/hluk/emise/vliv-emisi-na-zdravi/>

<https://www.meteocentrum.cz/zajimavosti/globalni-oteplovani/sklenikovy-efekt>

<http://www.hraozemi.cz/uhlikova-stopa.html>

<http://hluk.eps.cz/hluk/emise/poletavy-prach-%E2%80%93-neviditelna-hrozba/>

<http://www.vitejenazemi.cz/vzduch/index.php?article=61>

[http://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty2/vseo/files/150/12013.jpg](http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/files/150/12013.jpg)

<http://www.cistenebe.cz/index.php/slovnicek-pojmu/13-poletavy-prach-pm10-pm25-pm10>

## **Energetická náročnost a adaptace budov**

### **Anotace**

Na začátku se žáci seznámí s atributy pasivních domů a založí experiment o izolačních vlastnostech různých materiálů. Poté si zahrají simulační hru „Jak vylepšit dům“, ve které si v týmech vyzkoušejí přestavět svůj rodinný dům na energeticky méně náročnou stavbu. V závěru vymyslí adaptační opatření na vylepšení budovy školy.

### **Klíčové pojmy**

pasivní dům, zelená architektura, izolace, absorpce, rekuperace, TUV (teplá užitková voda), dešťová voda, energeticky soběstačné město, energetická náročnost města, adaptace budov, tropická noc, vlny veder, uhlíková stopa, energie z OZE (obnovitelných zdrojů energie)

### **Cílová skupina / typ školy**

2. stupeň ZŠ

### **RVP: průřezová témata (PT), vzdělávací oblasti (VO)**

RVP ZV: JJK, ČP (Př, Ze, Fy), ČZ (VZ), MJA, UK (VV), PT: EV, OSV, VMEGS

### **Vzdělávací cíle**

- Žák umí vysvětlit pojmy absorpce a izolace.
- Žák vlastními slovy vyjádří, jaké zásady platí při stavbě pasivního domu.
- Žák popíše, jak lze v domácnosti využívat dešťovou vodu nebo jinak chytře hospodařit s vodou.

### **Výstupy**

- adaptační opatření pro školu – návrhy na vylepšení školy na energeticky méně náročnou budovu
- vyplněný pracovní list

### **Použité metody a formy**

experiment, pozorování, diskuse, kritické myšlení, simulační hra

## Pracovní postup

### 1. vyučovací hodina

#### I. Úvod (10 min.)

*Učitel se zeptá žáků, zda vědí, co jsou to pasivní domy a společně se pokusí vyjmenovat hlavní atributy pasivního domu.*

Pasivní domy spotřebovávají minimum energie (proto pasivní, energeticky nenáročné) na vytápění a snaží se využívat obnovitelné zdroje energie. Celková koncepce pasivních domů a jejich budování je poměrně složitá ve své komplexnosti, protože pouhá izolace domu není vítězstvím.

#### Hlavní atributy pasivního domu:

- kompaktní, málo členitý tvar
- největší plocha oken na jih, případně na jihovýchod nebo jihozápad
- nejmenší plocha oken na severní straně
- efektivní využití vytápěného prostoru uvnitř domu
- kvalitní „obálka – kožich“ domu (tepelné izolace, okna, vzduchotěsnost)
- odpovídající technologie pro větrání s rekuperací, vytápění a ohřev TUV
- dobré solární zisky bez zastínění okolní zástavbou, terénem či nevhodně umístěnou pergolou
- vhodné letní stínění proti přehřívání interiéru místností umístěné s ohledem na světové strany
- využívání dešťové vody pro zálivku zahrady, praní prádla, splachování WC, popřípadě kořenové čistírny

#### Využití dešťové vody a kořenové čistírny

V různých částech domácnosti nejsou nároky kladené na kvalitu vody vždy stejné. Tam, kde přicházíme s vodou osobně do styku (vaření, pití - 4 l/(os.den), mytí nádobí 8 l/(os.den), tělesná hygiena 46 l/(os.den), musí být používána voda pitná, ovšem při jiném použití (praní 16 l/(os.den), splachování 40 l/(os.den), zalévání 7 l/(os.den) lze s výhodou využít vodu srážkovou.

#### Kořenová čistírna

Základním principem kořenové čistírny je průtok předčištěné odpadní vody kořenovým filtrem. Kořenový filtr je naplněn jemnými kamínky, na jejichž povrchu sídlí bakterie, které

zajišťují čisticí proces. Rostliny vysázené na kořenovém filtru mají doplňkovou funkci – částečně odsávají živiny, dodávají kyslík, na jejich kořenech sídlí bakterie a v zimě působí jako tepelná izolace. Doba, po kterou se voda v systému čistí, je přibližně 10 dní.

Učitel se dále zeptá žáků: „*Jaká je situace v Praze a proč se zabýváme energetickou náročností budov?*“

Mezi nejvýznamnější negativní projevy změny klimatu, na které se musí Praha připravit, patří nárůst průměrné roční teploty venkovního vzduchu, zvýšení četnosti tropických dní a nocí, vln veder a nárůst délky trvání jejich souvislých období. Ty jsou v Praze navíc umocněny efektem městského tepelného ostrova.

Za významný projev lze rovněž považovat i změnu množství a zejména distribuce dešťových srážek, která na jedné straně způsobí prodloužení suchých období a na straně druhé zvýšení počtu přívalových dešťů. Ve vztahu k těmto projevům by Praha měla podporovat úpravy veřejného prostoru i stavebně-technické úpravy budov, neboť právě zde tráví její obyvatelé nejvíce času.

Budovy jsou zodpovědné za spotřebu asi čtyřiceti procent veškeré energie, a jsou tak zodpovědné přibližně za jednu třetinu emisí skleníkových plynů. Snížení energetické náročnosti budov je proto krokem ke zvýšení odolnosti města a zmenšení jeho ekologické stopy a zároveň představuje významné zmírňující opatření. Současná legislativa (*zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií*) v tomto smyslu upravuje energetickou náročnost nové výstavby, kterou Praha může dále zpřesňovat v rámci svých stavebních předpisů.

Strategickým cílem Prahy je minimalizovat uhlíkovou stopu a navýšit podíl energie z OZE, což vše přispívá k vizi energeticky soběstačného města. Tyto cíle zároveň posilují odolnost Prahy a přispívají k naplňování evropských a národních cílů energeticko-klimatické politiky (*evropská strategie 20-20-20*).

Podpůrná prezentace slide 1–11

## **II. Založení pokusu (5 min.)**

Učitel uvede experiment tím, že se zeptá žáků, jaký materiál může být použit pro povrch stavby. „*Co může tvořit „kůži” domu?*“ Žáci jmenují různé povrchy: dřevo, omítka, polystyren atd. Učitel žákům řekne, že si společně ověří izolační vlastnosti 4 různých materiálů. Mezitím, kdy připravuje teploměry a materiály, se žáků ptá, co je to schopnost



izolace. Žáci vymýšlejí své vlastní definice, učitel je posléze shrne a vysvětlí, že se budou věnovat především tepelné izolaci.

**Izolace** (z lat. insula, ostrov, a franc. isolé, oddělený, osamělý) tepelný izolant – materiál nebo konstrukce nepropouštějící teplo

Dalším důležitým pojmem je: **Absorpce** (z lat. absorbere, pohltivost = absorptivita)

Učitel se dále ptá žáků: „*Jaké povrchy z těch, které jste jmenovali, jsou dobrým izolačním materiálem?*“ „*Jaké povrchy nejlépe absorbují (pohlcují) teplo?*“ „*Záleží na tom, jakou mají barvu?*”

Učitel ukazuje připravené materiály.

**1. polystyren 2. černý plech 3. zrcátko 4. namočený rašeliník/mech reprezentující zeleň.** Všechny tyto materiály jsou následně zahřívány na okně, položené na bílém papíru (viz obrázek), aby se nezačaly rovnou ohřívat od parapetu. Teplota je pod nimi snímána pomocí teploměru. Teplota je zapsána do pracovních listů před položením materiálů na teploměry.



Odečítání naměřených hodnot probíhá na konci druhé hodiny. Teploměry s materiály jsou ponechány na okně po dobu následující hodiny. Žáci se mohou jít podívat na teploměry a materiály během navazující činnosti. Uvidí tak, jak reagují různé povrchy na teplo. Sami si ověří, jestli se povrchy zahřívají – teplo pohlcují (absorbují), nebo jestli teplo odrážejí a dobře izolují.

*Pozn.: Pokud nesvítí slunce, jsou teploměry zblízka exponovány svícení obyčejné lampy s obyčejnou 40W žárovkou. Během horkých dnů a intenzivního svitu slunce hrozí, že teplota pod černým kovem přesáhne 45 °C, a dojde k většímu tlaku v teploměru, který by při špatném zacházení mohl prasknout.*

Slide 12

### **III. Hra „Jak vylepšit dům“ (30 min.)**

Žáci se rozdělí do max. 5 skupin. Každá skupina nyní představuje rodinu, jejímž úkolem je vylepšit nevyhovující rodinný dům. Rodina si před 15–20 lety postavila rodinný dům, v domě jsou tedy spotřebiče staré 15–20 let. Dům je vytápěn elektrickým přímotopem. Každá rodina si zvolí své příjmení a dostane odkládací list – velký náčrt rodinného domu. Rodina každý rok platí za energii a vodu 70 000 Kč, každý rok ušetří 30 000 Kč (na dovolenou, opravy v domě apod.) a v bance má uspořeno 50 000 Kč.

Učitel promítne žákům koláčový graf (slide 13) a vyzve je, aby určili největšího žrouta energie: **Vytápění** (TUV – teplá užitková voda), ostatní – el. spotřebiče, žárovky. U domu 15–20 let starého je to vytápění (slide 14).

Na samotném začátku hry rozdává učitel žluté žetony – to jsou peníze. Pro zjednodušení nebudeme počítat nuly. Každá rodina tedy dostane  $50\,000 + 30\,000\text{ Kč} = 8$  žlutých žetonů. Za ty mohou žáci nakupovat karty vylepšení. Každá karta má na sobě uvedený název, popis, cenu, energetickou náročnost a 1–3 hvězdičky, které značí různé úrovně vylepšení.

Rodina spočítá všechna čísla na odkládacím listu na vyznačených kartách udávající hodnotu energetické náročnosti (čísla označená EN) a umístí kolíček na toto číslo na počítadle na okraji odkládacího listu (počáteční hodnota je 166). Každý rok mají členové rodiny možnost nakoupit nové karty vylepšení, které překryjí ty stávající, aby snížili hodnotu spotřebované EN nebo získali výhodnější tabulku počítání ceny energie v případě nákupu nového vytápění domu. Nové číslo opět vyznačí na počítadle.

Pokud sníží hodnotu EN, mohou se tak posunout v tabulce vytápění domu do nižší kategorie, a příští rok platit méně než 70 000 Kč. První rok mají tedy rozpočet 80 000 Kč, další rok mají 30 000 Kč plus to, co ušetřili na energiích.

Karty, které mají u hodnoty EN napsané +1 nebo +2 se do energetické náročnosti nezapočítávají, naopak vydělávají každý rok 1 nebo 2 žetony navíc.

Také mohou žáci jednou za rok vzít vyčerpávající „vedlejšák“ a na opravy si přivydělat. Např.: vykládání vagonů na nádraží – 30 dřepů každý v rodině – 3 žetony, rozvážení pizzy – 20 kliků – 2 žetony, roznos pošty – 10 angličáků – 1 žeton.

Učitel stanoví, na kolik kol se bude hra hrát (nejčastěji 5–7) a kolik při ní budou moci žáci použít dotací – využít na kartě nižší číslo v závorce (nejčastěji 2–3).

Vítězí rodina, která na konci hry bude mít nejnižší hodnotu energetické náročnosti svého domu (součet čísel EN na kartičkách v domě – kolíček na počítadle na okraji odkládacího listu).

## **2. vyučující hodina**

### ***I. Dokončení hry a výběr nejlepšího domu (30 min.)***

Po dohrání hry každá rodina řekne ostatním, co se jim ve hře povedlo, co naopak nepovedlo, kolik mají peněz a jaké zálohy nyní platí ročně za energie domu. Poté žáci společně určí nejlepší dům.

### ***II. Vyhodnocení experimentu izolace (5 min.)***

Učitel se zeptá žáků, jaké hodnoty odečetli na teploměrech a jaký je důvod vzniklého rozdílu teploty u každého materiálu.

1. Polystyren – odráží záření (teplo), protože je bílý a tolik se nezahřívá. Navíc je plný vzduchu, a má díky tomu dobré izolační vlastnosti. Je tedy špatným vodičem tepla.

2. Černý plech – záření (teplo) pohlcuje (absorbuje), proto se teploměr pod ním více zahřívá. Navíc kovy jsou dobré vodiče a teplo předávají k teploměru. Kovy obecně jsou dobrými vodiči tepla.

3. Zrcátko – odráží záření (teplo) pryč, a navíc je tvořeno sklem, které není tak dobrým vodičem tepla jako kov.

4. Namočený rašeliník – výparem vody obsažené v zeleni dochází k ochlazování. Navíc vrstva zeleně obsahuje vzduch, který dává izolační potenciál tomuto materiálu. Rostliny a zeleň z důvodu obsahu vody nejsou dobrými vodiči tepla.

Nejvyšší teplota by měla být naměřena pod černým plechem/gumou a nejnižší pod rašeliníkem.

Pro snížení absorpce a akumulace slunečního záření v budovách a na zpevněných plochách je vhodné používat materiály a barvy, které sluneční záření odrážejí a neakumulují. Jako

příklad lze uvést měření povrchových teplot na fasádách budov a v uličním prostoru křižovatky Komunardů – Dělnická v Praze 7, které poukazují na vyšší absorpci barevných fasád oproti bílým a světlým nátěrům.

### **III. Závěr (10 min.)**

Na závěr se učitel se žáky zamyslí nad možnostmi, jak vylepšit školu a pomoci jí stát se energeticky méně náročnou budovou. Např.: nucené větrání, úsporné žárovky, solární panely, zateplená okna, dešťová voda na zalévání rostlin.

### **Prostor a pomůcky**

Prostor: učebna s počítačem a projektorem

Pomůcky: teploměry, destičky, simulační hra, pracovní listy do skupin, podpůrná prezentace pro pedagoga

### **Čas na přípravu učitele**

studium metodiky / příprava na hodinu – individuálně  
vyplnění zpětné vazby po hodině – 5 min.

### **Délka aktivity**

2 x 45 min.

### **Doporučení a rizika**

Doporučení: zařadit do Př, Fy, Ze, Ov. Vybrat zodpovědného vedoucího skupiny, motivovat žáky (ocenění pro tým za nejlépe vylepšený dům).

Rizika: neshody ve skupince při simulační hře – učitel žáky do skupin sám rozřadí a určí šéfa skupiny.

### **Výjimečnost programu**

Žáci formou simulační hry získají praktické návody na možné vylepšení energetické bilance domu, finančních nákladů, úspor na realizaci i provoz a informace o environmentálních dopadech.

## **Doplňková aktivita**

Možnost rozšíření programu o doplňkovou aktivitu Chytrá energetika. K této aktivitě zapůjčujeme jako pomůcku kufříkovou elektrárnu.

<http://www.adaptacesidel.cz/doskol/wp-content/uploads/2015/08/Methodika-Chytra-energetika.pdf>

## **Autor**

Mgr. Zuzana Rumlerová [zuzana.rumlerova@ekocentrumkoniklec.cz](mailto:zuzana.rumlerova@ekocentrumkoniklec.cz)

Mgr. Štěpánka Kadochová [stepanka.kadochova@ekocentrumkoniklec.cz](mailto:stepanka.kadochova@ekocentrumkoniklec.cz)

Ing. Dalia Peterová [dalia.peterova@ekocentrumkoniklec.cz](mailto:dalia.peterova@ekocentrumkoniklec.cz)

## **Konzultant**

Mgr. Alice Končinská [alice.koncinska@ekocentrumkoniklec.cz](mailto:alice.koncinska@ekocentrumkoniklec.cz)

Ing. Alžběta Škodová [alzbeta.skodova@ekocentrumkoniklec.cz](mailto:alzbeta.skodova@ekocentrumkoniklec.cz)

## **Simulační hra „Jak vylepšit dům“**

Ekocentrum Paleta <http://www.paleta.cz/>

## **Příklady dobré praxe**

Centrum ekologických aktivit města Olomouc <http://www.slunakov.cz/>

## **Teoretický základ**

### Pasivní domy

Proč je pasivní dům jiný než běžný a proč se jmenuje právě „pasivní“? Protože potřeba dodání tepla do pasivního domu je tak malá, že i tzv. pasivní tepelné zisky, tj. získávání tepla pasivně a v podstatě zdarma, mají na celkovou tepelnou bilanci zásadní vliv.

Pasivní tepelné zisky máme vnější, především ze slunce – pasivní solární zisky a vnitřní, které vznikají působením obyvatel domu (vyzařování tepla lidí a spotřebičů).

Pasivní dům není svázán s žádnou konkrétní technologií nebo podobou. Budovy v pasivním standardu vznikají z cihel i betonových tvárníc. Známe také pasivní dřevostavby nebo objekty vystavěné za použití systému ztraceného bednění. Pasivní domy mohou být jedno i vícepatrové, různých podob a s rozličným vybavením.

Zárukou pro nízkou spotřebu energie není jen velmi silná izolace, kvalitní okna a rekuperace odpadního vzduchu. Na malých tepelných ztrátách a vysokých pasivních ziscích se podílí výrazně víc faktorů, které je potřeba při návrhu domu zohlednit. Jde o volbu pozemku, tvar domu, celkové rozvržení a také způsob větrání a vhodnou volbu tepelného zdroje.

Ideálním realizovatelným tvarem pasivního domu je kvádr, delší stranou obrácený k jihu. I když se ale vyskytuje mnoho domů, které jsou navrženy jinak, toto řešení umožňuje ideální umístění pobytových místností s větší potřebou oken směrem na jih. K severu jsou orientovány pomocné prostory jako chodba, schodiště, hygienické zázemí nebo technická místnost, vše s malými nároky na přirozené osvětlení.

Správně navržené rozložení interiéru zásadně ovlivňuje využitelnost prostor, spotřebu energie a spokojenost uživatelů. Vnitřní uspořádání místností se volí s ohledem na teplotní režim, jeho regulaci, potřebnou míru denního osvětlení, délky rozvodů, funkční propojení nebo jiné požadavky jako možnost výhledu, dispozice pozemku apod. V každém domě budeme mít vytápěné a nevytápěné prostory a ty je nutné od sebe důkladně oddělit.

Při snaze zabezpečit optimální solární zisky se mnohdy dostávají budovy do rizika letního přehřívání. Jak mu nejlépe předejít? V první řadě je nutné pečlivě promyslet velikost a umístění prosklených ploch a následně volit vhodné stínící prvky. Platí jednoduchá zásada, že velikost prosklení je rozumná do 40 % jižní fasády. Větší plocha způsobuje výrazné letní přehřívání a potřebu drahého stínění.

#### Ideální pasivní dům by měl mít:

- kompaktní, málo členitý tvar
- největší plochu oken směrem na jih, případně na jihovýchod nebo jihozápad
- nejmenší plochu oken na severní straně
- efektivní využití vytápěného prostoru uvnitř domu
- dobré solární zisky bez zastínění okolní zástavbou, terénem či nevhodně umístěnou pergolou
- vhodné letní stínění proti přehřívání interiéru místností umístěné s ohledem na světové strany.

## Vertikální zahrady

Vertikální zahrady nabízejí velký potenciál pro jinak nevyužité stěny a fasády:

- Estetický architektonický prvek a lákavý „zelený“ image.
- Zvýšení estetické hodnoty budovy. Živé umění na fasádě.
- Zdravý život a příjemnou pohodu uprostřed přírodní zeleně. Pozitivní vliv na zdraví člověka.
- Tlumení hluku díky snížené zvukové odrazivosti vegetačních ploch.
- Zlepšení mikroklimatu v budově a jejím okolí.
- Zelený plášť, který chrání budovu před přehříváním fasády v létě a prochlazením v zimě.
- Zvlhčování vzduchu, ochranu před smogem, zachycení a filtraci polétavého prachu a škodlivin.
- Vázání CO<sub>2</sub>, tvorbu kyslíku.
- Zachycení srážkové vody v exteriérech a nižší odtok do kanalizace.
- Zvýšení rozmanitosti rostlinných druhů ve městě.
- Ekologickou vyrovnávací plochu, prostor pro život flóry a fauny.
- Chrání fasádu před sprejery.



Kromě regulace vlhkosti přispívají zelené fasády také ke snižování teplotních výkyvů. V létě působí zelená fasáda aktivně proti přehřívání. Například stěna, která se zahřeje na slunci na

42 stupňů, bude mít pod zelenou fasádou jen 22 stupňů. V zimě zdi porostlé popínavkami snižují únik tepla, s jejich pomocí lze tedy ušetřit ročně až 13 procent nákladů na topení.

Že rostliny mohou kořínky poškodit omítku a svrchní zdivo? Podle odborníků jsou tyto obavy oprávněné pouze u starších domů s poškozenou fasádou. Kvalitní a suché zdivo podle nich náporu rostlin bezpečně odolá. „Navíc úponkové druhy prorůstají konstrukcí, takže jejich výhony ke zdivu nemusí ani proniknout," uvádějí autorky knihy Rok v zahradě. Rostlinný porost také snižuje odrazivost hluku, a z toho důvodu je i významnou součástí protihlukových stěn.

### **Použité zdroje**

<http://tvstav.cz/clanek/2119-vertikalni-zahrady-zelene-fasady-optigreen>

<http://www.porsenna.cz/stavebni/referencni-stavby/ricany>

<http://www.denik.cz/trendy/zelena-fasada-v-lete-dum-ochlazuje-v-zime-chrani-pred-mrazem-20140618.html>

<http://www.pasivnidomy.cz/architektura-pasivniho-domu/t4026?s=102>

<http://www.korenova-cisticka.cz/>

<http://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3962-vyuzivani-destove-vody-ii-moznosti-pouziti-destove-vody-a-casti-zarizeni>



## **Autoři a kontakty**

**Mgr. Alice Končinská**

[alice.koncinska@ekocentrumkoniklec.cz](mailto:alice.koncinska@ekocentrumkoniklec.cz)

+420 732 926 147

**Ing. Alžběta Škodová**

[alzbeta.skodova@ekocentrumkoniklec.cz](mailto:alzbeta.skodova@ekocentrumkoniklec.cz)

+420 774 368 710

**Mgr. Štěpánka Kadochová**

[stepanka.kadochova@ekocentrumkoniklec.cz](mailto:stepanka.kadochova@ekocentrumkoniklec.cz)

+420 732 173 275

**Ing. Dalia Peterová**

[Dalia.peterova@ekocentrumkoniklec.cz](mailto:Dalia.peterova@ekocentrumkoniklec.cz)

+420 723 245 157

**Odkaz na webové stránky projektu:**

<http://evp.adaptacepraha.cz/>